

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Engenharia
Programa de Pós-graduação em Construção Civil

Nínive Cardoso Resende Lara

**PROPOSTA DE PARAMETRIZAÇÃO DE OBJETOS BIM EM ATENDIMENTO À
NORMA DE MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES NBR 5674:2012**

Belo Horizonte
2021

Nínive Cardoso Resende Lara

**PROPOSTA DE PARAMETRIZAÇÃO DE OBJETOS BIM EM ATENDIMENTO À
NORMA DE MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES NBR 5674:2012**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Construção Civil. Área de concentração: Tecnologia na Construção Civil. Linha de pesquisa: Gestão na Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Marques Arantes

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery

Belo Horizonte

2021

L318p

Lara, Nínive Cardoso Resende.

Proposta de parametrização de objetos BIM em atendimento à norma de manutenção de edificações NBR 5674:2012 [recurso eletrônico] / Nínive Cardoso Resende Lara. - 2021.

1 recurso online (141 f. : il., color.) : pdf.

Orientador: Eduardo Marques Arantes.

Coorientador: Paulo Roberto Pereira Andery.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Apêndices: f. 114-141.

Bibliografia: f. 105-113.

1. Construção civil - Teses. 2. Modelagem de informação da construção - Teses. 3. Normas Técnicas (Engenharia) – Teses. I. Arantes, Eduardo Marques. II. Andery, Paulo R. P. (Paulo Roberto Pereira). III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 691 (043)

NÍNIVE CARDOSO RESENDE LARA

**PROPOSTA DE PARAMETRIZAÇÃO DE OBJETOS BIM EM
ATENDIMENTO À NORMA DE MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES NBR
5674:2012**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Construção Civil e aprovada em sua forma final pelo Mestrado em Construção Civil do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 12 de julho de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Eduardo Marques  Assinado de forma digital por Eduardo Marques Arantes:63619547653
Arantes:63619547653 Dados: 2021.07.14 15:44:45 -03'00'

Prof. Dr. Eduardo Marques Arantes
(Orientador)
UFMG

Paulo Roberto Pereira  Assinado de forma digital por Paulo Roberto Pereira Andery:71481214691
Andery:71481214691 Dados: 2021.07.14 15:57:48 -03'00'

Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery
(Coorientador)
UFMG

Maria Aparecida  Assinado de forma digital por Maria Aparecida Fernandes Almeida
Fernandes Almeida Dados: 2021.07.14 21:39:38 -03'00'

Profª. Dra. Maria Aparecida Fernandes Almeida
PUC-MG
SERGIO SCHEER:
40146030915
ACT-Safeweb14/07/2021 16:24:59 -03:00

Prof. Dr. Sérgio Scheer
UFPR

Os referidos membros e a aluna participaram da defesa por meio de videoconferência.

Dedico este trabalho ao meu maior incentivador,
esposo e melhor amigo, Rafael, pelo amor e dedicação
inesgotáveis e para nosso primeiro filho, Arthur.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais, Nilson e Abnice, por todo amor, incentivo e investimento que fizeram na minha educação.

Agradeço ao meu irmão, Henrique e à minha cunhada Marina, sempre tão presentes e amorosos.

Agradeço ao meu esposo, Rafael de Rezende Lara, por toda dedicação e amor, e a quem dedico este trabalho.

Agradeço à família Lara, João, Raquel, Bernardo e Ana Cláudia por todo carinho e apoio.

Agradeço a todos os membros da minha tão querida Família pelo suporte constante.

Agradeço ao Eduardo Marques Arantes, meu orientador, pela confiança, apoio, exigência, e pelas tão oportunas indicações para concluir a redação do texto definitivo.

Agradeço ao Paulo Roberto Pereira Andery, meu coorientador, pelas excelentes observações que fez durante a elaboração deste trabalho.

Agradeço à Elis Mayumi Yamamoto Borrelli, consultora em BIM-FM, pela solicitude em atender-me, por todo apoio e pelos diálogos que mantivemos, fundamentais para a finalização deste estudo.

Agradeço a toda equipe do DEMC, pelos inumeráveis serviços que nos prestam para tornar possíveis nossos estudos.

Agradeço aos professores e colegas da Pós-Graduação, com quem tanto aprendi nesses anos.

Agradeço a todos meus amigos, que tanto me ajudam e tornam meus dias mais alegres.

Agradeço principalmente a Deus por tanto suporte, dons e graças que me concedeu para desenvolver esse trabalho.

RESUMO

A presente pesquisa apresenta procedimentos para auxiliar a gestão de manutenção de uma edificação residencial multifamiliar por meio de novos processos com referencia em *Building Information Modeling* (BIM). Nessa direção, o trabalho utiliza as ferramentas Revit, COBie e ARCHIBUS. O principal objetivo dessa pesquisa é verificar como processar a parametrização de dados, para atendimento a determinados requisitos da norma NBR 5674:2012. Com referencia no método de pesquisa *Design Science Research* (DSR), as informações para elaboração de um programa de manutenção foram estruturadas em um quadro orientativo. Para a simulação do acréscimo das informações não geométricas foi adotado como exemplo de instalação o sistema de ar condicionado de uma edificação residencial multifamiliar. Verificou-se como os dados COBie são utilizados para gestão de manutenção com ferramentas BIM-FM, bem como, os procedimentos para gerir as manutenções de uma edificação utilizando o *software* ARCHIBUS. A principal contribuição dessa pesquisa é a proposição de um quadro orientativo BIM-FM, que consiste em uma estrutura de requisitos de informações geométricas e não-geométricas que devem ser acrescentadas em modelos BIM para o cumprimento do programa de manutenção de todos os sistemas de uma edificação residencial multifamiliar. Os procedimentos realizados facilitam a organização das informações a serem acrescentadas no modelo BIM, bem como o atendimento ao requisito da NBR 5674:2012 de estabelecer um programa de manutenção, além de auxiliar na melhoria da visualização das informações sobre os equipamentos passíveis de manutenção, com facilidade de rastreamento dos dados.

Palavras-chave: Gestão de instalações. Gestão de manutenção. NBR 5674:2012. BIM. COBie.

ABSTRACT

This research presents some procedures intended to help the maintenance management of a multifamily residential building by means of new processes referred in Building Information Modelling (BIM). For that purpose, the study uses the Revit, COBie and ARCHIBUS tools. The main goal of this work is to check how to process data parameterization in order to meet specific requirements of standard NBR 5674:2012. According to the Design Science Research (DSR) method, information for the elaboration of a maintenance schedule has been structured into a guidance framework. The facility example adopted for simulating the addition of non-geometrical information was the air conditioning system of a multifamily residential building. The present study checked how COBie data are used for maintenance management with BIM-FM tools, as well as the procedures for managing a building maintenance using the ARCHIBUS software. The main contribution of this research is the proposal of a BIM-FM guidance framework consisting in a structure of requirements for geometrical and non-geometrical information, which is to be added to BIM models in order to meet the maintenance schedule for all systems in a multifamily residential building. The performed procedures make it easier to organize the information that will be added to the BIM model, as well as to meet the NBR 5674:2012 requirement of establishing a maintenance schedule, not to mention helping to better visualize information about the equipment to be repaired with easy data tracking.

Keywords: Facilities Management. Maintenance management. NBR 5674:2012. BIM. COBie.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de entrega de informação para projetos BIM-FM	41
Figura 2 – Preocupações de implementação BIM na gestão de instalações	42
Figura 3 – Estrutura de intercâmbio de informações para troca contínua de dados entre BIM e sistemas de gestão de instalações	46
Figura 4 – Método de pesquisa adotado	51
Figura 5 – Exemplo de informações geométricas e não-geométricas que deverão ser acrescentadas no modelo BIM (sistema de antena coletiva)	57
Figura 6 – Imagem 3D do arquivo ifc recebido, importado no <i>software</i> Revit	59
Figura 7 – Barra de abas de uma planilha COBie padrão	61
Figura 8 – Legenda de cores da planilha COBie	64
Figura 9 – Informações do projeto no Revit	65
Figura 10 – Dados COBie dos níveis do projeto	66
Figura 11 – Identificação dos ambientes no Revit	67
Figura 12 – Dados COBie dos ambientes	68
Figura 13 – Criação de grupo no Revit de projeto complementar	69
Figura 14 – Cópia do grupo criado do projeto complementar	69
Figura 15 – Inserção de projeto complementar no modelo principal, arquitetura	70
Figura 16 – Dados COBie dos equipamentos	71
Figura 17 – Painel Cobie Extension - <i>plug-in</i> BIM Interoperability Tools	72
Figura 18 – <i>Setup Project</i> - Janela de configuração geral do projeto	73
Figura 19 – <i>Setup Spaces</i> - Janela de configuração dos espaços do projeto	75
Figura 20 – <i>Setup Types</i> - Janela de configuração de tipos	76
Figura 21 – <i>Setup Components</i> - Janela de configuração de componentes	78

Figura 22 – <i>Setup Systems</i> - Janela de configuração de sistemas	79
Figura 23 – <i>Setup Attributes</i> - Janela de configuração de atributos	81
Figura 24 – <i>Setup Coordinates</i> - Janela de configuração de coordenadas	82
Figura 25 – <i>Setup Schedules</i> - Janela de configuração de cronogramas	83
Figura 26 – <i>Parameter Mappings</i> - Janela de configuração de parâmetros	85
Figura 27 – <i>Contacts</i> - Janela de configuração de contatos	86
Figura 28 – <i>Zone Manager</i> - Janela de configuração de zonas	89
Figura 29 – <i>Select</i> - Janela de configuração de seleção	90
Figura 30 – <i>Update</i> - Janela de configuração de atualização	91
Figura 31 – <i>Create Spreadsheet</i> - Janela de configuração de criação de planilha	93
Figura 32 – Módulo PM Planner do ARCHIBUS	94
Figura 33 – Programação de manutenção no ARCHIBUS	95
Figura 34 – Criação de procedimentos no ARCHIBUS	95
Figura 35 – Definição de instruções de serviço no ARCHIBUS	96
Figura 36 – Atribuição de procedimentos a equipamentos no ARCHIBUS	96
Figura 37 – Gráficos de programação de equipamentos no ARCHIBUS	96
Figura 38 – Histórico de programação de equipamentos no ARCHIBUS	97
Figura 39 – Custos reais por mês de equipamentos no ARCHIBUS	97
Figura 40 – Custo total por equipamentos ou por tipo de problema no ARCHIBUS	98
Figura 41 – Planilha COBie gerada através do <i>software</i> Revit	99
Figura 42 – Preenchimento de dados COBie no <i>software</i> Revit	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese das dissertações sobre BIM-FM no Brasil	33
Quadro 2 – Síntese das dissertações sobre BIM-FM em Portugal	34
Quadro 2 – Síntese das dissertações sobre BIM-FM em Portugal	35
Quadro 3 – <i>Softwares</i> BIM-FM	37
Quadro 4 – Procedimentos para inserir as informações do Quadro Orientativo nas plataformas BIM	58
Quadro 5 – Informações geométricas e não-geométricas que deverão ser acrescentadas no modelo BIM (sistema de ar condicionado)	60
Quadro 6 – Lista de programações a serem importadas do <i>Model Resource</i>	84
Quadro 7 – Dados de contato	87
Quadro 8 – Vantagens e desvantagens utilizar planilhas COBie e ferramentas BIM-FM	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AECO – Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação

BIM – *Building Information Modeling*

COBie – *Construction Operations Building Information Exchange*

CMMS – *Computerized Maintenance Management System*

DSR – *Design Science Research*

FM – *Facility Management*

IFC – *Industry Foundation Classes*

LOD – *Level Of Development*

LOI – *Level Of Information*

NBR – Norma Brasileira

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Contexto	16
1.2 Problema de pesquisa.....	19
1.3 Questões de pesquisa.....	22
1.4 Objetivos	22
1.5 Delimitações.....	23
1.6 Estrutura do trabalho	23
2 GESTÃO DE MANUTENÇÃO	25
2.1 NBR 5674:2012 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.....	26
2.1.1 Organização	26
2.1.2 Relatório de inspeção.....	27
2.1.3 Programa de manutenção	28
2.1.4 Requisitos para o planejamento anual das atividades	29
2.1.5 Requisitos para controle do processo de manutenção.....	29
2.1.6 Requisitos para documentação	29
3 BIM PARA FM	31
3.1 <i>Softwares</i> BIM-FM.....	36
3.1.1 ARCHIBUS.....	37
3.1.2 BIM 360.....	38
3.1.3 IBM Maximo	39
3.2 Interoperabilidade (COBie).....	40
3.3 Nível de desenvolvimento (LOD).....	46
4 MÉTODO DE PESQUISA	50
4.1 Etapa 1: definição de um problema prático relevante com potencial de pesquisa.....	51

4.2 Etapa 2: obtenção de um entendimento geral e abrangente do tema.....	52
4.3 Etapa 3: inovando, projetando um novo constructo (solução).....	52
4.4 Etapa 4: demonstrar que o constructo funciona.....	53
4.4.1 Escolha da edificação para o modelo.....	53
4.4.2 Levantamento de dados.....	54
4.4.3 Modelagens e inserção de dados.....	54
4.4.4 Simulações.....	54
4.5 Etapa 5: apresentar as conexões teóricas e a contribuição do conceito de solução de pesquisa proposto.....	54
4.6 Etapa 6: examinar o âmbito de aplicabilidade da solução.....	55
5 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	56
5.1 Quadro orientativo.....	56
5.2 Descrição da edificação.....	59
5.3 Modelagem no Revit.....	60
5.4 Análise da estrutura das planilhas COBie.....	61
5.5 Configuração do modelo no Revit para COBie.....	64
5.5.1 Informações do Projeto.....	65
5.5.2 Níveis do projeto.....	65
5.5.3 Ambientes do projeto.....	67
5.5.4 Equipamentos e projetos complementares.....	68
5.6 Autodesk BIM Interoperability Tools.....	71
5.6.1 Configuração do projeto.....	72
5.6.1.1 Etapa 1 – Geral (general).....	73
5.6.1.2 Etapa 2 – Espaços (spaces).....	74
5.6.1.3 Etapa 3 – Tipos (types).....	76
5.6.1.4 Etapa 4 – Componentes (components).....	77
5.6.1.5 Etapa 5 – Sistemas (systems).....	78
5.6.1.6 Etapa 6 – Atributos (attributes).....	80
5.6.1.7 Etapa 7 – Coordenadas (coordinates).....	81
5.6.1.8 Etapa 8 – Cronogramas (schedules).....	83
5.6.1.9 Etapa 9 – Mapeamento de parâmetros (parameter mappings).....	84

5.6.2 Contatos (contacts)	86
5.6.3 Zonas (zone manager)	88
5.6.4 Seleção (select).....	90
5.6.5 Atualização (update).....	91
5.6.6 Criar planilha (create spreadsheet)	92
5.7 Gestão de manutenção com ferramentas BIM-FM.....	94
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	99
7 CONCLUSÕES	103
REFERÊNCIAS.....	105
APÊNDICE A – QUADRO ORIENTATIVO	114

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo busca apresentar o escopo deste projeto de dissertação. São apresentados o contexto no qual a pesquisa está inserida, o problema, as questões e objetivos propostos, bem como as delimitações e a estrutura deste trabalho.

1.1 Contexto

Após a execução de uma obra, inicia-se a fase mais duradoura, porém a menos estruturada, do ponto de vista de processos de gestão, durante todo o ciclo de vida de um empreendimento de engenharia: a fase de operação. Essa fase se reveste de importância visto que, entre outros aspectos, os custos de uma edificação não estão baseados apenas na concepção, processo de projeto e construção, sendo que a utilização do empreendimento também está incluída nos custos globais, por meio de manutenção, administração e operação (SCHNEIDER, 2018).

Por outro lado, a degradação urbana resulta em perda de valor estético, econômico e cultural do patrimônio, o que é minimizado mediante a adoção de políticas de manutenção das edificações. Quanto maior a degradação ou perda de desempenho do empreendimento, maior serão os custos de reparação (LEITÃO, 2012). Além disso, os proprietários de várias instalações precisam desenvolver manutenção eficiente para otimizar processos e custos operacionais (THABET; LUCAS, 2017).

Segundo Teicholz (2004), o projeto e construção de edifícios muitas vezes representam menos de 15% do custo total do ciclo de vida de um edifício, sendo, 85% corresponde à fase pós-construção. Estima-se que o mercado de serviços de gestão de instalações tem crescido a uma média de 15-25% ao ano desde 1991, com cerca de 25% do trabalho terceirizado (TEICHOLZ, 2004).

Em complemento, Christian e Pandeya (1997) apontam que cerca de 60 a 85% do custo total do ciclo de vida de uma edificação correspondem aos custos de operação e manutenção das instalações. Essa etapa compreende várias áreas, mas é o gerenciamento de manutenção de instalações que constitui a maioria (65%

a 85%) dos custos totais incorridos pelas atividades de gestão de instalações (LAVY; JAWADEKAR, 2014). O relatório¹ elaborado para o National Institute of Standards and Technology (NIST) exemplifica esses dados.

Nesse contexto de redução de custos de operação e garantia do desempenho das edificações, a utilização da modelagem da informação da construção (*Building Information Modeling* – BIM) na fase de operação e manutenção possibilita otimização de distribuição dos espaços de acordo com mudanças nos serviços, gerenciamento de peças de reposição, bem como administrar todo o edifício e analisar diferentes possibilidades de utilização dos espaços (RAMOS *et al.*, 2016).

Apesar de muitos pesquisadores e profissionais estarem de acordo sobre o potencial, a aplicabilidade e os benefícios do BIM, ainda não está claro como essa tecnologia possa ser usada e quais são os benefícios para a implementação do BIM em todo o ciclo de vida de um edifício (LEE; YU; JEONG, 2015).

Facility Management (FM) é um termo utilizado para a gestão de um projeto após sua execução e *Facility Maintenance Management* (FMM) corresponde especificamente à gestão de manutenção das instalações. E, para Kassem *et al.* (2015), as aplicações de BIM para FM são pouco exploradas em comparação com a sua implementação nos processos de planejamento, projeto e construção.

Alguns estudos iniciais no FMM baseado em BIM mostraram como o BIM pode aprimorar suas atividades (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014; LIU; R.A. ISSA, 2014). De acordo com Chen *et al.* (2018), tradicionalmente, funcionários da FM utilizam desenhos 2D para procurar informações, como dimensão, material e localização de elementos da construção. Não é apenas demorado, mas também dificulta a obtenção de informações precisas. Assim, são necessárias abordagens inovadoras para melhorar a transferência e recuperação de informações para apoiar o FMM.

¹ Um relatório elaborado para o National Institute of Standards and Technology (NIST) estimou que o custo de projetos, construção e gerenciamento no setor de instalações dos Estados Unidos, considerando edifícios comerciais, institucionais e industriais, foi de US\$ 15,8 bilhões no ano de 2002. Desses custos, dois terços (aproximadamente US\$ 10,6 bilhões) são suportados por proprietários e operadores, que incorrem na maior parte desses custos durante operação e manutenção de instalações (GALLAHER *et al.*, 2004).

Como um novo paradigma, o BIM transforma o processo de desenvolvimento, compartilhamento e reunião de informações de projetos. O Decreto 10.306/2020 estabelece que a partir de 1º de janeiro de 2028 o BIM deverá ser utilizado no gerenciamento e manutenção dos empreendimentos após sua construção, cujos projetos de arquitetura e engenharia e cujas obras tenham sido desenvolvidas ou executadas com aplicação do BIM (BRASIL, 2020).

No cenário internacional, aplicações BIM em concepção e construção superaram a fase de investigação e são agora amplamente implantadas. No entanto, a aplicação de BIM na fase de gestão de instalações (FM) está em desenvolvimento, e as pesquisas nesta área estão em uma fase embrionária (PISHDAD-BOZORGI *et al.*, 2018). A aplicação do BIM em processos de FM existe para *retrofit* e gestão de edifícios antigos. No entanto, o BIM é predominantemente usado para fornecer resultados fragmentados nas etapas do ciclo de vida do projeto (OLATUNJI; AKANMU, 2015).

O problema de interoperabilidade da integração BIM-FM para gerenciamento de manutenção precisa ser explorado (CHEN *et al.*, 2018). Nesse contexto, o padrão COBie melhora a entrega de dados relacionados a ativos por meio dos modelos BIM para os gerentes das instalações e / ou proprietários de um edifício (EASTMAN *et al.*, 2011; LUCAS; BULBUL; THABET, 2013).

O formato de dados *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie) fornece especificações para a captura e entrega de informações necessárias aos gestores de instalações durante todo o ciclo de vida de uma instalação. COBie reduz os problemas relacionados com a interoperabilidade, podendo ser utilizado durante as fases de concepção, construção e manutenção de uma instalação, bem como em planilhas simples. COBie permite reunir informações importantes relacionadas com sistemas e componentes individuais, como dados de produtos, fabricantes, manuais, garantias, programações de manutenção, entre outros.

Dessa forma, os dados podem ser importados para os sistemas de informações de gerenciamento de manutenção computadorizados (*Computerized Maintenance Management System* – CMMS) sendo usados pela organização para facilitar a gestão mais eficiente das instalações.

Nessa direção, proprietários estão adotando BIM e realizando a gestão de instalações com base em dados COBie para reduzir os problemas relacionados com a interoperabilidade (LAVY; SAXENA; DIXIT, 2019).

Considerando essas necessidades de manutenção eficiente (THABET; LUCAS, 2017; SCHNEIDER, 2018; LEITÃO, 2012), seja em termos do alto custo de operação e manutenção das edificações (CHRISTIAN; PANDEYA, 1997; GALLAHER *et al.*, 2004; TEICHOLZ, 2004), seja pelas aplicações de BIM para FM serem pouco exploradas (KASSEM *et al.*, 2015) e se encontrarem em fase de desenvolvimento embrionária (PISHDAD-BOZORGI *et al.*, 2018), bem como a meta do governo brasileiro de aplicar BIM para FM (BRASIL, 2020), fica claro que trabalhos de pesquisa precisam ser desenvolvidos para aumentar o conhecimento sobre o assunto e contribuir para o aprimoramento das práticas adotadas, ao reduzir custos e facilitar a implementação de manutenções preventivas.

Conforme a NBR 5674:2012 (ABNT, 2012), para garantir a segurança e a qualidade de vida dos usuários, bem como manter os níveis de desempenho das edificações ao longo da vida útil projetada, é essencial a elaboração e a implantação de um programa de manutenção corretiva, preventiva e rotineira. Entretanto, normalmente a documentação elaborada por diversas construtoras não apresentam os quesitos de manutenção esperados (DE SOUZA MOREIRA; TONOLI; RUSCHEL, 2018; POLI, 2017).

Sendo assim, o objetivo central dessa pesquisa foi verificar como se processam dados BIM geométricos e não-geométricos, tendo em vista a gestão de manutenção de edificações residenciais multifamiliares para atendimento a determinados requisitos da Norma Brasileira de Manutenção de Edificações, a NBR 5674:2012.

1.2 Problema de pesquisa

De acordo com a Norma de desempenho, NBR 15575:2013 (ABNT, 2013), a vida útil de uma edificação pode ser normalmente prolongada por meio de ações de manutenção. Nessa direção, a NBR 5674:2012 (ABNT, 2012), orienta que a manutenção se fundamenta em procedimentos organizados e com controles de custos.

Padrões de documentação de informação claramente definidos e estruturados são necessários, nas fases iniciais de projeto, desenvolvendo, assim, uma documentação apropriada da edificação construída para apoiar as operações pós-construção (THABET; LUCAS, 2017). Uma maneira de garantir processos de operação e manutenção mais eficientes é garantir o armazenamento adequado de informações e dados para a gestão de instalações (GALLAHER *et al.*, 2004).

A complexidade crescente dos ambientes construídos e o alto número de disciplinas no processo de projeto envolve novos desafios na logística da informação. Quando se utiliza informações em sistemas baseados em BIM, deve-se levar em consideração o desafio de definir e especificar a informação relevante (HJELSETH, 2010).

Vale destacar que, se as entregas de FM não estiverem nas especificações iniciais dos projetistas, plataformas BIM podem ser ineficazes aos processos de gestão das instalações. Geralmente, os projetistas concentram seus esforços ao estágio de concepção e construção: por padrão, raramente a fase de projeção precisa cumprir requisitos de FM (OLATUNJI; AKANMU, 2015).

De acordo com Lavy; Saxena e Dixit (2019), como projetistas e construtores usam plataformas de fornecedores de *softwares* distintos, a gestão da informação torna-se uma tarefa desafiadora. Nesse contexto, observa-se que muitas informações sobre os sistemas de construção são geridas por várias equipes durante o processo de concepção e construção, e são entregues ao proprietário dos recursos (operadores), no final da fase de construção, para a fase de operação e manutenção.

Entretanto, o potencial de perda ou falta de informação existe em todas as fases de entrega (LAVY; SAXENA; DIXIT, 2019). Nessa direção, recuperar, modificar ou introduzir informações sobre os sistemas de construção é essencial para a gestão de instalações.

Além dos fatores mencionados, um importante desafio é a interoperabilidade limitada entre os modelos de dados produzidos ao longo do ciclo de vida dos projetos e entre sistemas BIM e FM (BISWAS, 2019; MATARNEH *et al.*, 2019). A fim de ajudar a resolver problemas com interoperabilidade e armazenamento de dados pode-se utilizar o formato COBie na integração de dados para FM (EADIE *et al.*, 2013; PARK; KIM, 2015; MALTESE *et al.*, 2017; PISHDAD-BOZORGIA *et al.*,

2018; ALNAGGAR; PITT, 2019; BISWAS, 2019; LAVY; SAXENA; DIXIT, 2019; YALCINKAYA; SINGH, 2019).

Mas a falta de uma abordagem bem estruturada para gerenciar dados COBie de todo o edifício resulta em dados incompletos e de baixa qualidade na fase de entrega, o que dificulta a capacidade de gerentes das instalações de utilizar eficazmente esses dados na fase de operações (ALNAGGAR; PITT, 2019).

Outro desafio encontrado na utilização do formato COBie é a predominância de dados textuais e numéricos, que exigem uma alta carga cognitiva e a falta de visibilidade da semântica e dependências de dados reduzem a navegação e a capacidade de consulta (YALCINKAYA; SINGH, 2019).

Além disso, a literatura mostra que dificuldades de troca de dados e interoperabilidade entre os sistemas BIM e FM é recorrente (EADIE *et al.*, 2013; PISHDAD-BOZORGIA *et al.*, 2018; ALNAGGAR; PITT, 2019; BISWAS, 2019; LAVY; SAXENA; DIXIT, 2019; MATARNEH *et al.*, 2019; YALCINKAYA; SINGH, 2019).

A fim de reduzir essas lacunas, torna-se necessário auxiliar na melhoria da gestão de manutenção de edificações residenciais multifamiliares, no sentido apresentar um processo que colabore para prolongar a vida útil das construções, conforme a NBR 15575:2013 (ABNT, 2013) e a NBR 5674:2012 (ABNT, 2012). A contribuição que a NBR 15575:2013 traz para este trabalho não é o que ela agrega em termos de dados e planejamento da manutenção predial, mas sim, a exigibilidade de uma gestão de manutenção para que seja garantido o desempenho ao longo da vida útil da edificação. Portanto, a referência à NBR 15575:2013 busca apenas justificar a importância da NBR 5674:2012.

Há pesquisas realizadas sobre aplicação de BIM para FM em diversos países², mas não há definição de quais dados geométricos e não geométricos

² Exemplos de pesquisas realizadas em diversos países: Estados Unidos (LAVY; JAWADEKAR, 2014; LAVY; SAXENA; DIXIT, 2019; LIU; R.A. ISSA, 2014; LUCAS; BULBUL; THABET, 2013; PISHDAD-BOZORGI *et al.*, 2018; SADEGHI *et al.*, 2019; THABET; LUCAS, 2017), Reino Unido (ALNAGGAR; PITT, 2019; EADIE *et al.*, 2013; KASSEM *et al.*, 2015; MATARNEH *et al.*, 2019; PÄRN; EDWARDS, 2017), Malásia (AU-YONG; ALI; CHUA, 2019), Bangladesh (BISWAS, 2019), Bélgica e Canadá (NEUVILLE; POULIOT; BILLEN, 2019), Austrália e Estados Unidos (OLATUNJI; AKANMU, 2015), Alemanha (SCHNEIDER, 2018; VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014), Finlândia (YALCINKAYA; SINGH, 2019), Coreia do Sul (LEE; YU; JEONG, 2015), China e Singapura (CHEN *et al.*, 2018; LIU *et al.*, 2019; XU *et al.*, 2019), Itália e Suíça (CAVALLIERE *et al.*, 2019; MALTESE *et al.*, 2017), Brasil (BORRELLI, 2020; CARVALHO, 2019; FARONI, 2017; MAIA, 2016; MATOS, 2018; SANTOS, 2017; YASUOKA, 2019), Portugal (ALMEIDA, 2018; CARVALHO, 2017; DE FREITAS

precisam ser acrescentados em um modelo para realizar a gestão de um programa de manutenção utilizando ferramentas BIM-FM, conforme NBR 5674:2012.

Vale frisar que essa pesquisa se restringe a abordar os itens normativos, ao desconsiderar outras diretrizes de manutenção predial.

1.3 Questões de pesquisa

Diante do exposto, buscou-se responder às seguintes questões norteadoras:

Quais informações são necessárias em um modelo BIM para realizar um programa de manutenção que atenda à NBR 5674:2012?

Quais os procedimentos necessários para garantir a compatibilidade com o COBie?

Quais são os desafios e limitações da utilização do COBie?

Como se dá o processo de utilizar ferramentas BIM para realizar a gestão de um programa de manutenção de edificações residenciais multifamiliares?

1.4 Objetivos

O objetivo central dessa pesquisa foi verificar como se processam os dados geométricos e não-geométricos de uma edificação residencial multifamiliar, tendo em vista a gestão de manutenção para atendimento a determinados requisitos da norma NBR 5674:2012.

A partir do objetivo principal, foram propostos objetivos específicos para esta pesquisa:

- a) Definir um quadro orientativo que auxilie na utilização de ferramentas BIM-FM para aplicação de requisitos normativos da NBR 5674:2012;
- b) Identificar os procedimentos necessários para o uso do COBie, apontando os desafios, potencialidades e limitações.
- c) Verificar como pode ser realizada a gestão de um programa de manutenção utilizando ferramentas BIM-FM;

1.5 Delimitações

Existem algumas delimitações que devem ser consideradas nesta pesquisa:

- a) As informações sobre os requisitos de manutenção foram extraídas das especificações estabelecidas pelo programa de manutenção proposto pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2014). Dessa forma, não foram coletados requisitos de manutenção que não estejam mencionados no referido programa;
- b) Não foi possível implementar a solução proposta em casos reais, apenas em um modelo hipotético, devido ao longo tempo que seria despendido para a realização do treinamento e aplicação das ferramentas BIM por parte dos agentes envolvidos.

1.6 Estrutura do trabalho

Essa dissertação está estruturada em sete capítulos. O presente capítulo analisou o contexto do qual resultou em um problema de pesquisa, identificando as principais lacunas de conhecimento teórico e prático. A partir dessa abordagem, foram apresentadas as questões de pesquisa decorrentes, bem como os objetivos a serem alcançados e as delimitações deste estudo.

O capítulo dois apresenta uma revisão bibliográfica sobre gestão de manutenção. Nesse capítulo, primeiramente, é abordada a importância de manutenções preventivas. Em seguida, é feita uma explanação sobre as necessidades de manutenção a fim de atender à norma de desempenho, NBR 15.575:2013 (ABNT, 2013), abordando, o que é estabelecido pela norma de manutenção de edificações, NBR 5674:2012 (ABNT, 2012). Por fim, o capítulo dois apresenta trabalhos desenvolvidos sobre o manual de uso, operação e manutenção das edificações conforme a NBR 14037:2011 (ABNT, 2011).

O capítulo três apresenta uma revisão bibliográfica acerca de estudos relacionados à utilização de BIM para FM, destacando os *softwares* BIM-FM, como ocorre a interoperabilidade (COBie) e o nível de desenvolvimento do modelo (LOD).

O capítulo quatro apresenta o método de pesquisa. Este capítulo inicia com a descrição da estratégia de pesquisa escolhida e, em seguida, é apresentado o

delineamento do processo de pesquisa, sendo detalhadas e descritas as etapas realizadas com base na pesquisa construtiva.

O capítulo cinco apresenta como foi o desenvolvimento desta pesquisa. A primeira parte deste capítulo está relacionada com a elaboração de um quadro orientativo para realização de um programa de manutenção utilizando ferramentas BIM. A segunda e terceira parte contam com a descrição da edificação utilizada para o desenvolvimento da modelagem no *software* Revit. Em seguida, foi realizada uma análise das planilhas COBie e a descrição de todos os procedimentos realizados para a configuração do modelo para exportação de uma planilha COBie. Por fim, foi apresentada como pode ser realizada a gestão de manutenção de um sistema de uma edificação utilizando ferramentas BIM-FM.

O capítulo seis apresenta os resultados obtidos a partir do desenvolvimento descrito no capítulo anterior. E, por fim, o último capítulo apresenta as conclusões desta pesquisa. Nesse capítulo são sintetizadas as principais contribuições desta pesquisa.

2 GESTÃO DE MANUTENÇÃO

A implementação de manutenção preventiva é obrigatória para manter as condições do edifício e do sistema, o valor de propriedade e patrimônio, bem como a segurança e a saúde dos moradores.

Para melhorar a eficiência das manutenções preventivas, a frequência de inspeções e os intervalos de manutenções devem ser estudados com relação às instalações e serviços específicos do edifício.

A questão de manutenção predial mais debatida diz respeito à implementação inadequada da manutenção preventiva. Outros problemas de manutenção discutidos são a falta de preocupação com relação à importância da manutenção e o alto custo de manutenção. Além disso, a manutenção de rotina de instalações e serviços de construção é essencial e desempenha um papel vital para o resultado da manutenção. É inegável que a manutenção de rotina desempenha um papel essencial em residências de alto padrão para apoiar e aprimorar as rotinas diárias dos moradores, garantir o conforto e a segurança dos moradores e sustentar o valor da propriedade.

