

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
NÍVEL DOUTORADO**

FABIANA PIRES ROSA

**PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DA FASE DE MANUTENÇÃO DE
EDIFÍCIOS, UTILIZANDO O CONCEITO BIM, COM FOCO NA MANUTENÇÃO
PREVENTIVA**

São Leopoldo

2021

FABIANA PIRES ROSA

**PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DA FASE DE MANUTENÇÃO DE
EDIFÍCIOS, UTILIZANDO O CONCEITO BIM, COM FOCO NA MANUTENÇÃO
PREVENTIVA**

Tese apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Doutor em
Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Civil da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos -
UNISINOS

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Parisi Kern

Co-orientador: Prof. Dr. Luís Bragança

São Leopoldo

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

R788p

Rosa, Fabiana Pires

Proposta de modelo de gestão da fase de manutenção de edifícios, utilizando o conceito BIM, com foco na manutenção preventiva / Fabiana Pires Rosa. – 2021.

301 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, RS, 2021.

“Orientadora: Profa. Dra. Andrea Parisi Kern”

1. Engenharia Civil. 2. Construção civil. 3. Gestão de manutenção. 4. Manutenção preventiva. 5. *Building information modeling* (BIM) I. Título.

CDU 624

Catálogo na Fonte:
Mariana Dornelles Vargas – CRB 10/2145

FABIANA PIRES ROSA

**PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DA FASE DE MANUTENÇÃO DE
EDIFÍCIOS, UTILIZANDO O CONCEITO BIM, COM FOCO NA MANUTENÇÃO
PREVENTIVA**

Tese apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Doutor em
Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Civil da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos -
UNISINOS

Aprovado em 10 de setembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Codinhoto - University of Bath

Prof. Dr. Cristiano Richter - UNISINOS

Prof. Dr. Marco Aurélio Stumpf Gonzalez - UNISINOS

Profa. Dra. Andrea Parisi Kern - UNISINOS

Prof. Dr. Luís Manuel Bragança Miranda Lopes - Universidade de Minho

AGRADECIMENTOS À CAPES

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo auxílio dado para realização do doutorado sanduíche no exterior.

À Isabella e ao Norton.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Profa. Andrea Parisi Kern por toda a contribuição, dedicação, cuidado e auxílio durante todo o processo do doutorado.

Ao co-orientador Prof. Luís Bragança por oportunizar muitos aprendizados na Universidade do Minho durante o período do sanduíche.

Aos demais professores do PPGEC que possibilitaram novas experiências e conhecimentos.

À UNISINOS por abrir as portas para desenvolver esse trabalho e o apoio dado durante a realização do doutorado. Agradeço em especial ao Lenon Pinheiro da Silva pelas discussões e disposição em contribuir no decorrer do estudo de caso.

Ao Nicholas Porto pelo profissionalismo, paciência e auxílio no desenvolvimento desse trabalho

Ao Eduardo Frapiccini por disponibilizar as informações da sua empresa e sempre trazer questões que buscam a inovação e a melhoria.

As amigas Magale Machado, Jaqueline Tomedi, Maria Augusta Maturana, pela amizade e companheirismo. Aos doutores da alegria: Christian Barboza, Amanda Melo, Lana Nunes, Alessandra Mathias e Adriane.

Agradeço aos meus pais e irmãos pelo amor e exemplo.

Agradeço em especial ao Norton Cezar Dal Follo da Rosa Junior pelo amor, apoio, incentivo e parceria durante toda nossa trajetória e a minha filha Isabella Rosa da Rosa pelo carinho, força, compreensão e por me ensinar a sonhar.

Ler e imaginar são duas das três portas principais — a curiosidade é a terceira — por onde se acede ao conhecimento das coisas. Sem antes ter aberto de par em par as portas da imaginação, da curiosidade e da leitura — não esqueçamos que quem diz leitura diz estudo—, não se vai muito longe na compreensão do mundo e de si mesmo. (SARAMAGO, 2005).

RESUMO

Considerada como questão emergente na construção civil, a gestão de manutenção (conhecida por FM - do termo inglês facility management-) requer uma variedade de agentes e disciplinas para realizar intervenções que garantam durabilidade e desempenho esperados de edifícios. A falta de formalização da FM, informações dispersas, desconectas e incompletas, resultam em pouca eficiência e falta de estratégia preventiva. Este trabalho tem como objetivo propor um modelo de gestão da fase de manutenção de edifícios, utilizando o conceito BIM (*Building Information Modeling*), com foco na manutenção preventiva. O trabalho foi realizado a partir de um estudo de caso, mediante três etapas: diagnóstico da FM de edifício educacional (EE) e também de um edifício residencial (ER); integração FM-BIM e proposta do modelo. Os resultados mostraram que a gestão do EE, por possuir um departamento de infraestrutura, a FM é realizada formalmente e com caráter preventivo, mas o responsável pela gestão aponta falta de informação. Na gestão do ER, a FM é realizada com caráter corretivo e com reduzido nível de formalização. Em ambos, o projeto dos edifícios não é utilizado. Para a integração FM-BIM foi realizada uma categorização das atividades de FM, segundo os critérios de periodicidade e status para alguns dos sistemas do prédio EE. Através do software Dynamo, essas atividades podem ser visualizadas diretamente no modelo em Revit. O modelo propõe a FM através de subprocessos, planejamento e ação e controle. Através do modelo o projeto dos edifícios passa a comunicar visualmente as atividades de manutenção segundo os critérios adotados. Segundo a percepção dos responsáveis pela manutenção dos edifícios estudados, a utilização do modelo facilita muito o acesso às informações ao longo do tempo. Requer, no entanto, que os projetos sejam realizados com informações baseadas em experiências anteriores de projetos similares referente à manutenção, e que o responsável tenha conhecimento dos softwares utilizados, o que pode indicar um maior envolvimento da construtora na gestão de empreendimentos na fase de pós-ocupação.

Palavras-chave: Gestão de manutenção. BIM. Construção civil. Manutenção preventiva.

ABSTRACT

Considered an emerging issue in civil construction, facility management (FM) requires various agents and disciplines to carry out interventions that guarantee buildings' expected durability and performance. However, the lack of formalization of FM, dispersed, disconnected, and incomplete information results in little efficiency and preventive strategy. This study aims to propose a management model for the maintenance phase of buildings, using the BIM (Building information modeling) concept, focusing on preventive maintenance. The study was carried out from a case study, through three stages: FM diagnosis of an educational building (EB) and also of a residential building (RB); FM-BIM integration, and model proposal. The results showed that the EB management, as it has an infrastructure department, FM is carried out formally and with a preventive character. Still, the person responsible for management points out that there is a lack of information. In the RB, FM is performed with a corrective character and with little formalization. In both, the design of the buildings is not used. Through Dynamo software, FM activities were integrated into EB BIM design (Revit model), according to the criteria of frequency and status. The model proposes FM through sub-processes, planning and action and control. Through the FM-BIM integrated model, the building design starts to communicate the maintenance activities according to the adopted criteria visually. According to the perception of those responsible for maintaining the buildings studied, the use of the model greatly facilitates access to information over time. However, it requires that designs are carried out with maintenance information and someone who knows the software used, indicating a greater involvement of the construction company in the condominium segment.

Key-words: Facility management. BIM. Civil construction. Preventive maintenance

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Maturidade BIM.....	42
Figura 2 - Fases do ciclo de vida do projeto - BIM – Estágio 1	43
Figura 3 - Fases do ciclo de vida do projeto - BIM – Estágio 2	44
Figura 4 - Fases do ciclo de vida do projeto - BIM – Estágio 3	44
Figura 5 - Diagrama de maturidade dos estágios BIM de acordo com a série ISO 19650	47
Figura 6 - Processo de gerenciamento de informações durante a fase de entrega dos ativos.....	49
Figura 7 - Fases do projeto – exemplo típico	53
Figura 8 - Nível I - Mapa de processo global - exemplo para interação ao nível da fase de projeto.....	56
Figura 9 - Estrutura de Desenvolvimento do modelo em BIM	63
Figura 10 - Uma estrutura para pesquisas futuras sobre o BIM habilitado para FM .	64
Figura 11– Edifício Residencial	77
Figura 12 - Delineamento da pesquisa.....	80
Figura 13 - Detalhamento das etapas de pesquisa	81
Figura 14 – Análise possível através das propriedades dos elementos	92
Figura 15 – Exemplo de análise não possível através das propriedades dos elementos.....	93
Figura 16 – Análise através das Tabelas/Quantidades por categoria	94
Figura 17 – Fluxograma da integração entre informações da planilha (atividades de manutenção) e o projeto modelado (sistema), segundo duas categorias de manutenção.....	96
Figura 18 – Acesso ao Dynamo no programa Revit.....	97
Figura 19 – Programação visual no Dynamo	98
Figura 20 – Criação da rotina das visualizações das necessidades de manutenção constante.....	99
Figura 21 – Acesso ao Reprodutor do Dynamo no programa Revit.....	102
Figura 22 – Criação da rotina das visualizações das Situação das Manutenções ..	103
Figura 23 – Mapeamento do fluxo do processo de manutenção	110
Figura 24 – Mapeamento do fluxo do processo de manutenção	111
Figura 25 – Mapeamento do processo de manutenção: Edifício residencial	132

Figura 26 – Exemplo de elemento identificado a partir das propriedades e da categoria – Louças e metais.....	168
Figura 27 – Exemplo de elemento identificado a partir das propriedades, categoria e materiais – Estruturas e paredes.....	168
Figura 28 – Exemplo de elemento identificado a partir do levantamento de materiais por categoria – Esquadrias de madeira.....	169
Figura 29 – Exemplo de elemento identificado a partir da categoria – Sistema de paisagismo	172
Figura 30 – Exemplo de elemento identificado a partir da categoria e tipo - Revestimento Externo - Pintura.....	172
Figura 31 – Exemplo de elemento identificado a partir da categoria e material - Vidro	172
Figura 32 – Visão geral da programação no Dynamo: Manutenção Constante	174
Figura 33 – Executar a rotina “Manutenção Constante”	193
Figura 34 – Visualização da rotina “Manutenção Constante”	193
Figura 35 – Parâmetros no projeto para manutenção constante dos elementos do sistema de estruturas e paredes	194
Figura 36 – Parâmetros no projeto para manutenção constante dos elementos do sistema de esquadrias de alumínio	195
Figura 37 – Parâmetros no projeto para manutenção constante dos elementos do sistema de louças e metais	195
Figura 38 – Visão geral da programação no Dynamo: Situação da Manutenção....	196
Figura 39 – Executar a rotina “Situação das Manutenções”	224
Figura 40 – Visualização da rotina “Situação das Manutenções”	224
Figura 41– Situação da manutenção dos elementos do sistema “estruturas e paredes”	225
Figura 42 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “esquadrias de madeira”	226
Figura 43 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “esquadrias de ferro”	226
Figura 44 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “esquadrias de alumínio”	227
Figura 45 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso”	227

Figura 46 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso”	228
Figura 47 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “revestimento cerâmico interno”	229
Figura 48 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso!	229
Figura 49 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “vidro”	230
Figura 50 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “louças e metais”	230
Figura 51 – Modelo genérico proposto para gestão de manutenção preventiva em edifícios com o uso do conceito BIM	233
Figura 52 - Proposta de um fluxo de gestão de manutenção com o uso do conceito BIM - Planejamento	235
Figura 53 – Proposta de um fluxo de gestão de manutenção com o uso do conceito BIM – Ação e Controle	236

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Campus Porto Alegre.....	71
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentuais de OSs de acordo com as classes de trabalho – 2019.....	113
Gráfico 2 – Percentuais de OSs de acordo com as atividades – 2019.....	114
Gráfico 3 – Situação dos chamados globais da edificação residencial	134
Gráfico 4 – Situação dos chamados do condomínio na edificação residencial	135
Gráfico 5 – Percentuais de solicitação de acordo com os sistemas: ER.....	137
Gráfico 6 – Número de serviços de acordo com os sistemas: Edifício Residencial	137

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação das documentações geradas	83
Quadro 2 – Identificação das documentações geradas	91
Quadro 3 – Identificação do elemento que pertencem ao sistema indicado nas manutenções preventivas	95
Quadro 4 – Ações necessárias para o desenvolvimento do Dynamo	102
Quadro 5 – Documentações de entradas e saídas	106
Quadro 6 – Documentações de entradas e saídas	115
Quadro 7 – Situação da modelagem em conceito BIM considerando os sistemas presentes no Manual do Usuário: Edifício Educacional	120
Quadro 8 – Documentações de entradas e saídas: Edificação Residencial	138
Quadro 9 – Situação da modelagem em conceito BIM considerando os sistemas presentes no Manual do Usuário: Empreendimento Residencial	144
Quadro 10 – Periodicidade definidas para manutenção preventiva	160
Quadro 11 – Identificação das necessidades de manutenção preventiva e situação das manutenções	161
Quadro 12 – Periodicidade definidas para manutenção preventiva	164
Quadro 13 – Necessidades de manutenção preventiva e data da última manutenção	165
Quadro 14 – Identificação do elemento que pertencem ao sistema indicado nas manutenções preventivas	169
Quadro 15 – Identificação do Sistema a partir do elemento modelado no Revit.....	170
Quadro 16 – Desenvolvimento da rotina “Manutenção Constante” no Dynamo	175
Quadro 17 – Desenvolvimento da rotina “Situação das Manutenções” no Dynamo	197
Quadro 18 – Documentações de entradas e saídas na utilização do modelo proposto	238

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modelo do edifício para proprietários para utilização após a construção .59	
Tabela 2 – Chamados de manutenção referentes às classes de trabalho geradas – 2019	112
Tabela 3 – Atividades que necessitaram manutenção – 2019	113
Tabela 4 – Sistemas que geraram solicitações: Edifício Residencial.....	136
Tabela 5 – Situação da modelagem em conceito BIM considerando os sistemas presentes no Manual do Usuário.....	156

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	TEMA	21
1.2	PROBLEMA	24
1.3	JUSTIFICATIVA	25
1.4	QUESTÃO DE PESQUISA	28
1.5	OBJETIVO	29
1.6	DELIMITAÇÃO DO TEMA	29
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO	29
2	MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO	31
2.1	FACILITY MANAGEMENT (FM)	31
2.2	NORMAS ABNT REFERENTE A MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES	33
3	TECNOLOGIA BIM	39
3.1	IMPLEMENTAÇÃO DO BIM	41
3.2	BIM VOLTADO PARA A FASE DE OPERAÇÃO E USO DOS EDIFÍCIOS	57
4	MÉTODO DE PESQUISA	69
4.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	70
4.2	OBJETOS DE ESTUDO	70
4.2.1	Edifício educacional	71
4.2.1.1	Características construtivas	72
4.2.1.2	Processo de gestão da manutenção do edifício	74
4.2.2	Edifício Residencial	76
4.2.2.1	Características construtivas	77
4.2.2.2	Sistema de gestão da manutenção do edifício	77
4.3	DELINEAMENTO E ETAPAS DA PESQUISA	78
4.3.1	Etapa 1: Contextualização	82
4.3.1.1	Diagnóstico do sistema de gestão de manutenção de edifícios	82
4.3.2	Etapa 2: Estrutura e modelagem da informação	89
4.3.2.1	Categorização das atividades de manutenção Identificação das informações envolvidas no processo de manutenção	89
4.3.2.2	Identificação dos sistemas a partir dos elementos no projeto modelados em conceito BIM	91