A norma de desempenho, NBR 15.575:2013 (ABNT, 2013), estabelece que as construtoras devem zelar pelo cumprimento do projeto, conforme sua elaboração. Os proprietários, por sua vez, são responsáveis por executar a manutenção da edificação, conforme o manual de uso, operação e manutenção fornecido pelos construtores. A NBR 15575:2013 prevê, ainda, que falhas no desempenho da edificação devam ser cobradas dos responsáveis pela construção do empreendimento, com o respaldo do Código de Defesa do Consumidor: Lei 8078/1990 (BRASIL, 1990), desde que seja comprovada a realização das manutenções previstas.

Segundo a NBR 5674:2012 (ABNT, 2012), a manutenção não pode ser feita de modo improvisado, esporádico ou casual, pois isso gera um custo relevante na fase de uso das edificações. Para garantir a segurança e a qualidade de vida dos usuários, bem como manter os níveis de desempenho ao longo da vida útil projetada, é essencial a elaboração e a implantação de um programa de manutenção corretiva, preventiva.

A manutenção rotineira é caracterizada por um fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos, como a limpeza geral dos espaços. A manutenção corretiva é caracterizada por serviços que demandam intervenção imediata para permitir a continuidade do uso dos sistemas, elementos ou componentes das edificações, ou evitar riscos e prejuízos aos usuários ou proprietários. A manutenção preventiva é caracterizada por serviços programados com antecedência, priorizando as solicitações dos usuários, durabilidade esperada dos sistemas, elementos ou componentes das edificações em uso, gravidade e urgência, bem como relatórios de verificações periódicas sobre o estado de degradação (ABNT, 2012).

Seguindo uma lógica de controle de qualidade e de custo, na gestão da manutenção é necessário realizar uma abordagem fundamentada em procedimentos organizados para atingir maior eficiência e eficácia na administração de edificações.

2.1 NBR 5674:2012 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção

A NBR 5674:2012 (ABNT, 2012) estabelece requisitos para a gestão do sistema de manutenção de edificações.

2.1.1 Organização

A gestão deve considerar a tipologia da edificação; uso efetivo da edificação; tamanho e complexidade da edificação e seus sistemas; localização e implicações do entorno da edificação.

As diretrizes de manutenção devem ser capazes de preservar o desempenho previsto em projeto ao longo do tempo; estabelecer as informações pertinentes e o fluxo da comunicação e estabelecer as incubências e autonomia de decisão dos envolvidos.

Deve ser prevista a infraestrutura material, técnica, financeira e de recursos humanos, capaz de atender aos diferentes tipos de manutenção: manutenção rotineira (fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos); manutenção corretiva (serviços que demandam ação imediata para permitir a continuidade de

uso ou evitar grandes riscos ou prejuízos) e manutenção preventiva (serviços programados com antecedência, priorizando solicitações dos usuários, estimativas de durabilidade, gravidade e urgência e relatórios de verificações periódicas sobre o estado de degradação).

O programa de manutenção deve explicitar se os serviços devem ser executados por empresa capacitada, especializada ou equipe de manutenção local:

- empresa capacitada: organização ou pessoa que tenha recebido capacitação, orientação e responsabilidade (ou trabalhe sob responsabilidade) de profissional habilitado;
- empresa especializada: organização ou profissional liberal que exerce função com qualificação e competência técnicas específicas;
- equipe de manutenção local: pessoas que realizam os demais serviços que não necessitam ser executados por empresa especializada ou capacitada, mas que devem receber orientação e conhecimento de prevenção de riscos e acidentes.

Ainda segundo essa norma, outros termos precisam ser esclarecidos:

- Edificação: produto constituído pelo conjunto de elementos definidos e integrados em conformidade com os princípios e técnicas da Engenharia e da Arquitetura.
- Serviço de manutenção: intervenção feita na edificação e seus sistemas, elementos ou componentes constituintes;
- Sistema de manutenção: conjunto de procedimentos organizados para gerenciar os serviços de manutenção.

2.1.2 Relatório de inspeção

As inspeções devem ser realizadas de acordo com intervalos estabelecidos no manual elaborado conforme a NBR 14037 e do programa de manutenção de cada edificação; sendo ordenadas de forma a facilitar os registros e sua recuperação, considerando um roteiro de inspeção de todos os elementos, bem como a degradação natural esperada associada à vida útil;

Os relatórios de inspeção devem: descrever a degradação de cada sistema, subsistema, elemento ou componente e equipamento da edificação; apontar e estimar a perda de desempenho; recomendar ações para minimizar os serviços de manutenção corretiva; conter prognóstico de ocorrências.

2.1.3 Programa de manutenção

O programa de manutenção consiste na definição das atividades essenciais de manutenção, abordando sua periodicidade, responsáveis pela execução, documentos de referência, referências normativas e recursos necessários, explicitando sistemas, elementos, componentes e equipamentos, modo de verificação e custo. O mesmo deve ser atualizado periodicamente.

Devem ser considerados projetos, memoriais, orientações de fornecedores, manual de uso, operação e manutenção (quando houver), e as demais características:

- Tipologia, complexidade e regime de uso da edificação;
- Sistemas materiais e equipamentos;
- Idade das edificações;
- Expectativa de durabilidade dos sistemas, elementos e componentes, atendendo à NBR 15575 quando aplicável;
- Relatório das inspeções constando as não conformidades encontradas e ações corretivas e preventivas;
- Solicitações e reclamações dos usuários e proprietários;
- Histórico das manutenções realizadas;
- Rastreabilidade dos serviços;
- Impactos das condições climáticas e ambientais do local da edificação;
- Escala de prioridades entre os diversos serviços;
- Previsão financeira

2.1.4 Requisitos para o planejamento anual das atividades

O sistema de manutenção deve prever os recursos financeiros necessários para a realização dos serviços de manutenção em período futuro definido, incluindo reserva para manutenção corretiva. As previsões orçamentárias devem expressar a relação custo x benefício dos serviços.

2.1.5 Requisitos para controle do processo de manutenção

A NBR 5674:2012 (ABNT, 2012) descreve o que deve conter nos orçamentos dos serviços de manutenção, além de fazer recomendações para avaliação das propostas. Estabelece também os meios de controle, indicando a importância de seguir o cronograma físico-financeiro, garantir segurança para execução das manutenções, bem como implementar controles que garantam o cumprimento dos requisitos legais, de qualidade, custo e prazo, atendendo às condições contratuais.

2.1.6 Requisitos para documentação

A documentação do programa de manutenção deve conter:

- Manual de uso, operação e manutenção das edificações, conforme NBR 14037:2011 (ABNT, 2011);
- Manual dos fornecedores dos equipamentos e serviços;
- Programa da manutenção;
- Planejamento da manutenção, contendo o previsto e o efetivo, cronologicamente e financeiramente;
- Contratos firmados;
- Catálogos, memoriais executivos, projetos, desenhos, procedimentos executivos e propostas técnicas;
- Relatório de inspeção;
- Registros de serviços realizados;
- Ata de reuniões;
- Documentos de atribuição de responsabilidade dos serviços técnicos.

Além disso, o condomínio deve dispor de um fluxo de documentação que tenha sido escrito e aprovado. Devem ser mantidos registros que comprovem a efetiva implementação do programa de manutenção.

A documentação dos serviços de manutenção executados deve ser arquivada como parte integrante do manual de uso, operação e manutenção da edificação. Recomenda-se que o sistema de gestão da manutenção disponha de indicadores de eficiência.

Apesar da exigência de incluir na documentação o manual de uso, operação e manutenção das edificações conforme a NBR 14037:2011 (ABNT, 2011), a pesquisa realizada por De Souza Moreira, Tonoli e Ruschel (2018) verificou que 82% dos manuais elaborados por diversas construtoras não apresentaram mais do que 67% dos quesitos de manutenção esperados. Os autores afirmam, ainda, que as empresas precisam incluir nos manuais a obrigatoriedade do registro da manutenção, a orientação para inspeções e um modelo de programa de manutenção preventiva.

Poli (2017) também analisou manuais de uso, operação e manutenção de edificações, e constatou que há uma grande dificuldade de obter informações de fornecedores e de fabricantes de materiais, sobretudo em relação às especificações técnicas. Mas, além disso, a organização de documentos dos fornecedores e fabricantes, ao longo da obra, é importante, especialmente, para ter controle dos prazos de garantia. A gestão da informação, seja de documentos ou de especificações técnicas, deve ter início na etapa de produção, para que essas informações não se percam.

3 BIM PARA FM

A visualização de ativos de construção dentro da modelagem da informação da construção (BIM) oferece oportunidades significativas no gerenciamento de instalações, pois pode ajudar na manutenção e na segurança dos edifícios (NEUVILLE; POULIOT; BILLEN, 2019).

Segundo Chen *et al.* (2018), durante as atividades de FM, mais de 80% do tempo é usado para procurar informações relevantes, devido à falta de integração de dados. Como o BIM fornece um sistema de informações abrangente que captura informações sobre todos os componentes de construção relacionados, essas informações essenciais e relevantes, como informações geométricas e semânticas, podem ser reunidos e recuperados de forma eficiente em um ambiente BIM. Ding *et al.* (2009) revelou ainda que o uso de BIM reduz o tempo de atualização dos bancos de dados FM em 98%.

Nas últimas décadas, o BIM tem sido cada vez mais utilizado para FM, porque facilita a colaboração entre pessoas e integração de informações durante a fase de operação e manutenção, e o BIM também é um benefício essencial para o processamento de grandes conjuntos de informações complexas normalmente associadas à manutenção de ativos de construção (CHEN *et al.*, 2018).

No entanto, de acordo com Neuville, Pouliot e Billen (2019), tomar decisões com base na visualização 3D continua a ser um desafio, uma vez que a alta densidade de informações espaciais dentro do modelo 3D requer técnicas de visualização adequadas para alcançar a tarefa visual. Dentro de uma estrutura de gerenciamento de instalações, a visualização 3D melhora a eficácia, tanto em termos de taxa de sucesso e precisão quanto sobre a certeza de uma tarefa de contagem visual. A visualização de dados espaciais 3D é importante nos métodos de tomada de decisão, especialmente quando se trata de procedimentos de segurança. No caso de detecção ou propagação de incêndio, a empresa responsável pela segurança do edifício poderia, por exemplo, fornecer uma avaliação mais rápida e melhorar os serviços de emergência. Além disso, a implantação dos recursos necessários (humanos e materiais) pode ser aprimorada e facilitar o trabalho em campo.

Apesar de todos os benefícios apontados, as estatísticas relativas à operação e gestão de edifícios mostraram que até 2013, o BIM somente era usado em um número limitado de vezes, 8,82% (EADIE *et al.*, 2013). Mas o uso de BIM para FM está em crescimento, pois a partir de uma pesquisa realizada no Reino Unido, constatou-se que 19% de 112 participantes já tinham trabalhado em algum projeto onde o BIM foi utilizado para apoiar operações de FM. Além disso, todos os entrevistados tinham utilizado BIM em diferentes fases do ciclo de vida do projeto e estavam cientes das capacidades de BIM para FM (MATARNEH *et al.*, 2019).

Um gerenciamento eficaz de instalações requer mais do que precisão espacial e geométrica em considerações de projeto. Isso ocorre porque o benefício final dos proprietários das instalações decorre de usos e funcionalidades apropriados, bem como de sua adaptação. O meio para o sucesso de um projeto em BIM-FM é a reciprocidade, a confiança compartilhada e a integração eficiente dos esforços da equipe do projeto em vários estágios do ciclo de vida. O BIM é fundamentalmente importante para os processos de FM apenas quando a integração do sistema se torna perfeita e os modeladores ou designers conseguem compartilhar os valores dos gerentes de instalações desde os estágios iniciais da vida do projeto (OLATUNJI; AKANMU, 2015).

A gestão de instalações é um processo longo que permanece durante toda a vida de um edifício e, por isso, pode demorar mais tempo para validar os benefícios da utilização de tecnologia avançada para a sua implementação. A mudança de FM baseada em desenhos CAD para FM baseada em dados BIM e COBie ainda é um desenvolvimento relativamente novo na indústria de gestão de instalações. A indústria de FM é lenta para adotar a tecnologia e qualquer adoção é repleta de desafios múltiplos (LAVY; SAXENA; DIXIT, 2019).

Matarneh *et al.* (2019) complementam essa afirmação ao revelarem que na prática mais atual, os fabricantes não estão prontos para fornecer objetos BIM, o que significa que modelos de *as-built* BIM não incluem dados dos fabricantes, como informações dos produtos, fazendo com que as equipes de FM tenham que recolher este tipo de informação de várias fontes.

A partir da investigação sobre os trabalhos produzidos em relação à utilização de BIM para FM, foram elaborados quadros apresentando as dissertações de mestrado produzidas em língua portuguesa. Houve essa delimitação porque

trabalhos acadêmicos em outros idiomas não possuem a mesma estrutura das dissertações em português. O Quadro 1 apresenta o que foi desenvolvido no Brasil e o Quadro 2 o que foi desenvolvido em Portugal.

Quadro 1 – Síntese das dissertações sobre BIM-FM no Brasil (continua)

Autor	Descrição	Método	Local
Maia (2016)	Análise do fluxo, uso e formato das informações no processo de manutenção predial (de correção de não-conformidades (patologias) em sistemas de coberturas de fibrocimento) apoiada pelo conceito BIM.	Estudo de caso: catorze edifícios residenciais concluídos entre 2006 e 2015, todos executados pela mesma construtora em Curitiba/PR. Foi apresentado um conjunto de quatro propostas de fluxos informacionais que visam a solução de dois terços das solicitações de manutenção.	Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
Faroni (2017)	Simulação e modelagem computacional de uma edificação existente no campus da UFES apresentando diretrizes e recomendações para implementação das plataformas em toda a Universidade.	Estudo de caso. Utilização dos <i>softwares</i> Revit para modelagem do <i>as-built</i> BIM e o ARCHIBUS para gestão de facilidades. Foram detectadas informações desatualizadas em relação à localização, responsáveis e modelo dos ativos.	Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
Santos (2017)	Gestão da Manutenção de edificações por meio da plataforma BIM com enfoque nas manifestações patológicas dos elementos de construção. A edificação selecionada, denominada Centro Tecnológico XII (CT-12), está localizada no Campus de Goiabeiras da Universidade Federal do Espírito Santo.	Foram utilizados os <i>softwares</i> Revit para modelagem dos projetos arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e estrutural; BIM 360 Glue para exportação dos modelos e BIM 360 Field para integrar os documentos da edificação e referencial técnico de manifestações patológicas, diagnóstico e recuperação de elementos construtivos.	Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
Matos (2018)	Estudo sobre a integração da Visão Computacional com BIM (captação, processamento e visualização de dados) para facilitar o controle em tempo real de diversas áreas da gestão de facilidades.	Método Define-Measure-Analyze-Design-Verify (DMADV) do Six Sigma. Foi realizada a modificação de dois <i>softwares</i> de código aberto para facilitar a visualização dos dados de Visão Computacional.	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, Belo Horizonte.
Carvalho (2019)	Plano de Implementação BIM para manutenção predial e reformulação de edificações hospitalares existentes. Objetos de estudo: dois hospitais de nível terciário, ambos localizados na cidade de Belo Horizonte – Minas Gerais.	Método Design Science Research e coleta de dados por meio de entrevistas semiestruturadas. Foi elaborado um artefato nomeado de “Proposta de Plano de Implementação e Execução BIM para Edificações Hospitalares Existentes”.	Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

Quadro 1 – Síntese das dissertações sobre BIM-FM no Brasil (continuação)

Autor	Descrição	Método	Local
Borrelli (2020)	Foi realizada uma <i>survey</i> para estabelecer um <i>benchmark</i> da percepção atual do BIM-FM no Brasil. Além disso, foi feito um estudo de caso: projeto piloto em BIM, LOD 350, atualizado para a utilização em atividades de manutenção e operação.	Utilizado o <i>software</i> Revit e, para FM, COBie e YouBIM. A edificação escolhida foi a Artilharia Divisionária 5 (AD/5) do Exército Brasileiro, em Curitiba. Já existia projeto Arquitetônico (Revit), projeto elétrico (Revit) e especificações técnicas (Word).	Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
Suzuki (2020)	Análise estruturada das informações de valor agregado em BIM com foco em FM suportado por solução IWMS.	Utilizado o <i>software</i> Revit e, para FM, IWMS ARCHIBUS. Pesquisa Construtiva (<i>Constructive Research ou Design Science Research</i>). Estudo de caso de uma obra de aeroporto.	Universidade de São Paulo, São Paulo.

Fonte: A autora (2021).

Quadro 2 – Síntese das dissertações sobre BIM-FM em Portugal (continua)

Autor	Descrição	Método	Local
Simões (2013)	Foi feita uma associação entre um modelo BIM arquitetônico de um edifício residencial e um programa de inspeção.	Estudo de caso. <i>Software</i> Revit utilizado para modelagem BIM da arquitetura e <i>software</i> Visual Basic para criação de uma ficha interativa de inspeção de edifícios, sendo exportada em PDF e inserida no modelo BIM.	Instituto Técnico de Lisboa, Lisboa.
Soares (2013)	Desenvolvimento de modelo BIM de um edifício comercial para gestão de manutenção com a finalidade de exportar para COBie e utilizar em uma ferramenta de apoio à gestão.	Estudo de caso. Utilização do Revit, COBie e IBM Maximo para FM.	Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
De Freitas Rodas (2015)	Desenvolvimento de modelo BIM de um edifício universitário construído para gestão de facilidades com a finalidade de exportar para COBie e utilizar em uma ferramenta de apoio à gestão	Estudo de caso. Utilização dos <i>softwares</i> Revit, COBie Toolkit for Autodesk.	Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.
Pina (2015)	Aplicação de BIM a um caso de estudo real, estação elevatória de águas residuais, que engloba equipamentos que necessitam de manutenção ao longo da sua vida de serviço, sendo a sua estrutura constituída por anéis de betão armado, betonados in situ.	Estudo de caso. Uso do <i>software</i> Revit para modelagem. Com o COBie foi possível criar bases de dados. Utilizou-se o IBM Maximo, para simulação da gestão dos ativos.	Universidade de Aveiro, Leiria.

Quadro 2 – Síntese das dissertações sobre BIM-FM em Portugal (continua)

Mello (2016)	O objetivo da pesquisa era propor diretrizes de implantação da modelagem BIM como apoio aos processos de gestão de espaços no contexto das instituições de ensino superior.	Estudo de caso. Uso do <i>software</i> Revit para modelagem da edificação e como <i>software</i> de apoio à Gestão de Espaços foi selecionado o Onuma Planning System (OPS).	Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
Mota (2016)	Aplicação de BIM a um caso de estudo real, Piscina Municipal de Vila Meã, para controle automático do processo de tratamento e monitorização da qualidade da água e a produção automática de planos de manutenção dos equipamentos.	Estudo de caso. Utilização dos <i>softwares</i> Revit e ARCHIBUS. Dificuldade na elaboração do modelo MEP e falta de documentação dos equipamentos por desorganização e deteriorização. Não foi possível finalizar todo o processo de controle por limitações de tempo.	Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
Silva (2016)	Aplicação de BIM a um caso de estudo real, dois edifícios de abastecimento de água, tendo também em consideração o equipamento integrado nestes.	Estudo de caso. Uso do <i>software</i> Revit para modelagem dos edifícios. Com o COBie foi possível criar bases de dados. Foi criado um fluxo de trabalho com o <i>software</i> Dynamo, a fim de construir um método para atualizar as informações no modelo através da alteração de planilhas COBie. O modelo foi integrado na plataforma A360, para facilitar a interação entre equipes.	Universidade de Aveiro, Leiria
Carvalho, B. (2017)	Metodologia que propõe a integração da simulação do comportamento humano e de multidões facilitada pela interoperabilidade BIM-FM. O objeto de estudo é o campus universitário do ISCTE-IUL.	Estudo de caso. Para desenvolvimento da pesquisa foram utilizados os <i>softwares</i> Revit e MassMotion.	Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa.
Carvalho C. (2017)	É abordada a importância de integrar os princípios de gestão de manutenção com a metodologia BIM, a partir da qual são desencadeadas e planejadas as operações de manutenção das instalações técnicas e equipamentos dos edifícios em um campus universitário.	Estudo de caso de um edifício do Campus 2 do Instituto Politécnico de Leiria (IPLeiria). Modelagem realizada através do <i>software</i> Revit. Utilização do plug in Dynamo para transportar dados de gestão de manutenção convencional (Excel) para dentro de BIM e vice-versa.	NOVA Information Management School, Leiria.

Quadro 2 – Síntese das dissertações sobre BIM-FM em Portugal (continuação)

Autor	Descrição	Método	Local
Gomes (2017)	<i>Facility Management</i> na Gestão e Manutenção de Edifícios. Objetivo de enquadrar o FM na gestão global de edifícios; abordar a gestão de edifícios do ponto de vista estratégico e com foco em ferramentas de gestão via <i>web</i> ; estudar de que modo os edifícios podem ser dotados de sistemas de sensorização dos seus equipamentos e sistemas, análise, seriação e encaminhamento de dados através de <i>software</i> adequado, para melhoria do desempenho das instalações.	Revisão de literatura. Apresentam-se tendências na gestão avançada de edifícios: > A contribuição da internet das coisas (IoT) na gestão dos edifícios, apresentando-se o conceito de edifício energeticamente eficiente. > A contribuição das redes neuronais artificiais (Artificial Neural Networks - ANN) e dos algoritmos genéticos (Genetic Algorithms – GA)	Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.
Sousa (2017)	Análise das possibilidades e desafios decorrentes do uso de técnicas 'Building Information Modelling' (BIM) no contexto da inspeção e manutenção de obras de arte de betão armado.	Estudo de caso. Utilização de duas técnicas de laser scanner - o laser de mão e a estação laser. Foi desenvolvida uma metodologia para inspeção e gestão da manutenção nas obras de arte em betão armado em BIM dentro do <i>software</i> Revit, que permitiu agrupar toda a informação recolhida nas inspeções.	Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães.
Almeida (2018)	Elaboração de um plano de manutenção de um edifício <i>Retrofit</i> residencial utilizando o conceito BIM-FM	Estudo de caso. Utilização dos <i>softwares</i> Revit e ARCHIBUS. Modelo simples, não foram utilizados todos os projetos complementares.	Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.

Fonte: A autora (2021).

3.1 Softwares BIM-FM

Há diversas ferramentas BIM-FM disponíveis no mercado, os *softwares* encontrados foram apresentados no Quadro 3. Entre elas, estão descritas a seguir três ferramentas que foram utilizadas com mais recorrência nas pesquisas de referência deste trabalho.

Quadro 3 – Softwares BIM-FM

EMPRESA	SOFTWARES FM
Acca Software	usBIM.facility
Allplan (Nemetschek group)	Allplan Alfa
ARCHIBUS	ARCHIBUS
AssetWORKS	AiM
Autodesk	BIM 360
Bentley	Bentley Facilities
EagleCMMS	Proteus MMX
EcoDomus	EcoDomus FM
FaME	FaME
FM: Systems	FM: Interact
Granlund	Granlund Manager
IBM	IBM MAXIMO
Onuma	Onuma Systems
Planon	Planon
Spacewell (Nemetschek group)	Spacewell
TMA Systems	WebTMA
vintoCON (Nemetschek group)	ArchiFM
YouBIM	YouBIM

Fonte: A autora (2021).

3.1.1 ARCHIBUS

O ARCHIBUS fornece sistemas abrangentes para otimizar o ambiente construído. Para manutenção de edificações, há aplicações que permitem que ocupantes e gerentes gerem ordens de serviço detalhadas de qualquer lugar. Também há automatização de manutenções preventivas e de geração de ordens de serviço com base nas necessidades de diferentes ativos, isso ocorre por meio de um planejador de manutenção preventiva automatizado.

Ainda segundo informações dos fornecedores, com essa ferramenta é possível priorizar e centralizar ordens de serviço, permitindo visualizar, aprovar e gerenciar. Há opção de realizar uma busca detalhada em cada pedido, visualizar os detalhes e alterar o *status* até a conclusão. Uma outra função é a automatização de alertas para pedidos críticos que necessitam de atenção.

Usando o ARCHIBUS é possível receber solicitações diretamente em celulares pessoais, apresentando detalhes relevantes e atualizando os pedidos com detalhes adicionais após a conclusão. O *status* de cada pedido pode ser acompanhado para garantir que o trabalho seja concluído e reagendar pedidos perdidos.

Além disso, pode-se avaliar a eficácia da gestão com métricas que permitem acompanhar o custo, mão de obra e desempenho das operações, bem como acompanhar tendências, identificar discrepâncias e obter visibilidade da eficácia com que a estratégia está atendendo às necessidades no local.

Para antecipar necessidades orçamentárias, é possível calcular o custo do plano de manutenção preventiva para o próximo ano garantindo que o orçamento reflita as prioridades estabelecidas (ARCHIBUS, 2020).

De acordo com Borrelli (2021), o ARCHIBUS permite utilizar um *plugin* no Revit para importar as informações que foram exportadas para a planilha COBie, descartando a utilidade da planilha em casos de o modelo estar disponível. Entretanto, se o modelo não estiver disponível, o ARCHIBUS possui uma ferramenta denominada “*Connector*”, que entre outras funções serve para importar arquivos de dados COBie na forma de planilhas Excel. Nessa situação, podem ser empregadas interfaces do tipo “*Web Services*”, utilizando “*rule sets*” para mapeamento dos campos e, em seguida, executar operações “ETL”, extração, carga e transferência de dados em tempo real, baseado em eventos ou ainda na forma de processamento em lote (*batch processing*). Mas não são todos os *softwares* BIM-FM que permitem utilizar um *plugin* para utilizar informações COBie³.

3.1.2 BIM 360

O Autodesk® BIM 360™ melhora a entrega de projetos, oferecendo suporte para tomada de decisões informadas em todo o ciclo de vida do projeto para as equipes de projeto e de construção.

³ Em outros *softwares* BIM-FM, como o YouBIM, não há um *plugin* disponível para utilizar informações COBie dentro de *softwares* de modelagem como o Revit, sendo necessário utilizar a planilha COBie como parte do processo de carregar as informações BIM para a plataforma de FM (BORRELLI, 2021).

O BIM 360 possibilita que os membros do projeto sejam capazes de antecipar, otimizar e gerenciar todos os aspectos do desempenho do projeto. O BIM 360 é composto por vários produtos: BIM 360 Docs, BIM 360 Build, BIM 360 Design, BIM 360 Coordinate, BIM 360 Layout, BIM 360 Plan e BIM 360 Ops (AUTODESK, 2020).

Na literatura há indicações de uso dos *softwares* BIM 360 Field e BIM 360 Glue para gestão de instalações (PISHDAD-BOZORGIA *et al.*, 2018; SANTOS, 2017), entretanto a Autodesk reformulou os *softwares*, alterando nomes e acrescentando novas ferramentas.

O Autodesk BIM 360 Ops é uma solução móvel de manutenção predial. Ajuda os empreiteiros gerais a oferecer uma melhor experiência de entrega. Para os proprietários de edifícios, o BIM 360 Ops ajuda a iniciar as operações atendendo às necessidades com auxílio de tecnologia móvel. A versão mais antiga desse *software* é a 2019 (AUTODESK, 2020).

Uma pesquisa realizada por Pishdad-Bozorgia *et al.* (2018), examinou o planejamento e desenvolvimento BIM para FM em um projeto piloto real. Durante a fase de construção, foram desenvolvidos modelos de *as-built* BIM das diversas disciplinas de engenharia e arquitetura. Esses modelos foram então importados para BIM 360 Field, que o empreiteiro utilizou para rastrear todas as informações de equipamentos, tais como datas de instalação, informações de garantia e informações de código de barras. BIM 360 Field também pode exportar planilhas com informações de componentes. Na fase de transferência, foram utilizados BIM Revit, Navisworks e planilhas no formato COBie para facilitar a transferência de dados em um banco de dados FM.

3.1.3 IBM Maximo

O IBM Maximo® otimiza o desempenho, amplia os ciclos de vida dos ativos, reduz o tempo de inatividade e os custos operacionais. Possibilita simplificar as operações globais, desde compras ao gerenciamento de contratos, bem como gerenciar os custos. É possível manter todos os tipos de ativos, independentemente da localização, configurar novos ativos rapidamente e fazer upgrade do *software* de gerenciamento de ativos corporativos (EAM) automaticamente para obter um tempo

de atividade contínuo, reduzir os custos e minimizar os riscos. Os desenvolvedores destacam como benefícios a melhoria das operações, gerenciamento de informações e inventários de ativos, ampliação da vida útil dos ativos, otimizar os processos de trabalho e unificar os processos de gerenciamento de ativos (IBM, 2020).

3.2 Interoperabilidade (COBie)

Apesar dos grandes progressos realizados por tecnologias BIM para melhorar a gestão de dados e a comunicação no setor de construção e FM, um importante desafio é a interoperabilidade limitada entre os modelos de dados produzidos pelos vários pacotes de *softwares* que são usados ao longo do ciclo de vida dos projetos e até mesmo dentro de cada uma de suas etapas. Para abordar esta questão, a indústria está buscando desenvolver padrões de dados abertos para a troca de dados e modelagem BIM (BISWAS, 2019).

COBie descreve uma metodologia de abordagem padronizada para coletar informações no processo de concepção, projeto e construção, como parte do pacote entregue ao proprietário, após a conclusão da construção. Por conseguinte, COBie mostra duas vantagens: é um protocolo legível por máquina e pode ser recolhida através de uma interface comum de planilhas de cálculo, como o Microsoft Excel (MALTESE *et al.*, 2017).

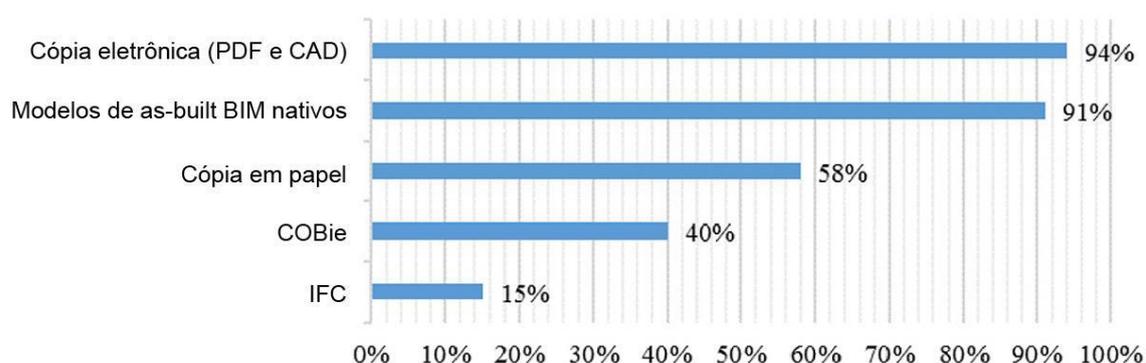
De acordo com Park e Kim (2015), o COBie se concentra no fornecimento de informações de construção em vez de modelagem geométrica e é um subconjunto de um modelo BIM. O modelo COBie agrupa informações sobre a instalação, contratos, pavimentos, espaços, zonas, componentes, sistemas, peças, recursos, documentos, atributos, coordenadas, conexões, entre outros.

Assim, o usuário final ou administrador não tem que esperar até o final de um projeto para receber dados. Os dados são introduzidos por especialistas que trabalham diretamente no campo ou automaticamente pelo *software* BIM. Ambos os processos são eficientes para o recolhimento de dados precisos de gestão de instalações. Embora COBie deva se adaptar ao ambiente de construção de cada país, ele pode reduzir custos e tempo de manutenção de gestão de instalações (PARK; KIM, 2015).

Apesar das vantagens apresentadas, segundo EADIE *et al.* (2013), o aspecto mais benéfico para os gestores de instalações, o conjunto de dados COBie, não é fornecido em 70,49% dos casos. Isto indica que a gestão de instalações não pode ser realizada de maneira eficiente e as potenciais economias de custos não podem ser alcançadas. Para resolver esse problema, os clientes devem começar a especificar na documentação contratual que a entrega do modelo e dos dados COBie serão uma condição obrigatória no final do projeto. Isso permitirá ganhos de eficiência com aumento da precisão na gestão de instalações.

Em complemento, ao investigar como as informações de um projeto BIM são entregues aos proprietários e gerentes de instalações, os resultados da pesquisa realizada por Matarneh *et al.* (2019), indicaram, como mostrado na Figura 1, que a entrega mais frequente foi em cópias eletrônicas sob a forma de documentos pdf e desenhos CAD (94%), seguido por, modelos de *as-built* BIM nativos (91%). Com a adoção do BIM em projetos de construção, a necessidade de entrega de informação não-geométrica na forma de planilhas COBie torna-se necessária; no entanto, apenas 40% dos entrevistados indicaram que foi solicitada a entrega de planilhas COBie. Por outro lado, 58% indicaram que uma cópia em papel da documentação da construção foi necessária na fase de transferência. Apenas uma pequena percentagem dos entrevistados, 15%, indicaram que um arquivo de extensão *Industry Foundation Classes* (IFC) foi necessário nas entregas.

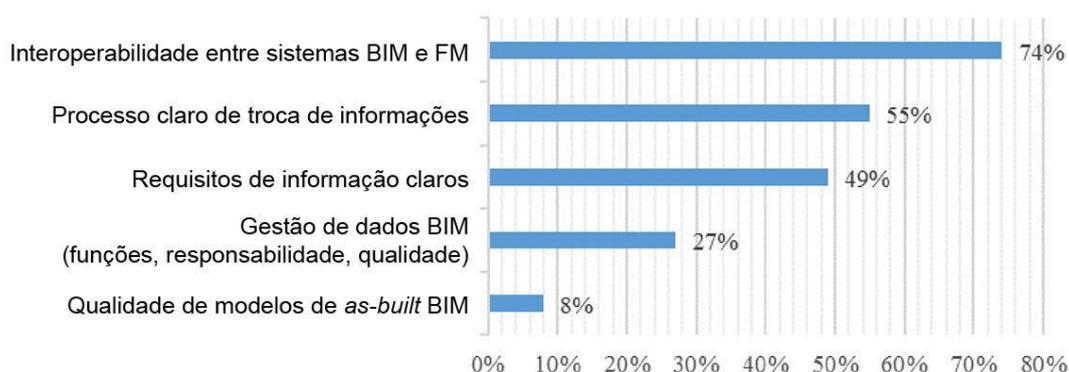
Figura 1 – Tipos de entrega de informação para projetos BIM-FM



Fonte: Matarneh *et al.* (2019).