4.3.2.3	Visualização das atividades de manutenção no modelo BIM.....	95
4.3.3	Etapa 3: Proposta de um modelo de gestão de manutenção de edifícios com o uso do conceito BIM	105
5	CONTEXTUALIZAÇÃO: DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO	107
5.1	GESTÃO DE MANUTENÇÃO DO EDIFÍCIO EDUCACIONAL.....	107
5.1.1	Descrição do processo	107
5.1.2	Indicadores coletados para auxiliar no entendimento do processo manutenção da edificação educacional.....	111
5.1.3	Análise das informações utilizadas e geradas	114
5.2	GESTÃO DE MANUTENÇÃO DO EDIFÍCIO RESIDENCIAL	128
5.2.1	Descrição do processo	128
5.2.2	Indicadores coletados para auxiliar no entendimento do processo de manutenção: edificação residencial.....	133
5.2.3	Análise das informações utilizadas e geradas: edifício residencial 138	
5.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA ETAPA DE CONTEXTUALIZAÇÃO.....	152
5.3.1	Processos de gestão de manutenção	153
5.3.2	Principais falhas dos sistemas de gestão de manutenção dos edifícios estudados.....	155
5.3.3	Oportunidades de melhoria no sistema de gestão de manutenção	157
5.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS.....	158
6	ESTRUTURA E MODELAGEM DA INFORMAÇÃO PARA INTEGRAÇÃO FM-BIM	159
6.1	– INFORMAÇÕES DE MANUTENÇÃO PARA INTEGRAÇÃO AO PROJETO MODELADO.....	159
6.1.1	Edifício Educacional	159
6.1.2	Edifício Residencial.....	164
6.2	IDENTIFICAÇÃO DOS SISTEMAS A PARTIR DOS ELEMENTOS NO PROJETO MODELADOS EM CONCEITO BIM	167
6.2.1	Edifício Educacional	167
6.2.2	Edifício Residencial.....	170

6.3	CRIAÇÃO DE ROTINAS PARA VISUALIZAÇÃO DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO EM PROJETO MODELADO EM CONCEITO BIM.....	173
6.3.1	Rotinas: Manutenção Constante.....	173
6.3.1.1	- Visualização da manutenção constante	193
6.3.2	Rotina: visualização da situação das manutenções	196
6.3.2.1	- Visualização das situações das manutenções	224
6.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE A REALIZAÇÃO DA INTEGRAÇÃO FM-BIM	231
7	PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS COM O USO DO CONCEITO BIM.....	232
7.1	GESTÃO DE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS COM O USO DO CONCEITO BIM: FOCO NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	232
7.2	PERCEPÇÃO DA PROPOSTA DO MODELO DE GESTÃO EM TERMOS DE UTILIDADE E FACILIDADE DE USO.....	239
7.2.1	Percepções observadas em relação à utilidade do modelo proposto	239
7.2.2	Percepções observadas em relação à facilidade de aplicação do modelo proposto	241
7.2.3	Percepções observadas em relação a intenção de uso do modelo proposto	243
7.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODELO PROPOSTO	244
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	247
	REFERÊNCIAS.....	250
	APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA	258
	APÊNDICE B – IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DE MANUTENÇÃO PREVENTIVAS E SITUAÇÃO DAS MANUTENÇÕES	259
	APÊNDICE C – MAPEAMENTO DO FLUXO DO PROCESSO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO: EDIFÍCIO EDUCACIONAL	260
	APÊNDICE D – MANUTENÇÕES INDICADAS NO MANUAL DO USUÁRIO – EDIFÍCIO EDUCACIONAL	268
	APÊNDICE E – MAPEAMENTO DO FLUXO DO PROCESSO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO: EDIFÍCIO RESIDENCIAL.....	271

APÊNDICE F - QUADRO MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA O EDIFÍCIO RESIDENCIAL, CONFORME DADOS OBTIDOS NO MANUAL DO USUÁRIO – EDIÇÃO PARA O SÍNDICO.....	277
APÊNDICE G – QUADRO MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA O EDIFÍCIO RESIDENCIAL, CONFORME DADOS OBTIDOS NO MANUAL DO USUÁRIO ...	278
APÊNDICE H – QUADRO MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA O EDIFÍCIO RESIDENCIAL, CONFORME INFORMAÇÕES ENVIADAS AO SÍNDICO 3 ANOS APÓS A CONCLUSÃO DO EDIFÍCIO.....	282
APÊNDICE I – DESENVOLVIMENTO DA ROTINA A PARTIR DO QUADRO 16: MANUTENÇÃO CONSTANTE	290
APÊNDICE J – DESENVOLVIMENTO DA ROTINA A PARTIR DO QUADRO 17: SITUAÇÃO DAS MANUTENÇÕES	294
APÊNDICE L – PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO COM O USO DO CONCEITO BIM.....	299

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

A pós-ocupação é a fase mais longa do ciclo de vida de um edifício e, durante essa fase, são necessárias diferentes intervenções para garantir o desempenho esperado do edifício. Essas ações ocorrem a partir do processo de gestão de manutenção do edifício que, na maioria das vezes, dá ênfase a uma abordagem corretiva.

Nas fases de projeto, construção e manutenção de um edifício estão envolvidas uma variedade de agentes, disciplinas e são geradas uma série de informações. Muitas vezes, essas informações que são repassadas ao proprietário se encontram de forma dispersas, desconectas e incompletas, o que dificulta a gestão da manutenção.

A gestão de instalações é considerada uma questão emergente na engenharia civil por Chen, Hou e Wang (2013) e Bouabdallaoui et al. (2021). Esses autores relatam que são percebidos vários avanços na operação e manutenção de edifícios devido à introdução de múltiplas soluções de tecnologia da informação e comunicação (TIC) nos últimos anos, no entanto, as práticas de manutenção em edifícios permanecem pouco eficientes, principalmente pela falta de estratégias preditivas.

Na construção civil, a gestão de manutenção deve ser entendida sob duas perspectivas: como serviço técnico programado e como investimento na preservação do patrimônio. A gestão de manutenção requer a elaboração e implementação de programas de manutenção corretiva e preventiva, com base em procedimentos organizados em um sistema de gestão de manutenção. Isso é importante para maior eficiência e eficácia ao longo do tempo, corroborando tanto a segurança e a qualidade de vida dos usuários, quanto a manutenção dos níveis de desempenho ao longo de sua vida útil (ABNT, 2012).

Por diversos motivos, a gestão de manutenção pode ser vista como uma tarefa complexa, principalmente devido às inúmeras informações necessárias e aos diferentes atores. O processo requer um conjunto de informações estruturadas sobre o ativo de construção (no entanto, as informações geralmente são dispersas e volumosas). Seguindo Su, Lee e Lin (2011); Chen, Hou e Wang (2013), as equipes

de manutenção geralmente baseiam as decisões em informação em papel, em dados históricos e em dados de detecção ou sistemas de informação para registrar o trabalho de manutenção da instalação. Além disso, vários atores estão envolvidos nesse processo, devido aos diferentes arranjos em função do tipo de edificação que podem ocorrer: projetistas, construtores, proprietário, usuário, inquilino, síndico, administradora terceirizada, entre outros.

Chen, Hou e Wang (2013) argumentam que os sistemas FM tradicionais geralmente se concentram no armazenamento e na manutenção de dados em um banco de dados eletrônico e raramente se referem à ilustração (projetos) de informação tradicional 2D baseada em CAD na manutenção de instalações. (SU, LEE E LIN, 2011). O método de acesso aos dados é baseado principalmente na entrada de texto em formato Web, que pode não ser intuitivo para interpretar as informações recuperadas para a tomada de decisão. Portanto, práticas de gerenciamento de dados simples e mais intuitivas, que apoiem a análise de dados relacionados ao FM para fornecer informações estimadas ou preditivas para a tomada de decisões são necessárias. (CHEN, HOU e WANG, 2013).

O uso do conceito BIM (*Building Information Modelling*), para auxiliar no gerenciamento de manutenção de edifícios, ainda se encontra em uma fase inicial (EASTMAN et al., (2014), pois o principal foco na aplicação da tecnologia BIM é para fase de projetos de novos edifícios. (SOUST-VERDAGUER, LLATAS E GARCIA-MARTINEZ, 2017). Pärn, Edwards e Sing (2017) apontam falta de bibliografia que traz o BIM para gerenciamento de uso e operação no setor da construção.

Embora pareça recente, o conceito dessa tecnologia surgiu em 1975 (LAISERIN, 2007), e, desde então, a aplicação de tal conceito vem sendo aprimorada constantemente com o objetivo de minimizar diversos problemas existentes no setor da construção civil no mundo, alterando a forma com que se projeta e constrói edificações. (EASTMAN et al., 2014).

Esse modo de projetar e construir possui uma ampla área de aplicação, desde as etapas iniciais de um projeto, passando pela construção do edifício, fase de pós-ocupação e manutenção, reformas (*retrofit*) e, por fim, a sua demolição ou desconstrução. Os diferentes tipos de informação se relacionam ao tempo (4D); custo (5D); e gestão das instalações (FM ou *Facilities Management*) (6D), que se refere à fase de uso, operação e manutenção da edificação. Diferentes agentes como projetistas, construtores, fornecedores, investidores, usuários e reguladores

podem se beneficiar do desempenho de suas funções, otimizando funções e resultados ao longo do ciclo de vida do empreendimento. (RIBA, 2012).

Para Sattenini, Azhar, Thuston (2011), teoricamente, um modelo BIM pode ser transferido ao proprietário para uso e gerenciamento da manutenção. Por meio do BIM, um modelo 3D de instalação é introduzido como a interface para acessar vários dados relacionados à manutenção. Vários dados relacionados à manutenção e resultados de análises podem ser apresentados visualmente no modelo, tanto quanto possível, para fornecer aos usuários uma compreensão intuitiva do status da instalação em muitos aspectos. Além disso, o banco de dados BIM integra e armazena vários dados relacionados à manutenção sistematicamente e deve ser acumulado continuamente por meio de entrada de usuários e sensores em formatos apropriados para fornecer informações de previsão preditiva para melhorar a tomada de decisão durante a manutenção. (SU, LEE E LIN, 2011; CHEN, HOU e WANG, 2013).

Por exemplo, Pishdad-Bozorgi et al. (2018) discutem o desenvolvimento do BIM para FM em uma instituição de ensino superior, como suporte para tarefas de FM que envolvem análise espacial, modernização e manutenção preventiva. O estudo adotou práticas como a de identificação de necessidades de informações BIM para FM utilizando COBie (*Construction Operations Building information Exchange*) como formato de troca de dados, BIM 360 durante a construção, sistema de código de barras que fornece códigos de modelo BIM dos equipamentos, entre outros.

Segundo Quinn et al. (2020), os sistemas de automação predial necessitam de um sistema que integram o gerenciamento de edifícios a partir de dados disponíveis na nuvem, coletados através de sensores, para uma rede FM-BIM, em 3D para permitir que os dados sejam mapeados para o FM-BIM e prontamente visualizado. O fluxo de dados dos sensores pode ser trabalhado dentro do FM-BIM usando Dynamo (linguagem de programação visual), desde que os dados sejam fornecidos em uma estrutura adequada.

Matarneh et al. (2020) aponta que, apesar de estudos serem desenvolvidos a partir de diferentes métodos e ferramentas para o intercâmbio informação durante o ciclo de vida de uma instalação, ainda existe uma falta de compreensão sobre que tipo de informação é necessária para ser utilizada pela equipe de FM durante a fase

de operação e manutenção e como transferir esta informação nos sistemas FM existentes.

1.2 PROBLEMA

A falta de manutenção em empreendimentos gera impactos no uso dos edifícios. Esses impactos podem ser de pequenos vultos, como problemas corriqueiros, mas também podem gerar graves problemas como acidentes que envolvem perdas de vida, perdas financeiras, perdas de patrimônio cultural, problemas relacionados a sustentabilidade, entre outros. Só no ano de 2021 pode-se destacar alguns casos com grandes repercussões nas mídias, como o desabamento de um edifício em Miami, o incêndio que ocorreu na Secretaria de Segurança Pública (SSP) de Porto Alegre, ambos com perdas de vida, e o incêndio na Cinemateca Brasileira em São Paulo. Os laudos que apontam as causas dos acontecimentos, até o momento, ainda não foram concluídos, mas tudo indica que estão relacionadas a má gestão na fase de pós-ocupação.

Segundo Volk, Stengel e Schultmann (2014) o desenvolvimento do BIM para a gestão de uso (*facility management* - FM) e desconstrução ainda é muito incipiente e não envolve todos os agentes, como proprietários, instaladores, demolidores, consultores e gerentes. Na condução do estudo de caso realizado durante a fase final de projeto e construção do *Manchester Town Hall Complex*, um dos principais projetos de reestruturação no Reino Unido, Kiviniemi e Codinhoto (2014) observaram a falta de consciência do potencial do BIM na fase de operação. Os autores argumentam que é preciso diretrizes claras para a implementação do BIM em FM definindo o nível de integração requerido, os protocolos BIM padrão e os principais produtos para fins FM. Os resultados da pesquisa de Codinhoto et al. (2018) revelam que, a menos que seja implementada uma intervenção aos fornecedores de serviços de FM, muito pouco acontecerá em relação ao BIM/FM.

Volk, Stengel e Schultmann (2014) argumentam que a implementação da tecnologia BIM, tanto em edifícios novos quanto em existentes, exige mudanças profundas no processamento e fluxo de informações, resultando em consideráveis vantagens aos gestores. Os exemplos de potenciais benefícios para o gerenciamento do uso dos edifícios citados pelos autores são a possibilidade de alternativas e otimizações para redução do custo operacional (sob ponto de vista

dos proprietários) e redução de impactos ambientais (sob ponto de vista da sociedade em geral).

Matarneh et al. (2019) argumentam que, embora estudos sobre modelagem de informações de construção (BIM) para gerenciamento de manutenções (FM) tenham sido conduzidos durante os últimos dez anos, ainda há uma falta de consenso entre acadêmicos e profissionais em relação ao processo de troca de informações entre os sistemas BIM e FM.

O fato de o modelo BIM não ser criado com as informações necessárias aos gestores das instalações é considerado por Sattenini, Azhar, Thuston (2011) como uma resposta significativa para os modelos BIM não utilizados em FM. Por meio de uma revisão bibliométrica, conclui-se que o processo de troca de informações entre os modelos BIM e os sistemas FM não é simples. A interoperabilidade de software é um desafio significativo e exige processos práticos padronizados que integrem diferentes fontes de informações relacionadas ao gerenciamento de manutenção, tarefas de gerenciamento de saúde e segurança e dados BIM para fornecer um banco de dados semântico rico para suportar sistemas FM.

Asmone, Conejos e Chew (2019) destacam a importância de modelar e prever a gestão da manutenção com um viés sustentável. A indústria da construção é responsável por vários impactos negativos no ambiente que conduzem ao aumento da procura de edifícios sustentáveis. (CARVALHO, BRAGANÇA E MATEUS, 2019). Considerando o ciclo de vida do ambiente construído, uma parte significativa dos impactos ambientais ocorre nas fases pós-ocupação e desconstrução e muitas vezes depende de decisões de projeto (tomadas nas fases anteriores à execução), infraestrutura pública, legislação e comprometimento dos usuários. (KERN et al, 2016).

1.3 JUSTIFICATIVA

A sociedade tem reconhecido e assumido a importância das atividades de uso, operação e manutenção dos edifícios como forma de assegurar a durabilidade e a preservação das condições de utilização das edificações durante a sua vida útil de projeto. Portanto existe a necessidade no desenvolvimento de uma interface

eficiente entre projeto e edificação constituída, e programas de manutenção. (ABNT, 2011a).

No entanto, o foco do uso da tecnologia BIM está na fase de projeto e construção de novos edifícios. Um trabalho recentemente, publicado por Soust-Verdaguer, Llatas e Garcia-Martinez (2017), mostra que 90% dos casos de aplicação do BIM investigados pelos autores se referem a novos edifícios na fase de projeto. Assim, a maioria dos prédios existentes não é mantida, remodelada ou desconstruída com o auxílio do BIM. (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014) (AHMAD; AIBINU; THAHEEM, 2017).

Nesse cenário, a tecnologia BIM (Building Information Modeling) traz a expectativa de organização, acesso e modelagem da informação de projetos de construção em uma única plataforma. Ele automatiza e conecta diferentes etapas do processo de projeto e fornece informações para armazenamento de dados multidisciplinares. (CARVALHO et al., 2020). Um modelo BIM deve ser preenchido com informações desde a fase de pré-uso, por meio da integração com os sistemas de FM existentes, pois, a gestão das informações deve ser mantida desde o início do projeto até o estágio operacional atual. (NICAL, WODYNSKI, 2016).