Além disso, 74% dos entrevistados concordaram que a fraca interoperabilidade entre sistemas BIM e FM foi um desafio chave, impedindo a implementação BIM na gestão de instalações. Isto foi seguido pela falta de um processo claro de troca de informações (55%) e pela falta de requisitos de informação claros (49%) (ver Figura 2).

Figura 2 – Preocupações de implementação BIM na gestão de instalações



Fonte: Matarneh *et al.* (2019).

De acordo com Alnaggar e Pitt (2019), muitos aspectos precisam ser considerados para preparar um conjunto de dados completos e de alta qualidade COBie. Os três elementos principais são:

(1) Pessoas: equipe qualificada e treinada em todas as áreas da cadeia de abastecimento do ciclo de vida, incluindo a equipe de FM do cliente, equipe de arquitetura e todos os subcontratantes. Todo o pessoal envolvido na criação e gerenciamento de dados COBie devem ser bem treinados e equipados com as habilidades necessárias para gerenciar um projeto BIM bem sucedido.

(2) Tecnologia: uso de ferramentas tecnológicas e *softwares* adequados é significativo para criar dados COBie e também para monitorar sua qualidade durante todo o ciclo de vida do edifício.

(3) Processo colaborativo: o processo deve deixar explícito para cada participante quais são suas responsabilidades na criação e gerenciamento de dados COBie, o que as entregas de dados devem fornecer e qual o padrão de qualidade.

A fim de validar os efeitos do uso de dados de BIM e COBie para FM, é crucial para os proprietários e gerentes de instalações estabelecer procedimentos padronizados desde o início de um projeto, a fim de obter dados de ordem de serviço

com precisão. Utilizar dados BIM e COBie é útil na integração de dados para FM, ajudando a resolver problemas com interoperabilidade e armazenamento de dados. No entanto, o uso eficiente de BIM para FM vai exigir mais esforço na forma de melhoria de processos durante os estágios iniciais de adoção. A fim de extrair os melhores resultados da integração de dados, é necessário elaborar um plano de execução BIM detalhado abordando os requisitos desde o estágio de planejamento e estabelecendo diretrizes para a coleta de informações para arquitetos e empreiteiros. Além disso, deve-se especificar as métricas a serem monitoradas, e os padrões a serem utilizados para a coleta e registro de informações sobre as atividades de manutenção. Este plano deve também estabelecer diretrizes para dados consistentes de gravação em todas as instalações pertencentes à organização e validação de dados periódica (LAVY; SAXENA; DIXIT, 2019).

Outro estudo, elaborado por Sadeghi *et al.* (2019), aponta que problemas de interoperabilidade em modelos BIM para FM podem ser minimizados com a definição e classificação dos objetos que devem ser colocados no modelo, com esclarecimento dos requisitos de informações geométricas e não geométricas para cada elemento do modelo, parâmetros necessários para objetos, tipos de dados e convenções de nomenclatura para objetos e parâmetros.

A falta de uma abordagem bem estruturada para gerenciar dados COBie de todo o edifício durante o ciclo de vida faz com que muitos problemas e confusões sobre os papéis e responsabilidades dos diferentes intervenientes na criação e gerenciamento de dados de ativos. Esta confusão por sua vez resulta em dados COBie incompletos e de baixa qualidade na fase de entrega, o que dificulta a capacidade de gerentes das instalações de utilizar eficazmente esses dados na fase de operações (ALNAGGAR; PITT, 2019).

Matarneh *et al.* (2019) concluíram que na prática mais corrente, os dados BIM gerados em forma de planilha COBie não são suficientes para sistemas de suporte FM, pois a entrada manual de dados ainda é necessária, inserindo manualmente informações relacionadas a equipamentos e detalhes de fabricação (como peças de reposição, detalhes de garantias, datas de instalação, expectativa de vida, entre outros).

De acordo com Yalcinkaya e Singh (2019) o formato de planilha de COBie é legível e editável, e dependendo da fase de entrega e do tamanho do projeto, uma

planilha COBie pode incluir milhares de linhas de dados. Entretanto, há alguns problemas no uso do COBie, pois a predominância de dados textuais e numéricos exigem uma alta carga cognitiva e a falta de visibilidade da semântica e dependências de dados reduzem a navegação e a capacidade de consulta. O uso crescente de visualização 2D e 3D em Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) requer uma melhor integração dos dados COBie com a integração de modelos.

Diante das dificuldades apresentadas, eles desenvolveram o VisualCOBie, uma plataforma para melhorar a funcionalidade e usabilidade da planilha COBie existente, fornecendo uma visualização e navegação de dados que permite ao usuário final executar consultas complexas sem digitar nenhum código. A validade externa da utilidade da abordagem foi alcançada através de três estudos de caso na Finlândia, onde VisualCOBie foi implementado em empresas. Contudo, essa ferramenta ainda não está acessível para ser utilizada nesse trabalho (YALCINKAYA; SINGH, 2019).

Uma questão que precisa ser abordada é como pode ser utilizado de maneira prática o formato de dados COBie. Para explorar esse aspecto, Pishdad-Bozorgia *et al.* (2018), descrevem como foi realizada a implantação de um projeto piloto real. No início do projeto, os consultores BIM forneceram um arquivo Revit contendo vários campos a serem preenchidos com os parâmetros de dados COBie. Projetistas e construtores que trabalharam com arquivos Revit foram capazes de introduzir os dados COBie necessários preenchendo campos em branco com as propriedades dos elementos, ao criar e modificar os modelos BIM.

Segundo esses pesquisadores, os modelos do Revit foram os repositórios de todos os dados necessários FM ao longo das fases de projeto e construção. O sistema CMMS usado pelo proprietário só aceitou o COBie 2.3 e 2.4. Inicialmente, na fase inicial do projeto, a equipe não tinha uma ferramenta que poderia gerar diretamente dados de formato COBie, então foi necessário utilizar um BIMLink no Revit para extrair informações do projeto e exportá-lo em um arquivo preparado de Excel. Uma vez no formato Excel, os parâmetros de modelo Revit foram, em seguida, mapeados manualmente para uma planilha COBie.

Mais tarde, durante a fase de desenvolvimento do projeto, a Autodesk lançou a extensão COBie para Revit, um aplicativo que foi compatível com COBie 2.4.

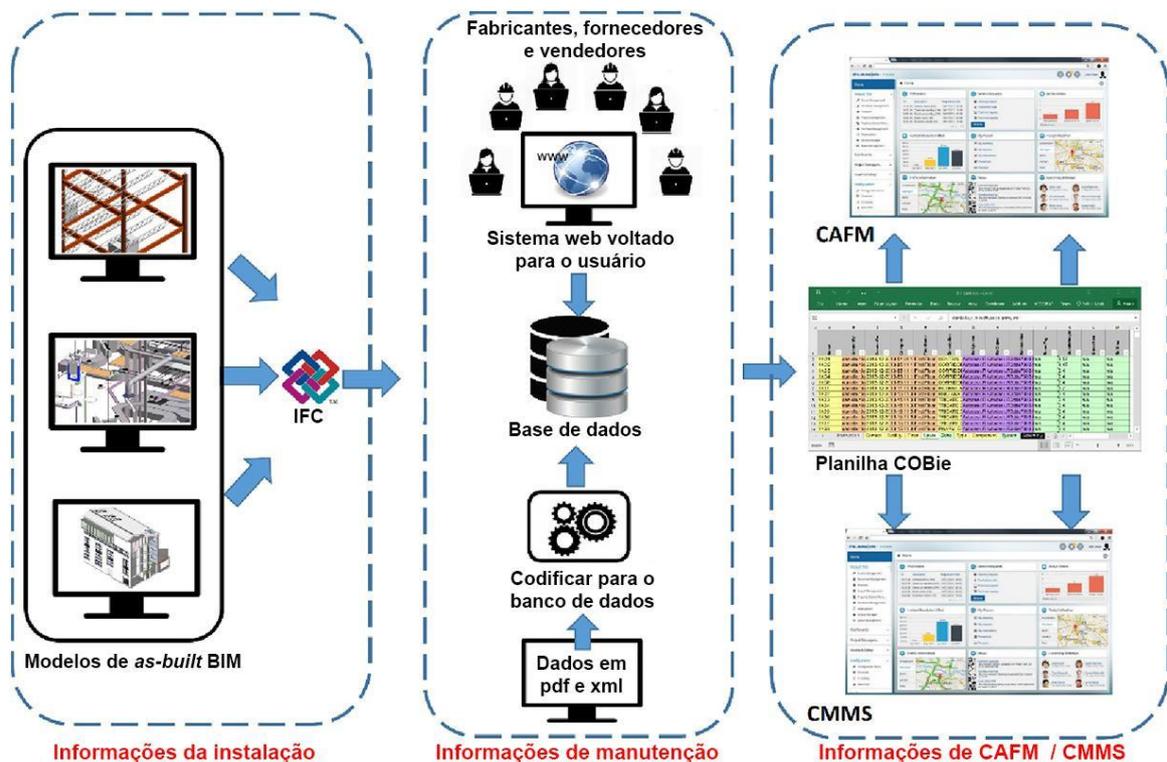
Usando esta nova ferramenta, a equipe foi capaz de gerar a planilha do Excel automaticamente com os dados COBie, eliminando assim o elemento manual propenso a erros na transição de dados. A equipe também usou BIMLink para importar a volta de dados no modelo Revit depois de ter sido extraído, e, ainda, para adicionar mais dados. Os formatos de entrada para o modelo Revit foi IFC e OmniClass para categorizar elementos no modelo. Estes requisitos foram estabelecidos pelo departamento de gestão de instalações do proprietário (PISHDAD-BOZORGIA *et al.*, 2018).

Apesar de parecer que todo o processo de captura de informações estava indo bem durante as fases de projeto e construção, a equipe enfrentou um problema inesperado. Cada vez que a equipe FM tentou importar a planilha Excel COBie no sistema CMMS, erros interrompiam automaticamente o processo de importação. O problema de interoperabilidade causou um atraso na transferência da informação FM no sistema CMMS durante a fase de entrega. O desafio é que muitos dados de entrada não padronizados durante o processo de desenvolvimento do projeto pode levar a problemas de interoperabilidade durante a fase de entrega.

Os erros mais comuns e inevitáveis são aqueles causados por erros humanos. Ao desenvolver o modelo, designers e construtores podem introduzir uma informação errada ou esquecer de fornecer propriedades de elementos necessárias. Por exemplo, se um elemento em COBie foi formatado com a nomenclatura “ 404 123 4567 ” mas a propriedade de contato para este elemento foi formatada como “ 404-123-4567 ”; o processo de mapeamento pode levar a erros futuros se o sistema que irá utilizar os dados COBie requer o espaço em vez do hífen entre os números (PISHDAD-BOZORGIA *et al.*, 2018).

Matarneh *et al.* (2019) elaboraram uma estrutura a fim de explicitar o processo de troca de informações entre várias fontes de dados, incluindo modelos BIM e vários sistemas FM. Entretanto, essa estrutura continha informações específicas que dificultavam a aplicação em outros sistemas e, portanto, foi adaptada para esse trabalho, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Estrutura de intercâmbio de informações para troca contínua de dados entre BIM e sistemas de gestão de instalações



Fonte: Adaptado de Matarneh *et al.* (2019).

Lavy, Saxena e Dixit (2019) analisaram o tempo gasto na utilização de dados de BIM e COBie em FM para o processamento de ordens de serviço de manutenção, em comparação com o tempo gasto, seguindo uma abordagem tradicional. Os resultados práticos obtidos contradizem conclusões de estudos anteriores que afirmavam que o tempo de processamento de ordens de serviço para FM pode ser reduzido pelo uso de BIM. Na verdade, a falta de regras padronizadas para gravação de dados de ordens de serviço dentro de uma organização é um obstáculo para validar os efeitos do uso de dados de BIM e COBie para FM.

3.3 Nível de desenvolvimento (LOD)

Em um modelo de informações de construção, os componentes de construção com diferentes níveis de desenvolvimento (LODs) contêm quantidades diferentes de informações efetivas. Portanto, é necessário estabelecer uma estrutura uniforme que possa acomodar diferentes LODs. Mesmo que um

componente em um modelo de informações de construção tenha um LOD com uma geometria muito detalhada, ele pode não conter todas as informações necessárias. Além disso, os estilos de modelagem variam com diferentes modeladores, aumentando assim a taxa de dificuldade e de falha na extração de informações de diferentes modelos BIM. Conseqüentemente, é necessário desenvolver regras apropriadas para o processo de modelagem para que o modelo estabelecido possa fornecer dados suficientes e para que as informações sejam extraídas com facilidade. Um modelo BIM pode conter componentes com diferentes LODs. Conseqüentemente, a riqueza de informações disponíveis é distinta para diferentes componentes. É importante ressaltar que um modelo com muitas informações geométricas pode aumentar a complexidade da modelagem (XU *et al.*, 2019).

Hooper (2015) afirma que existe uma falta de entendimento e utilização consistente de LOD e, em concordância com a literatura, as discussões implicaram certo ceticismo quanto à sua utilidade e revelam dificuldades no gerenciamento do status do objeto e do LOD de maneira conveniente. As informações do objeto, em vez de serem inteligentes e realmente atender às necessidades de todos os usuários, tornam-se desajustadas e inutilizáveis.

Em geral, o LOD é descrito em cinco etapas como LOD 100 a LOD 500. E, embora o LOD 500 esteja associado ao modelo construído, na prática, o LOD 500 raramente é alcançado durante o processo de projeto, porque o esforço de modelagem de informações geométricas é imenso (CAVALLIERE *et al.*, 2019). É importante esclarecer que a gestão de instalações é uma indústria diferente da concepção e construção e, portanto, há um uso diferente para a documentação de entrega. É possível atender às necessidades de operação e manutenção com um modelo que tem menos detalhes geométricos. Por exemplo, as especificidades de soldas e outras informações que são necessárias para a construção, raramente são necessárias para a equipe de gestão de instalações, mas o que normalmente eles mais precisam é de informações não-geométricas. Além da informação desnecessária e da sobrecarga de dados no modelo, os fatores também incluem implicações de custos. Os custos para os proprietários geralmente aumentam com a utilização de LOD500 e LODs com maior quantidade de informações geométricas. A maioria dos proprietários simplesmente desconhecem os custos da inclusão de

toda a informação geométrica desejada, ao invés de ser considerado apenas o que é realmente necessário (MAYO e ISSA, 2014).

Nesse contexto, Tolmer *et al.* (2017) demonstram que a melhor maneira de atender aos requisitos de um projeto é definir usos de BIM usando uma nova definição do nível de detalhe das informações. Primeiro, é necessário considerar os requisitos que devem ser alcançados por meio do BIM e depois definir o nível relevante de detalhe das informações, usando o conceito de abstração da realidade. No entanto, para selecionar a abstração relevante do projeto, os requisitos devem ser identificados. A descrição e modelagem do objeto depende de seu contexto e do modo como será utilizado e não está apenas relacionada à escala com a qual o observamos.

LOI (*Level Of Information*) significa nível de informação e corresponde à informação não geométrica. Cada requisito considerado no uso do BIM requer uma modelagem específica. O nível de abstração proposto ajuda a identificar os objetos relevantes que devem ser considerados para cada uso BIM. Dependendo do requisito considerado, a modelagem de objetos é diferente. A questão da abstração (qual objeto deve ser modelado) está implicitamente incluída nas definições reais de LOD. Um objeto sem informações geométricas, mas com muitas informações não geométricas, pode ser considerado mais detalhado que um objeto sem informações não geométricas, mas com muita informação geométrica (TOLMER *et al.*,2017).

As observações acumuladas no estudo realizado por Pärn e Edwards (2017) mostraram como um fluxo de trabalho orientado a objetos pode fornecer estrutura e desenvolver modelos de *as-built* BIM complexos, incorporando as principais informações relacionadas a operação e manutenção. A estrutura elaborada sob medida desse fluxo de trabalho desafiou a necessidade de geometria detalhada e condensou as informações semânticas necessárias por brevidade e clareza.

De acordo com Sadeghi *et al.* (2019), a modelagem heterogênea e as convenções de nomenclatura ajudaram a minimizar ineficiências referentes à remodelagem, perda ou imprecisão de informações e possível interpretação incorreta dos dados.

Em uma pesquisa sobre a utilização do BIM para proteger o patrimônio arquitetônico, que corresponde à modelagem histórica de informações da

construção (HBIM), um edifício foi discretizado em componentes padronizados e subsequentemente representado com um modelo paramétrico de vários níveis de detalhe (multi-LoD). Os modelos multi-LoD foram implementados no *software* BIM, Revit, usando objetos de "família", que são objetos paramétricos. Foi proposto um método para extrair automaticamente os parâmetros dos modelos BIM multi-LoD para componentes típicos. Esse método foi capaz de extrair parâmetros de milhões de dados da nuvem de pontos em sete minutos (LIU *et al.*, 2019).

4 MÉTODO DE PESQUISA

A abordagem de pesquisa utilizada é baseada nos procedimentos de pesquisa construtiva - *constructive research*, ou *Design Science Research (DSR)*.

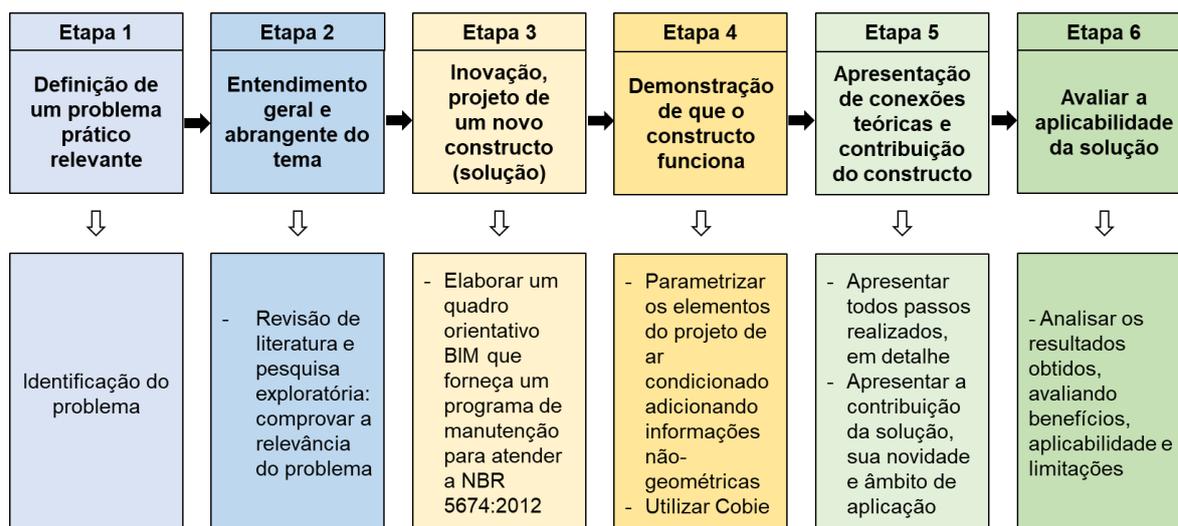
Segundo Oyegoke (2011), a pesquisa acadêmica está se afastando das necessidades da indústria. Nesse contexto, a pesquisa construtiva pode reduzir esse distanciamento, pois trata-se de um método cujo objetivo é identificar e resolver problemas práticos reais, que ao mesmo tempo tenham relevância acadêmica e suponham um avanço no conhecimento.

Essa abordagem pode ser usada para resolver problemas, bem como para melhorar um sistema existente ou desempenho, a fim de desenvolver novas soluções. Além disso, a pesquisa construtiva não é um conceito novo, pois há vários anos esse método tem sido aplicado em estudos de áreas diversas.

Para um estudo ser classificado como uma abordagem de pesquisa construtiva, é necessário abranger seis etapas: (1) encontrar um problema prático relevante com potencial de pesquisa; (2) obter uma compreensão profunda e abrangente do tema; (3) projetar um novo constructo, solução; (4) demonstrar que o novo constructo funciona; (5) apresentar a contribuição teórica e prática da solução da pesquisa; (6) examinar o escopo de aplicabilidade da solução (OYEGOKE, 2011).

Utilizando a estrutura apresentada acima, essa pesquisa foi estruturada em seis etapas, conforme apresentado na Figura 4 e sendo detalhadas nas próximas seções.

Figura 4 – Método de pesquisa adotado



Fonte: A autora (2021).

4.1 Etapa 1: definição de um problema prático relevante com potencial de pesquisa

Identificação de problemas de relevância prática que têm potencial de investigação através de revisões teóricas de literatura e fundamentados com experiência prática. Isso auxiliará na compreensão do tema. Essa etapa foi realizada através de uma síntese de conhecimentos acerca da gestão de manutenção de edificações; utilização da tecnologia BIM para FM; definição de um problema prático relevante e examinando o potencial da pesquisa.

A dificuldade de realizar gestão de manutenção de edificações é um problema recorrente. Normalmente as manutenções feitas são corretivas e não preventivas. A NBR 5674:2012 prevê diversos requisitos de manutenção que precisam ser cumpridos para a garantia da vida útil de uma edificação. Apesar da crescente utilização de ferramentas para gestão de edificações, não há definição de quais dados geométricos e não geométricos precisam ser acrescentados em um modelo para realizar a gestão de um programa de manutenção utilizando ferramentas BIM-FM, conforme NBR 5674:2012.

4.2 Etapa 2: obtenção de um entendimento geral e abrangente do tema

Depois que o problema foi definido, iniciou-se o entendimento geral do tema, através da compreensão teórica do que tem sido feito até à data (revisão da literatura). Para se ter uma compreensão abrangente do tema da linha de investigação, deve-se estender às disciplinas e práticas relacionadas, onde comparação e síntese devem ser realizadas. Foram explorados aspectos da gestão de manutenção; interoperabilidade com abordagem COBie; *Level Of Development* (nível de desenvolvimento - LOD) para análise e uso na gestão pós-ocupação e análise das exigências da NBR 5674:2012.

Esta etapa se estendeu durante todo o estudo, consistindo na pesquisa em: publicações de periódicos e eventos nacionais e internacionais, dissertações de mestrado e teses de doutorado sobre o tema, legislações pertinentes ao tema, relatórios de órgãos nacionais e internacionais, páginas online de instituições relevantes na área de BIM e de gestão de instalações. Também estão inclusos nesta etapa consultas a manuais e tutoriais referentes aos *softwares* que foram utilizados, abrangendo livros, documentos das empresas detentoras dos *softwares*, tutoriais *on-line* e vídeos.

4.3 Etapa 3: inovando, projetando um novo constructo (solução)

Essa etapa está apoiada na interpretação em profundidade e síntese da revisão da literatura, ajudando na aquisição de uma profunda pré-compreensão do fenômeno almejado. A partir dos estudos feitos nas etapas anteriores, verificou-se que não há um material constando as informações que precisam ser inseridas em um modelo BIM para auxiliar na gestão de manutenção de edificações. Para tanto, nessa etapa foi elaborado um quadro orientativo constando as informações necessárias para que um modelo BIM possa ser utilizado para realizar um programa de manutenção, conforme requisito da NBR 5674:2012.

Para a elaboração do quadro orientativo, apresentado no Apêndice A, foi utilizado o programa de manutenção proposto pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2014), no qual está descrita a periodicidade de execução de atividades de manutenção que precisam ser realizadas em diversos sistemas de

uma edificação residencial. Assim, no quadro orientativo elaborado nessa pesquisa foram organizadas as informações necessárias para a gestão de manutenção utilizando ferramentas BIM, abordando aspectos geométricos e não geométricos.

4.4 Etapa 4: demonstrar que o constructo funciona

A natureza aplicada da pesquisa construtiva é determinada pela combinação do processo baseado na teoria de criação (etapa três) e o seu processo de validação (etapa quatro). Portanto, nessa etapa foi verificado se o quadro orientativo proposto é válido de maneira prática.

Para que essa etapa fosse cumprida, foi selecionado um sistema passível de manutenção de acordo com a NBR 5674:2012 que foi parametrizado, associando ao mesmo informações necessárias para a gestão das manutenção. Foi utilizado o *software* Revit® para a configuração dos elementos e para gerar uma planilha de dados COBie, a fim de validar a interoperabilidade entre as ferramentas.

Sendo assim, para validar a funcionalidade do constructo elaborado, foram executadas as tarefas descritas a seguir.

4.4.1 Escolha da edificação para o modelo

A escolha da edificação foi condicionada ao processo de pesquisa, visto que optou-se por uma construção residencial multifamiliar existente, contemplando diversos elementos que eram requisitos da NBR 5674:2012, contando ainda, com disponibilidade de projetos arquitetônicos e de engenharia. Portanto, para essa pesquisa esses projetos não foram modelados mas utilizados arquivos IFC fornecidos previamente.

A partir das diretrizes normativas da NBR 5674:2012, foram acrescentadas informações necessárias para execução do plano de manutenção (quadro orientativo) elaborado na Etapa 3, sendo parametrizadas e trabalhadas em BIM, visando alcançar um novo construto, mais eficiente e mais amplo do que o existente.

4.4.2 Levantamento de dados

Essa tarefa compreende os levantamentos de dados necessários para a criação do modelo BIM. Os dados podem ser divididos em dois grupos:

a) Dados do edifício construído:

Incluem os projetos de arquitetura e complementares, além de especificações técnicas, como fornecedores e materiais.

b) Dados dos elementos passíveis de manutenção conforme NBR5674:2012:

Englobam informações de equipamentos e sistemas existentes no mercado, incluindo especificações técnicas, fornecedores, manuais de garantia, data de contato com os fornecedores, estimativa de vida útil, entre outros.

4.4.3 Modelagens e inserção de dados

Com as informações levantadas foi possível realizar o intercâmbio entre os projetos de arquitetura e de engenharia. Essa modelagem foi realizada através do *software* Revit®.

A partir da modelagem foram inseridas as informações não geométricas, como dados dos equipamentos, marca, códigos, entre outros.

4.4.4 Simulações

Foi exportada uma planilha COBie do modelo elaborado a fim de validar a consistência das informações e a interoperabilidade. Foi também avaliado como pode ser realizada a gestão de manutenção utilizando ferramentas BIM-FM, nessa pesquisa, com a utilização do *software* ARCHIBUS.

4.5 Etapa 5: apresentar as conexões teóricas e a contribuição do conceito de solução de pesquisa proposto

Na abordagem de pesquisa construtiva, a realização do estudo ocorreu com a dependência de procedimentos de investigação estabelecidos e medidas operacionais que também foram documentados em detalhe. Isso permitiu a

verificação da confiabilidade de cada passo. As contribuições teóricas foram apresentadas, abordando sua novidade, com a indicação do âmbito de aplicação.

4.6 Etapa 6: examinar o âmbito de aplicabilidade da solução

Nessa etapa foi realizada uma análise crítica dos resultados encontrados, ponderando a aplicabilidade, benefícios e limitações do processo proposto e das ferramentas utilizadas.

5 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para alcançar os objetivos propostos, a etapa de desenvolvimento da pesquisa ocorreu a partir da elaboração de um quadro orientativo, a fim de organizar as informações necessárias para gestão de manutenção utilizando ferramentas BIM e auxiliando no atendimento ao requisito de documentação da NBR 5674:2012. Em seguida foi realizada a validação do quadro orientativo elaborado, verificando sua aplicação em plataformas BIM de maneira prática.

5.1 Quadro orientativo

Diversas pesquisas (ALNAGGAR; PITT, 2019; LAVY; SAXENA; DIXIT, 2019; MATARNEH *et al.*, 2019; SADEGHI *et al.* 2019) apontaram a necessidade de definir e organizar quais informações geométricas e não-geométricas serão necessárias para realizar a gestão de instalações utilizando ferramentas BIM.

O quadro orientativo elaborado nesse capítulo estabelece as informações que serão necessárias para realizar um programa de manutenção exigido pela NBR 5674:2012, utilizando ferramentas BIM que permitem reunir projetos, dados de responsáveis técnicos, catálogos, manuais, prazos de garantia, entre outros que foram necessários.

O programa de manutenção consiste na definição das atividades essenciais de manutenção, abordando sua periodicidade, responsáveis pela execução e documentos de referência, referências normativas e recursos necessários.

Nesse contexto, o quadro orientativo elaborado contém a relação de todas as informações que deverão ser acrescentadas no modelo. Esses dados foram estabelecidos a partir do programa de manutenção proposto pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2014), conforme apresentado no Apêndice A.

Na Figura 5 está representado um dos sistemas que constam no programa de manutenção a fim de exemplificar como devem ser organizadas as informações para a modelagem.

Figura 5 – Exemplo de informações geométricas e não-geométricas que deverão ser acrescentadas no modelo BIM (sistema de antena coletiva)

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Antena Coletiva	Modelagem de antena coletiva	Verificar a integridade dos componentes elétricos e fios	A cada 6 meses	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (empresa capacitada / especializada)
		Verificar a integridade estrutural dos componentes e fixações	A cada 1 ano	

Fonte: Adaptado de CBIC (2014).

A fim de demonstrar como devem ser realizados os procedimentos para inserção dos dados do Quadro Orientativo, presente no Apêndice A nas plataformas BIM, foi elaborado o Quadro 4. Todos os procedimentos mencionados serão descritos detalhadamente ao longo do trabalho, a fim de auxiliar na execução de todas as etapas.

Quadro 4 – Procedimentos para inserir as informações do Quadro Orientativo nas plataformas BIM

	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Sistema	<p>Para inserir no modelo as informações geométricas, seguir passos da seção 5.5.4 e preencher os campos COBie conforme Figura 13 para cada elemento do sistema.</p> 	<p>Cadastrar cada atividade presente do Apêndice A na plataforma BIM-FM, ver Figura 29.</p> 	<p>Há duas maneiras de vincular a periodicidade das atividades na plataforma BIM-FM, ver procedimento da Figura 30 ou das Figuras 31,32,33.</p> 	<p>Manual técnico / Método de manutenção / Instruções do fabricante ou de companhia ou de projeto / ABNT NBR / Sistema de limpeza: gerar link do arquivo em servidor em nuvem e acrescentar no campo, <i>COBie.Component.Description</i>, da Figura 13, com a indicação: "(tipo de arquivo): (link)".</p>
				<p>Materiais: acrescentar no campo, <i>COBie.Component.Description</i>, da Figura 13.</p>
				<p>Prazo de garantia: cadastrar o prazo de garantia no campo <i>COBie.Component.WarrantyStartDate</i> da Figura 13.</p>
				<p>Contato do fornecedor: registrar contato conforme seção 5.6.2, ver Figura 24.</p>
				<p>Responsável pela manutenção: (empresa capacitada / especializada / equipe de manutenção local), vincular responsável na plataforma BIM-FM, ver procedimento da Figura 30 ou das Figuras 31,32,33)</p> 

Fonte: A autora (2021).

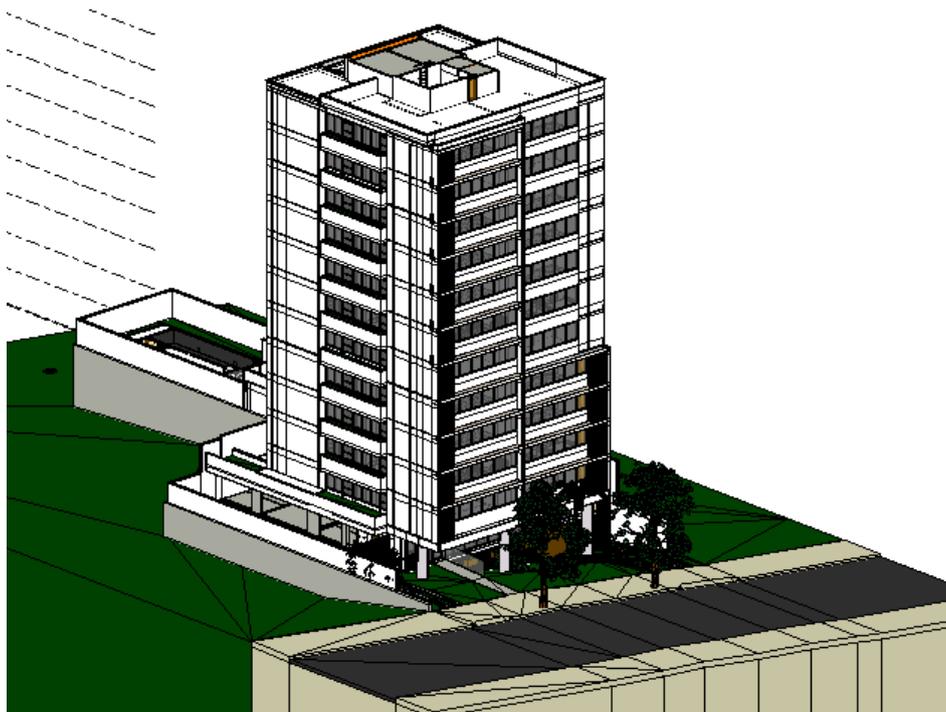
Nas seções seguintes está descrita como foi realizada, de maneira prática, a validação do quadro orientativo elaborado.

5.2 Descrição da edificação

Neste trabalho foram utilizados os projetos recebidos de uma edificação residencial multifamiliar para aplicação do método proposto. A edificação selecionada possui 15 pavimentos, distribuídos em 1º e 2º subsolo, 1º ao 12º pavimento e cobertura, ver Figura 6.

Os projetos arquitetônico, estrutural, ar condicionado e exaustão, elétrico, gás, SPDA e telecom foram fornecidos em formato .ifc para o processo de modelagem. Entretanto, apenas os projetos de arquitetura e de ar condicionado foram utilizados nessa pesquisa, a fim de minimizar o esforço de modelagem de informações não geométricas. Assim, o sistema de ar condicionado foi selecionado para ser utilizado como método de referência para os demais sistemas, uma vez que o processo de geração de informações para todos os sistemas do programa de manutenção é similar, ainda que as atividades de manutenção sejam diferentes para cada sistema.

Figura 6 – Imagem 3D do arquivo ifc recebido, importado no *software* Revit



Fonte: A autora (2021).

5.3 Modelagem no Revit

Iniciando a modelagem no Revit, foram importados os arquivos em formato .ifc dos projetos de arquitetura e de ar condicionado. Esses projetos não puderam ser apenas vinculados no Revit, pois os arquivos IFC vinculados são de somente leitura em um modelo do Revit, o que impede a edição do mesmo. Como os equipamentos de ar condicionado precisaram ser editados para acréscimo de informações não-geométricas, os arquivos precisaram ser abertos diretamente no Revit e um projeto inserido no outro. Esse procedimento foi detalhado nas seções seguintes.

Para aplicar as informações definidas no quadro orientativo para o sistema de ar condicionado, ver Quadro 5, foi necessário investigar como funcionam as planilhas COBie, verificando quais os procedimentos necessários para garantir a compatibilidade com COBie.

Quadro 5 – Informações geométricas e não-geométricas que deverão ser acrescentadas no modelo BIM (sistema de ar condicionado)

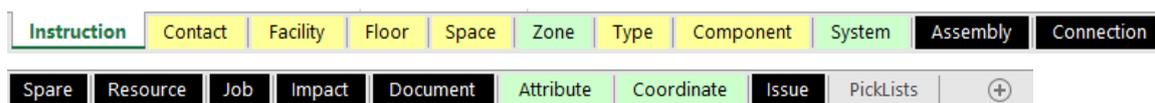
Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Ar condicionado	Modelagem das unidades evaporadoras e condensadoras de ar condicionado	Ligar o sistema	A cada 1 semana	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa especializada)
		Realizar a manutenção dos ventiladores e do gerador (quando houver) dos sistemas de exaustão	A cada 1 mês	
		Verificar todos os componentes do sistema e providenciar reparos necessários	A cada 1 mês	
		Realizar limpeza dos componentes e filtros, mesmo em períodos de não utilização	A cada 1 mês ou menos, caso necessário	

Fonte: A autora (2021).

5.4 Análise da estrutura das planilhas COBie

A partir de uma análise minuciosa das planilhas COBie, foi possível constatar que são estruturadas em diversas abas, para que as informações fiquem organizadas, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Barra de abas de uma planilha COBie padrão



Fonte: A autora (2021).

As abas que serão preenchidas com as informações do modelo estão descritas a seguir:

Aba Instruções (*Instruction*) – apresenta a versão da planilha, dados resumidos e explicações de como estão organizadas as informações na planilha.

Aba Contato (*Contact*) – contém o contato de pessoas e empresas envolvidas, podendo ser funcionários, fornecedores, proprietários, entre outros. É possível obter informações como e-mail, nome da empresa, telefone, departamento, endereço, caixa postal, cidade, estado, código postal e país. Conforme Yasuoka (2019), o dado a ser preenchido na coluna *Category* pode ser obtido na aba *PickLists*, na coluna *CategoryRole*, buscando a classificação que representa o contato cadastrado. As colunas de *Department*, *OrganizationCode*, *GivenName* e *FamilyName* são informações definidas pela organização.

Aba Instalações (*Facility*) – contém informações sobre o projeto, como nome do projeto, unidades de medida e de moeda, descrições, fases, dados da edificação e utilização. De acordo com Yasuoka (2019), a coluna *Category* pode ser preenchida com as informações da aba *PickLists*, na coluna *CategoryFacility*, buscando a classificação que representa a instalação cadastrada.

Aba Pavimentos (*Floor*) – apresenta informações de nome, cota, altura e descrição dos pavimentos.

Aba Espaços (*Space*) – apresenta informações como nome, nome do pavimento em que está localizado, *tag* do ambiente, altura utilizável, área bruta e área líquida.

Aba Zonas (*Zone*) – possibilita reunir um conjunto de espaços que compartilham um atributo específico. As zonas podem ser definidas conforme os equipamentos instalados, como elétrica, ar condicionado entre outros (YASUOKA, 2019).

Aba Tipo (*Type*) – apresenta informações sobre tipo de ativos, equipamentos, produtos e materiais. É possível ainda obter o nome do fabricante, número do modelo, informações sobre garantia de ativos, duração da garantia, garantia de serviços, custo de substituição, tempo de vida esperada, referência do modelo, forma, tamanho, cor, material, constituintes, características, desempenho de acessibilidade, desempenho de sustentabilidade, área e comprimento. Esta aba é importante para utilização na gestão de manutenção pois armazena os dados dos ativos. Entretanto, os dados individuais de cada ativo, como número de série, são inseridos na aba *Component*. Segundo Yasuoka (2019), os dados da coluna *Category*, podem ser completados com as informações da aba *Picklists*, na coluna *CategoryProduct*, buscando a classificação que representa o item cadastrado.

Aba Componente (*Component*) – fornece informações dos componentes que foram nomeados individualmente ou agendados. É possível obter nome, espaço, descrição, número de série, data de instalação, data de início da garantia, número da *tag*, código de barras, identificador do ativo, área e comprimento. A coluna *TypeName* é a referência do equipamento cadastrado na aba *Type*. A coluna *Space* deve ser preenchida com o local onde o equipamento está instalado, entretanto este ambiente deve estar cadastrado na aba *Space* previamente (YASUOKA, 2019).

Aba Sistema (*System*) – apresenta conjuntos de componentes que fornecem um serviço. Podem ser obtidas informações como nome, nome de componentes e descrições.

Aba *Assembly* – apresenta constituintes para tipos, componentes e outros, ou seja, trata dos componentes que compõem um elemento, como as lâmpadas de uma luminária.

Aba Conexão (*Connection*) – apresenta conexões entre componentes.

Aba Reserva (*Spare*) – voltada para gestão de operação e manutenção, apresenta as peças armazenadas no local e de substituição. É possível informar o nome, tipo, fornecedor, descrição, número da peça e número definido.

Aba Recursos (*Resource*) – voltada para gestão de operação e manutenção, apresenta materiais, ferramentas e treinamento necessários para garantir a qualidade dos serviços.

Aba Trabalho (*Job*) – voltada para gestão de operação e manutenção, apresenta planos de trabalho e a relação de procedimentos a serem adotados para garantir segurança e qualidade. É possível verificar o nome, *status*, descrição, duração, início das tarefas, frequência, número da tarefa, antecedentes e nomes de recursos.

Aba Impacto (*Impact*) – permite o fornecimento de informações sobre impactos econômicos, ambientais e sociais em várias etapas do ciclo de vida. É possível acrescentar nome, tipo de impacto, estágio do impacto, unidade de impacto, entrada, saída e duração.

Aba Documento (*Document*) – apresenta todas as referências de documentos aplicáveis. É possível verificar o nome, o responsável pela aprovação, diretório, arquivo, descrição e referência.

Aba Atributo (*Attribute*) – apresenta propriedades do item referenciado.

Aba Coordenadas (*Coordinate*) – apresenta as coordenadas dos objetos do modelo, fornecendo informações de coordenada no eixo X, coordenada no eixo Y, coordenada no eixo Z e rotações.

Aba Pendências (*Issue*) – apresenta questões pendentes. É possível verificar informações como nome, tipo, risco, chance, impacto, descrição e proprietário. De acordo com Yasuoka (2019), essa aba é utilizada com a finalidade de atender normas europeias para identificação de questões de segurança ocupacional e conformidade ambiental.

Aba Listas (*PickLists*) – apresenta listas com opções de preenchimento de diversos campos da planilha COBie.

Em todas as seções da planilha é possível acrescentar o nome do responsável pela criação da informação, a data de criação e a categoria. Além disso, dados regionais, proprietários ou dados específicos do produto podem ser adicionados como novas colunas à direita das colunas de modelo padrão.

É importante ressaltar que as planilhas COBie possuem uma legenda padronizada de cores, como pode ser visto na Figura 8. Colunas e abas em amarelo contêm dados necessários, obrigatórios, em laranja fazem referência a outra folha

ou lista de seções, em roxo trata-se de referências externas, em verde apenas se especificado conforme necessidades, em cinza são informações secundárias sobre dados do produto, em azul são dados regionais, proprietários ou específicos do produto e em preto contêm dados não usados.

Figura 8 – Legenda de cores da planilha COBie

43	Legenda		
44			
45		Texto	Obrigatório
46			
47		Texto	Referência de outra aba ou de outra lista
48			
49		Texto	Referência externa
50			
51		Texto	Obrigatório se especificado
52			
53		Texto	Informação secundária sobre dados de produtos
54			
55		Texto	Dados regionais, proprietários ou específicos do produto
56			
57		Texto	Dados não utilizados

Fonte: A autora (2021).

5.5 Configuração do modelo no Revit para COBie

Uma planilha COBie pode ser preenchida manualmente, entretanto Yasuoka (2019) constatou que a exportação do COBie no Revit conteve os mesmos dados comparados ao preenchido manualmente, sendo este um procedimento menos simples do que a geração da planilha pelo Revit.

A exportação de uma planilha COBie a partir de um modelo Revit não ocorre de maneira automática, mesmo com a existência de um *plug-in* para tal finalidade. Para tanto, é necessário realizar configurações no modelo, configurando as informações para que a exportação COBie seja bem sucedida.

Nesse contexto, estão descritas nas próximas seções sugestões para configuração do modelo no Revit.

5.5.1 Informações do Projeto

Na guia “Gerenciar” do Revit, é possível adicionar os dados da instalação em “Informações do projeto”, no painel “Configurações”, como demonstrado na Figura 9.

Figura 9 – Informações do projeto no Revit

Informações do projeto

Família: Família do sistema: Informações do projeto

Tipo:

Parâmetros de instância - Controlam a instância selecionada ou a ser criada

Parâmetro	Valor
Dados	
Classification.Facility.Description	Large Complex Multiple Family Residence
Classification.Facility.Number	11-16 21 21
COBie.CreatedBy	niniveresende@gmail.com
COBie.CreatedOn	2020-08-04
COBie.Facility.Name	Ed. Residencial Multifamiliar
COBie.Facility.Category	11-16 21 17 : Small Complex Multiple Family Resid
COBie.Facility.ProjectName	Sede
COBie.Facility.SiteName	Sede
COBie.Facility.LinearUnits	Metros
COBie.Facility.AreaUnits	Metros quadrados
COBie.Facility.VolumeUnits	Metros cúbicos
COBie.Facility.CurrencyUnit	
COBie.Facility.AreaMeasurement	Revit default area calculation method
COBie.Facility.Description	
COBie.Facility.ProjectDescription	
COBie.Facility.SiteDescription	
COBie.Facility.Phase	
Análise da rota	

Fonte: A autora (2021).

5.5.2 Níveis do projeto

Os níveis dos pavimentos do projeto são dados importantes para gerar informações na planilha COBie, portanto, é necessário acessar as propriedades dos níveis e inserir os dados nos campos destinados ao COBie, ver Figura 10.

Figura 10 – Dados COBie dos níveis do projeto

The screenshot shows a 'Propriedades' dialog box with the following sections and data:

- Nível:** Cabeça de 8 mm
- Níveis (1):** Níveis (1) [Editar tipo]
- Restrições:**
 - Elevação: 0.0 mm
 - Andar acima: Padrão
- Cotas:**
 - Cálculo da altura: 0.0 mm
- Extensões:**
 - Caixa de escopo: Nenhum
- Dados de identidade:**
 - Nome: Subterrâneo
 - Estrutural:
 - Andar da construção:
- Parâmetros IFC:**
 - IfcGUID: 1gLDfiQn9WvoW\$uTzNSia
- Dados:**
 - COBie:
 - COBie.ExternalIdentifier:
 - COBie.CreatedBy: niniveresende@gmail.com
 - COBie.CreatedOn:
 - COBie.Floor.Name: Subterrâneo
 - COBie.Floor.Category:
 - COBie.Floor.Description: Subterrâneo
 - COBie.Floor.Elevation:
 - COBie.Floor.Height:

Buttons: [Ajuda de propriedades](#),

Footer: Propriedades | Navegador de projeto - TODOS OS PROJETOS teste1.rvt

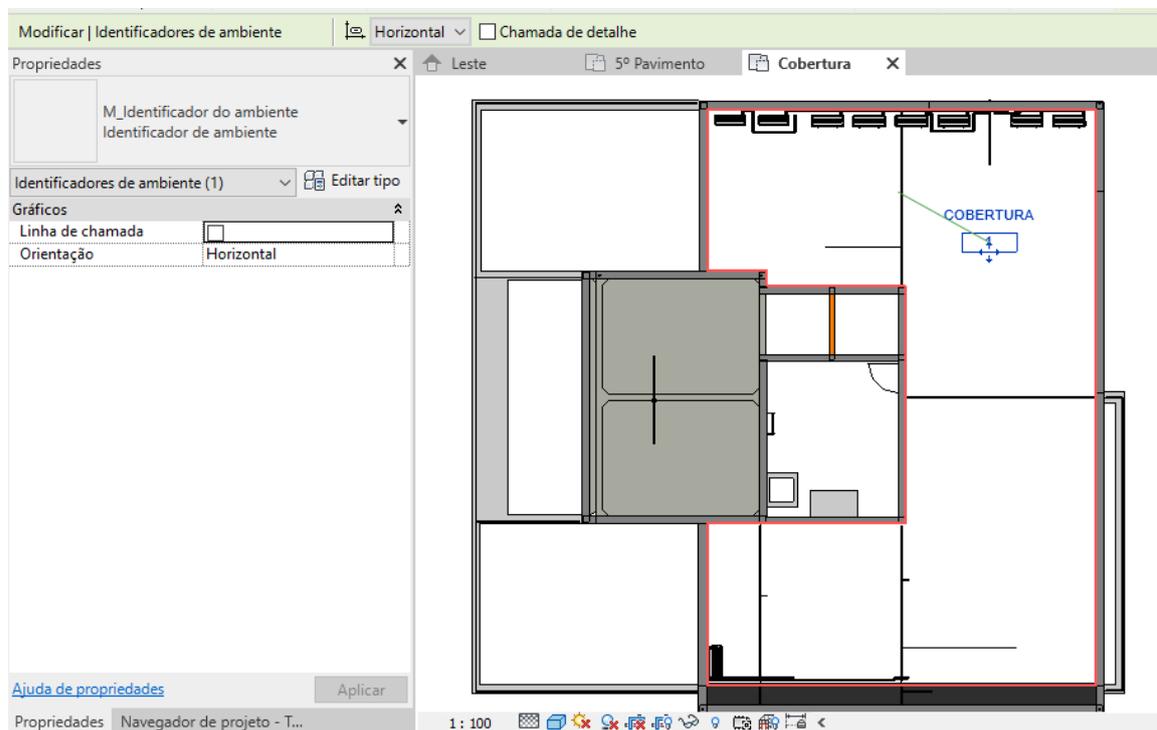
Fonte: A autora (2021).

Como o projeto utilizado no estudo é uma edificação de muitos pavimentos, o processo de atualização dos dados COBie teve que ser realizado para todos os 17 pavimentos, incluindo subsolos, cobertura, pavimentos residenciais, entre outros. Mas caso a gestão de manutenção seja realizada apenas em um pavimento, pode-se cadastrar as informações apenas do nível relevante para gerar a planilha COBie.

5.5.3 Ambientes do projeto

A definição dos ambientes do projeto também não ocorre de maneira automática, é necessário realizar as configurações dos espaços e a vinculação com os dados COBie. Na guia “Arquitetura” do Revit, é possível adicionar o nome dos ambientes em “Identificar ambiente”, no painel “Ambiente e área”. Para que essa ferramenta funcione é necessário que o ambiente esteja delimitado por paredes. Como o projeto utilizado nessa pesquisa estava com arquitetura modelada, foi necessário apenas nomear os ambientes, conforme demonstrado na Figura 11.

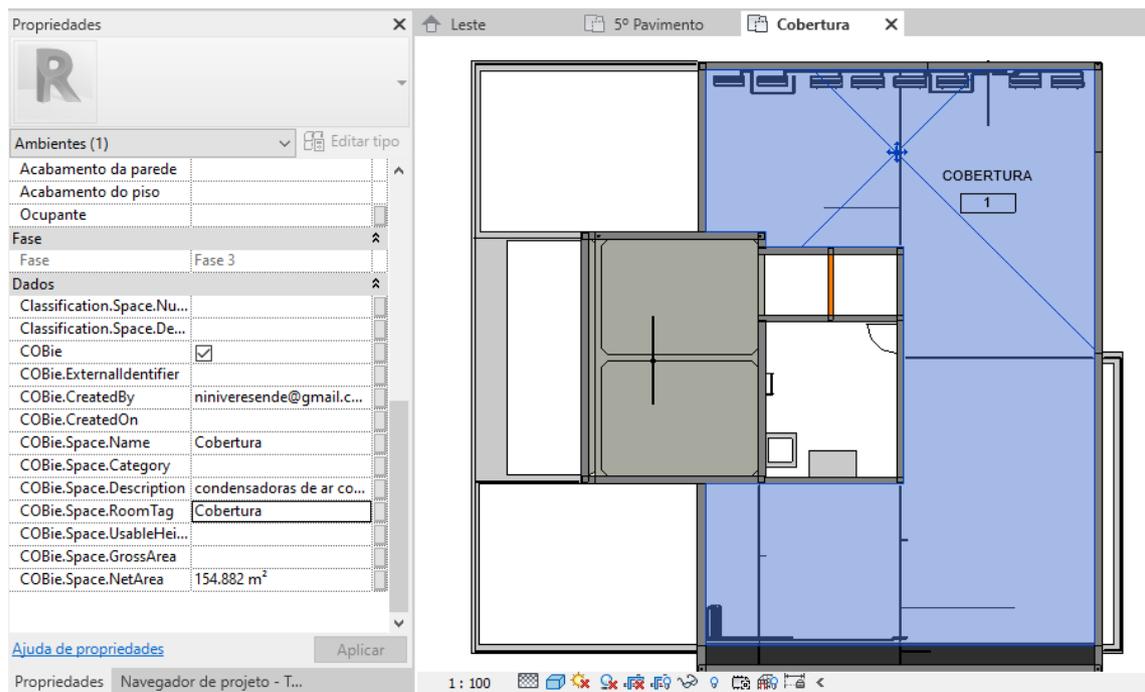
Figura 11 – Identificação dos ambientes no Revit



Fonte: A autora (2021).

Após a identificação de cada espaço, é importante adicionar os dados COBie nas propriedades do ambiente, ver Figura 12.

Figura 12 – Dados COBie dos ambientes



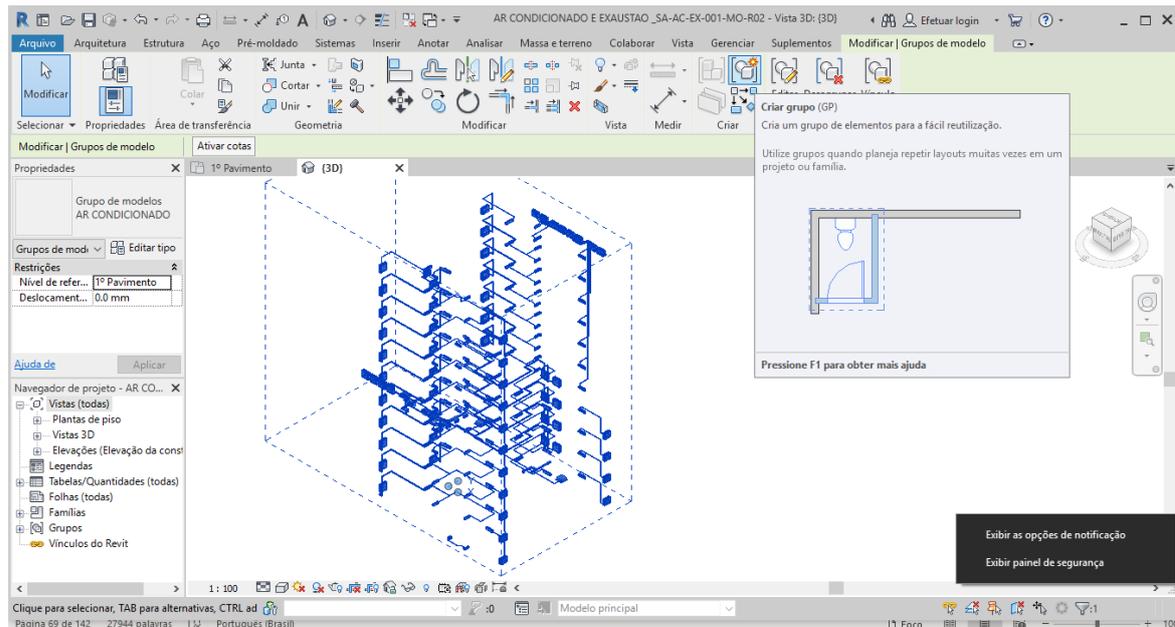
Fonte: A autora (2021).

5.5.4 Equipamentos e projetos complementares

Os projetos complementares foram recebidos em formato .ifc, e ao inseri-los no modelo há a possibilidade de apenas vinculá-los. Apesar de ser uma opção leve, o projeto complementar e seus objetos funcionam apenas como uma referência no modelo, e não como elementos paramétricos. Para que os dados possam ser extraídos na geração da planilha COBie, é necessário que todos os elementos estejam inseridos e configurados no modelo e não apenas vinculados.

Uma opção para fazer a adição dos projetos complementares no modelo é abrir cada arquivo .ifc separadamente em um modelo Revit. Em seguida deve-se selecionar todo o conteúdo do projeto complementar e, por meio da guia “Modificar” do Revit, ir em “Criar grupo” no painel “Criar” para agrupar todos os elementos e, assim, facilitar a utilização no modelo principal, ver Figura 13.

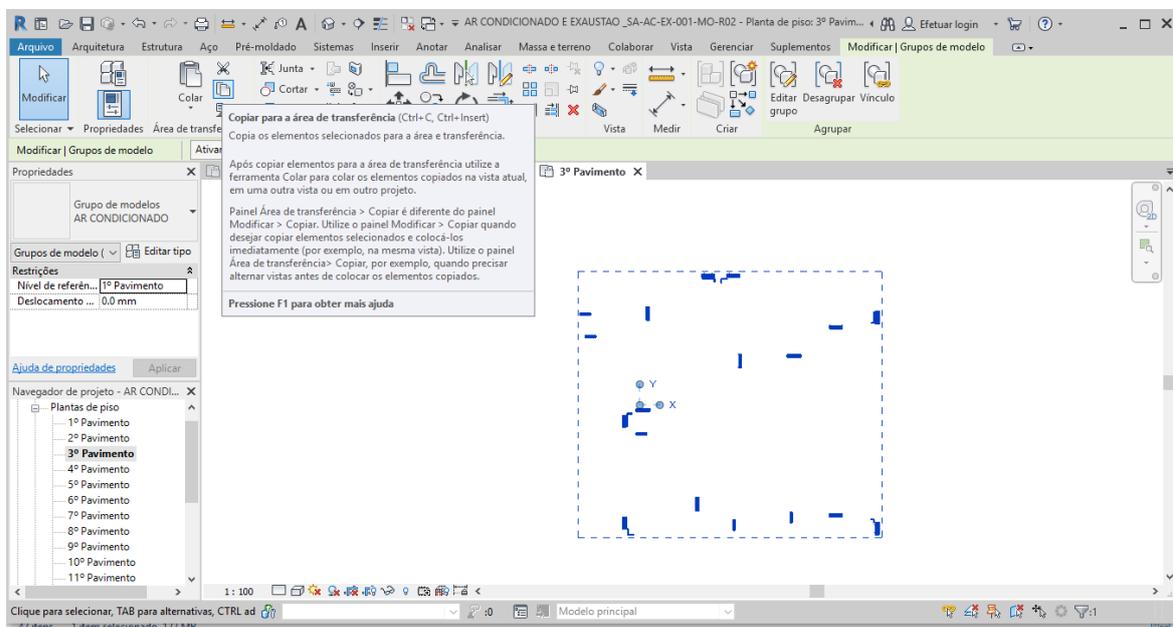
Figura 13 – Criação de grupo no Revit de projeto complementar



Fonte: A autora (2021).

Após essa etapa, pode-se escolher a vista em planta de um pavimento e copiar o grupo criado com todos os elementos do projeto complementar, ver Figura 14.

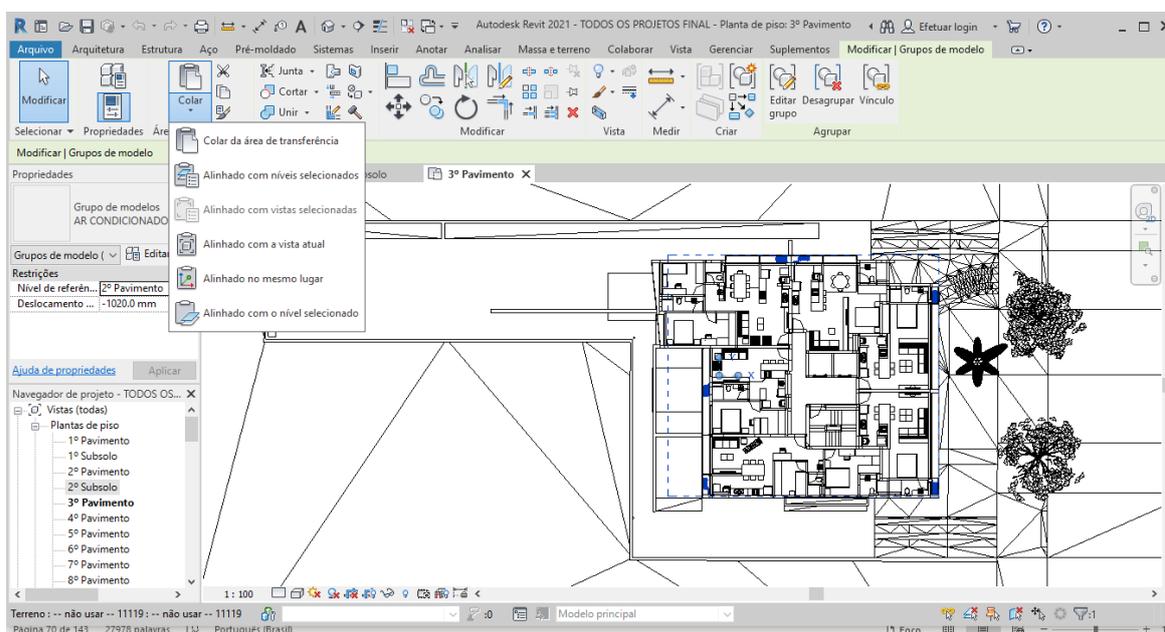
Figura 14 – Cópia do grupo criado do projeto complementar



Fonte: A autora (2021).

Após copiar os elementos do projeto complementar, basta ir ao modelo principal, no qual foi aberto o projeto de arquitetura, e colar alinhado com o mesmo nível no qual se fez a cópia, conforme representado na Figura 15. Com isso, o projeto complementar será colado no modelo principal constando todos os seus elementos paramétricos e estando com a posição correta.

Figura 15 – Inserção de projeto complementar no modelo principal, arquitetura



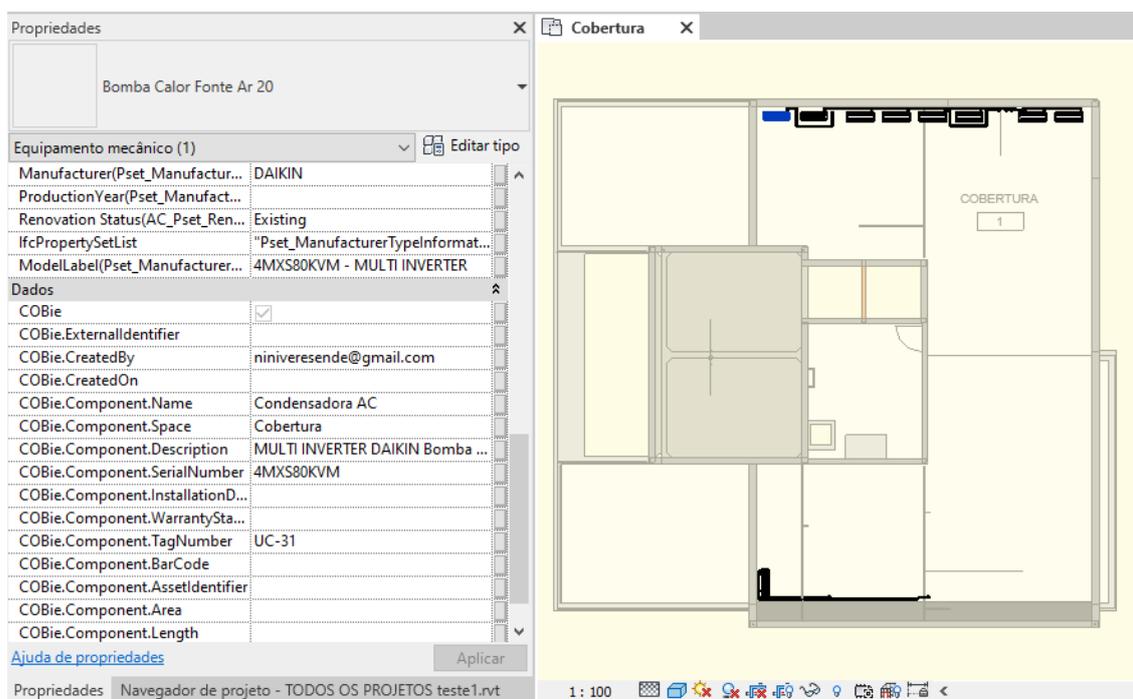
Fonte: A autora (2021).

Considerando o aumento significativo de informações geométricas no modelo e a consequente sobrecarga de processamento do modelo, é importante sempre selecionar criteriosamente quais informações geométricas realmente serão importantes para a gestão do edifício, deixando o modelo eficaz e sem excesso de informações desnecessárias. Essa necessidade, constatada nessa pesquisa, foi também observada por Xu *et al.* (2019), Hooper (2015), Mayo e Issa (2014), Tolmer *et al.* (2017), Pärn e Edwards (2017) e Sadeghi *et al.* (2019).

Além dos projetos complementares, pode ser necessário acrescentar ao modelo equipamentos passíveis de manutenção. O modelo desses equipamentos podem ser adquiridos em bibliotecas virtuais, desde que estejam na extensão exigida pelo Revit, .rfa.

Assim como os dados dos ambientes são cadastrados no modelo, o mesmo processo deve ser feito nos componentes adicionados. Isso é possível acessando as propriedades do objeto e preenchendo os dados do equipamento que não estiverem constantes no modelo, e também os dados que serão coletados para o COBie, conforme Figura 16.

Figura 16 – Dados COBie dos equipamentos



Fonte: A autora (2021).

Após a configuração de todo o modelo, inicia-se o processo de exportação da planilha COBie, que está descrito na próxima seção.

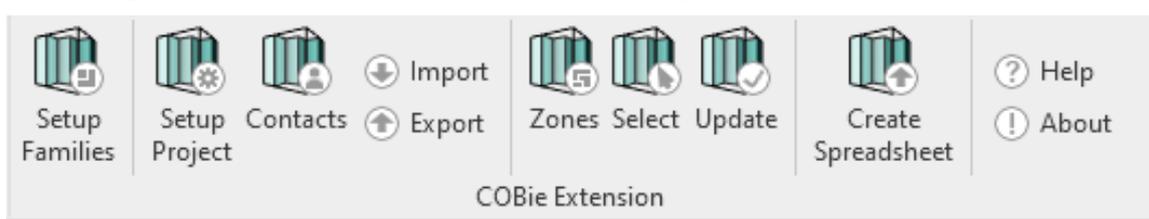
5.6 Autodesk BIM Interoperability Tools

A Autodesk disponibiliza na página Autodesk BIM Interoperability Tools, um *plug-in* para fazer a exportação de planilhas COBie para o *software* Revit (Autodesk COBie Extension for Revit). Estão disponíveis as extensões para as versões do Revit 2018, 2019, 2020 e 2021. Esta é uma ferramenta gratuita da Autodesk que permite configurar os modelos Revit para capturar dados COBie e, em seguida,

exportar esses dados para uma planilha compatível com COBie, facilitando a extração da informação contida nos modelos BIM.

Após instalar o *plug-in*, uma guia ficará disponível no Revit, chamada BIM Interoperability Tools. Essa guia é composta por quatro painéis, Classification Manager, Model Checker, Configurator e COBie Extension. O painel COBie Extension possui várias ferramentas para configuração do projeto, conforme Figura 17.

Figura 17 – Painel Cobie Extension - *plug-in* BIM Interoperability Tools



Fonte: A autora (2021).

Nas próximas seções estão descritas como realizar a configuração do projeto para que as informações COBie possam ser exportadas corretamente.

5.6.1 Configuração do projeto

A ferramenta de configuração de projeto, *Setup Project*, permite definir padrões que a extensão COBie usará para preencher corretamente os parâmetros COBie no modelo Revit, com dados apropriados.