Os dados são os elementos mais importantes para FM, pois por mais úteis e convincentes que possam ser os modelos tridimensionais para ajudar os clientes a visualizar o espaço, os dados coletados sobre os elementos que compõe o edifício e os possíveis links para manutenção, reparo e substituição de informações são as grandes melhorias para o gerenciamento da manutenção. As informações e os dados necessários ao gerente da instalação para operar o edifício são diferentes das informações de projeto e construção na maioria dos casos. O que os gerentes de instalações precisam do BIM são as informações que são colocadas em cada fase do planejamento, projeto e construção da edificação. Os dados armazenados no BIM são o grande tesouro para as operações da instalação, manutenção e alterações na ocupação e uso do edifício. (ROPER e PAYANT, 2014).

Diferentes autores como Codinhoto e Kiviniemi (2014), Carvalho, Bragança, Mateus (2021) e Soust-Verdaguer, Llatas, Garcia-Martinez (2017) evidenciam o crescente interesse na integração da tecnologia BIM com questões relacionadas aos impactos ambientais na construção. Por exemplo, de acordo com o BIM Task Group (2013), o governo britânico passou a exigir projetos BIM a partir de 2016 para todas

as obras públicas visando a redução de custos e emissão de carbono das construções e operação do ambiente construído em 20%.

Atualmente a discussão no segmento da construção civil está pautada em torno de projetos e planejamento do ambiente construído com o objetivo de causar o menor dano possível aos usuários e ao meio ambiente, considerando o ciclo de vida dos espaços projetados desde a concepção, a construção, o uso, manutenção até a eventual reciclagem no final da vida útil. Uma das filosofias atuais de construção sustentável é evitar a substituição ou abandono das edificações e infraestrutura existentes, tendo como pré-requisito a manutenção, adaptabilidade e reabilitação a novos usos, quando necessário. (SHORE, 2017). De acordo com Allouhi et al. (2015) e Peng (2016) os edifícios consomem cerca de 40% da energia produzida e são responsáveis por 30% das emissões de gases de efeito estufa.

A partir da Agenda 2030 foi estabelecido um comprometimento rumo ao desenvolvimento sustentável embasado numa agenda política ampla e universal, tendo a erradicação da pobreza, em todas as formas e dimensões, como o maior desafio global. A agenda 2030 estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com 169 metas associadas, integradas e indivisíveis, e mesclam as três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômica, social e ambiental. O desenvolvimento econômico e social depende da gestão sustentável dos recursos naturais do planeta, assim como o desenvolvimento urbano e a gestão sustentável são fundamentais para a qualidade de vida. (UNITED NATIONS, 2015).

Exemplos de benefícios potenciais para a gestão da fase operacional de edifícios são a possibilidade de alternativas para otimizar e reduzir os custos operacionais (do ponto de vista dos proprietários), além da redução dos impactos ambientais negativos. Weiwei et al. (2018) mostram que, embora mais de 65% do custo total em gestão de instalações (FM) venha da gestão de manutenção de instalações, há uma falta de estratégias de manutenção eficientes e abordagens de tomada de decisão corretas para reduzir esses custos. Asmone, Conejos e Chew (2019) apresentam cinco fatores de manutenção sustentável correlacionados aos resultados de desempenho, produtividade, saúde e bem-estar e gestão de recursos: (1) maximizar o desempenho; e os outros fatores relacionados à minimização: (2) riscos; (3) custos; (4) o impacto ambiental negativo; e (5) consumo de recursos (energia, água e material). De acordo com Roper e Payant (2014) foi desenvolvida uma filosofia do gerenciamento de manutenção no qual aponta que o FM é uma

função do negócio, em que as ações dos gestores têm impactos financeiros e organizacionais, além disso a fase de operação e manutenção, é de 15 a 25 vezes maior do que as outras fases de uma edificação.

A partir da experiência profissional da autora, em mais de 20 anos atuando na área de construção civil, percebe-se a necessidade cada vez maior de introduzir a tecnologia na gestão de todo o ciclo de vida do empreendimento e encarar o problema referente ao processo de manutenção que impacta no resultado do negócio. Durante todos esses anos de trabalho pode-se ver a dificuldade e as perdas geradas por falta de informação e a falta de preocupação de todo o ciclo de vida em grande parte dos projetos.

Diante desse contexto, o trabalho justifica-se pela necessidade de discutir e ampliar a aplicação do conceito da modelagem BIM para edifícios em uso, que auxilie no processo de gestão na fase de uso e operação, em projetos que não foram realizados para esse fim.

1.4 QUESTÃO DE PESQUISA

A partir do problema de pesquisa, definiu-se a questão principal de pesquisa: Como o processo de gestão de manutenção preventiva de edificações pode ser realizada, utilizando o projeto já modelado em conceito BIM?

Baseado na revisão bibliográfica e resultados obtidos na etapa inicial dessa pesquisa, a seguintes questões foram colocadas para o desenvolvimento da proposta:

- a) Como o conceito BIM pode ser útil durante a fase de manutenção de edifícios?
- b) Que informações são necessárias? Qual a fonte dessas informações? Quem gera? Que formato são apresentadas? Onde ficam essas informações?
- c) Que programas podem ser utilizados?
- d) Quem são os usuários da informação?
- e) Quais são as principais dificuldades e desafios?

1.5 OBJETIVO

A partir do tema repertoriado, do problema e das questões de pesquisa apresentados anteriormente, esse trabalho tem como objetivo geral propor um modelo de gestão da fase de manutenção de edifícios, utilizando o conceito BIM, com foco na manutenção preventiva.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) identificar como é realizado o fluxo do processo de manutenção em edifícios de diferentes segmentos;
- b) identificar no processo de gestão da manutenção quem são os envolvidos e quais informações são necessárias;
- c) possibilitar a integração e a visualização das informações de necessidades de manutenção dos sistemas construtivos em projetos realizados em conceito BIM, mas que não foram preparados para utilização dessa funcionalidade;
- d) avaliar a funcionalidade, a facilidade e a intenção de uso do modelo proposto.

1.6 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O modelo proposto não pôde ser testado durante a fase de operação do edifício estudado, devido as profundas modificações no uso do edifício frente à pandemia do COVID-19. A avaliação do modelo foi realizada a partir da percepção dos agentes envolvidos com a gestão da manutenção dos prédios.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse trabalho é composto por oito capítulos. O capítulo 1 apresenta o tema de pesquisa, o problema, a justificativa, as questões de pesquisa, os objetivos, a delimitação e a estrutura do trabalho.

Os capítulos 2 e 3 trazem as referências bibliográficas. O capítulo 2 aborda questões referentes à manutenção e operação em edifícios e o capítulo 3 trata os assuntos relacionados à tecnologia BIM.

No capítulo 4 é descrito o método de pesquisa utilizado, a partir da apresentação da estratégia de pesquisa, dos objetos de estudo e do delineamento e das etapas que foram realizadas.

No capítulo 5 foi realizado um diagnóstico sobre o sistema de gestão de manutenção em dois edifícios de diferentes segmentos. No capítulo 6 é trabalhado a estrutura e a modelagem da informação para a integração FM – BIM, possibilitando a visualização das informações do processo de manutenção no projeto modelado em conceito BIM.

O capítulo 7 propõe um modelo de gestão de manutenção preventiva em edifícios com o uso do projeto em conceito BIM e avalia a percepção do modelo proposto considerando os critérios de utilidade e facilidade de uso.

São realizadas as considerações finais e as sugestões para próximos trabalhos.

2 MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO

Este capítulo aborda conceitos e normatização sobre manutenção, gestão de *facilities*, com foco em edifícios.

2.1 FACILITY MANAGEMENT (FM)

De acordo com a IFMA (*International Facility Management Association*) “FM é uma profissão que abrange várias disciplinas para garantir a funcionalidade, conforto, segurança e eficiência do ambiente construído através da integração de pessoas, lugar, processos e tecnologia.” (IFMA, 2020?).

A expressão *facility management (FM)* pode ser usada de forma intercambiável, segundo a NBR ISO 41011:2019 (ABNT, 2019), que define como “uma função organizacional que integra pessoas, propriedades e processo dentro do ambiente construído com o objetivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas e a produtividade do negócio principal”. (ABNT, 2019, p. 1).

O FM ainda é considerado um assunto novo no setor privado, ao contrário em setor público e industrial. No setor público e na administração de fábricas, o FM é realizado através da prática entendida como pós-engenharia incluída na estrutura administrativa das organizações. O crescimento da área em todo o mundo aumentou a conscientização de que a manutenção de instalações é necessária para que a longevidade seja um uso eficiente. (ROPER e PAYANT, 2014).

As organizações necessitam de processos de suporte, para o funcionamento de seus negócios principais. O FM realiza esse processo e entrega serviços de *facility*, o que possibilita às organizações se concentrarem em suas atividades primárias, em consonância com a missão e estratégia da organização e de forma economicamente eficiente. As decisões sobre os serviços de FM estão relacionadas a um julgamento de valor sobre o que estabelece um custo e uma entrega aceitável. (ABNT, 2019a).

Para que os ocupantes de um local possam tomar decisões corretas sobre a propriedade, é preciso entender como ela contribui, não apenas para os custos, mas também, para os processos de conhecimento e serviço da organização. O envolvimento na gestão estratégica e nos processos de tomada de decisão que afetam a organização como um todo é uma competência central para o gerente de

FM. Os objetivos da gestão de FM são alinhados aos objetivos da organização, sendo útil prever as necessidades futuras das instalações. (BEST, R. LANGSTON, C., DE VALENCE, G., 2003).

A sustentabilidade, a segurança e o gerenciamento de emergências também chegaram à frente das prioridades do gerente da instalação, porém, as finanças dominam as preocupações. Roper e Payant (2014) apontam que as tendências de negócio e cultura têm mudado radicalmente o setor privado e público.

Segundo a ISO/TR 41013:2019 os serviços de *facility* podem incluir os seguintes serviços: gestão de bens imóveis ou locais que fornecem espaços; gestão de infraestrutura; gestão de equipamentos e sistemas; gestão de utilidades; gestão de segurança do trabalho, segurança patrimonial, restaurantes, controle de acesso, gestão de frotas, serviços de recepção e visitantes, etc; serviços específicos para usuário e visitantes. (ABNT, 2019a). Considera-se *facility* “um conjunto de ativos construído, instalado ou estabelecido para atender às necessidades de uma entidade”. (ABNT, 2019a, p. 3).

De acordo com Roper e Payant (2014), foi desenvolvida uma filosofia do gerenciamento das instalações no qual aponta que o FM é uma função do negócio, em que as ações dos gestores têm impactos financeiros e organizacionais, a segurança é sempre a primeira preocupação seguido por legalidade, custo e atendimento ao cliente. (ROPER e PAYANT, 2014).

A NBR ISO 41012:2019 aborda as diretrizes sobre o processo de compras e desenvolvimento de acordos em FM, enfatizando: os elementos essenciais nos processos de FM; as funções e responsabilidades; e processo de desenvolvimento e estruturas de modelos de acordos. (ABNT, 2019b).

As necessidades de FM perpassam por todo o ciclo de vida do edifício, iniciando desde a fase de planejamento, aquisição, operação e manutenção, e descarte, que podem variar de acordo com a área e a sua complexidade. Essas necessidades das instalações iniciam na programação, passando pelas fases de orçamento, de decisão entre uma locação ou construção (a edificação aborda desde o conceito, programação, planejamento, projeto até a construção), de ocupação que será necessário a operação e manutenção, alteração, avaliação e disposição final. (ROPER e PAYANT, 2014).

Considerando a FM em instituições de ensino superior, o gerente de instalações, além da competência técnica, deve considerar a credibilidade, pois os

funcionários destas instituições esperam que as decisões sejam tomadas por um colegiado, às vezes passando por discussões prolongadas, e que nem sempre é propício à alocação e uso eficiente de recursos. (ROPER e PAYANT, 2014).

2.2 NORMAS ABNT REFERENTE A MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

A NBR 5462: 1994, define os conceitos relacionados às questões de confiabilidade e manutenibilidade, que cabem destacar em função do tema de pesquisa. O conceito de manutenção é definido como “a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (ABNT, 1994, p.6). O nível de manutenção é o “conjunto de ações de manutenção a serem efetuadas em um nível de intervenção especificado” (ABNT, 1994, p. 7). O conceito de manutenibilidade é identificado como: “capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos”. (ABNT, 1994, p.3).

Outro ponto abordado nessa normativa é o conceito de desempenho do suporte de manutenção, definido da seguinte forma: “capacidade de uma organização de manutenção prover, sob demanda, os recursos necessários para manter um item sob condições especificadas e de acordo com uma dada política de manutenção.” (ABNT, 1994, p.3).

A partir da NBR 14037:2011a (ABNT, 2011a), confirmada em 2015, o processo de produção das edificações, geralmente vinha sendo focado em duas etapas: o projeto e a execução em canteiro.

A edificação construída não pode ser entendida, ela própria, como a realização do objetivo do processo, pois é somente após a conclusão do projeto e da execução da edificação que ela pode ser colocada a serviço dos seus usuários e servi-los adequadamente em relação ao previsto, ou seja, realizar o motivo pelo qual a edificação foi produzida. (ABNT, 2011a, p. vi).

A sociedade tem reconhecido e assumido a importância das atividades de uso, operação e manutenção dos edifícios como forma de assegurar a durabilidade e a preservação das condições de utilização das edificações durante a sua vida útil

de projeto. Portanto existe a necessidade no desenvolvimento de uma interface eficiente entre projeto e edificação constituída, e programas de manutenção. (ABNT, 2011a).

A própria NBR 14037 reconhece que técnicas de avaliação pós-ocupação têm sido utilizadas para questões referentes às informações, sendo necessário retomar a documentação existente nas etapas de projeto e execução, a partir das condições reais de apropriação pelos usuários do espaço construído, identificadas a partir de observações das etapas de conservação, uso e manutenção. Portanto, para melhorar a comunicação entre esses processos faz-se necessário a produção de uma documentação técnica durante as fases de projeto e execução para esclarecer dúvidas relativas às etapas de conservação, uso e manutenção, e da operação dos equipamentos, de forma sistematizada. (ABNT, 2011a).

A NBR 14037 estabelece as diretrizes e requisitos para elaboração e apresentação dos itens a serem incluídos no manual de uso, operação e manutenção das edificações, contribuindo para que a edificação atinja a vida útil de projeto.

O manual do proprietário e o manual das áreas comum devem ser elaborados e entregues pela construtora e/ou incorporador aos proprietários, além disso deve sugerir um programa de manutenção preventiva. Os manuais devem abordar os seguintes itens: características técnicas da edificação construída; procedimentos recomendáveis e obrigatórios para a conservação, uso e manutenção da edificação, bem como para a operação dos equipamentos; informar e orientar os proprietários e o condomínio com relação às suas obrigações para as atividades de manutenção, conservação, e de utilização da edificação. (ABNT, 2011a).

Cabe ao proprietário da edificação, ao síndico ou a empresa terceirizada responsável pela gestão da manutenção atender às normas técnicas referentes e a o manual de uso, operação da edificação. O proprietário ou síndico deve realizar e prover recursos para efetivar o programa de manutenção preventiva das áreas de uso comum. (ABNT, 2012a).

A NBR 14037:2011 sugere uma estrutura de manual em capítulos, a partir de alguns itens como: as garantias e assistência técnica (referenciando a norma de desempenho NBR 15575-1); memorial descritivo e demais documentos necessários; a relação de fornecedores, projetistas e serviço de utilidade pública; operação, uso e limpeza; manutenção; e informações complementares que englobam questões de

meio ambiente e sustentabilidade (uso racional da água, energia, gás, coleta seletiva de lixo e resíduos de construção e demolição), operação dos equipamentos e suas ligações. (ABNT, 2011a).

Segundo a NBR 15575-1:2013, o manual de uso, operação e manutenção da edificação, deve explicitar os prazos de garantia aplicáveis a cada caso. Essa norma recomenda que os prazos estabelecidos sejam iguais ou maiores aos apresentados em uma tabela proposta no anexo D da NBR 15575. (ABNT, 2013).

O item operação, uso e limpeza, a NBR 14037 traz uma subdivisão dos sistemas a serem abordados e que serve como orientações a serem utilizadas na elaboração dos manuais dos usuários, quais sejam: sistemas hidrossanitários; sistemas eletrônicos; sistema de proteção contra descargas atmosféricas, sistemas de ar-condicionado, ventilação e calefação; sistemas de automação; sistemas de comunicação; sistema de incêndio; fundações e estruturas; vedações; revestimentos internos e externos; pisos; coberturas; jardins, paisagismo e área de lazer; esquadrias e vidros. (ABNT, 2011a).

Quando se trata do item referente à manutenção, essa norma, aponta um programa de manutenção preventiva, no qual define que o proprietário ou o condomínio deve elaborar o programa de manutenção. O manual do usuário deve apresentar o modelo de programação de manutenção preventiva que atenda a NBR 5674 e mencionar a periodicidade das manutenções, devendo conter informações a partir de procedimentos e roteiros que auxiliem a manutenção do edifício. (ABNT, 2011a).

De acordo com a NBR 5674:2012 (ABNT, 2012a), confirmada em 2016, a manutenção de edificações é um tema que vem superando a cultura de se pensar o processo de construção até o momento de entrega e início do uso. As edificações servem como suporte físico para realização direta das atividades produtivas, e são construídas para atender os usuários durante anos, devendo mostrar condições adequadas ao uso destinado. Para isso ocorrer é necessário ser realizada a manutenção das edificações ao ser colocadas em uso, para poder vir a atender a vida útil projetada (VUP).

A manutenção deve ser entendida como um serviço técnico programado e como um investimento na preservação do patrimônio. Requer a elaboração e a implantação de um programa de manutenção corretiva e preventiva nas edificações a partir de procedimentos organizados em um sistema de gestão da manutenção.

Isso é importante para uma maior eficiência e eficácia de uma edificação corroborando tanto para a segurança e qualidade de vida dos usuários, quanto para a manutenção dos níveis de desempenho ao longo da VUP. (ABNT, 2012a). De acordo com NBR 15575-1:2013 (ABNT, 2013) para que se possa atingir a VUP é necessário que, entre outros aspectos, os programas de manutenção corretiva e preventiva sejam atendidos em sua totalidade.

Segundo a NBR 5674: 2012 (ABNT, 2012a), a gestão do sistema de manutenção de edificações exhibe meios para preservar as características originais da edificação e prevenir as perdas de desempenho em função da degradação de seus sistemas, elementos ou componentes.

Na NBR 5462:1994 encontram-se os conceitos de manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva. Manutenção corretiva é a “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.” (ABNT, 1994, p. 7). Já a preventiva é a “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”. Manutenção controlada ou manutenção preditiva é definida como “manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva”. (ABNT, 1994, p. 7).

A manutenção das edificações deve ser realizada de forma que: preserve o desempenho previsto ao longo do tempo; contenha as informações necessárias e a comunicação; defina as incumbências e a autonomia dos envolvidos em tomada de decisão. (ABNT, 2012a). Um ponto abordado na NBR 5462: 1994 é o conceito de desempenho do suporte de manutenção, definido da seguinte forma: “capacidade de uma organização de manutenção prover, sob demanda, os recursos necessários para manter um item sob condições especificadas e de acordo com uma dada política de manutenção.” (ABNT, 1994, p.3).

Segundo a NBR 15575-1:2013, o desempenho dos sistemas que constitui o edifício durante a sua vida útil (VU) está relacionado às condições de uso, execução, utilização dos elementos e componentes e à implementação de programas de manutenção corretiva e preventiva. (ABNT, 2013).

Para organização da gestão do sistema de manutenção devem ser previstas entre outras ações: manutenções rotineiras através de um fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos; manutenções corretivas que necessitam ações imediata permitindo a continuidade de uso das edificações ou evitar riscos ou prejuízos; e as manutenções preventivas programadas com antecedência, baseadas nas estimativas de durabilidade dos sistemas, elementos ou componentes das edificações, gravidade e urgência, e o seu estado de degradação. (ABNT, 2012a).

As inspeções devem ser realizadas baseadas nas diretrizes do manual da edificação e o programa de manutenção de cada edificação, além disso devem seguir os padrões elaborados para poder facilitar os registros das inspeções e sua recuperação.

O programa de manutenção determina para os sistemas, elementos, componentes e equipamentos, as atividades principais a serem realizadas, a periodicidade, os responsáveis pela execução, os documentos de referência, as referências normativas e recursos necessários. Sugere-se que o programa traga uma tabela contendo a periodicidade, o sistema, o elemento ou componente, as atividades e os responsáveis. (ABNT, 2012a).

A estrutura de documentação e registro de informações deve ser concebida para possibilitar evidências da gestão do programa da manutenção, custo x benefício na realização dos serviços, redução da incerteza no planejamento, projeto e execução dos serviços de manutenção e auxílio no programa e no planejamento de serviços futuros. (ABNT, 2012a).

Para o programa de manutenção devem ser considerados os projetos, memoriais, orientação dos fornecedores e manual de uso, operação e manutenção e características específicas, planejamento da manutenção, atribuições de responsáveis pelos serviços, os relatórios de inspeções e as solicitações, reclamações dos usuários ou proprietários e histórico das manutenções. Devem ser mantidos registros para evidenciar a implementação do programa de manutenção, do planejamento, das inspeções e da efetiva realização das manutenções, podendo indicar os serviços de manutenção preventiva e corretiva, assim como as alterações realizadas. (ABNT, 2012a).

A norma recomenda que seja estabelecido e avaliado periodicamente indicadores de eficiência para auxiliar na gestão do sistema de manutenção. Esses indicadores podem contemplar alguns parâmetros como prazo para a conclusão do

serviço de manutenção, tempo médio de retorno aos usuários, periodicidade das inspeções conforme estabelecidas no manual do usuário. (ABNT, 2012a).

3 TECNOLOGIA BIM

O *Building Information Modelling* (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, é definido pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) como um conjunto de políticas, processos e tecnologias da informação aplicada à construção civil, que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação e verificar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados de todo seu ciclo de vida, em uma única plataforma. A implantação do BIM ocorre de forma progressiva e possibilita a modelagem, o armazenamento, a troca, a consolidação e o acesso às informações de uma edificação que se quer construir, usar e manter. Isto possibilita que os processos atuais sejam realizados de forma mais eficaz. (CBIC, 2016).

Embora tratada como atual, Eastman et al. (2014) mostram que os conceitos, as abordagens e as metodologias identificadas como BIM, podem ser reconhecidos há mais de 30 anos, e essa nomenclatura já ocorre há mais de quinze anos. Na década de 1980 essa abordagem era conhecida nos Estados Unidos como *Building Product Models* (BPM) (Modelos de Produtos da Construção) e na Europa, principalmente na Finlândia, como *Product Information Models* (Modelos de Informações do Produto). A partir da fusão desses dois conceitos tem-se o uso da nomenclatura BIM, que muda a maneira como os edifícios são vistos, como eles funcionam e as formas de construí-los. (EASTMAN et al., 2014).

A equipe de projeto passa a ter informações mais precisas, tomando decisões adequadas para execução, pois através da modelagem de informação pode-se: gerar projetos; extrair as quantidades de um projeto; identificar as interferências; criar documentos mais consistentes e íntegros; planejar de forma automática; intensificar o uso da industrialização; o complemento do uso de outras tecnologias (técnicas de captura da realidade); análise da construtibilidade; desenvolvimento de maquetes eletrônicas; e o registro e o controle visual de diferentes versões dos modelos. (CBIC, 2016).

Os softwares BIM são gerenciadores de bancos de dados, permitindo ao usuário várias formas da visualização e organização dos dados e informações que compõem um modelo BIM, tanto a partir das imagens tridimensionais que o usuário pode manipular, quanto com tabelas de quantitativos. (CATELANI, 2016).

Fadeyi (2017) aponta que o BIM fornece uma plataforma para os profissionais trabalharem em um ambiente integrado em todos os processos de entrega do edifício, porém, as entregas dessas informações dependem do método de contratação adotado para a entrega do edifício. O autor destaca que o BIM é importante para unir os profissionais durante o processo de entrega do edifício, e fornecer um repositório para o gerenciamento de conhecimento oriundo das informações geradas pelos profissionais envolvidos na entrega do edifício sustentável. O gerenciamento dessas informações é fundamental para se ter uma compreensão holística de como a decisão tomada, em um sistema de construção para atingir o desempenho esperado, afeta um ou mais sistemas em seus desempenhos.

A implementação da tecnologia BIM, tanto em edifícios novos quanto em existentes, exige mudanças profundas no processamento e fluxo de informações, resultando em vantagens aos gestores (Volk, Stengel e Schultmann, 2014).

No Brasil, o Governo Federal lançou em maio de 2018 uma estratégia para promover a inovação na indústria da construção. A Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9377 tem como finalidade promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país. (MDIC, 2018). Em abril de 2020 foi aprovado o decreto nº 10.306 em que está instituído no artigo 4ª as fases de implementação do BIM no Brasil de forma gradual, em fases. A primeira fase já deve ser implementada desde janeiro de 2021 (elaboração dos modelos de arquitetura e demais disciplinas, detecção de interferências físicas, extração de quantitativos e a geração de documentação gráfica), a segunda a partir de janeiro de 2024 (utilizado na execução de projetos e na gestão de obras, orçamento, planejamento e controle de execução, atualização do modelo *as built*) e a terceira a partir de janeiro de 2028 (gerenciamento e manutenção do empreendimento). (BRASIL, 2020). Desde janeiro de 2019 estão em vigor as normas internacionais BS EN ISO 19650-1 que trata do processo de implementação em projeto e produção, e a ISO 19650-2, com foco nos processos de modelagem pós-ocupação.

A implantação do conceito BIM nas empresas brasileiras vem ocorrendo tanto em instituições privadas como em algumas instituições públicas, de forma incipiente. Nas empresas privadas, constata-se uma série de ações individuais ou de âmbito coletivo na implantação desses conceitos. Já em instituição pública, têm-se exemplos de licitações, como no caso do Banco do Brasil, que solicitam contratação

de serviços técnicos de arquitetura e engenharia com projetos em plataforma BIM, conforme o edital de concorrência nº 2016/00181 (7419) de janeiro de 2016. (BANCO DO BRASIL, 2016).

Para Codinhoto et al. (2018) e Volk, Stengel e Schultmann (2014) o desenvolvimento do BIM para a gestão de uso (*facility management*) e desconstrução ainda é muito incipiente e não envolve todos os agentes. Akinade et al. (2017) destacam as funcionalidades do BIM na condução eficaz no processo de desconstrução através da: melhor colaboração entre as partes interessadas, visualização do processo de desconstrução, identificação de materiais recuperáveis, desenvolvimento do plano de desconstrução, análise de desempenho e simulação de alternativas de fim de vida.

3.1 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

As ferramentas em BIM são modelos paramétricos baseados em objetos que apresentam um conjunto pré-definido de famílias de objetos. A informação deve ser gerada durante cada fase do projeto até a entrega entre fases e organizações. (EASTMAN et al., 2014).

O trabalho realizado por Kreider e Messner (2013), "*The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses*", indica um sistema para a classificação dos usos do BIM. Esse sistema de classificação fornece uma linguagem comum para os usos que podem ser alcançados a partir de uma comunicação de sua finalidade e contexto mais preciso da implantação do BIM em um projeto.

Um guia de planejamento de execução do projeto BIM fornece um método estruturado para planejar sua implementação que incluem alguns passos: identificar os usos de BIM que agregam valor durante as fases de planejamento, projeto, construção e operação do projeto; projetar o processo de execução do BIM criando mapas de processo; definir as entregas do BIM para a troca de informações; desenvolver a infraestrutura sob a forma de contratos, procedimentos de comunicação, tecnologia e controle de qualidade para apoiar a implementação. (KREIDER e MESSNER, 2013).

Estes sistemas e procedimentos de classificação de uso BIM fornecem a terminologia e estrutura fundamentais para comunicar os propósitos para os quais o BIM é implementado. Ele também pode ser usado para padronizar a terminologia

relacionada a trocas de processos e informações. No geral, a classificação de Usos BIM permite uma melhor comunicação das finalidades e métodos para implementar o BIM ao longo do ciclo de vida de uma instalação. (KREIDER e MESSNER, 2013).

A publicação realizada pelo *National Institute of Building Sciences* (NBIMS,2017) destaca alguns itens a serem aplicados para os usos essenciais do BIM em todos os projetos, quais sejam: as condições existentes, criação do projeto, revisão; revisão do projeto; coordenação; e gravação do modelo.

O BIM pode ser utilizado para a gestão de ativos e do espaço. Para isso ocorrer é necessário um processo em que os dados do projeto estejam em um modelo gravado para auxiliar na manutenção e operação de uma instalação e ativos. Estes ativos consistem na construção física, sistemas, no entorno do ambiente, e equipamentos. Devem ser mantidos, atualizados e operacionalizados com eficiência que poderá satisfazer o proprietário e usuário em uma gestão efetiva de custo. (NBIMS, 2017).

Succar (2009) aponta que a estrutura do BIM identifica a maturidade do BIM nas organizações, projetos e indústria, a partir de uma série de etapas que as partes interessadas precisam implementar gradualmente e consecutivamente. Cada um desses estágios é subdividido em etapas. A maturidade BIM inclui componentes de tecnologia, processo e política e são subdivididas em três estágios (figura 1): estágio 1 (modelagem baseada no objeto); estágio 2 (colaboração baseada no modelo); e estágio 3 (integração baseado em rede).

Figura 1 - Maturidade BIM



Fonte: Succar (2009, p. 363, tradução nossa).

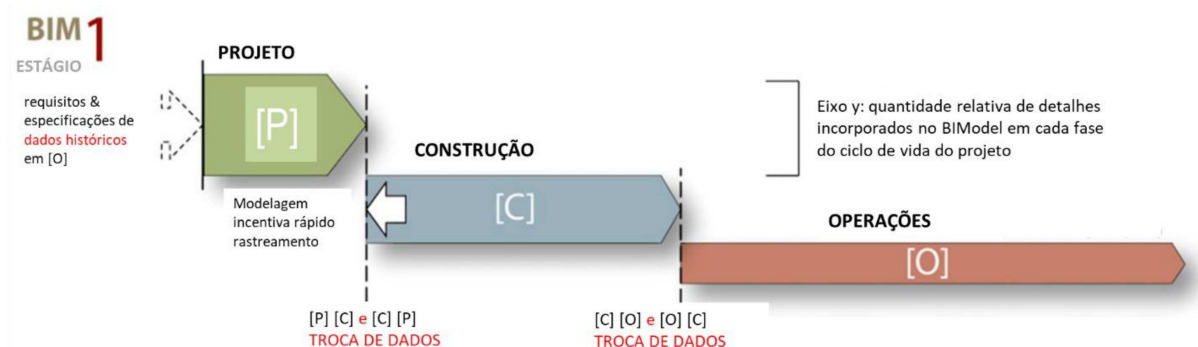
Os estágios BIM são definidos a partir de algumas considerações (SUCCAR, 2009):

- Pré-BIM: na construção muita informação é colocada em documentação 2D para descrever uma realidade 3D. Mesmo quando algumas visualizações 3D são geradas, elas são frequentemente desconexas e dependem de documentação e

detalhamento 2D. Quantidades, estimativas de custos e especificações geralmente não são derivadas do modelo de visualização nem vinculadas à documentação. Portanto, práticas colaborativas entre as partes interessadas não são priorizadas e o fluxo de trabalho é linear e assíncrono. Em condições pré-BIM, a indústria sofre com baixo investimento em tecnologia e falta de interoperabilidade.

- BIM Estágio 1 (figura 2) – a implementação do BIM se dá através da aplicação de um software com paramétrica 3D baseado em objetos. Os usuários geram modelos relativos a uma disciplina nas três fases do ciclo de vida do projeto. Os projetos entregues incluem modelos de projeto e construção utilizados para automatizar a geração e coordenação de documentação 2D e visualização 3D. Não há trocas significativas baseado modelo entre diferentes disciplinas. As trocas de dados entre as partes interessadas do projeto são unidirecionais e as comunicações permanecem assíncronas e desarticuladas. Portanto, as relações contratuais, as alocações de risco e o comportamento organizacional persistem.