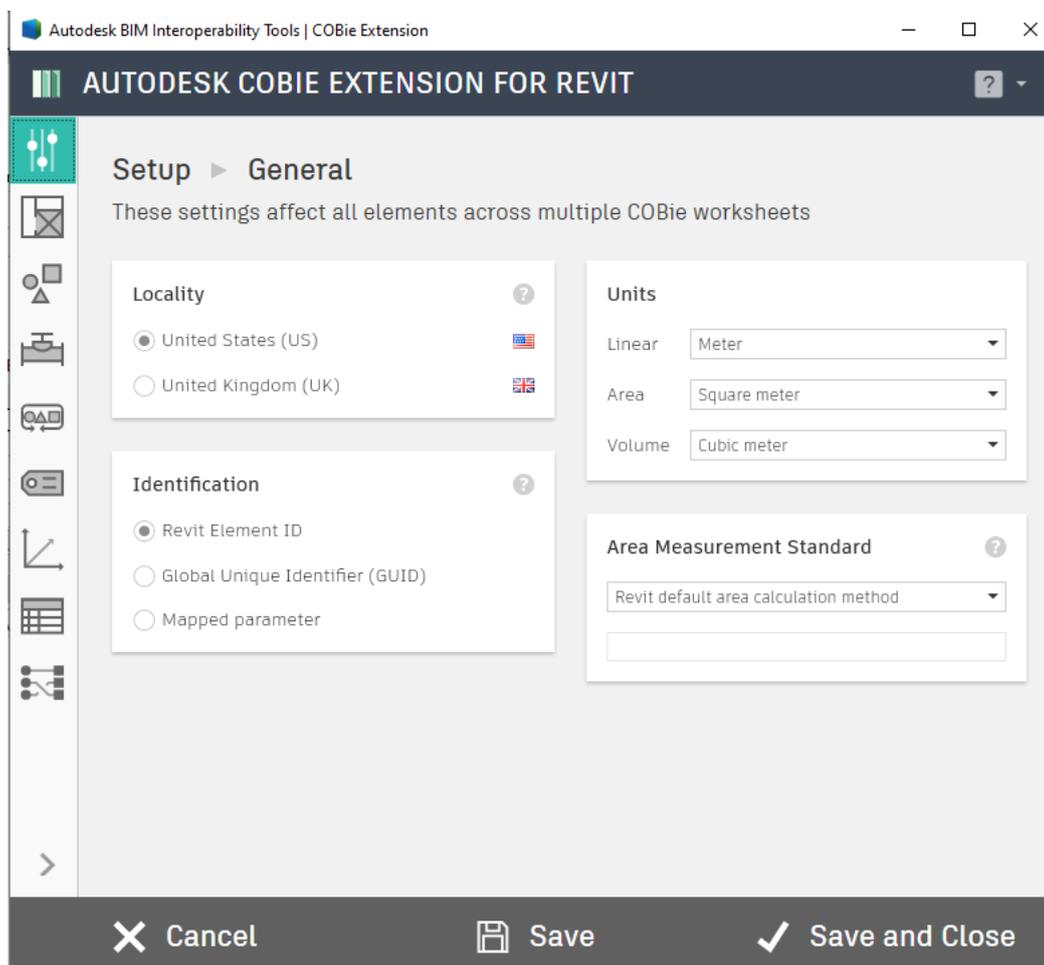
Essa ferramenta é a parte mais crítica do processo de configuração, pois apresenta os campos de dados padrão COBie, permite escolher valores padrão para esses campos e cria todos os parâmetros necessários no modelo Revit, bem como possibilita importar qualquer conteúdo necessário, como programações, famílias, entre outros.

A configuração do projeto pode ser dividida em 9 etapas, conforme apresentado a seguir.

5.6.1.1 Etapa 1 – Geral (general)

Ao clicar em “*Setup Project*” a janela de configuração geral do projeto abre, ver Figura 18, permitindo decidir como serão apresentados os dados dos campos COBie Localidade, Identificação, Categoria do tipo e Descrição do tipo.

Figura 18 – *Setup Project* - Janela de configuração geral do projeto



Fonte: A autora (2021).

Nessa seção, as seguintes opções estão disponíveis:

A opção de Localidade (*locality*), permite configurar o local como Estados Unidos (*United States*) ou Reino Unido (*United Kingdom*). A localidade EUA instrui a extensão COBie a aplicar o padrão dos Estados Unidos durante o processo de exportação e também verificará as programações do OmniClass para importação. A configuração como Reino Unido instrui a extensão COBie a aplicar o padrão do

Reino Unido durante a exportação e verificar as programações do Uniclass para importação. Embora a configuração Localidade afete o sistema de agendamento padrão aplicado ao projeto, é possível alterar essa configuração; escolhendo entre OmniClass ou Uniclass.

Em Identificação (*identification*), é possível escolher uma entre três opções. "Revit Element ID" significa que cada elemento COBie no modelo usará o *Revit Element ID* como valor em *COBie External Identifier*. Se "GUID" for selecionado, a Extensão COBie gerará um Identificador Único Global (GUID) exclusivo para cada elemento COBie no modelo. Selecionar "*Mapped Parameter*" usará o parâmetro atribuído em Mapeamentos de parâmetros. Os padrões da extensão são "COBie.ExternalIdentifier" para instâncias de elemento e "COBie.Type.ExternalIdentifier" para tipos de elemento.

Em Unidades (*units*), é possível substituir as configurações de unidade de medida do Revit para a planilha COBie. A alteração dessas configurações não tem impacto no modelo do Revit, irá alterar apenas no campo exportado, documentada na planilha.

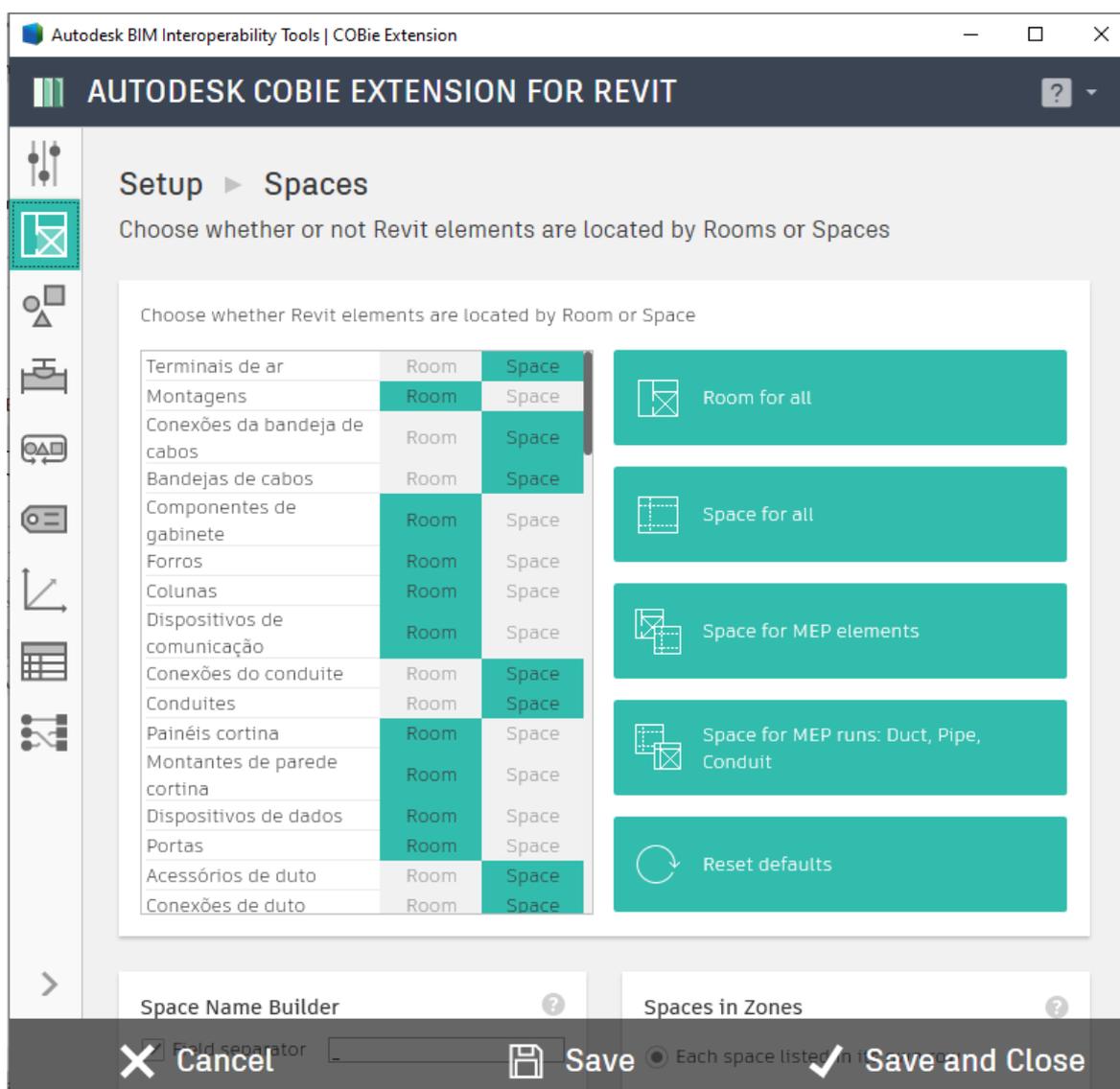
Padrão de medição de área (*area measurement standard*), assim como em Unidades, é possível alterar o padrão usado para medições de área no projeto. Se o padrão a ser utilizado não estiver listado, é possível escolher a opção "Outro" e digitar valor desejado. Alterar esta configuração não afeta os valores exportados, apenas altera o método de medição.

Depois de definir as configurações, é necessário utilizar o botão Salvar na barra de ação para salvar as configurações feitas.

5.6.1.2 Etapa 2 – Espaços (*spaces*)

A segunda etapa a ser realizada é a configuração dos espaços, permitindo definir se os elementos do Revit estão relacionados a Salas (*room*) ou ao Espaço (*space*) no qual estão localizados para a coluna *Space* (coluna E) da planilha COBie "Componente". Há uma lista de todas as categorias pertinentes do Revit com uma alternância para designar se os dados do *room* ou do *space* são usados para rastrear sua localização. Os botões à direita mudarão os alternadores com base em suas descrições, ver Figura 19.

Figura 19 – *Setup Spaces* - Janela de configuração dos espaços do projeto



Fonte: A autora (2021).

É possível configurar também o padrão de Nome do Espaços (*Space Name Builder*), definindo como o campo COBie.Name será preenchido para espaços exportados do modelo. Há a possibilidade de adicionar, remover e reordenar campos, incluir texto manualmente e utilizar um separador de campo. Uma visualização abaixo da tabela mostra qual será o nome de saída.

A opção de Espaços nas Zonas (*Spaces in Zones*) permite definir se os espaços listados para cada zona na planilha COBie são listados em uma célula, separados por vírgula ou listados como uma linha separada para cada espaço.

5.6.1.3 Etapa 3 – Tipos (types)

A terceira etapa a ser realizada é a configuração dos dados coletados do modelo para exportação para a aba Tipo (*Type*) da planilha COBie, ver Figura 20.

Figura 20 – *Setup Types* - Janela de configuração de tipos

The screenshot shows the 'Setup Types' configuration window. The 'Type Name Builder' section includes a checked 'Field separator' dropdown and a list of fields: 'Revit Category', 'Family', and 'Type Mark'. The 'Category' section has four priority dropdowns: 'First Priority' (Revit 'OmniClass' parameter value from the fami), 'Second Priority' (Revit 'Assembly Code' parameter value from the), 'Third Priority' (Revit 'Keynote' parameter value from the type di), and 'Fourth Priority' (Use 'n/a'). The 'Description' section has two radio buttons: 'Family : Type' (selected) and 'Description parameter from Type Properties'. The bottom bar contains 'Cancel', 'Save', and 'Save and Close' buttons.

Fonte: A autora (2021).

Em *Type Name Builder* é possível configurar um nome padronizado para o campo COBie.Type.Name será preenchido para tipos de família do modelo. Há a possibilidade de adicionar, remover e reordenar campos, incluir texto manualmente e utilizar um separador de campo.

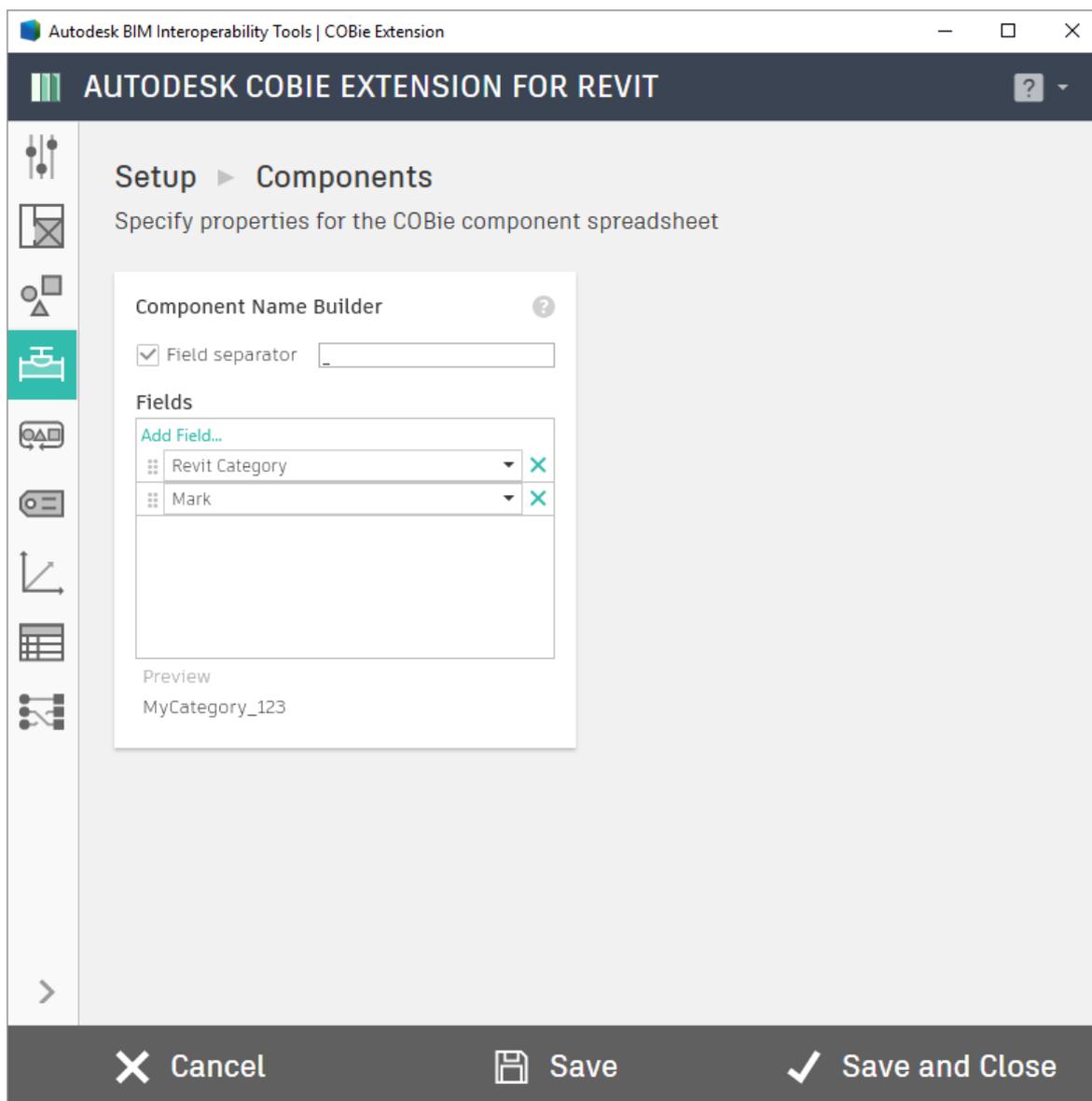
A subseção *Category* permite escolher itens de categorização por meio de listas suspensas, com opções variadas e organizadas por prioridade ou seja, a extensão COBie tentará encontrar um valor em sua primeira prioridade e, se nenhum dado for encontrado nesse campo, ela procurará dados na segunda prioridade e assim por diante, terminando em "n / a" se não forem encontrados dados apropriados nos parâmetros do modelo.

Em *Description*, o item de descrição permite apenas uma escolha entre duas opções. A primeira opção, *Family_Type*, vincula o nome da família do elemento com o nome do tipo dentro dessa família como valor de descrição na planilha COBie. A segunda opção, *Description Parameter from Type Properties Default*, utiliza o valor do parâmetro "descrição" nas propriedades de tipo do elemento como valor de descrição na planilha COBie.

5.6.1.4 Etapa 4 – Componentes (*components*)

A quarta etapa a ser realizada é a configuração dos dados coletados do modelo para exportação para a aba Componentes (*Components*) da planilha COBie.

Em *Component Name Builder* é possível configurar como o campo COBie.Name será preenchido para tipos de família do modelo. Há a possibilidade de adicionar, remover e reordenar campos, incluir texto manualmente e utilizar um separador de campo. Ver Figura 21.

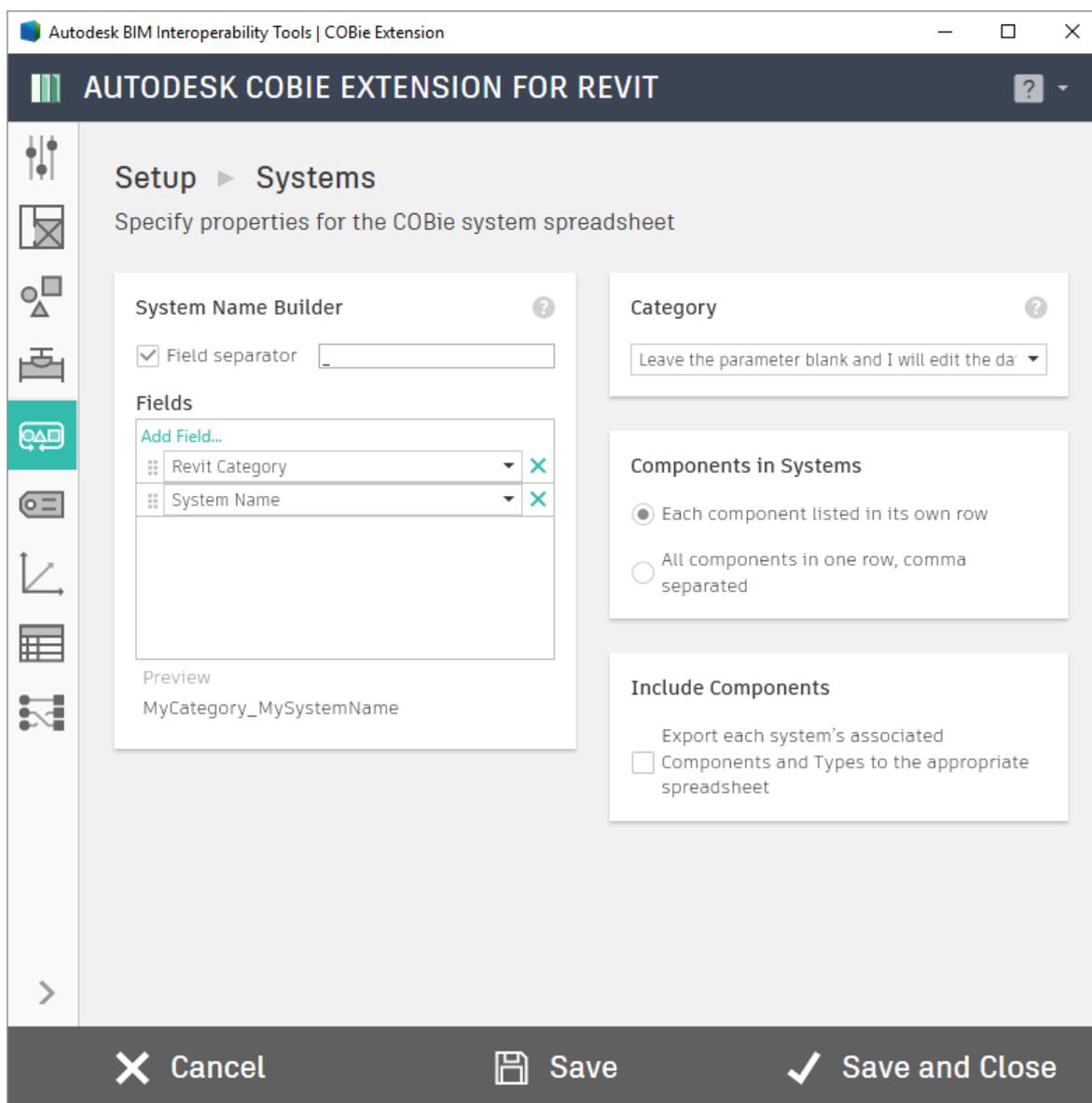
Figura 21 – *Setup Components* - Janela de configuração de componentes

Fonte: A autora (2021).

5.6.1.5 Etapa 5 – *Sistemas (systems)*

A quinta etapa a ser realizada é a configuração dos dados coletados do modelo para exportação para a aba Sistema (*System*) da planilha COBie, ver Figura 22.

Figura 22 – *Setup Systems* - Janela de configuração de sistemas



Fonte: A autora (2021).

Em *System Name Builder* é possível configurar como o campo COBie.Name será preenchido para tipos de família do modelo. Há a possibilidade de adicionar, remover e reordenar campos, incluir texto manualmente e utilizar um separador de campo.

Em *Category* permite deixar o parâmetro COBie.System.Category em branco, para edição manual ou, se tiver instalado o *Autodesk Classification Manager*

para Revit, utilizará os valores dos campos do *Classification Manager* correspondentes para preencher a categoria.

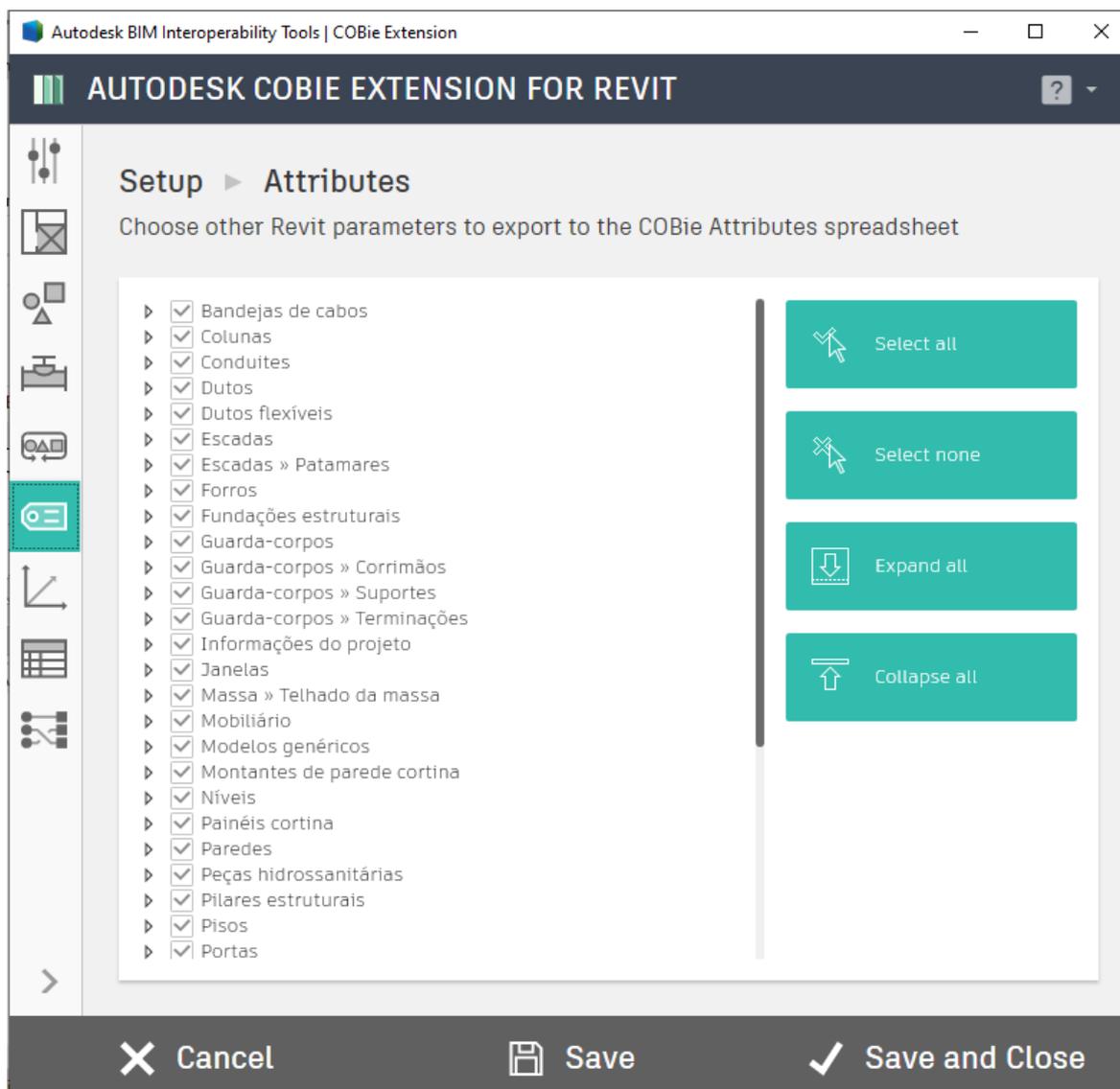
Em *Components in Systems* pode-se definir se cada componente de um sistema será exportado em uma única linha ou se cada componente terá sua própria linha.

Se a caixa de seleção do *Include Components* estiver selecionada, adicionará automaticamente cada elemento de um sistema exportado, e seu tipo correspondente, às planilhas de Componente e Tipo. Se essa opção não for marcada, a planilha COBie exportada pode não ser válida, pois os componentes podem ser referenciados na planilha System, e não estarem listados nas planilhas Component e Type.

5.6.1.6 Etapa 6 – Atributos (*attributes*)

A sexta etapa a ser realizada é a seleção de outros tipos e parâmetros de instâncias de famílias a serem exportadas para a aba Atributo (*Attribute*) da planilha COBie. A organização pode ser vista na Figura 23, incluindo todas as categorias da família Revit, seguidas por parâmetros de tipo, parâmetros de instância e em terceiro nível todos os demais parâmetros pertinentes. Esta lista inclui todos os parâmetros do modelo atual, tanto os parâmetros padronizados do Revit quanto os parâmetros adicionados ao modelo.

Figura 23 – *Setup Attributes* - Janela de configuração de atributos



Fonte: A autora (2021).

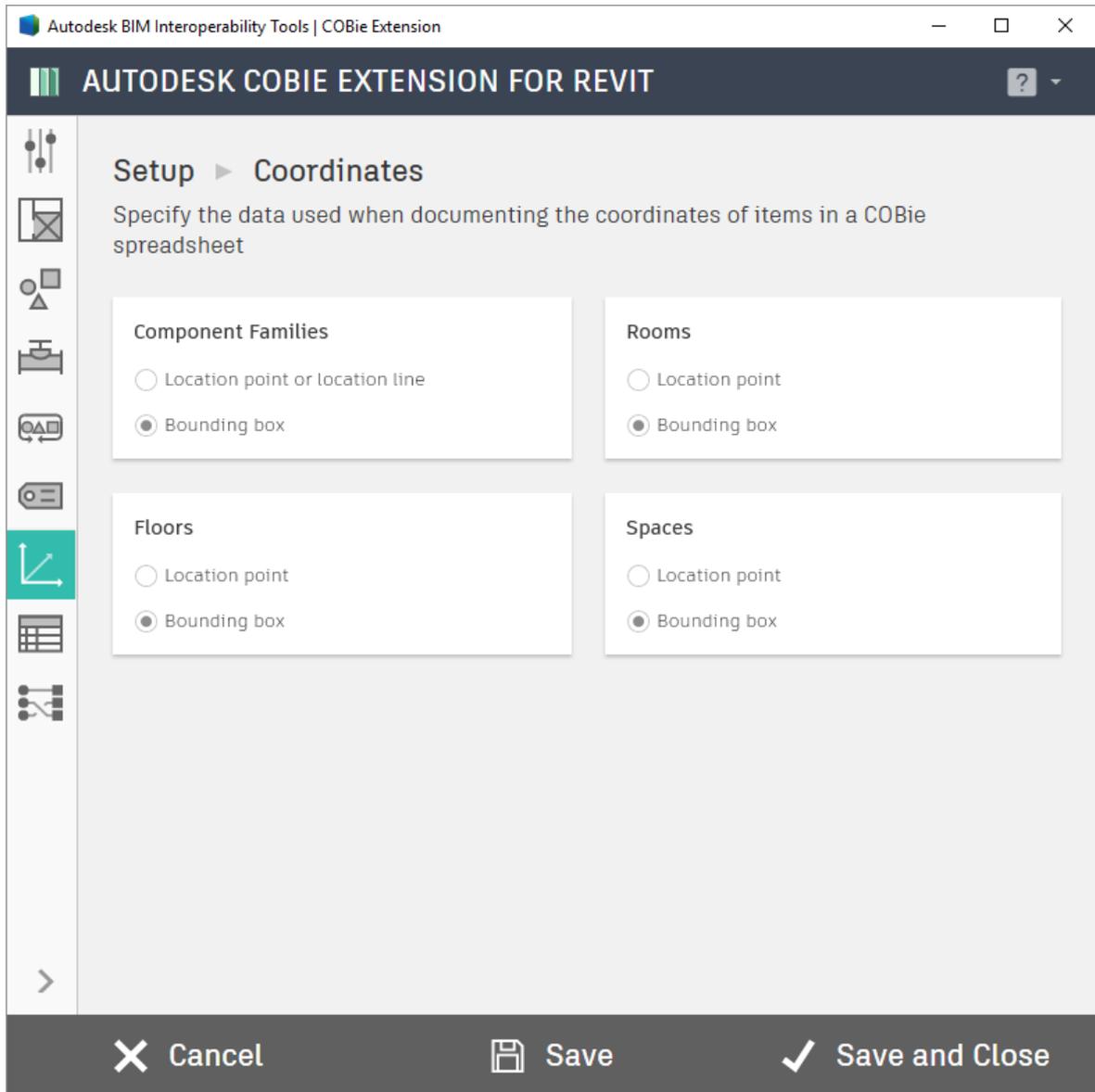
É importante ressaltar que fazer a seleção de todos os parâmetros para adicionar à lista de atributos pode causar problemas na exportação da planilha, pois terão muitos itens a serem exportados. O recomendado é ser deliberado e específico sobre quais dados deverão ser incluídos na planilha COBie.

5.6.1.7 Etapa 7 – Coordenadas (coordinates)

A sétima etapa a ser realizada é a configuração de quais dados serão utilizados do Revit para preencher os campos *CoordinateXAxis*, *CoordinateYAxis*,

CoordinateZAxis, *ClockwiseRotation*, *ElevationalRotation* e *YawRotation* na aba *Coordenadas (Coordinate)* da planilha COBie, ver Figura 24.

Figura 24 – *Setup Coordinates* - Janela de configuração de coordenadas



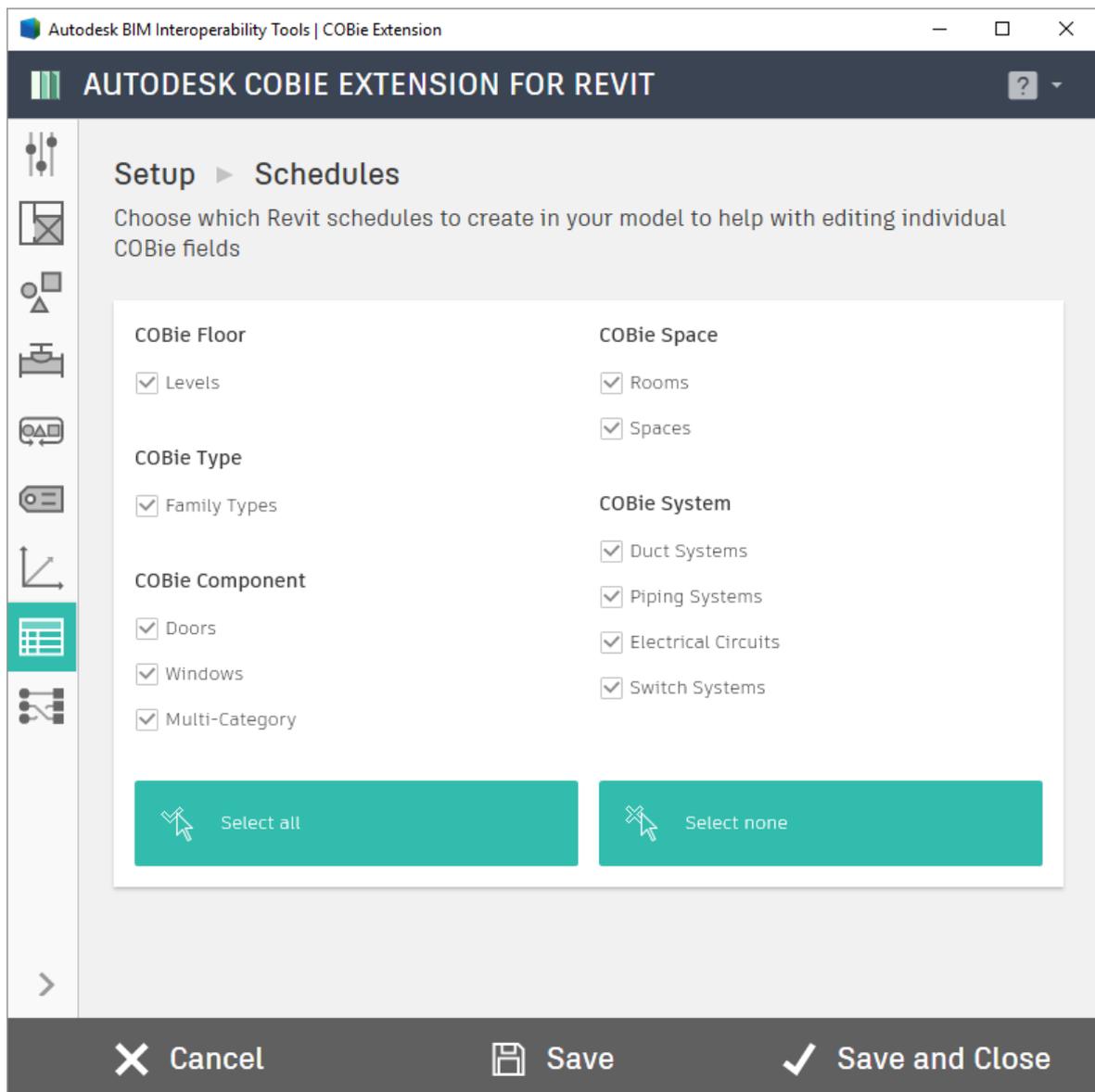
Fonte: A autora (2021).