Figura 2 - Fases do ciclo de vida do projeto - BIM – Estágio 1

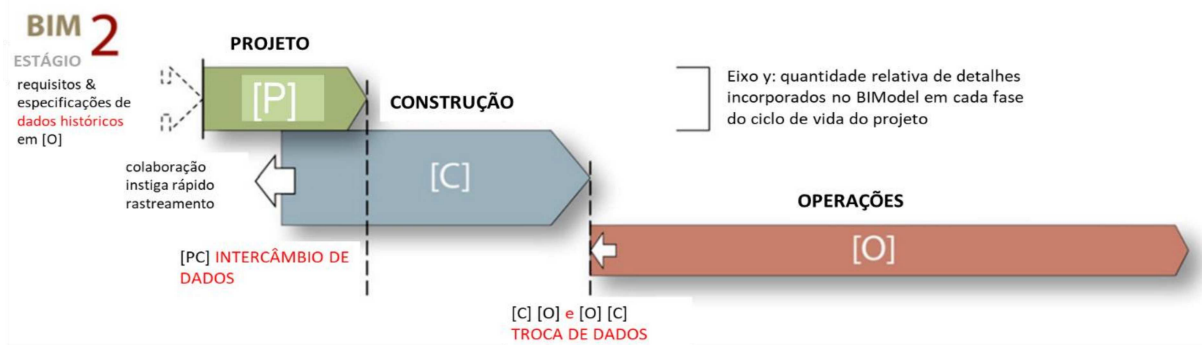


Fonte: Succar (2009, p. 366, tradução nossa).

- BIM Estágio 2: neste estágio os autores colaboram ativamente com outros autores de outras disciplinas. Isto pode ocorrer de várias formas tecnológicas após a seleção do software BIM por cada autor. A colaboração baseada em modelo pode ocorrer em mais de uma fase do ciclo de vida do projeto. Um modelo de colaboração precisa manter dados geométricos em 3D para permitir o intercâmbio entre duas disciplinas. Algumas alterações contratuais tornam-se necessárias à medida que os intercâmbios baseados em modelo aumentam e começam a substituir os fluxos de trabalho baseados em documentos. A maturidade do estágio 2 também altera a quantidade e forma da modelagem realizada em cada fase do ciclo de vida, à

medida que os modelos de construção de maior detalhamento avançam e agregam cada vez mais informações de construção e aquisição em seus modelos de projeto, vai ocorrendo a substituição dos modelos genéricos de projeto (figura 3).

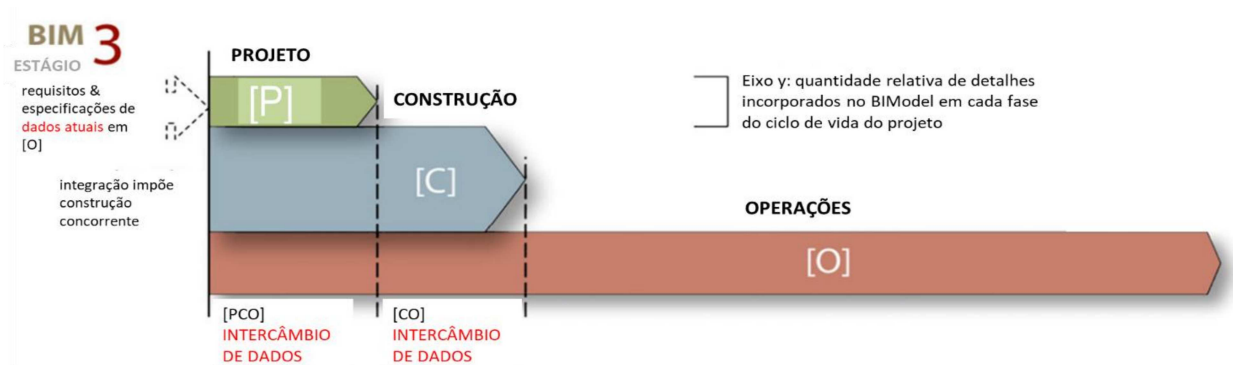
Figura 3 - Fases do ciclo de vida do projeto - BIM – Estágio 2



Fonte: Succar (2009, p. 366, tradução nossa).

- BIM Estágio 3: estes modelos são interdisciplinares nD, permitindo análises complexas em estágios iniciais de projeto e construção virtual. Neste estágio, a extensão do modelo vai além do das propriedades do objeto para incluir inteligência de negócios, princípios de construção enxuta, políticas verdes e todo o custo do ciclo de vida (figura 4). Neste conceito todas as atividades do projeto são integradas e todos os aspectos do projeto, construção e operação são planejados simultaneamente para maximizar o valor das funções objetivas e otimizar a capacidade de construção, operabilidade e segurança. Ainda é necessário maturidade das tecnologias, processo e política para facilitar a entrega de um projeto integrado (*Integrated Project Delivery - IPD*).

Figura 4 - Fases do ciclo de vida do projeto - BIM – Estágio 3



Fonte: Succar (2009, p. 367, tradução nossa).

De acordo com Pishdad-Bozorgi et al. (2018), uma implementação bem-sucedida do BIM habilitado para FM pode ocorrer a partir de uma definição clara do que constitui BIM habilitado para FM, um processo contínuo e prático de coleta de dados nas fases de desenvolvimento do projeto e a execução de um plano de interoperabilidade para troca de dados entre ferramentas BIM e sistemas de gerenciamento de instalações, como o Sistema de Gerenciamento de Manutenção Computadorizado (*Computerized Maintenance Management System - CMMS*).

Para os autores, o pessoal de manutenção, além das informações de FM, tem acesso ao modelo BIM geométrico, que fornece informações como localização do equipamento, acessibilidade e facilidade de manutenção. Em todos os projetos, o BIM/FM exige o envolvimento do gerente de dados de instalações e o especialista em TI do CMMS desde o início do projeto para:

- especificar os requisitos de formatação de dados compatíveis com o CMMS selecionado, com a criação de modelos em aplicativos de criação BIM que usam formatos IFC (*Industry Foundation Classes*);
- controle e garantia de qualidade dos dados BIM ao longo do projeto;
- alocar recursos suficientes para atividades relacionadas ao BIM; estabelecer uma equipe de projeto totalmente integrada, composta por representantes do projeto, construção, organizações proprietários e gerenciador de recursos de dados;
- evitar projetos com cronograma muito justo ao implementar uma nova tecnologia e processo de fluxo de trabalho.

A implementação do BIM pode e deve estar baseada no conjunto de normas técnicas disponível em diferentes países, visando atender os critérios estabelecidos e padronização do processo e produto. A Inglaterra figura como um dos países mais desenvolvidos no uso da tecnologia BIM. A seguir são descritas algumas normas inglesas sobre a implementação da tecnologia BIM, seguido das normas brasileiras.

A *British Standards Institution* (BSI) publicou em janeiro de 2019 um guia para ajudar os usuários na transição de normas já existentes referente ao BIM para as novas BS EN ISO 19650-1 e BS EN ISO 19650-2. Essas normas passam a fazer parte de uma série ISO. O processo de elaboração teve a participação de comitês técnicos e grupo de trabalho envolvendo representantes de 16 países, portanto com uma abordagem aceita internacionalmente para o gerenciamento das informações, o que deve aumentar o valor em projetos ou projetos internacionais que envolvam equipes multinacionais. (*BRITISH STANDARDS INSTITUTION* (BSI), 2019).

A BS EN ISO 19650-1 define os conceitos e princípios a serem implementados no Reino Unido para alcançar um padrão de gerenciamento de informações que atenda ao BIM Nível 2, abrangendo partes de gerenciamento de projetos e do ciclo de vida. Já a BS EN ISO 19650-2 exibe um conjunto de requisitos para o gerenciamento de informações, que se aplica à fase de entrega de ativos (projetos de obras).

Essas normas devem ser implementadas de maneira consistente com o nível e a complexidade das atividades de gerenciamento de projetos ou ativos às quais estão sendo aplicadas. Muitas cláusulas apontam a necessidade de definir o padrão de informações do projeto, com uma lista de itens que deve ser considerada, dependendo das circunstâncias do projeto, das políticas organizacionais em relação ao gerenciamento de informações e das capacidades das pessoas envolvidas.

Estão previstas e em elaboração as partes 3 e 5 da série ISO 19650. A parte 3 refere-se aos requisitos para a fase de operação dos ativos (BS EN ISO 19650-3) e a parte 5 aos requisitos de abordagem voltados para a segurança no gerenciamento de informações (BS EN ISO 19650-3). Essas partes de especificações serão em substituição às já existentes, PAS 1192-3 e PAS 1192-5, respectivamente.

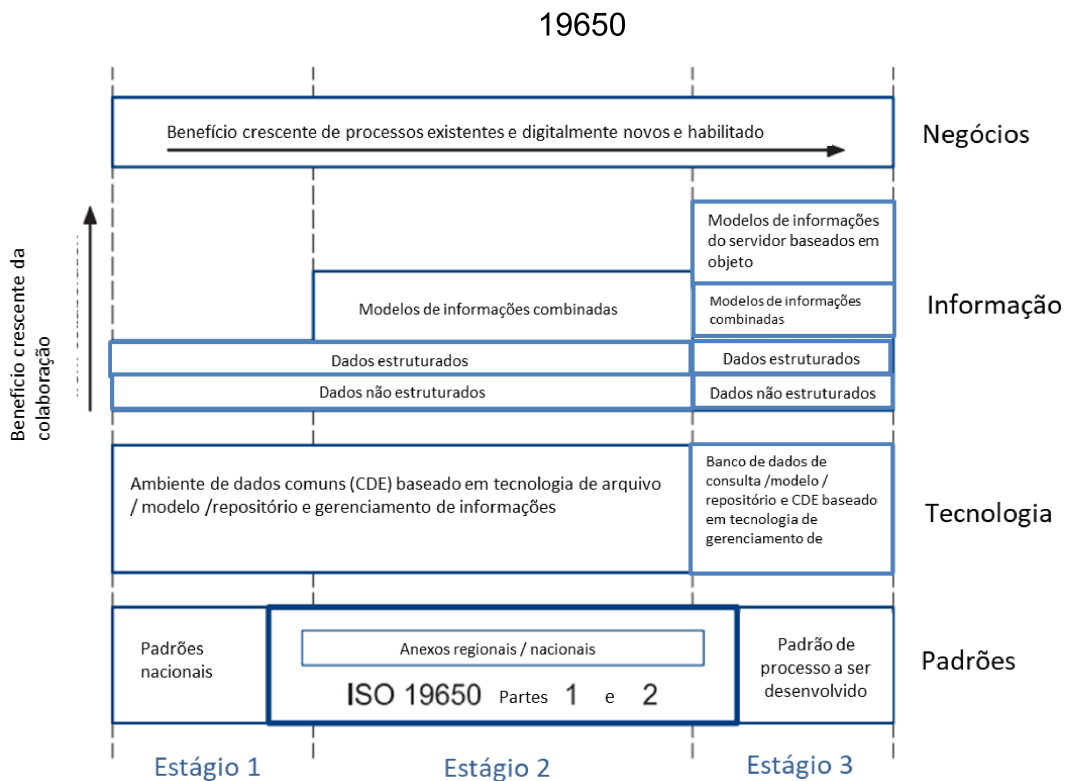
O gerenciamento de informações pode ser representado através de uma sequência de estágios de maturidade (figura 5), denominados estágios 1, 2 e 3. As normas BS EN ISO 19650-1 e a 19650-2 são projetadas para serem aplicadas no estágio de maturidade 2, mas podem ser aplicados para os estágios 1 e 3.

A BS EN ISO 19650-1:2018 define os conceitos e princípios recomendados para os processos de negócios, em todo o setor de ambiente construído, como apoio ao gerenciamento e produção de informações durante o ciclo de vida de ativos construídos ao usar BIM. Este documento fornece recomendações para gerenciar informações, incluindo troca, registro, controle de versão e organização para todos os envolvidos. (BSI, 2019a).

O gerenciamento das informações pode oferecer resultados benéficos aos proprietários / operadores de ativos, clientes, a cadeia de suprimentos e envolvidos no financiamento de projetos. Isso inclui aumento de oportunidades, redução de riscos e redução de custos através da produção e uso de modelos de informações de ativos e projetos. Este documento destina-se principalmente aos envolvidos na aquisição, projeto, construção e / ou comissionamento de ativos construídos; e

aqueles envolvidos no fornecimento de atividades de gerenciamento de ativos, incluindo operações e manutenção. (BSI, 2019a).

Figura 5 - Diagrama de maturidade dos estágios BIM de acordo com a série ISO



Fonte: BSI (2019, p. 7, tradução nossa).

É aplicável a todo o ciclo de vida de qualquer ativo construído, incluindo planejamento estratégico, projeto inicial, engenharia, desenvolvimento, documentação e construção, operação diária, manutenção, reforma, reparo e demolição. (BSI, 2019a).

Os modelos de informação de ativos (AIM) e modelos de informação de projetos (PIM) são os repositórios estruturados de informações necessárias para a tomada de decisões durante todo o ciclo de vida de um ativo do ambiente construído. Isso inclui o projeto e a construção de novos ativos, a reforma de ativos existentes e a operação e manutenção de um ativo. Espera-se que a quantidade de informações armazenadas nos modelos de informação e os diferentes propósitos para os quais serão utilizadas aumentem principalmente durante a entrega do projeto e o gerenciamento de ativos. (BSI, 2019a).

A norma deixa clara a importância de os clientes do projeto compreenderem seus próprios requisitos de gerenciamento de informações, incluindo os padrões a serem implementados, e comunicar claramente aos seus consultores e contratados.

A BS EN ISO 19650-2:2018 especifica requisitos para o gerenciamento de informações, na forma de um processo de gerenciamento, dentro do contexto da fase de entrega dos ativos e das trocas de informações, usando o BIM. Permite que uma parte nomeada dos envolvidos estabeleça seus requisitos de informação durante a fase de entrega dos ativos e forneça o ambiente comercial e colaborativo adequado, no qual as partes (múltiplas) nomeadas podem produzir informações de maneira eficaz e eficiente. Os processos de gerenciamento de informações são definidos, contendo as atividades que as equipes de entrega podem produzir as informações de forma colaborativa e minimizando as atividades desnecessárias. (BSI, 2019b).

Os principais usuários deste documento estão envolvidos nas seguintes etapas: gestão ou produção de informações durante a fase de entrega dos ativos; definição e aquisição de projetos de construção; especificação de nomeações e facilitação do trabalho colaborativo; concepção, construção, operação, manutenção e desativação de ativos; e os responsáveis pela realização de valor para sua organização a partir de sua base de ativos. (BSI, 2019b).

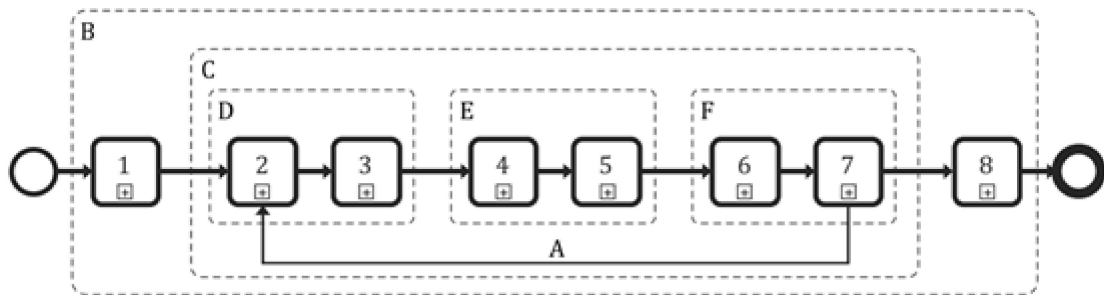
O processo de gerenciamento de informações (figura 6) deve ser aplicado durante toda a fase de entrega de cada atividade, independentemente do estágio do projeto.

As normas brasileiras que tratam do BIM na indústria da construção apresentam iniciativas ainda incipientes, como por exemplo a NBR 12006-2:2018 e a NBR 15965 (partes 1, 2, 3, 4 e 7) abordam questões organizacionais dos dados facilitando a modelagem das informações.

De acordo com a NBR ISO 12006-2 (ABNT, 2018), há pouca normalização de classificações para construção, porém, existe uma demanda, pois os sistemas informatizados do setor processam dados de diferentes tipos e uso em diferentes aplicações. Estes dados devem ser definidos e estruturados de forma que a informação armazenada seja consistente e confiável. A NBR ISO 12006-2 estabelece uma estrutura e um conjunto de títulos de tabelas que são recomendados, a qual se aplica ao ciclo de vida completo da construção, considerando o projeto, produção, manutenção e demolição. Esta norma identifica

classes para a organização da informação e indica como estão relacionadas. As classes são definidas a partir de interesse da construção como: espaço, resultado, processo, recurso e propriedade/característica e informações.

Figura 6 - Processo de gerenciamento de informações durante a fase de entrega dos ativos



Atividades

- 1 - Avaliação e necessidade
- 2 - Convite para proposta
- 3 - Resposta da proposta
- 4 - Nomeação
- 5 - Mobilização
- 6 - Produção colaborativa de informação
- 7 - Entrega do modelo de informação
- 8 - Fechamento do projeto

- A - Modelo de informação avançado pela(s) equipe(s) de entrega subsequente(s)
- B - Atividades realizadas por projeto
- C - Atividades realizadas por projeto
- D - Atividades realizadas durante a fase de contratação
- E - Atividades realizadas durante o estágio de planejamento da informação
- F - Atividades realizadas durante a etapa de produção da informação

Fonte: BSI (2019b, p. 3, tradução nossa).

A NBR 15965-1:2011 estabelece uma terminologia e a estrutura de classificação para a tecnologia de modelagem da informação da construção adotando terminologia e parâmetros unificados para serem adotados nas áreas de planejamento, projeto, gerenciamento, obra, operação e manutenção de empreendimentos. Um sistema de classificação pode embasar os projetos em alguns aspectos como: terminologias e parâmetros unificados e aplicados por todos os envolvidos; ampliação da cooperação e comunicação entre os agentes possibilitando uma padronização; interoperabilidade entre os diversos sistemas de dados; o aumento da produtividade e qualidade de serviços; e uma maior facilidade na gestão e operação da logística da construção. (ABNT, 2011).

Tomando por base a ABNT NBR ISO 12006-2 que apresenta as seis classes da construção (espaço, resultados, processos, recursos, propriedades / características e informação) a NBR 15965-1:2011 apresenta uma estrutura de classes em grupos. O grupo 0 é relacionado às características dos objetos da

construção, e pode ser classificado em materiais (0M) e propriedades (0P). O grupo 1 é referente aos processos da construção e se classificam em fases (1F), serviços (1S) ou disciplinas (1D) da construção. O grupo 2 se refere aos recursos da construção e apresenta as classificações referente às funções (2N), equipamentos (2Q) e produtos (2C). O grupo 3 se refere aos resultados da construção e se classificam em elementos (3E) e resultados de serviços (3R), mas, essas estruturas de classificações para esse grupo ainda não foram realizadas. O grupo 4 se referem às unidades (4U) e aos espaços (4A). O grupo 5 aborda as informações da construção (5I). (ABNT, 2011).

Para esses grupos é proposto uma estrutura de códigos que possibilita itemizar os grupos, componentes, etapas, funções, tipos e subtipos, conforme exemplo mostrado: 2C.30.00 – Aberturas, passagens e proteções; 2C.30.20.00 – Janelas; 2C.30.20.11 – Componentes de janelas; 2C.30.20.11.11 – Perfis para janelas. (ABNT, 2011).

A NBR 15965-2:2012 (ABNT, 2012) apresenta a estrutura de classificação referente às características dos objetos da construção para aplicar na tecnologia da modelagem da informação da construção (grupo 0). Para tal, apresenta tabelas de classificação 0M para os materiais de construção (exemplo: 0M.20.10.05 – Outros materiais cimentícios; 0M.20.10.05.03.07 – Cimento pozolânico CP-IV), e 0P para propriedades da construção (exemplo: 0P.50.20.00 – Propriedades de forma; 0P.50.30.00 – Dimensões simples; 0P.50.30.01 – Tamanho padrão ou personalizado).

A parte 3 da NBR 15965 (ABNT, 2014) descreve os processos da construção (grupo 1) em tabelas referentes à fase (1F) (exemplo: 1F.20.00.00 – Estágio de projeto), serviços (1S) (exemplo: 1S.80.00.00 – Serviço de utilização) e disciplinas (1D) (exemplo: 1D.11.00.00 – Planejamento; 1D.11.21.00 – Planejamento de desenvolvimento).

O grupo 2, referente aos recursos de construção, é apresentado na NBR 15965-4:2021(ABNT, 2021). Esta parte estabelece a estrutura de classificação e regras para utilização de níveis 2 a 7 cada os componentes (2C) (exemplo: 2C.10.06.00.00.00.00 – Revestimento de parede), funções (2N) (exemplo: 2N.26.02.08.00.00.00 – Gestor de manutenção) e equipamentos (2Q) (exemplo: 2Q.06.10.10.00.00.00 – Software BIM) e apresentam tabelas especificando os códigos para os recursos.

A NBR 15965-7:2015 (ABNT, 2015) apresenta a estrutura de classificação referente à informação da construção (5I), que servem de base para a comunicação desde a criação até a manutenção de um objeto construído. Os projetos e manuais dos usuários são exemplos de informações (exemplo: 5I.80.90.26 – Dados de operação da instalação; 5I.80.90.26.12 – Manuais de operação & Manutenção).

Para implementar o uso do BIM, é necessário estar claro, para o proprietário, as intenções, necessidades, requisitos e forma de entrega. Estes itens devem estar definidos desde o início da implementação, a partir de algumas diretrizes e contratos.

De acordo com o NBIMS (*National Institute of Building Sciences*) através do Guia Nacional de Modelagem de Informações de Edifícios para proprietários (*National Bim Guide for Owners – NBGO*) publicado em 2017 (NBIMS, 2017), foi desenvolvido um guia orientativo para desenvolver e implementar requisitos para aplicação BIM em políticas e procedimentos internos do ponto de vista do proprietário, assim como em contratos entre as partes interessadas em relação ao uso da ferramenta para planejar, projetar, construir e operar edifícios.

As intenções e os requisitos gerais para a edificação são estabelecidos no início do projeto pelo proprietário, os quais são conhecidos como Requisitos de Projeto do Proprietário (*Owner's Project Requirements (OPR)*) e são definidos nos Estados Unidos pelo Padrão Nacional BIM - Estados Unidos versão 3 (NBIMS-US) no qual constam os requisitos funcionais de “manutenção” e as expectativas de uso e operação. São incluídos metas, orçamentos, limitações, cronogramas de projetos e projetos. Esses requisitos são inseridos em uma base de projeto utilizada pela equipe para definir a abordagem e os parâmetros para realização do projeto. (NBIMS, 2017).

Estes dados são transformados em documentos de construção, que se tornam o registro de todos os elementos físicos do edifício, no qual à medida em que avançam as informações, podem aumentar em especificações e quantidades, pois os modelos gerados durante o planejamento, projeto, construção e operação servem como recursos de informações para manter a edificação funcionando com eficiência ideal, podendo reduzir o custo do ciclo de vida do edifício. (NBIMS, 2017).

A partir da tecnologia BIM e a interoperabilidade dos dados é possível que os proprietários utilizem as informações conforme as suas necessidades específicas que podem incluir gerenciamento de ativos, automação e controle predial,

coordenação interdisciplinar, programação, estimativa de custos e especificações de construção integradas. Para que o BIM seja usado efetivamente em um projeto, algumas etapas devem ser seguidas, quais sejam:(NBIMS, 2017)

1. Definição dos requisitos mínimos de BIM nos contratos com os prestadores de serviços (planejamento, projeto, construção, operações, etc.) e outras partes interessadas com base no método de entrega do projeto;
2. Identificar as funções e responsabilidades das principais partes interessadas do projeto no que diz respeito à modelagem de informações;
3. Criar um Plano de Execução do Projeto BIM (PxP) com as principais partes interessadas do projeto;
4. Gerenciar o projeto baseado no PxP e contrato.

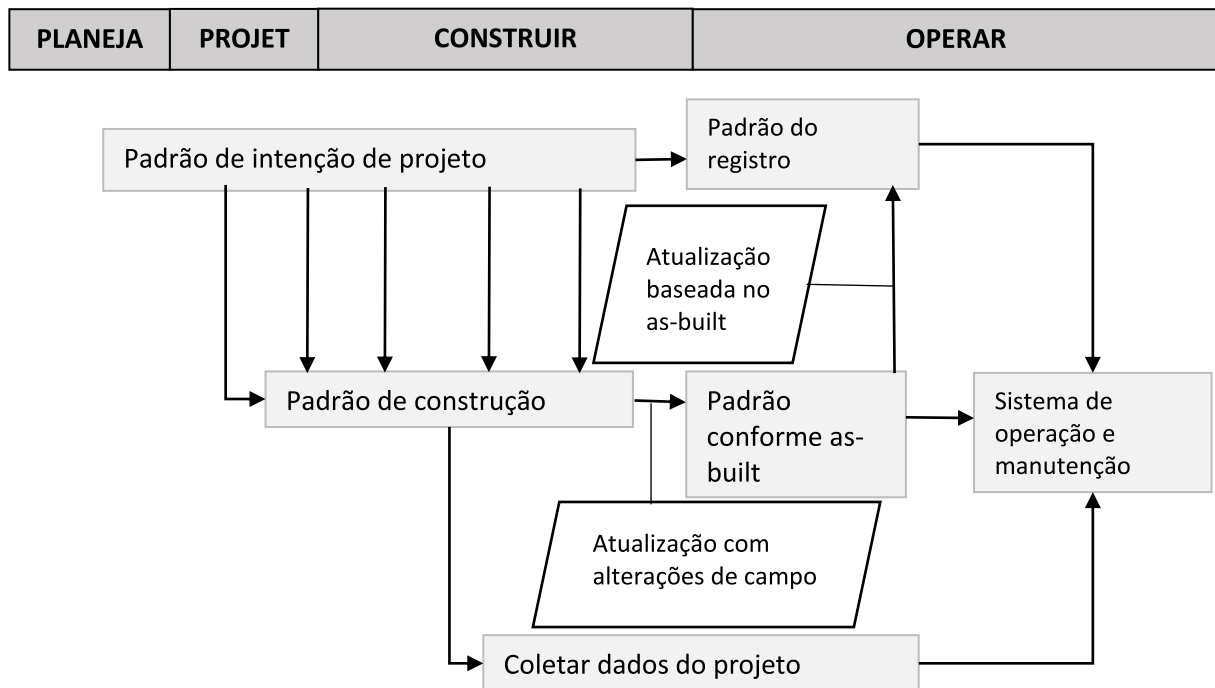
Depois que os Usos BIM são definidos devem ser determinados os requisitos de Nível de Desenvolvimento (LOD). A partir daí é possível desenvolver os requisitos de contrato para modelos e requisitos de dados. O proprietário também pode usar padrões existentes, modelos existentes para desenvolver requisitos de LOD e também é possível desenvolverem uma matriz de LOD personalizada para sua organização, mas se o fizerem, devem aderir às definições de especificação de LOD. (NBIMS, 2017).

Os processos de modelagem e padrões correspondentes podem variar por projeto, a figura 7 exemplifica um andamento típico das fases do projeto que poderia servir como um mapa de fluxo para o proprietário.

O padrão de construção tipicamente tem elevado detalhes de componentes que nem sempre é uma eficiente fonte de informação para operação e manutenção. Em geral, o padrão gravado, com o *as-built* e os dados do projeto, fornece para o gerenciamento de edificação com variado grau de informação em múltiplos formatos para uso melhor para suporte em FM e atividades. (NBIMS, 2017).

O plano de execução do projeto deve definir claramente as entregas que devem ser transmitidas ao proprietário na conclusão da construção. Essas entregas podem incluir um modelo de intenção de projeto no formato padrão próprio e aberto; um modelo de construção; um modelo conforme o *as-built*; um padrão de registro; e dados de operações e manutenção. (NBIMS, 2017).

Figura 7 - Fases do projeto – exemplo típico



Fonte: NBIMS (2017, p. 20, tradução nossa).

Os padrões de registros devem ser modelos preparados para operações e manutenção. Normalmente, o padrão de intenção de projeto é usado como uma linha de base e, em seguida, é atualizado para incorporar todas as alterações durante a construção, que também pode incluir dados de laser scan, e geralmente é atualizado pelo projetista a partir das informações fornecidas pelo fornecedor (por exemplo, marcas digitais, fotografia e laser scans). (NBIMS, 2017).

Para os dados de Operações e Manutenção deve ser realizado um inventário de ativos com nome, classificação e localização do ativo. Os proprietários devem considerar as entregas de dados de operações e manutenção para incluir atributos como marca, modelo e número de série dos principais componentes. COBie (*Construction Operations Building information Exchange*) é um exemplo de troca de dados de instalações. (NBIMS, 2017).

Em Portugal foi realizado O Guia de Contratação BIM desenvolvido pela *Task Force* “Contratação BIM”, constituída na Comissão Técnica de Normalização BIM Nacional (CT197-BIM), com o apoio do Instituto Português da Qualidade (IPQ) e do Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção (IMPIC) desse país. Este documento tem por objetivo apoiar empresas, entidades e particulares na contratação de serviços na indústria da construção utilizando processos e

metodologias BIM. O documento explica o processo de contratação de serviços BIM e expõe diretrizes fundamentais para a contratação da metodologia BIM na construção de empreendimentos, servindo como um documento de apoio à implementação de boas práticas. Sua aplicação abrange a contratação de serviços BIM ao longo de todo o ciclo de vida de um empreendimento de construção, desde a fase inicial de estudos preliminares até à fase final de desconstrução, passando pelas fases de concepção, de construção e de utilização/manutenção. (COSTA, 2017).

Está sendo desenvolvido o Plano De Execução Bim (PEB): especificação de estrutura do documento de apoio à gestão de empreendimentos BIM pela subcomissão 3 da Comissão Técnica 197 BIM em Portugal, que além da adoção de boas práticas na gestão de empreendimentos a partir da metodologia BIM, procura apoiar os prestadores de serviços em relação aos requisitos de informação. Neste documento são realizados mapas de processos para o desenvolvimento em BIM. (Costa et al., 2019?). “Este plano define o âmbito de aplicação da implementação do BIM e troca de informações, identifica o fluxo do processo para tarefas BIM, descreve a infraestrutura necessária para o apoio e fornece uma melhor compreensão dos objetivos.” (COSTA et al., 2019?, p. 9).