A opção padrão para cada tipo de coordenada é a opção "*Bounding box*".

5.6.1.8 Etapa 8 – Cronogramas (schedules)

A oitava etapa a ser realizada é a configuração de quais agendamentos serão importados do *Revit Resource Model*, ver Figura 25. *Model Resource* faz parte da instalação da extensão COBie e pode ser localizado na pasta de instalação das extensões no computador.

Figura 25 – *Setup Schedules* - Janela de configuração de cronogramas



Fonte: A autora (2021).

O Quadro 6 apresenta a lista de programações que serão importadas do *Model Resource* de acordo com as opções selecionadas.

Quadro 6 – Lista de programações a serem importadas do *Model Resource*

AREA	OPÇÃO	PROGRAMAÇÕES A SEREM IMPORTADAS
COBie Floor	Levels	COBie.Floor
COBie Type	Family Types	COBie.Type
COBie Component	Doors	COBie.Component (Doors)
COBie Component	Windows	COBie.Component (Windows)
COBie Component	Multi-Category	COBie.Component
COBie Space	Rooms	COBie.Space (Rooms)
COBie Space	Spaces	COBie.Space (Spaces)
COBie System	Duct Systems	COBie.System (Duct Systems)
COBie System	Piping Systems	COBie.System (Piping Systems)
COBie System	Electrical Circuits	COBie.System (Electrical Circuits)
COBie System	Switch Systems	COBie.System (Switch Systems)
COBie PickLists	OmniClass Tables	<ul style="list-style-type: none"> • COBie PickLists - OmniClass Table 11 • COBie PickLists - OmniClass Table 13 (Rooms) • COBie PickLists - OmniClass Table 13 (Spaces) • COBie PickLists - OmniClass Table 21 • COBie PickLists - OmniClass Table 23 • COBie PickLists - OmniClass Table 34
COBie PickLists	Uniclass Tables	<ul style="list-style-type: none"> • COBie PickLists - Uniclass Table C • COBie PickLists - Uniclass Table D • COBie PickLists - Uniclass Table F (Rooms) • COBie PickLists - Uniclass Table F (Spaces) • COBie PickLists - Uniclass Table G • COBie PickLists - Uniclass Table L
COBie PickLists	Other PickLists	COBie PickLists - Floor Categories (Levels)

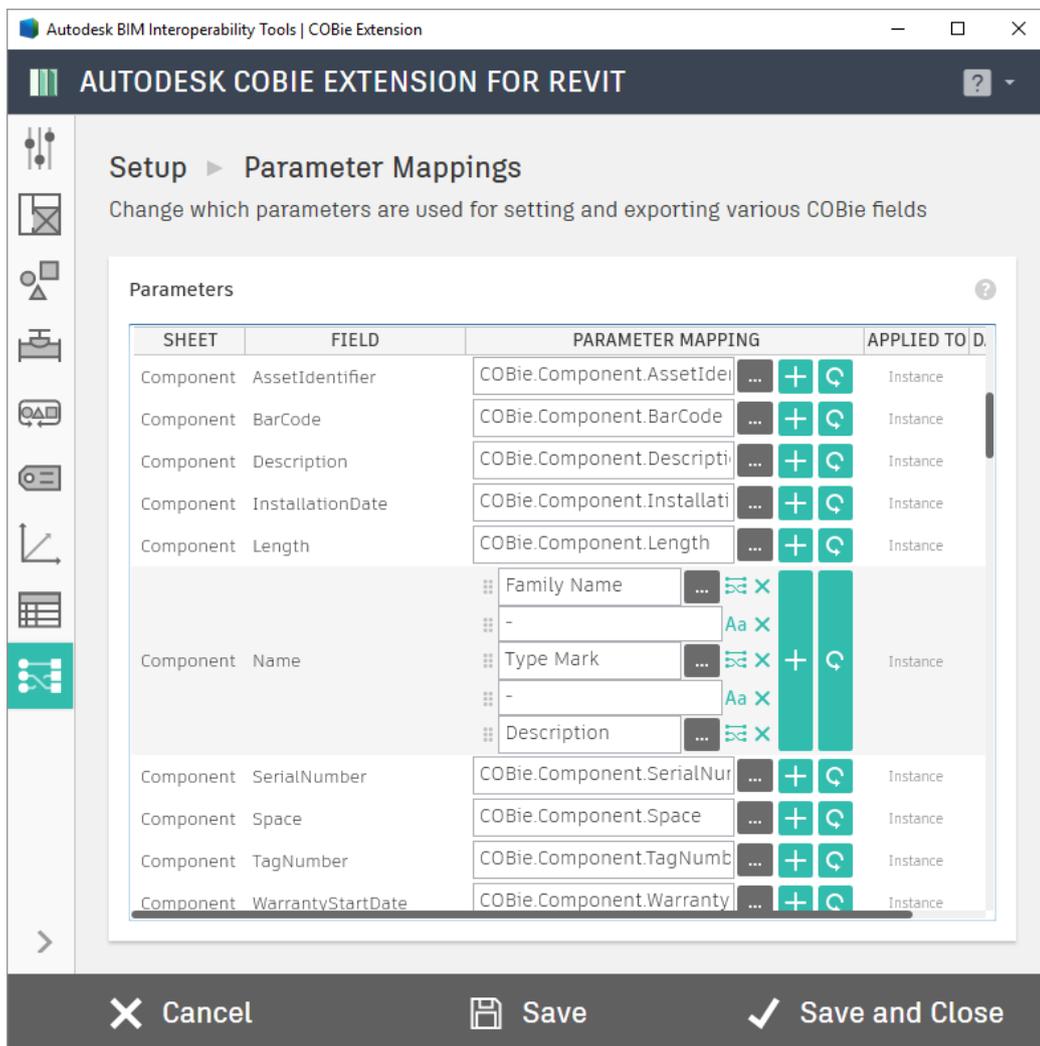
Fonte: Adaptado de Autodesk (2017).

5.6.1.9 Etapa 9 – Mapeamento de parâmetros (parameter mappings)

A nona etapa a ser realizada é o mapeamento de parâmetros (*Parameter Mappings*), ver Figura 26. A extensão COBie tem funcionalidade para criar e gerenciar automaticamente os parâmetros do modelo Revit. No entanto, é possível

utilizar parâmetros próprios criados para armazenar alguns dados COBie ou relacionados. Assim, essa função permite ignorar os parâmetros padronizados da extensão COBie e utilizar parâmetros personalizados. A extensão usará esses parâmetros mapeados para armazenamento de dados e exportação da planilha COBie final.

Figura 26 – *Parameter Mappings* - Janela de configuração de parâmetros



Fonte: A autora (2021).

Também é possível, para a maioria dos campos, relacionar parâmetros e linhas de texto para que a Extensão COBie crie o valor na exportação ao invés de simplesmente extrair o valor de um único campo de parâmetro.

Para preencher um campo de parâmetro, pode-se digitar o nome do parâmetro ou clicar no botão de reticências para exibir a lista de todos os

parâmetros do modelo. Cada campo possui um botão de reinicialização que retornará a configuração do parâmetro para o parâmetro padrão de extensão COBie.

Se forem utilizados parâmetros personalizados, eles devem corresponder a todas as configurações descritas na tabela Parâmetros (instância x tipo, tipo de dados) e o nome do parâmetro deve ser digitado exatamente como está no modelo. Além disso, é necessário verificar se os parâmetros estão atribuídos às categorias apropriadas antes de usá-los.

5.6.2 Contatos (*contacts*)

A ferramenta de contatos, *Contacts*, permite adicionar, editar e excluir contatos COBie, ver Figura 27. A Lista de contatos exibe uma lista em ordem alfabética de todos os contatos armazenados no modelo atual. Selecionar qualquer contato exibirá os detalhes desse contato na parte de detalhes do contato.

Figura 27 – *Contacts* - Janela de configuração de contatos

Fonte: A autora (2021).

Ao gerenciar contatos COBie, é importante observar a designação entre os campos obrigatórios e opcionais. Embora qualquer um dos campos opcionais possa incluir dados incompletos, a extensão COBie não permitirá que contatos com dados ausentes ou incompletos para qualquer um dos campos obrigatórios sejam criados.

Todos os dados de contato do COBie Extension são armazenados na área de dados extensível do modelo atual do Revit. Cada registro consiste em treze campos de dados, ver Quadro 7.

Quadro 7 – Dados de contato (continua)

Campo	Descrição
Criado por – <i>Created By</i> (obrigatório)	Definição de quem está criando este novo contato. Geralmente é utilizado o próprio e-mail, a menos que já existam outros contatos no modelo, podendo ser escolhida a opção < <i>This contact</i> >.
E-mail (obrigatório)	Cada contato deve ter um endereço de e-mail único e válido. Isso funcionará como o valor "CreatedBy" para cada elemento criado no Revit e rastreado pelo COBie.
Empresa - <i>Company</i> (obrigatório)	O nome da empresa do contato. Exemplo: Universidade Federal de Minas Gerais.
Telefone - <i>Phone</i> (obrigatório)	O número de telefone do contato. Incluir também o código do país. Exemplo: +55 (31) 00000-0000
Categoria - <i>Category</i> (obrigatório)	O valor da Tabela 34 da OmniClass, "Funções organizacionais", que mais se aproxima da categoria ou função do contato. Exemplo: 34.20.11.11 Arquiteto
Primeiro Nome - <i>First/Given Name</i> (opcional)	O primeiro nome do contato.
Sobrenome - <i>Last/Family Name</i> (opcional)	Último sobrenome do contato.
Departamento - <i>Department</i> (opcional)	O departamento do contato. Exemplo: Planejamento de Obras
Código da Organização - <i>Organization Code</i> (opcional)	O código da organização do contato. Exemplo: UFMG
Rua - <i>Street</i> (opcional)	Endereço do contato.
Caixa Postal - <i>Post Office (PO)</i> (opcional)	A agência postal ou caixa postal do contato.
Cidade - <i>Town</i> (opcional)	A cidade do contato. Exemplo: Belo Horizonte

Quadro 7 – Dados de contato (continuação)

Campo	Descrição
Estado / Região - <i>State / Region</i> (opcional)	O estado ou região do contato. Exemplo: Minas Gerais
CEP - <i>Zip / Postal Code</i> (opcional)	O CEP do contato
País / <i>Country</i> (opcional)	O país do contato. Exemplo: Brasil

Fonte: A autora (2021).

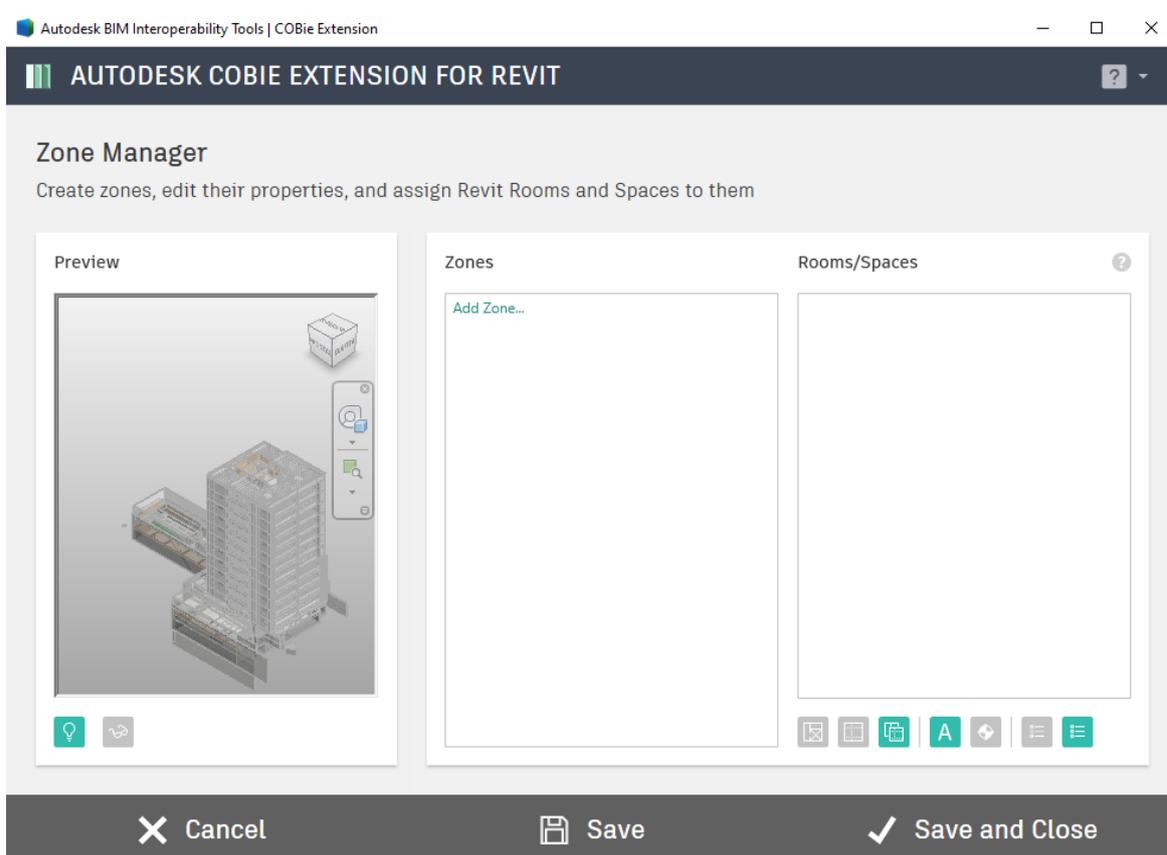
Cada item COBie criado dentro de um modelo, incluindo Contatos, deve ter uma entrada de dados "*CreatedBy*" correspondente. Por isso, conforme os contatos estão sendo criados, deve-se denotar quem está criando o contato.

Além dos campos de contato COBie descritos acima, a extensão COBie também armazena o nome de usuário atual do Revit com cada contato. Sendo assim, ao modificar o campo "*CreatedBy*" para elementos, a extensão COBie irá ler o nome de usuário atual do Revit, compará-lo com o contato salvo e padronizar a opção para aquele contato específico.

5.6.3 Zonas (*zone manager*)

A ferramenta de zonas, *Zone Manager*, permite que zonas COBie sejam criadas de maneira hierárquica, ver Figura 28. Com base na taxonomia dos elementos do Revit, as zonas COBie podem ser definidas por *Revit Rooms*, *Revit Spaces* ou alguma combinação dos dois. Depois de criadas, essas zonas podem ser mapeadas para qualquer uma das salas ou espaços do Revit presentes no modelo.

Figura 28 – *Zone Manager* - Janela de configuração de zonas



Fonte: A autora (2021).

O gerenciador de zona é organizado em três colunas: a visualização do modelo, zonas e salas / espaços. Na segunda coluna, ao expandir qualquer zona, será exibida uma lista de *Revit Rooms* e *Spaces* já associados a ela. É possível adicionar novas zonas ou editar as existentes.

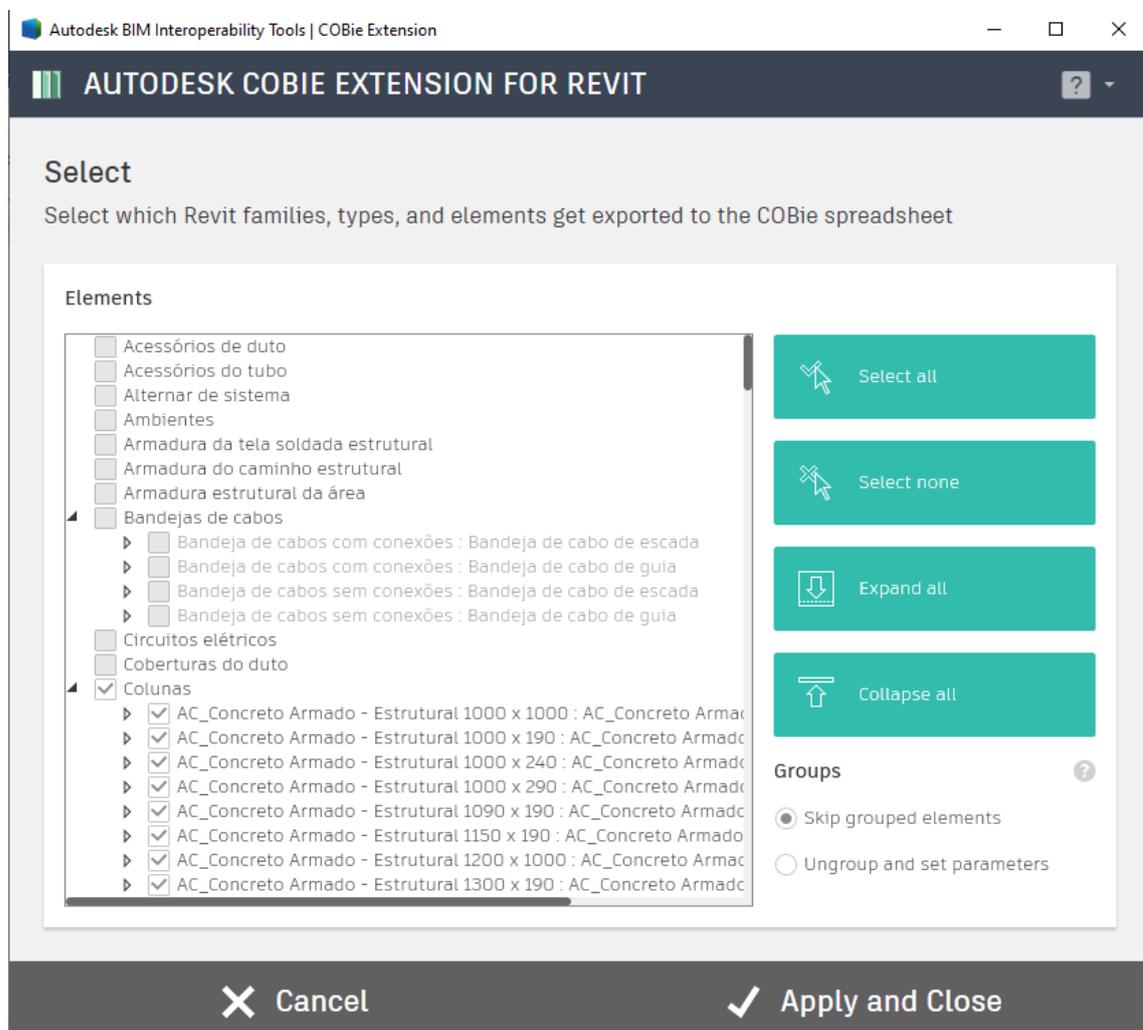
Semelhante à coluna zonas, a coluna salas / espaços inclui uma barra de ferramentas com quatro botões e uma caixa de listagem abaixo da barra de ferramentas. As quatro barras de ferramentas na parte inferior desta coluna funcionam como filtros para as salas e espaços do Revit no modelo atual: a caixa de listagem exibirá todas as salas e espaços do Revit presentes no modelo atual. Visto que *Revit Rooms* e *Spaces* podem ser usados para definir Zonas COBie, atenção especial deve ser dada para garantir uma exportação COBie compatível sem nomes duplicados.

Depois de criar as zonas apropriadas, é possível arrastar e soltar uma sala ou espaço da coluna direita para a zona na coluna esquerda. Para cumprir os requisitos COBie, pode-se adicionar uma sala ou espaço a várias zonas.

5.6.4 Seleção (*select*)

A ferramenta de seleção, *Select*, determina quais elementos a extensão COBie exporta, ver Figura 29. A lista presente na coluna *Elements* apresenta, no nível mais alto, cada um dos tipos de família do Revit disponíveis para exportação. Abaixo de cada um desses tipos de família primários estão as famílias, tipos e elementos individuais presentes no modelo atual.

Figura 29 – *Select* - Janela de configuração de seleção



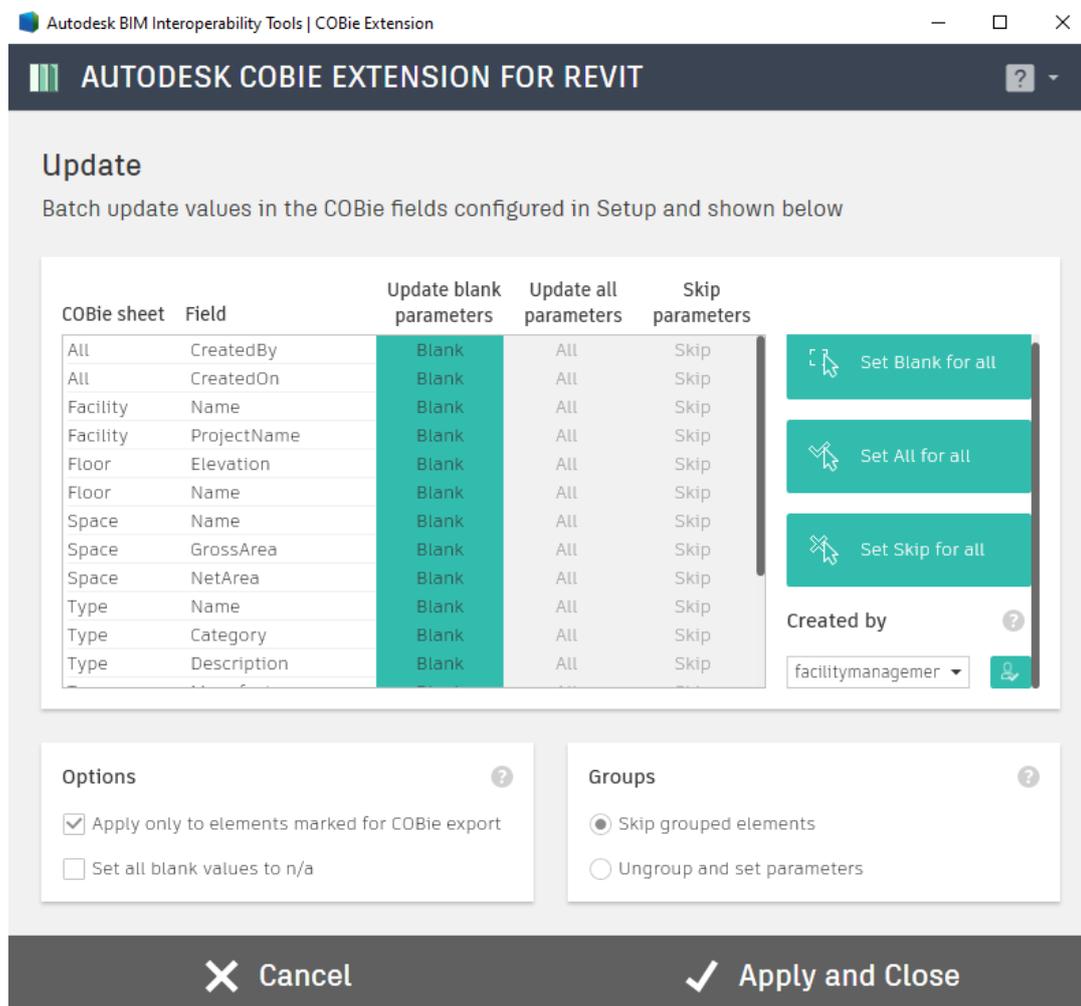
Fonte: A autora (2021).

O botão “Selecionar tudo” (select all) deve ser utilizado para exportar todos os elementos de modelo possíveis, enquanto o botão “Selecionar nenhum” (select none) desmarca todas as caixas de seleção. É possível também desmarcar qualquer família, tipo ou elemento que for necessário omitir da exportação COBie.

5.6.5 Atualização (update)

A ferramenta de atualização, *Update*, gera dados apropriados e atribui esses dados ao parâmetro predefinido de Extensão COBie ou a qualquer parâmetro mapeado adequadamente. Nesta janela, é possível atualizar apenas os parâmetros em branco, todos os parâmetros ou ignorá-los, ver Figura 30.

Figura 30 – *Update* - Janela de configuração de atualização



Fonte: A autora (2021).

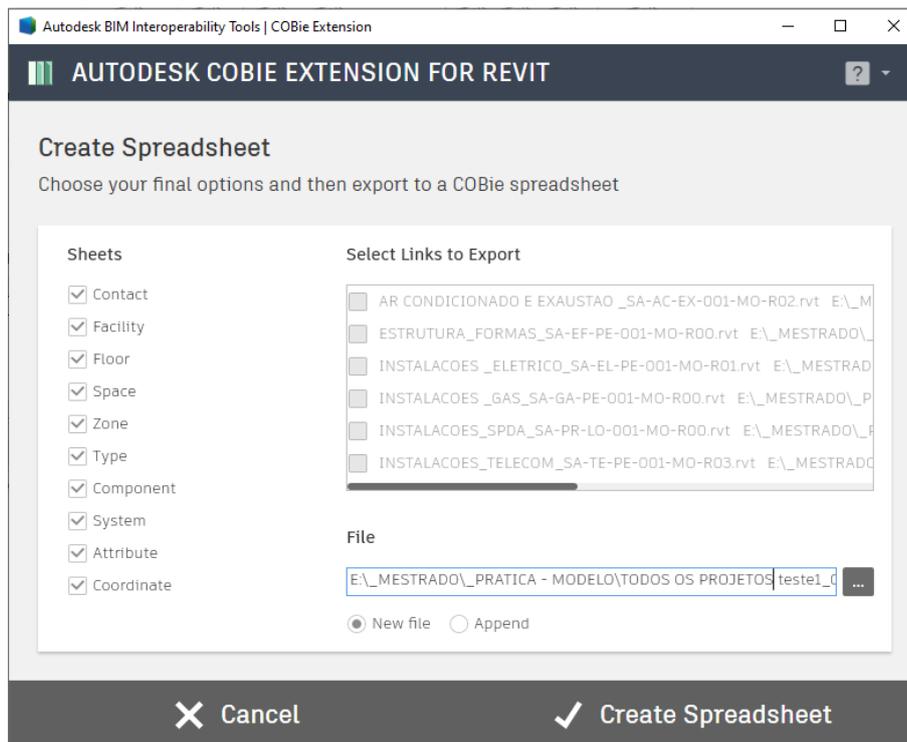
Através dessa ferramenta há controle sobre os grupos de modelos, gerenciando-os. Os elementos dentro dos grupos não podem ter dados individualizados gravados neles, mas a extensão permite optar por ignorar grupos ou desagrupá-los para que os dados possam ser gravados corretamente.

Se estiver usando um parâmetro mapeado personalizado para o campo Identificador, há possibilidade de atualizar esses campos também. As opções na parte inferior usarão o Revit *Element ID* ou o *Unique ID* como valor inicial para preencher o parâmetro COBie *Unique ID* que é atribuído no mapeamento de parâmetros (*Mapped Parameter*).

5.6.6 Criar planilha (*create spreadsheet*)

A etapa de exportação irá gerar as planilhas COBie como um documento do Microsoft Excel. Usando as configurações definidas nas etapas anteriores, este procedimento especifica quais planilhas serão exportadas. A ferramenta “Criar planilha” (*create spreadsheet*) permite especificar quais partes do formato de troca de dados COBie padrão são exportadas do modelo atual do Revit, ver Figura 31. Organizada em duas colunas, a coluna à esquerda lista as abas do COBie que podem ser selecionadas. Desmarcar uma aba irá omiti-la da exportação final.

Figura 31 – *Create Spreadsheet* - Janela de configuração de criação de planilha



Fonte: A autora (2021).

Em “selecione links para exportar” (*select links to export*) há opção de selecionar qualquer modelo vinculado do Revit e incluir as informações de exportação COBie desse modelo durante a exportação. Se um modelo não passou pela configuração da extensão COBie, ele não estará disponível para seleção. Os dados dos modelos exportados usarão as configurações de parâmetros e atributos mapeados para exportar desse modelo, não o atual modelo ativo.

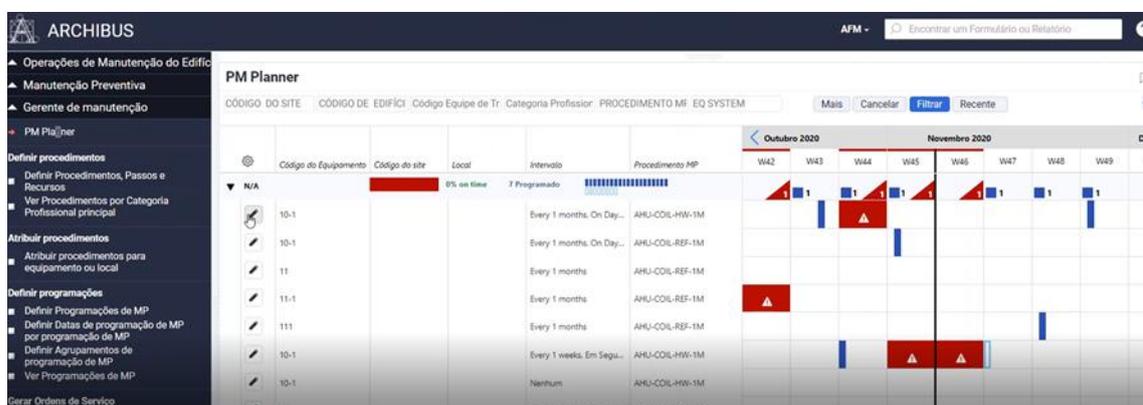
Em “arquivo” (*file*) a extensão COBie irá gerar uma planilha Excel contendo os dados especificados nas etapas anteriores. A opção de criação de novo arquivo (*new file*) gerará uma nova planilha do Excel usando o modelo COBie integrado. Em contraponto, a opção anexar (*append*) utilizará uma planilha COBie existente, gerada pela extensão COBie, e anexará novas informações a ela.

5.7 Gestão de manutenção com ferramentas BIM-FM

Ao gerar uma planilha COBie com os dados do sistema de ar condicionado foi possível verificar a incapacidade de programar as manutenções preventivas, conforme indicado no quadro orientativo proposto nessa pesquisa, devido à ausência de ferramentas que permitam vincular as atividades a serem realizadas com sua respectiva periodicidade. Com o uso do COBie, seria possível adicionar um campo com um parâmetro de manutenção preventiva nos objetos BIM, contendo as atividades a serem realizadas, entretanto o controle das manutenções não ocorreria de modo programado. Para solucionar essa questão, foi realizada uma entrevista com profissional especialista em BIM-FM que auxiliou na compreensão de como a plataforma ARCHIBUS é utilizada para a gestão de manutenção, conforme demandas dessa pesquisa.

A fim de programar as manutenções preventivas propostas pelo quadro orientativo, disponível no Apêndice A, o ARCHIBUS possui o módulo de manutenção preventiva chamado PM Planner, ver Figura 32. Com essa ferramenta é possível visualizar todas as manutenções preventivas programadas para cada equipamento e filtrar as informações por “site”, “código do edifício”, “procedimento MP”, entre outros.

Figura 32 – Módulo PM Planner do ARCHIBUS



Fonte: Borrelli (2021).

Ao clicar em algum equipamento, abrirá uma janela com todas as informações respectivas a ele, ver Figura 33. Nessa janela é possível agendar a

frequência de manutenção do respectivo equipamento. Por exemplo: Ar condicionado → ligar o sistema → semanalmente → equipe responsável (local). Assim, todas essas informações ficarão vinculadas ao equipamento.

Figura 33 – Programação de manutenção no ARCHIBUS

Fonte: Borrelli (2021).

Outra possibilidade para programar as manutenções preventivas é a criação de procedimentos, ver Figura 34. A seguir, deve-se definir as instruções de serviço, conforme Figura 35. E, por último, atribuir o procedimento definido ao respectivo equipamento, ver Figura 36.

Figura 34 – Criação de procedimentos no ARCHIBUS

Fonte: Borrelli (2021).

Figura 35 – Definição de instruções de serviço no ARCHIBUS

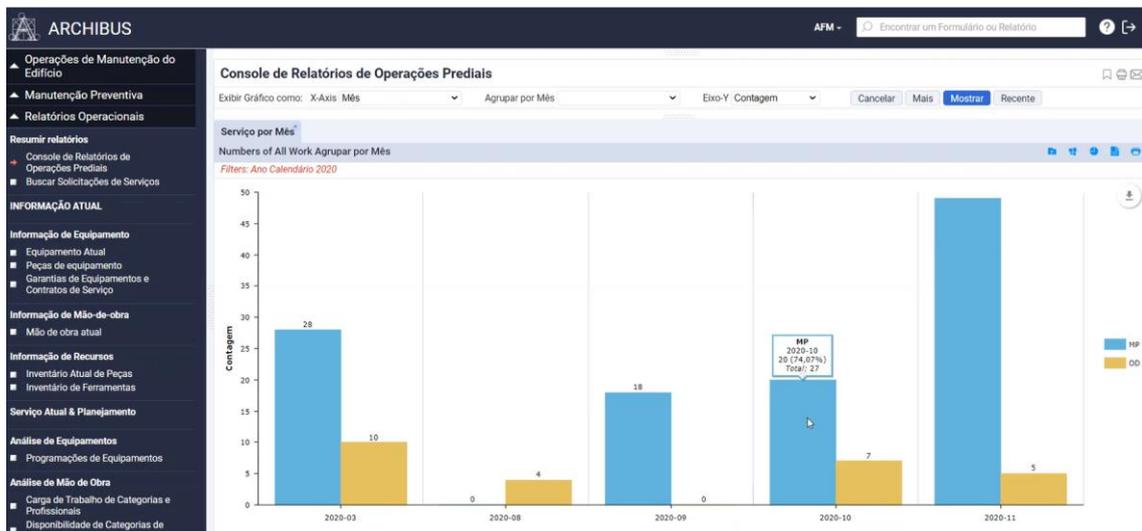
Fonte: Borrelli (2021).

Figura 36 – Atribuição de procedimentos a equipamentos no ARCHIBUS

Fonte: Borrelli (2021).

Após todos os procedimentos devidamente configurados, é possível visualizar gráficos das atividades planejadas e executadas de cada edifício por ano, ver Figura 37.