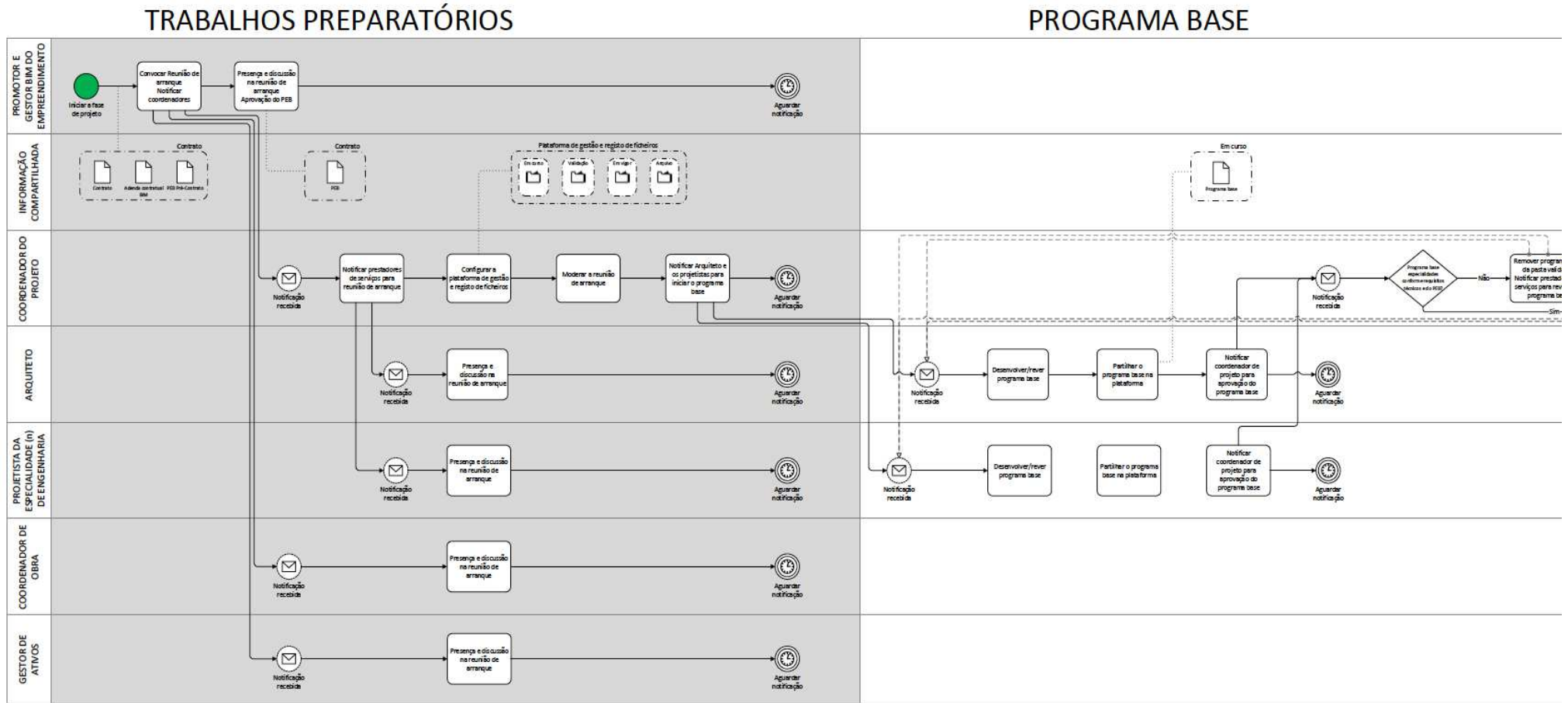
A estrutura do modelo de PEB é proposta a partir de anexos que trazem os seguintes itens, podendo ser aplicados total ou parcialmente em um empreendimento: informações do empreendimento; funções e atribuições; usos BIM e níveis de Desenvolvimento; mapeamento de processos BIM; requisitos das trocas de informação; procedimentos de colaboração; procedimentos de modelação; gestão da qualidade; e infraestrutura tecnológica. (COSTA et al., 2019?).

O mapeamento de processos BIM possibilita a representação gráfica dos procedimentos de negócio entre as diversas entidades envolvidas nos processos, permitindo uma comunicação de forma normalizada, a partir da utilização das regras *Business Process Model and Notation* (BPMN). Os mapas de processo podem ser realizados com diferentes graus de generalidade e abrangência, considerando desde a caracterização global das interações até questões específicas. A publicação exemplifica 3 níveis de mapeamento, quais sejam: nível I que apresenta o processo global do empreendimento, envolvendo todas as fases e os intervenientes; nível II abordando um processo específico para uma fase do empreendimento; e nível III

que mapeia um processo específico a um uso BIM (figura 8 como exemplo). (COSTA et al., 2019?).

As simbologias utilizadas são baseadas na BPMN (OMG, 2011), versão 2.0, cujo objetivo é fornecer uma notação que seja compreensível por todos os usuários, analistas e desenvolvedores responsáveis pela implementação dos processos, e os responsáveis que irão gerenciar e monitorar esses processos, criando uma padronização entre o desenho e a implementação do processo.

Figura 8 - Nível I - Mapa de processo global - exemplo para interação ao nível da fase de projeto



Fonte: Costa et al. (2019?, p. 27?).

3.2 BIM VOLTADO PARA A FASE DE OPERAÇÃO E USO DOS EDIFÍCIOS

O projeto através do BIM possui uma grande área de aplicação, e pode abranger desde as etapas iniciais de concepção do produto, passando pela construção do edifício, fase de pós-ocupação e manutenção, reformas (retrofit) e, por fim, a sua demolição ou desconstrução. (RIBA, 2012).

Mais recentemente, estudos têm focado na transmissão de toda a informação gerada durante o projeto e construção das edificações para a fase de operação e uso. As edificações representam o setor que mais consome energia na economia mundial, cerca de 50% de toda a energia consumida no mundo, sendo responsável por aproximadamente 1/3 das emissões de CO₂ no planeta. Também se sabe que a fase de uso e operação de edificações usa aproximadamente 80% dos custos e recursos de um edifício durante a seu ciclo de vida. A fase de operação e uso dura muito mais do que as fases de projeto e construção, portanto, qualquer eficiência de processo que o BIM possa proporcionar irá gerar uma economia de custos muito maior. (PISHDAD-BOZORGI et al., 2018).

O proprietário se beneficia com a adoção do BIM, pois a partir de sua implementação é possível maximizar o valor de um edifício em todo o seu ciclo de vida, facilitando a tomada de decisões do proprietário, assim como de questões referentes à comunicação de intenção de projeto, coordenação do projeto em várias fases, cronograma de entrega e gerenciamento de custos, gestão de pós-obra e gerenciamento das instalações, automação e controle predial, incluindo os valores de revenda do imóvel ou as receitas de locação. (NBIMS, 2017).

Os maiores custos para os proprietários e usuários são encontrados na fase de operação e manutenção quando comparado tanto com as outras fases do ciclo de vida das instalações, o que indica oportunidades significativas para aumentar a eficiência do processo de entrega do projeto e para uma melhor alocação de recursos na fase de operação e manutenção. (CHAPMAN, 2005).

A simples exigência de BIM não implica em sucesso do empreendimento se as metas do proprietário não estiverem claramente definidas e o requisitos do BIM não estiverem alinhados em relação à quantidade certa e os tipos de recursos para alcançar esses objetivos (*BIM done right*). O BIM, por si só, não é o fim, mas sim o meio para uma série de resultados de entrega de projeto, em que deve abordar três grandes áreas: processo, infraestrutura e padrões e execução. (NBIMS, 2017).

São destacados vários benefícios com a aplicação do conceito em BIM nos edifícios já construídos, entre eles o melhor gerenciamento e operação das edificações, pois o modelo da construção é uma fonte de informação para todos os sistemas utilizados na construção. Nele podem ser realizadas análises prévias para definir equipamentos mecânicos, sistemas de controle e outras aquisições que podem ser fornecidas ao proprietário, como um meio de verificação de decisões de projeto quando a construção estiver em uso. (EASTMAN et al., 2014).

Um modelo de construção que foi atualizado com todas as modificações feitas durante a construção é uma fonte precisa de informações sobre como os espaços e sistemas foram construídos e fornecem um ponto de partida muito útil para o gerenciamento e a operação da construção. Um modelo de informações da construção suporta o monitoramento de sistemas de controle em tempo real e proporciona uma interface natural para sensores e operação remota de gerenciamento de facilidades. Muitas dessas capacidades ainda não foram desenvolvidas, mas o BIM fornece uma plataforma ideal para o seu desenvolvimento. (EASTMAN et al., 2014, p. 20-21).

Para Eastman et al. (2014) outras possibilidades do uso da ferramenta é gerenciar ativos e avaliar o impacto de trabalhos de modernização ou de manutenção nas instalações. Os modelos mostram benefícios na fase inicial de entradas das informações da instalação e na interação entre elas, podendo ser reduzido o tempo necessário para criar a base de dados da instalação, já que o método tradicional envolve criação manual dos espaços após a conclusão do projeto. Existem algumas ferramentas que aceitam a entrada de componentes BIM, entre elas: ActiveFacility; ArchiFM; Autodesk FM Desktop TM.

Algumas questões no uso dessas ferramentas, em conjunto com o modelo de edifício, devem ser levadas em consideração como: o suporte a objetos do tipo espaço; a capacidade de combinação; atualização. Aproveitar um modelo de edifício para gerenciamento de facilidades pode exigir a mudança para ferramentas de facilidades que já tenham sido concebidas com a proposta BIM.

O uso do BIM para apoiar o gerenciamento de manutenção ainda está no início e os proprietários devem verificar, junto a essa fase, se as atuais ferramentas podem suportar componentes BIM de espaço ou se é necessário um plano de transição para uma ferramenta de gerenciamento de facilidades que suporta BIM é necessário. (EASTMAN et al., 2014).

Os autores ressaltam que os proprietários precisam trabalhar próximos aos seus prestadores de serviço para garantir que o modelo do edifício tenha escopo, nível de detalhe e conteúdo de informação adequados aos objetivos pretendidos para a utilização do modelo após a construção. (EASTMAN et al., 2014). A tabela 1 traz uma listagem de alguns dos principais tipos de informação que o modelo necessita para ser utilizado no uso pós-construção.

Tabela 1 - Modelo do edifício para proprietários para utilização após a construção

Propósito	Tipo de informação do modelo
Viabilizar a conformidade com o programa e o gerenciamento de facilidades. Em um processo de projeto típico, a informação espacial é definida para atender a um programa e para dar suporte a análises de conformidade. Esses requisitos são críticos para a verificação de conformidade do programa e para o uso do BIM no gerenciamento de facilidades.	Espaços e funções
Suportar atividades de comissionamento, como especificações de desempenho	Especificações de desempenho para sistemas de ventilação, aquecimento e condicionamento de ar e outros equipamentos de operação da instalação
Para análises e rastreamento pós-construção, e como dados para previsões futuras	Cronograma as-built e informações sobre os custos
Orçamentação e geração de cronogramas de manutenção	Informação de produtos manufaturados
Para informações sobre custos de substituição, períodos de tempo e avaliação (ver o estudo de caso do Planejamento de Facilidades para a Guarda Costeira)	Dados de gestão de ativos financeiros
Planejar e preparar evacuações e outras crises emergenciais	Informação sobre emergências
Para monitorar e rastrear o progresso do projeto, da construção ou atividades de manutenção	Estado das atividades

Fonte: Eastman (2014, p. 132).

Pärn, Edwards e Sing (2017) apontam a falta de literatura que trabalha o BIM para gerenciamento de ativos no setor da construção. Além disso, os autores manifestam os desafios enfrentados no setor de gerenciamento das instalações (*facility management* inclui: a necessidade de considerar questões estratégicas de longo prazo; a melhoria na integração/interoperabilidade dos dados; uma gestão do conhecimento ampliada; melhor medição de desempenho; melhorar o treinamento e desenvolvimento de competência para gerentes de instalações para lidar com a grande e abrangente demanda de serviços de FM).

A fase operacional requer um conjunto abrangente de informações bem estruturadas sobre o ativo de construção. Logo, um modelo BIM deve ser preenchido com as informações da fase de pré-uso, através de integração com sistemas de FM existentes, pois o gerenciamento da informação deve ser mantido desde o início do projeto até o estágio operacional atual. (NICAŁ E WODYŃSKI, 2016). Os processos de FM baseados em BIM, tendo a FM como ponto de partida, podem alterar a percepção da indústria, pois está baseado em uma abordagem colaborativa para a entrega das instalações inteligentes, exigindo grandes mudanças culturais no setor da construção. Para os autores soluções tecnológicas não impedem o setor de implementar BIM, mas sim a incapacidade de a indústria da construção cooperar.

Segundo Roper e Payant (2014) a automatização não deve ser desenvolvida simultaneamente ao desenvolvimento de dados e procedimentos, e não se deve automatizar políticas e procedimentos ruins. Assim como ao estimar as necessidades de automação, não se deve subestimar o esforço necessário para a entrada de dados ou superestimar quais dados de construção são necessários para um bom gerenciamento. A automação pode aumentar a eficiência e a eficácia departamentais no gerenciamento de instalações, o que deve ser justificado dentro da empresa como uma ferramenta necessária para as boas práticas de negócios.

Os sistemas disponíveis de gerenciamento do local de trabalho devem integrar as principais funções de FM, vinculando o projeto realizado em softwares a um sistema de informações através de um banco de dados que possibilite essas relações. O BIM é uma ferramenta importante para FM, não apenas para o projeto e construção de instalações. (ROPER e PAYANT, 2014).

Weiwei et al. (2018) mostra que, apesar de mais de 65% do custo total em gerenciamento da manutenção (FM) ser oriundo do gerenciamento de manutenção de instalações (*Facility Maintenance Management - FMM*), há uma falta de estratégias de manutenção eficientes e abordagens corretas de decisão para reduzir os custos do FMM. O BIM foi desenvolvido como uma tecnologia potencial para o FMM em edifícios. Estes autores propõem uma estrutura de FMM baseada em BIM e sistemas de gerenciamento de instalações (*Facility Management Systems - FMSs*), que podem fornecer programação automática de ordens de serviço de manutenção (*Maintenance Work Orders - MWOs*) para melhorar a tomada de decisões no FMM. Nesse contexto, os dados são mapeados entre BIM e FMSs consoantes com a

extensão de tarefas de manutenção de IFC e informação MWO, a fim de alcançar a integração de dados.

Os autores ainda argumentam que existem alguns sistemas computadorizados de gerenciamento de manutenção (*Computerized Maintenance Management System* - CMMS) e FMSs disponíveis no mercado, como Archibus, EcoDomus, Maximo e sistema FM. Esses softwares podem ser utilizados para gerenciar o processo de manutenção do edifício e disponibilizar uma plataforma de informações organizada. Soluções para captura automática de informações e análise de dados ainda são limitadas, não fornecendo agendamento automático de ordens de serviço de manutenção (MWOs). Para que ocorra um gerenciamento eficaz da manutenção de instalações são necessárias informações contínuas e confiáveis sobre o inventário, condição e desempenho dos ativos, sendo necessárias abordagens inovadoras para melhorar a transferência e recuperação de informações para o suporte ao FMM. Segundo os autores o conceito de BIM, ferramentas, fluxos de trabalho e sua base padrões abertos (IFC) e especificações de estrutura de dados presentes no COBie oferecem os meios para apoiar o intercâmbio de informações em todo o ciclo de vida de um edifício. (WEIWEI et al., 2018).

Segundo Wijekoon (2018) a motivação inicial para adotar o BIM para FM depende da qualidade das informações passadas através dos processos BIM. Os gerentes das instalações tendem a solicitar todas as informações possíveis sobre o bem construído. Os fornecedores de informação concluem que a razão para isto é o limitado entendimento dos usuários sobre as informações necessárias. Portanto, é necessário compreender os usos específicos das informações para cooperar com um ambiente da informação de alta tecnologia. Caso contrário, o BIM seria mal utilizado, sendo considerado como outro tipo de software que substitui a armazém de documentos de manutenção.

O cenário mais comum relacionado à entrega de informações em ambientes não-BIM é ou a ausência de informações "as-built" ou ter informações incompletas que tem pouca utilidade. Por outro lado, a questão em um ambiente BIM está tendo um conjunto complexo de informações sobre o BIM, mas não utilizando a maior parte delas após um investimento considerável no BIM processo. O papel do modelo de informação proposto é servir como uma ferramenta orientadora alcançar o

equilíbrio entre a exigência de informação FM e o valor da informação. (WIJEKOON, 2018).

O gerenciamento da informação na gestão e manutenção das instalações ainda é um desafio pela falta de uma estrutura de dados que possa simultaneamente cumprir as seguintes necessidades: a entrega de modelos de informação (modelos de informação patrimonial (AIM)); a validação desses modelos de informação em relação aos requisitos; e o uso de suas informações na gestão de instalações (operação e manutenção). (PATACAS et al., 2020). Patacas et al. (2020) desenvolvem e testam uma estrutura e um protótipo de Ambiente Comum de Dados (CDE) para alcançar essas necessidades, baseados no uso de padrões abertos e na integração de tecnologias existentes, a partir de um caso de uso focado em manutenção preventiva e corretiva. Os processos da estrutura e o protótipo do CDE foram demonstrados em projetos piloto e mostraram que os AIMs podem ser desenvolvidos e gerenciados usando fontes de dados díspares que podem ser integradas e sincronizadas através de protocolos de comunicação padrão, tais como interfaces de serviços web.