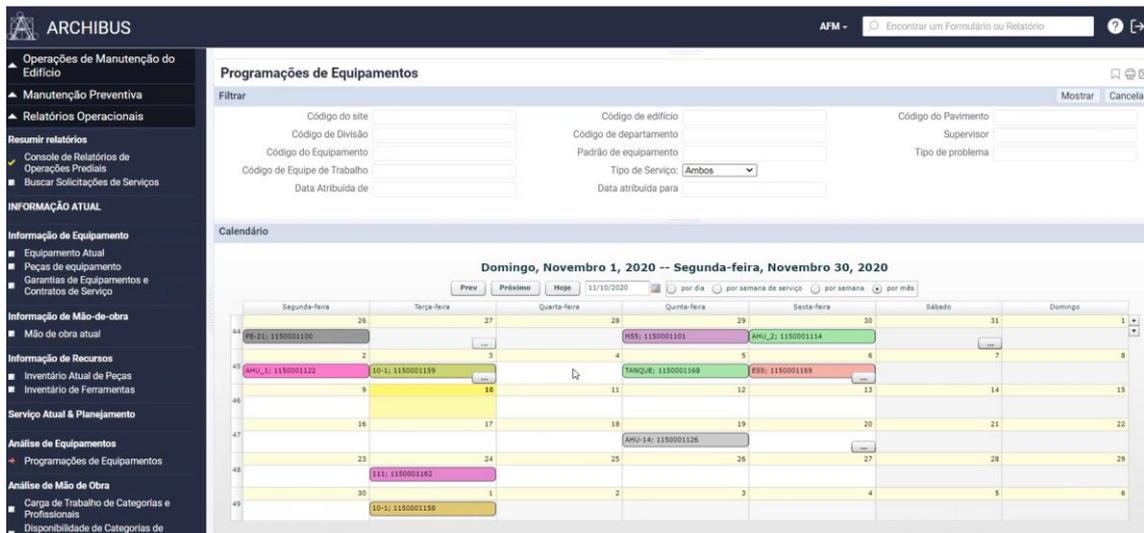
Figura 37 – Gráficos de programação de equipamentos no ARCHIBUS



Fonte: Borrelli (2021).

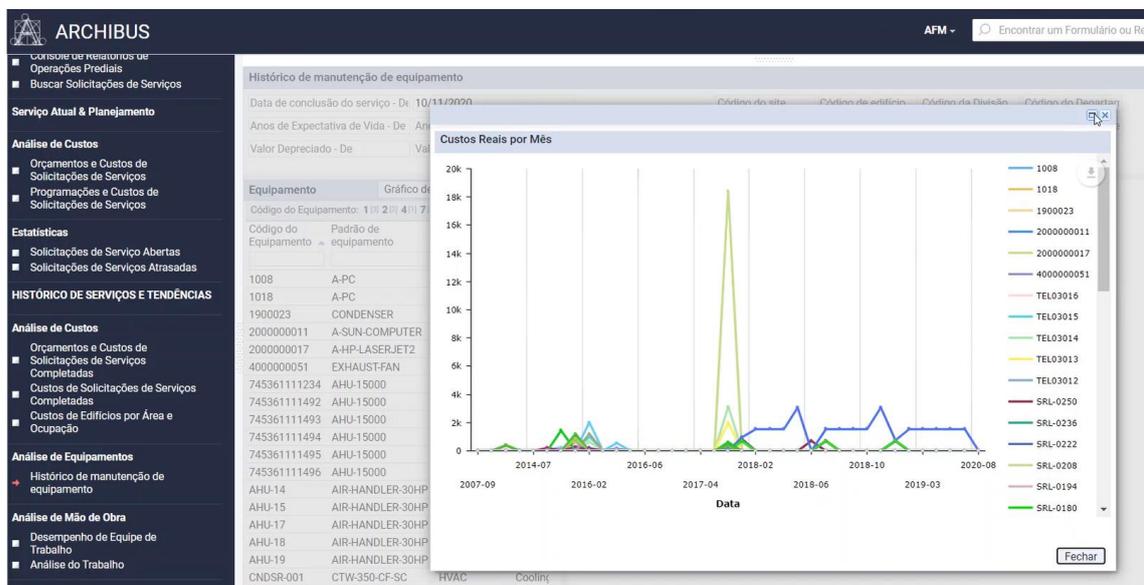
Além disso, é possível visualizar o histórico de programação de equipamentos, conforme Figura 38. Assim, é possível verificar se há desvios no padrão de gastos de cada equipamento e tomar decisões, como a troca do equipamento ou manutenção, de forma mais assertiva, ver Figura 39.

Figura 38 – Histórico de programação de equipamentos no ARCHIBUS



Fonte: Borrelli (2021).

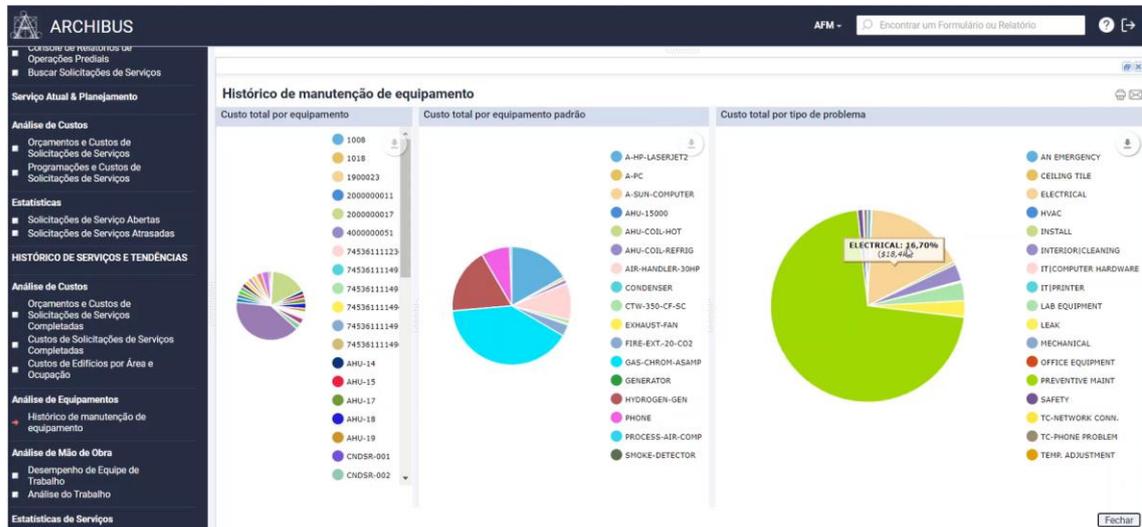
Figura 39 – Custos reais por mês de equipamentos no ARCHIBUS



Fonte: Borrelli (2021).

O Archibus permite também verificar, através de gráficos, o custo total por equipamento padrão ou o custo total por tipo de problema, conforme demonstrado na Figura 40.

Figura 40 – Custo total por equipamentos ou por tipo de problema no ARCHIBUS



Fonte: Borrelli (2021).

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao executar todas as etapas descritas no capítulo anterior, foi possível gerar uma planilha COBie que reúne as informações de todos equipamentos de ar condicionado existentes na edificação, descrevendo em qual pavimento está instalado, seu modelo, marca, características técnicas, número de serial e número de tag, conforme pode ser visto na Figura 41. Sendo assim, foi necessário configurar 61 equipamentos de ar condicionado diretamente no modelo.

Figura 41 – Planilha COBie gerada através do *software* Revit

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Name	CreatedBy	CreatedOn	TypeName	Space	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	SerialNumber	InstallationDate	WarrantyStartDate	TagNumber
43	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	9º Pavimento	UC 23 MULTI INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	744889	4MXS80KV	n/a	n/a	A08CBE60
44	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	9º Pavimento	UC 21 MULTI INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	744998	5MXS110L	n/a	n/a	BC813F6E
45	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	9º Pavimento	UC-25 SPLIT INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	745022	RX24N5VL	n/a	n/a	BA661E20
46	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	9º Pavimento	UC 24 MULTI INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	745166	5MXS110L	n/a	n/a	1532D588
47	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	10º Pavimento	UC 24 MULTI INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	745398	5MXS110L	n/a	n/a	8E84E2EC
48	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	10º Pavimento	UC 21 MULTI INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	745622	5MXS110L	n/a	n/a	114A2575
49	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	10º Pavimento	UC-25 SPLIT INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	745646	RX24N5VL	n/a	n/a	C5FD7CC
50	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	11º Pavimento	UC-29 SPLIT INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	745735	RX24N5VL	n/a	n/a	4566228E
51	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	11º Pavimento	UC 28 MULTI INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	745835	5MXS110L	n/a	n/a	05A6A7B0
52	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	12º Pavimento	UC 30 - FUJITSU - SPLIT INVERTER	Autodesk	ffc:Building	746044	AOBR30L	n/a	n/a	B7425975
53	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	12º Pavimento	UC-35 SPLIT INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	746047	AOBR30L	n/a	n/a	E6F70148
54	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	12º Pavimento	UC 33 MULTI INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	746183	5MXS110L	n/a	n/a	7EFD196D
55	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	Cobertura	UC-22" SPLIT INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	746265	RX24N5VL	n/a	n/a	0F12A283
56	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	Cobertura	MULTI INVERTER DAIKIN Bomba Carlo	Autodesk	ffc:Building	746311	4MXS80KV	n/a	n/a	UC-31
57	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	Cobertura	UC-22" SPLIT INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	746323	RX24N5VL	n/a	n/a	04748627
58	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	Cobertura	UC-27 SPLIT INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	746324	RX24N5VL	n/a	n/a	E6B2786E
59	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	Cobertura	UC-22" SPLIT INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	746325	RX24N5VL	n/a	n/a	D979AB1Q
60	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	Cobertura	UC-17 SPLIT INVERTER DAIKIN Bomb	Autodesk	ffc:Building	746330	RX24N5VL	n/a	n/a	2DECDDC
61	Condensadora AC	ninivereser	n/a	n/a	Cobertura	MULTI INVERTER DAIKIN Bomba Carlo	Autodesk	ffc:Building	746334	RX24N5VL	n/a	n/a	0FB75D32

Fonte: A autora (2021).

A utilização do *software* Revit para gerenciar as informações possibilitou analisar o projeto de ar condicionado com maior facilidade, identificando facilmente onde os equipamentos estavam localizados na arquitetura, reunindo e consolidando todos os dados em uma única plataforma.

De acordo com as definições do quadro orientativo elaborado nessa pesquisa, o manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor são informações não geométricas necessárias para cumprir o programa de manutenção. O prazo de garantia e o contato do fornecedor são dados facilmente acrescentados na planilha COBie, em seus campos específicos para tais informações. Entretanto, a planilha COBie não permite a inclusão de anexos para o acréscimo de manuais técnicos. Para solucionar tal demanda, uma opção simples é gerar links desses manuais em

servidores de armazenamento em nuvem e acrescentar os links nos campos de descrição dos elementos.

Com a concentração das informações dos equipamentos na planilha COBie, o gestor de manutenção terá maior facilidade de identificar a quantidade de equipamentos que precisarão ser verificados em uma manutenção preventiva. Além disso, terá acesso a todas informações do equipamento e sua respectiva localização. A facilidade do acesso às informações e a organização na planilha COBie contribui para uma melhoria na gestão de manutenção.

Vale destacar, nesse contexto, que a planilha COBie é imprescindível para uso em alguns *softwares* de gestão de manutenção, sendo, portanto, uma etapa intermediária necessária para a completa gestão BIM-FM.

Apesar das ferramentas BIM-FM permitirem o atendimento aos requisitos de gestão de manutenção de edificações, as informações a serem acrescentadas no modelo precisam ser coletadas nas fases de projeto e execução. Os dados de garantia e os manuais técnicos, por exemplo, precisam ser fornecidos e estar de acordo com o que consta no local. Postergar o arquivamento de dados acarreta em perda de informações. No projeto de ar condicionado utilizado nessa pesquisa, não constava os manuais técnicos dos equipamentos utilizados e esse material não pôde ser obtido com o fabricante, por serem equipamentos que pararam de serem fabricados.

Como demonstrado anteriormente, a geração das informações na planilha COBie pelo Revit necessita que as mesmas sejam previamente configuradas, preenchidas no modelo.

Um alerta importante a ser feito é que esse processo pode acarretar problemas gerados por falhas humanas, pois se algum equipamento não for configurado, seja por esquecimento, por não ter sido visto, ou ainda, se todas as informações do equipamento forem inseridas, mas a caixa de diálogo COBie não for selecionada, conforme demonstrado na Figura 42, as informações ficarão ausentes na planilha.

Figura 42 – Preenchimento de dados COBie no *software* Revit

The screenshot shows the 'Propriedades' (Properties) window in Revit. The selected element is 'Bomba Calor Fonte Ar 20'. The 'Equipamento mecânico (1)' category is selected. The 'COBie' section is expanded, showing various data fields and their values.

Equipamento mecânico (1)	
IfcGUID	
IfcName	UC-08
IfcDescription	
IfcMaterial	AC_Aluminio
IfcExportAs	IfcUnitaryEquipmentType.AIRCONDITIONINGUNIT
IfcPresentationLayer	X-ARC Equipamentos.3D
IfcSpatialContainer	2º Pavimento
IfcTag	837EA133-B799-1149-8F77-858A2E5550C8
SerialNumber(Pset_ManufacturerOccurrence)	
Manufacturer(Pset_ManufacturerTypeInformation)	DAIKIN
ProductionYear(Pset_ManufacturerTypeInformation)	
Renovation Status(AC_Pset_RenovationAndPhasing)	Existing
IfcPropertySetList	"Pset_ManufacturerTypeInformation";"Pset_Manuf..."
ModelLabel(Pset_ManufacturerTypeInformation)	5MXS110LVM - MULTI INVERTER
Dados	
COBie	<input type="checkbox"/>
COBie.ExternalIdentifier	
COBie.CreatedBy	niniveresende@gmail.com
COBie.CreatedOn	
COBie.Component.Name	Condensadora AC
COBie.Component.Space	2º Pavimento
COBie.Component.Description	UC 08 MULTI INVERTER DAIKIN Bomba Carlor Font...
COBie.Component.SerialNumber	5MXS110LVM
COBie.Component.InstallationDate	
COBie.Component.WarrantyStartDate	
COBie.Component.TagNumber	837EA133-B799-1149-8F77-858A2E5550C8
COBie.Component.BarCode	
COBie.Component.AssetIdIdentifier	
COBie.Component.Area	
COBie.Component.Length	

At the bottom of the window, there is a 'Ajuda de propriedades' link and an 'Aplicar' button. The status bar shows 'Navegador de projeto - TODOS OS PROJETOS FINAL.rvt' and 'Propriedades'.

Fonte: A autora (2021).

Diante dos resultados obtidos, com esse trabalho foi possível elaborar um quadro orientativo para gestão de manutenção atendendo ao requisito normativo da NBR 5674:2012 (ABNT, 2012) de estabelecer um programa de manutenção. Verificou-se, também, que o método proposto é aplicável e possui vantagens e limitações ao utilizar ferramentas BIM-FM e planilhas COBie, ver Quadro 8.

Quadro 8 – Vantagens e desvantagens utilizar planilhas COBie e ferramentas BIM-FM

	Vantagens	Desvantagens
COBie	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de reunir todas as informações do modelo BIM de edificações em planilhas • Facilidade de identificar a quantidade de equipamentos que precisarão ser verificados em uma manutenção preventiva • Acesso às informações dos equipamentos e suas respectivas localizações • Baixo Custo 	<ul style="list-style-type: none"> • Não é possível programar as manutenções • Dificuldade de controlar as manutenções realizadas • Extração de dados do modelo BIM para COBie é suscetível a perda de informações • A geração das informações na planilha COBie pelo Revit necessita que as mesmas sejam previamente configuradas
Ferramentas BIM-FM	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de programar e controlar as manutenções • Geração de relatórios de manutenções realizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de treinamento • Dificuldade de acesso a manuais e tutoriais • Alto custo

Fonte: A autora (2021).

A validação do método proposto neste trabalho ocorreu através da demonstração de sua exequibilidade técnica. A análise da aplicabilidade, avaliando a facilidade do uso e penetração no mercado, não foi realizada considerando a simplicidade do método proposto, pelo uso de planilhas e quadro orientativo, sendo acessível para empresas de pequeno porte e condomínios que estão iniciando o processo de manutenção.

7 CONCLUSÕES

A presente pesquisa elaborou um quadro orientativo definindo as informações geométricas e não geométricas necessárias para que um programa de manutenção possa ser executado conforme demanda da NBR 5674:2012 (ABNT, 2012). Além disso, demonstrou-se como utilizar ferramentas BIM para realizar a gestão de manutenção do sistema de ar condicionado de uma edificação residencial multifamiliar.

Com essa pesquisa, percebeu-se que o método proposto pode auxiliar na melhoria da visualização das informações sobre os equipamentos passíveis de manutenção. Outro fator importante percebido diz respeito à facilidade de rastrear os equipamentos, que ficaram todos listados em uma única planilha COBie, com a respectiva localização do pavimento. Ainda, o quadro orientativo proposto pode ser considerado como uma ferramenta capaz de facilitar o processo de identificação dos requisitos de informações necessárias para a gestão de manutenção de uma edificação residencial multifamiliar, tendo em vista que reúne as informações que são necessárias para gestão de manutenção de cada sistema de acordo com a CBIC. Entretanto, o quadro proposto pode necessitar ser ajustado conforme características específicas das edificações, como a existência de outros sistemas que não estão listados no quadro.

Com a utilização das ferramentas BIM ao longo do estudo constatou-se que o COBie pode ser implementado de imediato, seja em novas construções ou em edificações já construídas. Com a concentração das informações dos equipamentos na planilha COBie, o gestor de manutenção terá maior facilidade de identificar a quantidade de equipamentos que precisarão ser verificados em uma manutenção preventiva. Além disso, terá acesso às informações do equipamento e sua respectiva localização.

Uma limitação observada no desenvolvimento dessa pesquisa foi que o processo de preenchimento de informações não-geométricas no *software* de modelagem Revit pode acarretar problemas gerados por falhas humanas, pois se algum equipamento não for devidamente configurado, seja por esquecimento, por não ter sido visto, ou ainda, por erro de configuração de exportação, as informações ficarão ausentes na planilha COBie.

Outra limitação observada foi que as informações a serem acrescentadas no modelo precisam ser coletadas nas fases de projeto e execução. As informações não geométricas, como dados dos equipamentos dos sistemas, prazos de garantia, manuais técnicos, entre outros, precisam ser fornecidas e estar de acordo com o que consta no local. Postergar o registro de dados acarreta em perda de informações. Um exemplo observado nessa pesquisa foi a indisponibilidade de manuais técnicos de equipamentos de ar condicionado, e que não puderem ser obtidos com os fornecedores, por serem equipamentos que não são mais produzidos.

Foi possível perceber, também, que a planilha COBie pode ser imprescindível para uso em alguns *softwares* de gestão de manutenção, sendo, portanto, uma etapa intermediária necessária para a completa gestão BIM-FM.

O uso do *software* ARCHIBUS demonstrou atender todas as necessidades do programa de manutenção estabelecido no quadro orientativo proposto nessa pesquisa. Em complemento, o ARCHIBUS pode auxiliar na elaboração de outras documentações exigidas pela NBR 5674:2012 (ABNT, 2012), como a geração de relatórios de manutenção.

Ainda que o alto custo de aquisição do ARCHIBUS possa inviabilizar sua utilização para edifícios e condomínios de pequeno porte, este trabalho propõe um fluxo de atividades em que as planilhas são a conexão entre um plano de manutenção e um *software* de gestão de facilidades.

Essa pesquisa confirmou o que foi dito por Cavalliere et al. (2019), que embora o LOD 500 esteja associado ao modelo construído, na prática, o LOD 500 raramente é necessário, sendo que o esforço de modelagem é imenso e pode gerar sobrecarga nos arquivos e informações desnecessárias (MAYO e ISSA, 2014). Durante o desenvolvimento deste trabalho verificou-se que, para a gestão de manutenção de um sistema de ar condicionado, as informações não-geométricas possuem maior importância do que modelos de objetos com muitos detalhes geométricos.

É importante ressaltar que, por limitação de tempo, não foi possível testar todos os sistemas passíveis de manutenção da edificação. Mas a solução da presente pesquisa pode ser testada no mesmo edifício, considerando outros sistemas, ou, até mesmo, em outras edificações.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14037:** Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações: requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro: ABNT, 2011 Versão corrigida: 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575:** edificações habitacionais: desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5674:** manutenção de edificações: requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ALMEIDA, Bianca Batista de. **Aplicação do BIM-FM em um edifício RETROFIT.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal, 2018. Disponível em: <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/14291>. Acesso em: 24 mar. 2020.

ALNAGGAR, Ahmed; PITT, Michael. *Towards a conceptual framework to manage BIM/COBie asset data using a standard project management methodology.* **Journal of Facilities Management**, v. 17, n. 2, p. 175-187, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JFM-03-2018-0015/full/html>. Acesso em: 04 dez 2019.

ARCHIBUS. **Building Operations.** 2020. Disponível em: <https://archibus.com/products/building-operations/>. Acesso em: 08 abr. 2020.

AUTODESK. **Autodesk BIM 360.** 2020. Disponível em: <http://help.autodesk.com/view/BIM360D/ENU/?guid=GUID-A4AF6DE0-3BE4-4CF4-9C84-C780A870D5E2>. Acesso em: 09 abr. 2020.

AUTODESK. **Autodesk knowledge network:** COBie Extension for Revit. 2017. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/community/collection/cobie-extension-for-revit>. Acesso em: 09 set. 2020.

AU-YONG, Cheong Peng; ALI, Azlan Shah; CHUA, Shirley Jin Lin. *A literature review of routine maintenance in high-rise residential buildings: A theoretical framework and directions for future research.* **Journal of Facilities Management**, v. 17, n. 1, p. 2-17, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JFM-10-2017-0051/full/html>. Acesso em: 19 ago. 2019.

BISWAS, Humayun Kabir. *Automatic Planning for Scanning: Optimizing 3D Laser Scanning Operations Using BIM and TLS.* **IAENG International Journal of Computer Science**, v. 46, n. 3, 2019. Disponível em: http://www.iaeng.org/IJCS/issues_v46/issue_3/IJCS_46_3_13.pdf. Acesso em: 26 dez. 2019.

BORRELLI, Elis Mayumi Yamamoto. **Requisitos para aplicação de modelos BIM nas atividades de manutenção e operação de edificações**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/trabalhoConclusaoWS?idpessoal=76868&idprograma=40001016049P2&anobase=2020&idtc=113>. Acesso em: 30 mar. 2020.

BORRELLI, Elis Mayumi Yamamoto. **Utilização de planilhas COBie e ferramentas BIM-FM para gestão de manutenção**. Destinatário: Nínive Cardoso Resende Lara. [S. l.], 19 jan. 2021. 1 mensagem eletrônica.

BRASIL. **Lei nº 8078, de 11 de setembro de 1990**. Código que estabelece normas de proteção e defesa do consumidor, de ordem pública e interesse social. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm. Acesso em: 16 set. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm. Acesso em: 03 abr. 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Guia nacional para a elaboração do manual de uso, operação e manutenção das edificações**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2014. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia_de_Elaboracao_de_Manuais_2014.pdf. Acesso em: 02 abr. 2019.

CARVALHO, Bruno Miguel de Paiva. **Integração da simulação de multidões em BIM**. Regeneração do Rio Alenquer: Complexo Desportivo da Romeira - Centro de Reabilitação e Treino de Alto Rendimento. 2017. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10071/16094>. Acesso em: 31 mar. 2020.

CARVALHO, Carlos Magno Herthel de. **Building Information Modeling na manutenção predial e reformas de edificações hospitalares existentes**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Construção Metálica) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/11705>. Acesso em: 10 dez. 2019.

CARVALHO, Cláudio Pinto. **A metodologia BIM – Building Information Modeling na gestão da manutenção das infraestruturas do Campus 2 do Instituto Politécnico de Leiria**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica) – NOVA Information Management School, Leiria, Portugal, 2017. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/24617>. Acesso em: 30 mar. 2020.

CAVALLIERE, Carmine; HABERT, Guillaume; DELL'OSSO, Guido Raffaele; HOLLBERG, Alexander. *Continuous BIM-based assessment of embodied environmental impacts throughout the design process*. **Journal of cleaner production**, v. 211, p. 941-952, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618336485>. Acesso em: 26 dez. 2019.

CHEN, Weiwei; CHEN, Keyu; CHENG, Jack C.P.; WANG, Qian; GAN, Vincent J.L. *BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders*. **Automation in Construction**, v. 91, p. 15-30, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.007>. Acesso em: 07 maio 2020.

CHRISTIAN, John; PANDEYA, Amar. *Cost predictions of facilities*. **Journal of Management in Engineering**, v. 13, n. 1, p. 52, 1997. Disponível em: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(1997\)13:1\(52\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0742-597X(1997)13:1(52)). Acesso em: 3 jan. 2020.

CONSTRUÇÃO, Câmara Brasileira da Indústria da (Ed.). *Guia nacional para a elaboração do manual de uso, operação e manutenção das edificações*. Fortaleza: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2014. 185 p.

DE FREITAS RODAS, Inês Aidé Ribeiro. **Aplicação da metodologia BIM na gestão de edifícios**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/79657/2/35928.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2020.

DE SOUZA MOREIRA, Lorena Claudia; TONOLI, Julio Gattej; RUSCHEL, Regina Coeli. *A prática do manual do proprietário da edificação: uma classificação conforme a NBR14037*. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 13, n. 3, p. 119-134, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v13i3.128208>. Acesso em: 24 set. 2019.

DING, Lan; DROGEMULLER, Robin; AKHURST, Paul; HOUGH, Richard; BULL, Stuart; LINNING, Chris. *Towards sustainable facilities management*. In: NEWTON, P.; HAMPSON, K.; DROGEMULLER, R. (eds.). **Technology, Design and Process Innovation in the Built Environment**. United Kingdom: Taylor & Francis, 2009. p. 373-392. Disponível em: <http://eprints.qut.edu.au/20926/>. Acesso em: 04 maio 2020.

EADIE, Robert; BROWNE, Mike; ODEYINKA, Henry; MCKEOWN, Clare; MCNIFF, Sean. *BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis*. **Automation in construction**, v. 36, p. 145-151, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580513001507>. Acesso em: 16 dez. 2019

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons. Inc., 2011.

FARONI, Marianne Cortes Cavalcante. **BIM nos processos de gestão de facilidades em uma universidade: estudo de caso e diretrizes preliminares**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017. Disponível em: http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_11597_Mariane%20Cortes%20Cavalcante.pdf. Acesso em: 25 mar. 2020.

GALLAHER, Michael P.; O'CONNOR, Alan C.; DETTBARN JR., John L.; GILDAY, Linda T. *Cost analysis of inadequate interoperability in the US capital facilities industry*. **National Institute of Standards and Technology (NIST)**, p. 223-253, 2004. Disponível em: <https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/b04022.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2020.

GOMES, Ana Brito de Azevedo Vieira. **O Facility Management Aplicado à Gestão de Edifícios**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/8327>. Acesso em: 31 mar. 2020.

HJELSETH, Eilif. *Exchange of relevant information in BIM objects defined by the role-and/ life-cycle information model*. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 6 No. 4, pp. 279-287, 2010. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3763/aedm.2010.IDDS5>. Acesso em: 14 jan. 2020.

HOOPER, Martin. *Automated model progression scheduling using level of development*. **Construction Innovation**, v. 15, n. 4, p. 428-448, 2015. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CI-09-2014-0048/full/html>. Acesso em: 20 dez. 2019.

IBM. IBM Maximo Asset Management. 2020. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/products/maximo>. Acesso em: 09 abr. 2020.

KASSEM, Mohamad; KELLY, Graham; DAWOOD, Nashwan; SERGINSON Michael; LOCKLEY, Steve. *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://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BEPAM-02-2014-0011/full/html>. Acesso em: 06 abr. 2019.

LAVY, Sarel; JAWADEKAR, Salil. *A case study of using BIM and COBie for facility management*. **International Journal of Facility Management**, v. 5, n. 2, 2014. Disponível em: http://faculty.arch.tamu.edu/media/cms_page_media/2861/LavyJawadekar_2014.pdf. Acesso em: 29 abr. 2020.

LAVY, Sarel; SAXENA, Nishaant; DIXIT, Manish. *Effects of BIM and COBie Database Facility Management on Work Order Processing Times: Case Study*. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 33, n. 6, p. 04019069, 2019. Disponível em: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001333](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001333). Acesso em: 04 dez. 2019.

LEE, Seulki; YU, Jungho; JEONG, David. *BIM acceptance model in construction organizations*. **ASCE Journal of management in engineering**, v.31, n.3, 2015. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000252>. Acesso em: 22 maio 2019.

LEITÃO, Bruno Miguel Rocha. **Manutenção de edifícios. Automatização do acesso à informação construtiva**: estudo de caso. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68109/1/000154013.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2019.

LIU, Haoyu; XIE, Linlin; SHI, Liwen; HOU, Miaole; LI, Aiqun; HU, Yungang. *A method of automatic extraction of parameters of multi-LoD BIM models for typical components in wooden architectural-heritage structures*. **Advanced Engineering Informatics**, v. 42, p. 101002, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474034619305750>. Acesso em: 18 dez. 2019.

LIU, Rui; R.A. ISSA, Raja. *Design for maintenance accessibility using BIM tools*. **Facilities**, v.32, p. 153-159, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/F-09-2011-0078>. Acesso em: 04 maio 2020.

LUCAS, Jason; BULBUL, Tanyel; THABET, Walid. *An object-oriented model to support healthcare facility information management*. **Automation in Construction**, v. 31, p. 281-291, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.12.014>. Acesso em: 11 maio 2020.

MAIA, Barbara Lepca. **Análise do fluxo de informações no processo de manutenção predial apoiada em BIM**: estudo de caso em coberturas. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/43865>. Acesso em: 31 mar. 2020.

MALTESE, Sebastiano; MORETTI, Nicola; CECCONI, Fulvio Re; CIRIBINI, Angelo Luigi Camillo; KAMARA, John M. *Un approccio semplificato per la valutazione di sostenibilita dell'ambiente costruito attraverso il BIM*. **Techne**, v. 13, p. 278, 2017. Disponível em: <https://re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/1031488/225094/Green%20BIM.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2019.

MATARNEH, Sandra; DANSO-AMOAKO, Mark; AL-BIZRI, Salam; GATERELL, Mark; MATARNEH, Rana. *BIM-based facilities information: streamlining the information exchange process*. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 17, n. 6, pp. 1304-1322, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-02-2019-0048/full/html>. Acesso em: 16 dez. 2019.

MATOS, Nelson Rafael Muñoz. **Gestão de facilidades em tempo real**: integração da visão computacional ao BIM. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <https://sig.cefetmg.br/sigaa/verArquivo?idArquivo=2104001&key=2a1ffe0c8c629649911ffcce4a941edf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

MAYO, Glenda; ISSA, Raja R. A. *Processes and standards for BIM closeout information deliverables for owners*. **Computing in Civil and Building Engineering**. p. 673-680, 2014. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/9780784413616.084>. Acesso em: 17 dez. 2019.

MELLO, Gianine Pivetta. **Diretrizes para a modelagem BIM como apoio à Gestão de Espaços em Instituições de Ensino Superior**: o caso UFPel. 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Portugal, 2016. Disponível em <https://wp.ufpel.edu.br/gecon/files/2017/02/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Gianine-Mello.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

MOTA, Jorge Luís Ferreira dos Santos. **Metodologia BIM-FM**: Caso de Estudo Aplicado À Piscina Municipal de Vila Meã. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal, 2016. Disponível em: <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/9956>. Acesso em: 25 mar. 2020.

NEUVILLE, Romain; POULIOT, Jacynthe; BILLEN, Roland. *Identification of the Best 3D Viewpoint within the BIM Model: Application to Visual Tasks Related to Facility Management*. **Buildings**, v. 9, n. 7, p. 167, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/9/7/167>. Acesso em: 20 ago. 2019.

OLATUNJI, Oluwole Alfred; AKANMU, Abiola. *BIM-FM and consequential loss: how consequential can design models be?*. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 5, n. 3, p. 304-317, 2015. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BEPAM-03-2014-0021/full/html>. Acesso em: 02 jan. 2020.

OYEGOKE, Adekunle. *The constructive research approach in project management research*. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 4, n. 4, p. 573-595, 2011. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17538371111164029/full/html>. Acesso em: 24 jan. 2020.

PARK, Seunghwa; KIM, Inhan. *BIM-based quality control for safety issues in the design and construction phases*. **International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR**, v. 9, n. 3, p. 111-129, 2015. Disponível em: <http://archnet-ijar.net/index.php/IJAR/article/view/881>. Acesso em: 16 dez. 2019.
PÄRN, Erika A.; EDWARDS, David John. *Conceptualising the FinDD API plug-in: a study of BIM-FM integration*. **Automation in Construction**, v. 80, p. 11-21, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580517302583>. Acesso em: 16 dez. 2019.

PINA, Hugo Rafael Matos. **Metodologia BIM na Gestão da Manutenção de uma Estação Elevatória**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Aveiro, Leiria, Portugal, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10773/14955>. Acesso em: 30 mar. 2020.

PISHDAD-BOZORGI, Pardis; GAOA, Xinghua; EASTMAN, Charles; SELFA, Alonzo Patrick. *Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM)*. **Automation in Construction**, v. 87, p. 22-38, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580517301607>. Acesso em: 05 dez. 2019.

POLI, Cláudia Maria Basso. **Manual de uso, operação e manutenção das edificações residenciais: avaliação do conteúdo a fim de aumentar a utilidade para a construção civil e para o usuário**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/170982>. Acesso em: 20 nov. 2019.

RAMOS, Leandro Fernández; RUGEL, Renzo Ríos; AGUILAR, John Marreros. *Más allá de la tecnología: BIM como una nueva filosofía*. **Revista CIVILIZATE**, n.8, p.46-49, 2016. Disponível em: <http://ezproxybib.pucp.edu.pe/ojs/index.php/civilizate/article/view/18629/18867>. Acesso em: 15 mar. 2019.

SADEGHI, Marjan; ELLIOTT, Jonathan Weston; PORRO, Nick; STRONG, Kelly. *Developing building information models (BIM) for building handover, operation and maintenance*. **Journal of Facilities Management**, v. 17, n. 3, pp. 301-316, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JFM-04-2018-0029/full/html>. Acesso em: 16 dez. 2019.

SANTOS, Karine de Paula Bastos. **Gestão da manutenção de edificações com o BIM**: enfoque nas manifestações patológicas de elementos de construção. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017. Disponível em: http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/9503/1/tese_11659_Karine%20Dissertacao.pdf. Acesso em: 05 abr. 2019.

SCHNEIDER, Andreas. *Intelligent building asset management: Wireless sensors and other tools can help optimize building management and use*. **Consulting Specifying Engineer**, v. 55, n. 3, p. 11, 2018. Disponível em: <https://link.gale.com/apps/doc/A540254750/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=ffd632fd>. Acesso em: 10 jul. 2019.

SILVA, Pedro Mota Cardoso Neves da. **Aplicação do BIM à Gestão de Infraestruturas de Abastecimento de Água**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Aveiro, Leiria, Portugal, 2016. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/17855/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

SIMÕES, D. G. **Manutenção de edifícios apoiada no modelo BIM**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Técnico de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2013. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395145922989/Vers%C3%A3o%20Final%20Tese-Corrigida.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2020.

SOARES, Joel Duarte Rodrigues Teixeira. **A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal, 2013. Disponível em: https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4715/1/DM_JoelSoares_2013_MEC.pdf. Acesso em: 27 mar. 2020.

SOUSA, Gabriel Junior de Brito. **Implementação BIM no contexto de inspeção e gestão da manutenção de Obras de Arte em betão armado**: proposta de metodologia e aplicação piloto. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal, 2017. Disponível em: https://bimaplus.org/wp-content/uploads/2018/10/Dissertacao-Gabriel-Sousa_V8.0.pdf. Acesso em: 30 mar. 2020.

SUZUKI, Rogerio Tsuyoshi. **Gestão da informação em Modelos da Informação da Construção (BIM) para uso em Facilities Management (FM) suportado por Sistema Integrado de Gerenciamento de Ambiente de Trabalho (IWMS)** – versão corrigida. 2020. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-21012021-100159/publico/RogerioTsuyoshiSuzukiCorr20.pdf>. Acesso em: 05 out. 2020.

TEICHOLZ, Eric. *Bridging the AEC technology gap*. **IFMA Facility Management Journal**, v. 587, p. 588, 2004. Disponível em: http://www.graphicsystems.biz/gsi/articles/Bridging%20the%20AEC_FM%20Gap_r2.pdf. Acesso em: 03 jan. 2020.

THABET, Walid; LUCAS, Jason. *Asset data handover for a large educational institution: Case-study approach*. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 11, p. 05017017, 2017. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001389>. Acesso em: 02 jan. 2020.

TOLMER, Charles-Edouard; CASTAING, Christophe; DIAB, Youssef; MORAND, Denis. *Adapting LOD definition to meet BIM uses requirements and data modeling for linear infrastructures projects: using system and requirement engineering*. **Visualization in Engineering**, v. 5, n. 1, p. 21, 2017. Disponível em: <https://viejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40327-017-0059-9>. Acesso em: 18 dez. 2019.

VOLK, Rebekka; STENGEL, Julian; SCHULTMANN, Frank. *Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs*. **Automation in construction**, v. 38, p. 109-127, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>. Acesso em: 04 maio 2020.

XU, Zhen; LU, Xinzhen; ZENG, Xiang; XU, Yongjia; LI, Yi. *Seismic loss assessment for buildings with various-LOD BIM data*. **Advanced Engineering Informatics**, v. 39, p. 112-126, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474034618305020>. Acesso em 17 dez. 2019.

YALCINKAYA, Mehmet; SINGH, Vishal. *VisualCOBie for facilities management: A BIM integrated, visual search and information management platform for COBie extension*. **Facilities**, v. 37, n. 7/8, p. 502-524, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/F-01-2018-0011/full/html>. Acesso em: 16 dez. 2019.

YASUOKA, Diego Nakahira. **O padrão COBie na coleta de informações para o gerenciamento de facilidades**: um estudo de caso em data center. 2019. Monografia (MBA em Gerenciamento de Facilidades) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <http://poliintegra.poli.usp.br/library/pdfs/56595a86e51bf3e48fcdcb815ac9aed.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

APÊNDICE A – Quadro orientativo

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Antena Coletiva	Modelagem de antena coletiva	Verificar a integridade dos componentes elétricos e fios	A cada 6 meses	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (empresa capacitada / especializada)
		Verificar a integridade estrutural dos componentes e fixações	A cada 1 ano	
Ar condicionado	Modelagem das unidades evaporadoras e condensadoras de ar condicionado	Ligar o sistema	A cada 1 semana	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa especializada)
		Realizar a manutenção dos ventiladores e do gerador (quando houver) dos sistemas de exaustão	A cada 1 mês	
		Verificar todos os componentes do sistema e providenciar reparos necessários	A cada 1 mês	
		Realizar limpeza dos componentes e filtros, mesmo em períodos de não utilização	A cada 1 mês ou menos, caso necessário	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Área de recreação infantil	Modelagem dos brinquedos da área de recreação infantil	Verificar a integridade dos brinquedos e se as peças de encaixe e/ou parafusadas, correntes e dispositivos de fixação estão em bom estado, com os parafusos de fixação bem apertados e em funcionamento	A cada 1 mês	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada)
		Os brinquedos devem ser cuidados para que as partes metálicas não oxidem, em havendo oxidação deverá ser tratado.	A cada 1 ano	
		Brinquedos de madeira devem ser anualmente verificados e se necessário tomadas as ações necessárias para recuperação das características originais.	A cada 1 ano	
Banheira de hidromassagem/ spa/ofurô	Modelagem de banheiras de hidromassagem, spa e ofurôs	Fazer teste de funcionamento conforme instruções do fornecedor	A cada 1 mês	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada)
		Limpeza dos dispositivos que impossibilitem a entrada de resíduos na tubulação	A cada 3 meses	
		Refazer o rejuntamento das bordas com silicone específico ou mastique	A cada 1 ano	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Banheira de hidromassagem/ spa/ofurô	Modelagem de banheiras de hidromassagem, spa e ofurôs	Fazer teste de funcionamento conforme instruções do fornecedor	A cada 1 mês	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada)
		Limpeza dos dispositivos que impossibilitem a entrada de resíduos na tubulação	A cada 3 meses	
		Refazer o rejuntamento das bordas com silicone específico ou mastique	A cada 1 ano	
Cerca Elétrica	Modelagem das cercas elétricas	Verificar a integridade dos componentes elétricos e fios	A cada 6 meses	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (empresa capacitada / especializada)
		Verificar a integridade estrutural dos componentes e fixações	A cada 1 ano	
Churrasqueira, forno de pizza e lareira para uso a carvão	Modelagem dos pontos de churrasqueira, forno e lareira a carvão, com equipamentos e revestimentos	Fazer limpeza geral	A cada 1 semana	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada).
		Verificar os revestimentos, tijolos refratários	A cada 6 meses	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Circuito fechado de televisão – CFTV	Modelagem do local do circuito fechado de televisão	Verificar o funcionamento, conforme instruções do fornecedor	A cada 1 mês	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada / especializada)
		Vistoria completa no sistema instalado e realização de manutenções	A cada 6 meses	
Cobertura	Modelagem dos sistemas de cobertura, incluindo calhas, telhas e protetores térmicos	Verificar a integridade das calhas, telhas e protetores térmicos. Em épocas de chuvas fortes, é recomendada inspeção das calhas semanalmente	A cada 6 meses	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe capacitada / especializada)
	Modelagem de todas as áreas de cobertura, vedações e fixações	Verificar a integridade estrutural dos componentes, vedações, fixações, e reconstituir e tratar se necessário.	A cada 1 ano	
Deck de madeira	Modelagem do deck	A camada protetora da madeira (verniz, selante etc) deverá ser revisada e se necessário removida e refeita de modo a retornar o desempenho.	A cada 1 ano	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada)
		Verificar a integridade e reconstituir, se necessário		

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Esquadrias de alumínio	Modelagem das esquadrias de alumínio	Efetuar limpeza geral das esquadrias e seus componentes	A cada 3 meses	Manual técnico, materiais, sistema de limpeza, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada / se necessário, a regulagem deverá ser feita por pessoa especializada, para não colocar em risco a segurança do usuário e de terceiros)
		Verificar a presença de fissuras, falhas na vedação e fixação nos caixilhos e reconstituir sua integridade.	A cada 1 ano	
		Reapertar os parafusos aparentes dos fechos, das fechaduras ou puxadores e das roldanas;	A cada 1 ano ou sempre que necessário	
		Verificar nas janelas Maximo-ar a necessidade de regular o freio. Para isso, abrir a janela até um ponto intermediário ($\pm 30^\circ$), no qual ela deve permanecer parada e oferecer certa resistência a movimento espontâneo.	A cada 1 ano ou sempre que necessário	
Esquadrias de ferro e aço	Modelagem das esquadrias de ferro e aço	Verificar as esquadrias, para identificação de pontos de oxidação e proceder reparos necessários	A cada 6 meses	Manual técnico, materiais, sistema de limpeza, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (empresa capacitada/ especializada)
		Verificar e, se necessário, pintar ou executar serviços com as mesmas especificações da pintura original	A cada 1 ano	
		Verificar a vedação e fixação dos vidros	A cada 1 ano	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Esquadrias de madeira	Modelagem das esquadrias de madeira	No caso de esquadrias envernizadas, recomenda-se tratamento com verniz e, a cada três anos, a raspagem total e reaplicação do verniz.	A cada 1 ano	Manual técnico, materiais, sistema de limpeza, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (empresa capacitada / especializada)
		Verificar falhas de vedação, fixação das esquadrias, guarda corpos e reconstituir sua integridade se necessário.		
		Efetuar limpeza geral das esquadrias, incluindo os drenos. Reapertar parafusos aparentes e regular freio e lubrificação.		
		Verificar a vedação e fixação dos vidros		
		Nos casos das esquadrias enceradas é aconselhável o tratamento de todas as partes.	A cada 1 ano ou sempre que necessário	
		Nos casos de esquadrias pintadas, repintar. É importante o uso correto de tinta especificada no manual		
		No caso de esquadrias envernizadas, recomenda-se, além do tratamento anual, efetuar a raspagem total e reaplicação do verniz		

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Geradores de água quente	Modelagem dos geradores de água quente e do sistema de lavagem interna, com queimadores e filtros de água	Verificar as condições das instalações para detectar existência de vazamentos de água ou gás	Diariamente	Manual técnico, instrução do fabricante, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada)
		Limpar e regular os sistemas de queimadores e filtros de água, conforme instruções dos fabricantes	A cada 2 meses	
		Verificar sua integridade e reconstituir o funcionamento do sistema de lavagem interna dos depósitos de água quente e limpeza das chaminés	A cada 1 ano	
Grupo gerador	Modelagem dos pontos de gerador	Verificar, após o uso do equipamento, o nível de óleo combustível e se há obstrução nas entradas e nas saídas de ventilação	A cada 1 semana	
		Fazer teste de funcionamento do sistema durante 15 minutos	A cada 15 dias	
		Verificar o nível de combustível do reservatório e complementar	A cada 15 dias	
		Limpar a cabine / carenagem	A cada 3 meses	
		Verificar e, se necessário, efetuar manutenção do catalizador	A cada 3 meses	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Iluminação de emergência - baterias comuns	Modelagem dos pontos de iluminação de emergência	Efetuar teste de funcionamento dos sistemas, conforme instruções do fornecedor	A cada 15 dias	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada / especializada)
		Verificar o nível da água destilada dos eletrólitos das baterias. Se necessário, completar até 1,5 centímetro acima das placas	A cada 2 meses	
	Modelagem da central de comandos onde estão localizados os disjuntores da iluminação de emergência	Após o 3º ano de instalação, testar o sistema, desligando o disjuntor e deixando ocorrer o corte por mínimo de tensão, a fim de verificar se o tempo de autonomia é satisfatório	A cada 6 meses	
Iluminação de emergência - baterias seladas	Modelagem dos pontos de iluminação de emergência	Verificar o led de carga de baterias	A cada 2 meses	
Iluminação de emergência - sistema centralizado com baterias recarregáveis	Modelagem dos pontos de iluminação de emergência (baterias recarregáveis)	Efetuar teste de funcionamento dos sistemas, conforme instruções do fornecedor	A cada 15 dias	
		Verificar se os fusíveis estão bem fixados ou queimados e, se necessário, efetuar reparos	A cada 2 meses	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Iluminação de emergência - conjunto de blocos autônomos e módulos	Modelagem dos pontos de iluminação de emergência	Fazer teste de funcionamento do sistema por 1 hora	A cada 1 mês	
Iluminação de emergência - grupo gerador	Modelagem dos pontos de iluminação de emergência	Verificar o led de funcionamento e carga	A cada 1 semana	Manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada / especializada)
		Fazer teste de funcionamento do sistema por 15 minutos	A cada 15 dias	
		Efetuar as manutenções previstas no Sistema de Grupo Gerador	A cada 1 mês	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Impermeabilização	Modelagem de camadas de impermeabilização, indicando rejuntamentos, em todos os locais, pisos, paredes, soleiras, ralos, peças sanitárias, bordas de banheiras, chaminés, grelhas de ventilação, etc	Verificar a integridade e reconstituir os rejuntamentos internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, bordas de banheiras, chaminés, grelhas de ventilação, etc	A cada 1 ano	Manual técnico, método de manutenção, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (empresa capacitada / especializada)
		Inspecionar a camada drenante do jardim. Caso haja obstrução na tubulação e entupimento dos ralos ou grelhas, efetuar a limpeza.		
		Verificar a integridade do sistema e reconstituir a proteção mecânica, sinais de infiltração ou falhas da impermeabilização exposta.		

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Infraestrutura para prática recreativa	Modelagem das espécies arbóreas próximas às quadras	Executar a manutenção do jardim próximo à quadra, para evitar problemas de drenagem. Não permitir que as raízes das plantas infiltrem sob o piso da quadra	A cada 2 meses	Manual técnico, método de manutenção, contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada)
	Modelagem dos equipamentos esportivos	Pintar os equipamentos esportivos ou quando a camada de tinta for danificada por uso, de modo a evitar oxidações	A cada 1 ano	
		Esticar as telas onde necessário	A cada 1 ano ou sempre que necessário	
	Modelagem das quadras	Pisos de concreto polido pintado, repintar a superfície, em função do uso da quadra	A cada 3 anos ou quando necessário em função do uso	Manual técnico, materiais, método de manutenção, contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (empresa capacitada/ especializada)

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Instalações hidráulicas - água não potável	Modelagem dos ralos, grelhas e calhas das águas pluviais	Verificar e limpar os ralos e grelhas das águas pluviais e calhas	A cada 1 mês ou cada uma semana em épocas de chuvas intensas	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (Equipe de manutenção local / empresa especializada)
	Modelagem dos reservatórios de água não potável	Limpar os reservatórios e realizar eventual manutenção do revestimento impermeável	A cada 3 meses (ou quando for detectada alguma obstrução)	
	Modelagem das instalações hidráulicas de água não potável, indicando registros dos subsolos e cobertura (barrilete), mecanismos de descarga e bombas de recalque	Abrir e fechar completamente os registros dos subsolos e cobertura (barrilete), evitando emperramentos e mantendo-os em condições de manobra	A cada 6 meses	
		Limpar e verificar a regulagem dos mecanismos de descarga		
	Efetuar manutenção nas bombas de recalque de esgoto, águas pluviais e drenagem			

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Instalações hidráulicas - água não potável	Modelagem das instalações hidráulicas e bombas submersas	Verificar se as bombas submersas (esgoto e águas pluviais / drenagem) não estão encostadas ou em contato com depósito de resíduos / solo no fundo do reservatório, para evitar obstrução ou danos nas bombas. Em caso afirmativo, contratar empresa especializada para limpar o reservatório e regular a altura de posicionamento da bomba através da corda de sustentação.	A cada 6 meses nas épocas de estiagem e semanalmente nas épocas de chuvas intensas	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (Equipe de manutenção local / empresa capacitada / especializada)
	Modelagem das tubulações de captação de água do jardim	Verificar as tubulações de captação de água do jardim para detectar raízes que possam destruir ou entupir as tubulações	A cada 1 ano	
	Modelagem das instalações, válvula de descarga, torneira automática, torneira eletrônica e tubulações de água servida	Verificar a estanqueidade da válvula de descarga, torneira automática e torneira eletrônica Verificar as tubulações de água servida, para detectar obstruções, perda de estanqueidade, sua fixação, reconstituindo sua integridade onde necessário.		

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Instalações hidráulicas - água potável	Modelagem das instalações hidráulicas de água potável, tubulações, bombas hidráulicas e painéis elétricos, reservatórios de água potável, indicando extravasor (ladrão), caixas acopladas, registros de gaveta, mecanismos de descarga e registros dos subsolos e cobertura (barrilete).	Verificar o nível dos reservatórios, o funcionamento das torneiras de boia e a chave de boia para controle de nível	A cada 1 semana	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local)
		Verificar a estanqueidade e a pressão para a válvula redutora de pressão das colunas de água potável	A cada 1 mês	
		Utilizar e limpar as bombas em sistema de rodízio, por meio da chave de alternância no painel elétrico (quando o quadro elétrico não realizar a reversão automática)	A cada 15 dias	
		Verificar funcionalidade do extravasor (ladrão) dos reservatórios, evitando entupimentos por incrustações ou sujeiras	A cada 6 meses	
		Verificar mecanismos internos da caixa acoplada		
		Verificar a estanqueidade dos registros de gaveta		
		Limpar e verificar a regulagem dos mecanismos de descarga		
		Abrir e fechar completamente os registros dos subsolos e cobertura (barrilete) para evitar emperramentos e mantendo-os em condições de manobra		

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Instalações hidráulicas - água potável	Modelagem das instalações hidráulicas de água potável, bombas de recalque, aeradores das torneiras e sistema de pressurização de água, tubulações, reservatórios, filtros e válvulas redutoras de pressão, válvula de descarga, torneira automática e torneira eletrônica.	Efetuar manutenção nas bombas de recalque de água potável	A cada 6 meses	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa especializada).
		Limpar os aeradores (bicos removíveis) das torneiras		
		Verificar o sistema de pressurização, a regulagem da pressão, reaperto dos componentes e parametrização dos sistemas elétricos e eletrônicos e, proceder ajustes e reparos necessários.		
		Limpar os reservatórios e fornecer atestado de potabilidade. OBS.: Isolar as tubulações da válvula redutora de pressão durante a limpeza dos reservatórios superiores, quando existentes	A cada 6 meses (ou quando ocorrer indícios de contaminação ou problemas no fornecimento de água potável da rede pública)	
		Limpar os filtros e efetuar revisão nas válvulas redutoras de pressão conforme orientações do fabricante	A cada 6 meses ou conforme orientações do fabricante	
		Verificar a estanqueidade da válvula de descarga, torneira automática e torneira eletrônica	A cada 1 ano	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Instalações hidráulicas - água potável	Modelagem das instalações e tubulações de água potável, vedantes das torneiras, misturadores, registros de pressão e sistema de aquecimento individual.	Verificar as tubulações de água potável para detectar obstruções, perda de estanqueidade e sua fixação. Recuperar sua integridade onde necessário.	A cada 1 ano	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada).
		Verificar e, se necessário, substituir os vedantes (courinhos) das torneiras, misturadores e registros de pressão para garantir a vedação e evitar vazamentos.		
		Verificar o funcionamento do sistema de aquecimento individual e afetar limpeza e regulagem, conforme legislação vigente.		

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Instalações hidráulicas - sistema de combate a incêndio	Modelagem das instalações hidráulicas, tubulações e reservatórios, bombas hidráulicas de combate à incêndio, registros de gaveta, registros dos subsolos e cobertura (barrilete).	Verificar o nível dos reservatórios e o funcionamento das torneiras de boia e a chave de boia para controle do nível	A cada 1 semana	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Orientações da companhia de seguros do edifício ou do projeto de instalações. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa especializada).
		Acionar a bomba de incêndio por meio do dreno da tubulação ou da botoeira ao lado do hidrante.	A cada 1 mês	
		Verificar a estanqueidade dos registros de gaveta	A cada 6 meses	
		Efetuar manutenção nas bombas de incêndio		
		Abrir e fechar completamente os registros dos subsolos e cobertura (barrilete), evitando emperramentos e mantendo-os em condições de manobra.		
Instalações elétricas	Modelagem das instalações elétricas, com indicação das conexões e da localização do disjuntor DR	Verificar o estado dos contatos elétricos. Caso possua desgaste, substituir as peças (tomadas, interruptores e pontos de luz e outros)	A cada 1 ano	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (empresa capacitada / especializada).
		Reapertar todas as conexões (tomadas, interruptores, pontos de luz e outros)	A cada 1 ano ou sempre que necessário	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Atividade	Periodicidade	Informações não geométricas
Jardins	Modelagem de todas as áreas de jardim	Regar preferencialmente no início da manhã ou no fim da tarde, inclusive as folhas.	A cada 1 dia (verão)	Para melhor manutenção indicação dos nomes das espécies e detalhes de poda e rega. Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor de sistema de irrigação. Vincular responsável (equipe de manutenção local / jardineiro qualificado).
			A cada 2 dia (inverno)	
	Modelagem dos pontos de irrigação e das tubulações.	Verificar o funcionamento dos dispositivos de irrigação	A cada 1 semana	
	Modelagem de todas as áreas de jardim, indicando áreas que contêm grama.	Executar a manutenção do jardim	A cada 1 mês	
		Efetuar a manutenção das jardineiras de apartamentos, cobertura e nos jardins do térreo		
Cortar a grama	A cada 45 dias ou sempre que a altura atingir 5 cm			
Pinturas, texturas, vernizes (interna e externa)	Modelagem de todas as paredes e tetos com pinturas, texturas e vernizes, internas e externa	Revisar a pintura das áreas secas e se necessário, repintá-las	A cada 1 ano ou sempre que necessário	Indicar material utilizado, incluindo cor e quantidade, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular responsável pela manutenção (empresa capacitada / especializada).
		Repintar paredes e tetos das áreas secas		
		As áreas externas devem ter sua pintura revisada e se necessário, repintá-las		

Continua

Sistema	Informações geométricas	Atividade	Periodicidade	Informações não geométricas
Piso em blocos de concreto intertravados	Modelagem das áreas de piso com indicação do material utilizado	Utilizar vassoura com cerdas para realizar a limpeza diária	Diariamente	Indicar especificação do material utilizado: nome, cor, modelo, sistema de limpeza, manual técnico, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular o responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada / especializada)
Piso elevado externo		Efetuar a limpeza do piso apenas com água e sabão neutro (não utilizar detergentes)	A cada 1 mês	
Piso em blocos de concreto intertravados		Revisar o piso e substituir peças soltas, trincadas ou quebradas, sempre que necessário		
		Remover ervas daninhas e/ou grama das juntas do piso, caso venham a crescer		
		Realizar limpeza pontual do piso		
Piso elevado interno		Regular o nivelamento das placas e, se necessário, providenciar ajustes	A cada 3 meses	
Piso elevado externo	Modelagem do piso elevado externo com indicação do material utilizado	Efetuar ajustes nos apoios de placas e substituição de calços evitando folgas entre as placas de piso elevado e a perda do conforto antro-podinâmico		
		Revisar o sistema de piso elevado e, se necessário, repará-lo, inclusive na espessura das juntas entre as placas, de modo a mantê-las uniformes		A cada 6 meses
		Verificar a limpeza do espaço existente entre a laje, piso elevado e ralos		

Continua

Sistema	Informações geométricas	Atividade	Periodicidade	Informações não geométricas
Piso em blocos de concreto intertravados	Modelagem das áreas de piso com indicação do material utilizado	Realizar lavagem geral do piso anualmente ou quando necessário	A cada 6 meses	Indicar sistema de limpeza, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular responsável (equipe de manutenção local / empresa capacitada).
Piso cimentado / piso acabado em concreto / contrapiso		Verificar as juntas de dilatação e, quando necessário, reaplicar mastique ou substituir a junta elastomérica	A cada 1 ano	
Portas corta-fogo	Modelagem das portas corta-fogo	Verificar visualmente o fechamento das portas e, se necessário, solicitar reparo	A cada 1 mês	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular responsável (equipe de manutenção local / para regulagem, chamar empresa especializada).
		Aplicar óleo lubrificante nas dobradiças e maçanetas para garantir o seu perfeito funcionamento	A cada 3 meses	
		Verificar abertura e o fechamento a 45°.		
		Verificar as portas e, se necessário, realizar regulagens e ajustes.	A cada 6 meses	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Rejuntas	Modelagem de todas as áreas de rejuntamento internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, banheiras, chaminés e grelhas de ventilação.	Verificar sua integridade e reconstituir os rejuntamentos internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, bordas de banheiras, chaminés, grelhas de ventilação, entre outros.	A cada 1 ano	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa especializada).
Revestimento de pedras naturais (mármore, granito, pedra mineira, mosaico e outros)	Modelagem de todas as áreas e equipamentos revestidos em pedras naturais.	No caso de peças polidas (ex.: pisos, bancadas de granito etc.), verificar, se necessário, encerar	A cada 1 mês	Indicar especificação do material utilizado, sistema de limpeza, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular responsável pela manutenção (equipe de manutenção local)
		Nas áreas de circulação intensa o enceramento deve acontecer com periodicidade inferior para manter uma camada protetora		

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Revestimento cerâmico interno	Modelagem de todas as áreas com revestimentos cerâmicos internos.	Verificar e, se necessário, efetuar as manutenções de modo a manter a estanqueidade do sistema	A cada 1 ano	Indicar especificação do material utilizado, sistema de manutenção, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular responsável pela manutenção (empresa capacitada / especializada)
		Verificar sua integridade e reconstituir os rejuntamentos internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, bordas de banheiras, chaminés, grelhas de ventilação, e outros elementos		
		É recomendada a lavagem das paredes externas, por exemplo, terraços ou sacadas. Utilizar sabão neutro para lavagem	A cada 1 ano ou sempre que necessário	
Revestimento cerâmico externo	Modelagem de todas as áreas com revestimentos cerâmicos externos.	Verificar a calafetação de rufos, fixação de para-raios, antenas, elementos decorativos etc.	A cada 1 ano	
		Verificar sua integridade e reconstituir os rejuntamentos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, chaminés, grelhas de ventilação, e outros elementos		
		Em fachada é recomendada a lavagem e verificação dos elementos, por exemplo, rejuntas, mastique, etc.	A cada 1 ano ou sempre que necessário	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso (interno e externo)	Modelagem dos forros de todos os ambientes	Repintar os forros dos banheiros e áreas úmidas	A cada 1 ano	Indicar especificação do material utilizado, sistema de manutenção, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular responsável pela manutenção (empresa capacitada / especializada).
Revestimento em ladrilho hidráulico	Modelagem das áreas revestidas em ladrilho hidráulico	Verificar sua integridade e reconstituir os rejuntamentos internos e externos dos pisos		
Revestimento de pedras naturais (mármore, granito, pedra mineira, mosaico e outros)	Modelagem dos ambientes com revestimentos de pedras naturais, rufos, pararraios, antenas e elementos decorativos, rejuntamentos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, chaminés, grelhas de ventilação.	Verificar a calafetação de rufos, fixação de pararraios, antenas, elementos decorativos, etc		
		Verificar a integridade e reconstituir, se necessário, os rejuntamentos internos e externos. (As juntas de dilatação devem ser preenchidas com mastic e nunca com argamassa para rejuntamento)		
Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso (interno e externo)	Modelagem dos ambientes com indicação dos revestimentos de argamassa ou gesso e forro de gesso.	Em fachada efetuar a lavagem e verificação dos elementos constituintes, rejuntas, mastic, etc.	A cada 1 ano ou sempre que necessário	
		Revisar a pintura das áreas secas e se necessário, repinta-las.		
		Repintar paredes e tetos das áreas secas		

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Sauna seca	Modelagem do ambiente, com especificação dos revestimentos e indicação da localização do termostato.	Fazer limpeza geral	A cada 1 semana	Indicar especificação do material, manual técnico, instruções de manutenção, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular responsável (equipe de manutenção local / empresa capacitada / especializada).
		Regular e verificar a calibragem do termostato conforme recomendação do fabricante	A cada 1 mês	
Sauna úmida	Modelagem do ambiente e dos sistemas de drenagem, com indicação do local onde está o termostato	Fazer a drenagem de água no equipamento (escoar a água abrindo a torneira ou tampão)	A cada 1 semana	Vincular responsável (equipe de manutenção local / empresa capacitada / especializada).
		Regular e verificar a calibragem do termostato, conforme recomendação do fabricante	A cada 1 mês	
Sistema de combate a incêndio - mangueiras e mangotinhos	Modelagem das mangueiras de combate a incêndio	Desconectar e desenrolar as mangueiras de incêndio para uma inspeção visual. Tornar a enrolar ou dobrar de forma que se acomodem sem vincos ou torções reconectando-as ao registro.	A cada 4 meses	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa especializada).
		Em caso de sinistro onde as mangueiras tenham sido utilizadas, ou mesmo sem uso, tenham sido expostas a calor intenso as mesmas deverão ser enviadas para ensaio independente do prazo de validade.	A cada 5 anos	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Sistema de aquecimento solar	Modelagem do sistema de aquecimento solar e seus componentes	Renovar a água acumulada	A cada 1 semana, em período de não utilização	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa capacitada / especializada).
		Escoar a água do sistema pelo seu dreno, evitando acúmulo de sedimentos	A cada 1 mês	
		Lavar a superfície de vidro das placas coletoras	A cada 3 meses	
		Efetuar drenagem total do sistema	A cada 6 meses	
		Efetuar revisão dos componentes do sistema e, havendo qualquer acúmulo de compostos químicos ou dano, efetuar os ajustes necessários	A cada 1 ano	
Sistema de pressurização de escada	Modelagem do sistema de pressurização de escada, com indicação de qual a chave comutadora	Quando o sistema operar com dois ventiladores, alternar a operação de ambos através de chave comutadora, para que não haja desgaste ou emperramento de motores parados por muito tempo	A cada 1 mês	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa especializada).
		Realizar a manutenção dos ventiladores e do gerador (quando houver) que suporta os sistemas de pressurização da escada		
Sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA	Modelagem sistema SPDA e sistema de medição de resistência	Inspecionar sua integridade e reconstituir o sistema de medição de resistência conforme legislação vigente	A cada 1 ano	local / empresa especializada).

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA	Modelagem sistema SPDA e sistema de medição de resistência	Verificar o status dos dispositivos de proteção contra surtos (DPS), que, em caso de acionamento, desarmam para a proteção das instalações, sem que haja descontinuidade. É necessário acionamento manual, de modo a garantir a proteção no caso de novo incidente	A cada 1 mês	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor, ABNT NBR 5419 e NBR 11861. Vincular responsável pela manutenção (equipe de manutenção local / empresa especializada).
		Para estruturas expostas à corrosão atmosférica ou que estejam em regiões litorâneas, ambientes industriais com atmosfera agressiva, Inspeções completas conforme norma ABNT NBR 5419.	A cada 1 ano	
		Enviar para ensaio conforme NBR 11861.	A cada 5 anos	
		Para estruturas destinadas a grandes concentrações públicas (hospitais, escolas, teatros, cinemas, estádios de esporte, pavilhões, centros comerciais, depósitos de produtos inflamáveis e indústrias com áreas sob risco de explosão) – Inspeções completas conforme norma ABNT NBR 5419	A cada 1 ano ou sempre que necessário	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA	Modelagem sistema SPDA e sistema de medição de resistência	Para estruturas residenciais, comerciais, administrativas, agrícolas, industriais, exceto áreas classificadas com risco de incêndio e explosão – Inspeções completas conforme norma ABNT NBR 5419.	A cada 5 anos	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor, ABNT NBR 5419. Vincular responsável (empresa especializada).
Sistemas de exaustão mecânica	Modelagem dos sistemas de exaustão mecânica	Realizar a manutenção dos ventiladores e do gerador (quando houver) que compõem os sistemas de exaustão	A cada 1 mês	Manual técnico, prazo de garantia, contato do fornecedor. Vincular responsável (equipe de manutenção local / empresa capacitada / especializada).
Telefonia e sistema de interfones	Modelagem dos pontos de telefonia e interfone	Verificar o funcionamento conforme instruções do fornecedor		
Tacos, assoalhos e pisos laminados	Modelagem das áreas com indicação do material	Verificar e, se necessário, refazer a calafetação das juntas.	A cada 1 ano	Indicar especificação do material, sistema de manutenção, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular responsável (equipe de manutenção local / empresa capacitada / especializada).
Vedações flexíveis	Modelagem de todas as áreas de vedações e rejuntamento	Inspeccionar e, se necessário, completar o rejuntamento convencional (em azulejos, cerâmicas, pedras), principalmente na área do box do chuveiro, bordas de banheiras.	A cada 1 ano	
		Inspeccionar e, se necessário, completar o rejuntamento com mastique	A cada 1 ano ou sempre que necessário	

Continua

Sistema	Informações geométricas	Informações não geométricas		
		Atividade	Periodicidade	Outras
Vidros	Modelagem dos sistemas com vidro temperado	Nos conjuntos que possuam vidros temperados, efetuar inspeção do funcionamento do sistema de molas e dobradiças e verificar a necessidade de lubrificação.	A cada 1 ano	Indicar especificação do material utilizado, sistema de manutenção, prazo de garantia e contato do fornecedor. Vincular responsável (equipe de manutenção local / empresa capacitada / especializada).
		Verificar o desempenho das vedações e fixações dos vidros nos caixilhos.	A cada 1 ano	

Fonte: Adaptado de CBIC (2014).