Os modelos BIM podem ser usados para suportar o gerenciamento de instalações e operações de Edifícios, e oferecem uma interface consolidada de informações sobre os aspectos do desempenho operacional da construção. Para desenvolver modelos BIM adequados para essa função precisam ser superados quatro desafios, quais sejam: identificação de informações críticas necessárias para informar decisões operacionais; alto nível de esforço para criar novos modelos de BIM existentes ou modificá-los; o gerenciamento da transferência de informações entre operações em tempo real e sistemas de monitoramento e o modelo BIM; e o tratamento da incerteza com base em documentação de construção incompleta. (MCARTHUR, 2015).

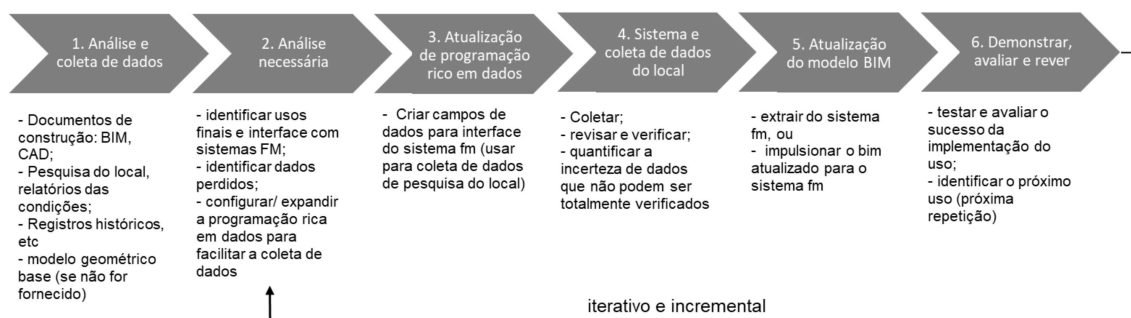
O autor realiza um estudo de caso utilizando um edifício universitário, em que demonstra como os modelos BIM podem ser desenvolvidos para os cenários de construção existentes e utilizados para melhorar o gerenciamento e o desempenho dos edifícios. Não havia projetos originais nem desenhos *as built* disponíveis, assim como ocorreram no decorrer dos anos várias reformas e expansões na edificação, limitando-se em 10% a documentação em desenho 2D. Havia um conjunto de plantas baixas CAD, que incluía apenas a geometria básica do edifício, e dados de descrição e propriedade do espaço do ArchiBus com um conjunto de registros de

pesquisa sobre amianto que foram fornecidos para apoiar os casos de uso desejados. Para complementar essas informações, uma pesquisa de vários dias foi realizada para confirmar dados do projeto, coletar informações importantes sobre espaço e sinalização e coletar dados para permitir a modelagem geométrica dos principais elementos mecânicos e elétricos como quantidades de itens nas peças, e no futuro ser marcado com equipamentos completos e dados do sistema. Observa-se que estas informações existentes foram utilizadas para diferentes usos dentro do campus para o gerenciamento das instalações. (MCARTHUR, 2015).

Foi proposto um processo uma estrutura de desenvolvimento do modelo em BIM (figura 9), que consiste em uma etapa inicial de análise e coleta de dados para desenvolver um modelo básico, seguido por cinco etapas, que permite a flexibilidade de adaptar o modelo para atender às necessidades das equipes de operações de construção. (MCARTHUR, 2015).

Pishdad-Bozorgi et al. (2018) publica um artigo em que discute o processo de implementação para o desenvolvimento de BIM habilitado para FM em uma instituição de ensino superior, com o objetivo de oferecer suporte às tarefas de FM que envolvam análise espacial, modernização e manutenção preventiva. A partir desse estudo foi desenvolvido um fluxo para futuras pesquisas para construir e ampliar a base de conhecimento do BIM para FM (figura 10).

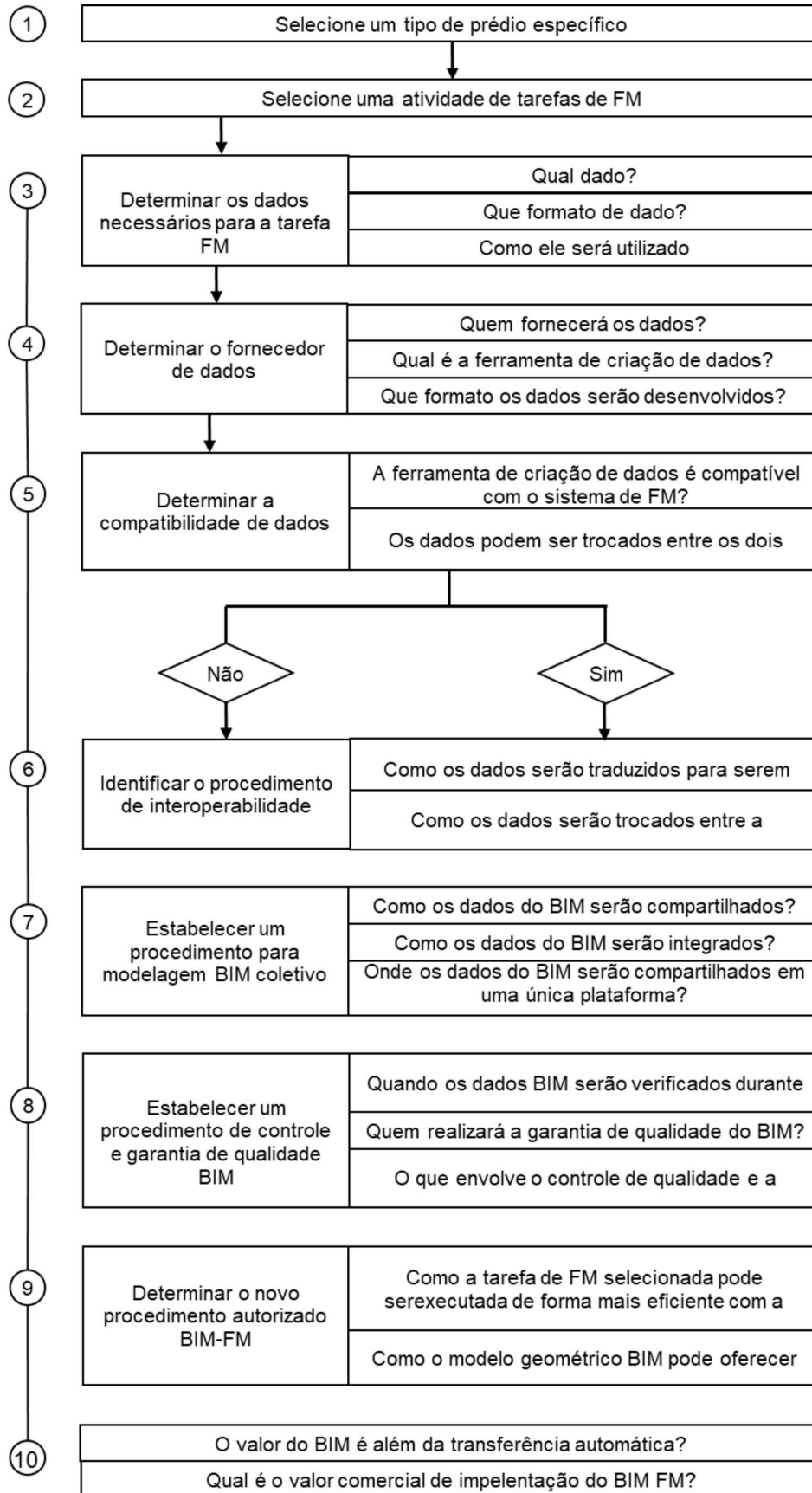
Figura 9 - Estrutura de Desenvolvimento do modelo em BIM



Fonte: Mcarthur (2015, p. 1111, tradução nossa).

Algumas das práticas implementadas nesse projeto já foram sugeridas por pesquisas anteriores, como: identificação das necessidades de informação do BIM para FM; utilização do COBie como formato de troca de dados; utilização do campo BIM 360 durante a construção; um sistema de código de barras que fornece códigos de modelo BIM de equipamentos. (PISHDAD-BOZORGI et al., 2018).

Figura 10 - Uma estrutura para pesquisas futuras sobre o BIM habilitado para FM



Fonte: Pishdad-Bozorgi et al. (2018, p. 36, tradução nossa).

Segundo Pingbo et al. (2010) os BIMs construídos a partir de um modelo CAD geralmente não capturam detalhes de uma instalação de como ela foi realmente construída ou se encontra atualmente. Os scanners a laser estão ganhando aceitação e uso na indústria da construção e gerenciamento das instalações para a criação de BIM construídos, pois podem medir com precisão e rapidez a forma 3D do ambiente. O processo de criação de um BIM de uma edificação construída utilizando o scanners a laser pode ser dividido em três etapas principais, quais sejam: a coleta de dados com medições de pontos da instalação medidos através de uma varredura a laser a em pontos chaves; pré-processamento de dados, no qual os conjuntos de medições pontuais (conhecidas como nuvens de pontos) das varreduras coletadas são filtradas e combinadas em uma única nuvem de pontos ou representação de superfície em um sistema de coordenadas comum; e modelando o BIM, em que a nuvem de pontos de baixo nível ou a representação de superfície é transformada em um BIM modelo rico em informações.

De acordo com os autores, a partir da nuvem de pontos a modelagem em BIM envolve modelar a geometria dos componentes, atribuir uma categoria de objeto e propriedades de material a um componente e estabelecer relações entre os componentes. O objetivo da tarefa de modelagem geométrica é criar representações simplificadas de componentes de construção que podem ser superfícies individuais ou formas volumétricas que precisam ser transformadas em modelos sólidos. Os componentes modelados são rotulados com uma categoria de objeto. As categorias padrão de BIM incluem parede, telhado, laje, viga e coluna, porém categorias personalizadas de objetos podem ser criadas com base nas necessidades individuais do projeto, que podem ser alimentados com outros dados como propriedades de materiais ou links para especificações de componentes personalizados.

Czerniawski et al. (2018), aborda que a leitura por laser alterou o levantamento de projetos nas indústrias de arquitetura, engenharia e construção. Os sensores de imagens em 3D capturam condições existentes de maneira precisa, objetiva e com continuidade. Algumas aplicações por empresas construtoras incluem cronogramas, rastreamento de progresso e criação de documentos *as-built*. A adoção por parte da indústria é lenta, um dos motivos é a extração manual de informações de imagens 3D e a análise em execução. Turkan et al. (2012) ressalta

que os métodos atuais de rastreamento manual são demorados e/ou propensos a erros.

De acordo com Quinn et al. (2020), os sistemas de automação predial são onipresentes nos edifícios contemporâneos, tanto monitorando as condições dos edifícios quanto gerenciando os pontos de controle do sistema construtivo. Atualmente, estes controles são prescritivos e determinados pela equipe de projeto, em vez de responderem ao desempenho real do edifício. Estes são ainda mais limitados pela lógica prescrita, possuem visualizações rudimentares e necessitam de uma capacidade mais ampla de integração do sistema. Os autores realizam um estudo de caso de gerenciamento de edifícios a partir de dados disponíveis na nuvem, coletados através de sensores, apresentando uma técnica de integração para o mapeamento dos dados de um sensor da Internet das Coisas (IoT) do edifício para uma rede FM-BIM, incluindo o uso de uma lista aninhada em 3D para permitir que os dados da série temporal sejam mapeados para o FM-BIM e prontamente visualizado. Um FM-BIM central facilita a integração de todas as fontes de dados do edifício, para ser usado durante todo o seu ciclo de vida.

Esse estudo demonstra como cada um dos fluxos de dados dos sensores pode ser facilmente mapeado e trabalhado dentro do FM-BIM usando Dynamo, uma linguagem de programação visual (VPL), desde que os dados sejam fornecidos em uma estrutura adequada. A abordagem proposta oferece uma metodologia para integração e resumo de dados em série temporal que permite tal consulta e visualização. O acesso dos usuários a tais dados permite, em última instância, a tomada de decisões com base em dados. A visualização dos dados resumidos dos sensores fornece uma visão integrada para os gerentes de instalações e operadores de edifícios para apoiar a gestão e otimização integrada de ativos. (QUINN et al. 2020).

Marmo et al (2020) aponta que a integração de informações operacionais na gestão do ciclo de vida do edifício é um tópico relevante dentro do domínio da gestão de instalações, sustentada por informações de desempenho, para apoiar a avaliação de desempenho e a gestão da manutenção. O estudo realizado pelos autores propõe um modelo IFC relacionado à avaliação de desempenho e procedimentos de manutenção em que é mapeado em um esquema relacional de banco de dados. O banco de dados suporta a integração entre os modelos BIM e os

sistemas de informação das instalações, o que pode ser verificado nos estudos realizados em edifícios de saúde, que testam o banco de dados e uma nova aplicação, além de contribuir na definição da visualização do modelo para FM.

Para o funcionamento dos edifícios de saúde são apresentados uma série de requisitos organizacionais, ambientais e técnicos a serem cumpridos a partir de KPIs (indicadores de desempenho chaves), no qual o BIM tem sido utilizada para apoiar gestão de requisitos, armazenando informações e permitindo a verificação automática das regras de soluções de projeto de saúde. A linguagem de programação visual (VPL) e a programação Python são utilizadas para automatizar o intercâmbio de informações entre os sistemas de informação das instalações e os modelos BIM. A implementação do openPIM diz respeito às unidades cirúrgicas, sendo apresentado o Índice de Condição Ambiental (ICE) para quantificar e avaliar a qualidade ambiental das salas de cirurgia. (MARMO et al, 2020).

As propostas FM dos três estudos de caso são baseadas na avaliação de qualidade dos serviços de manutenção. Os modelos BIM oferecem um consistente 3D interface para o gerenciamento de informações das instalações, o que melhora a análise das atividades de manutenção, permitindo a visualização diretamente no BIM. Um modelo digital enriquecido com informações de como foi construído e operacional melhora o processo de tomada de decisão. Gerentes de instalações e os proprietários terão uma fonte confiável de conhecimento, permitindo e análise temporal para otimizar o planejamento da manutenção. (MARMO et al, 2020).

Segundo Pishdad-Bozorgi et al. (2018), a utilização do BIM na fase de uso e operação ainda é considerada como ineficiente, embora existam exemplos de utilização do BIM na fase de operação dos edifícios, incluindo exemplos em edifícios cujos projetos não foram concebidos em BIM.

De acordo com Matarneh et al. (2020), embora tenham sido desenvolvidos diferentes métodos e ferramentas para o intercâmbio informação durante o ciclo de vida de uma instalação, ainda existe uma falta de compreensão sobre que tipo de informação é necessária para ser utilizada pela equipe de FM durante a fase de operação e manutenção e como transferir esta informação nos sistemas FM existentes. Esses autores realizam um estudo que visa identificar os requisitos de informação para uma troca eficiente de informação entre sistemas BIM e FM, e propor um processo para transferir os requisitos de informação identificados para sistemas FM usando um formato de dados aberto.

A partir de desenvolvimento e aplicação de questionário foram priorizados os requisitos de informação do modelo BIM para auxiliar os sistemas FM, no qual foram identificados e priorizados 39 requisitos. A pesquisa foi realizada a partir de questionário online enviada para todos os membros ativos da FM no Reino Unido e 191 respostas foram coletadas. Inicialmente foi questionado a situação atual do gerenciamento de informações, a fim de entender o status atual do gerenciamento de informações na indústria FM, sendo questionado como eram recebidos os documentos de entrega e conclusão do projeto. Teve-se como resposta que 89% recebem tanto em documentos eletrônicos como cópia em papel, 9% cópia eletrônica (desenhos CAD e documentação de construção escaneada) e 2% indicaram que receberam apenas cópia em papel. Foi questionado qual o método de entrada de dados (manual ou eletrônico) era utilizado para inserir informações das instalações em sistemas FM, e obteve-se que 87% usavam a entrada manual de dados, enquanto 13% usavam o método de entrada automática de dados. Já em relação a precisão dos dados inseridos nos sistemas FM, 63% acreditavam que os dados eram "pouco precisos", 28% acreditavam que os dados eram "precisos", 3% acreditavam que os dados eram "muito precisos", 5% acreditavam que os dados eram "não exatos" e 1% que não eram nada exatos. (MATARNEH ET AL.,2020).

Os requisitos foram categorizados em 5 grupos, quais sejam: informações gerais sobre as instalações; informações sobre gerenciamento de energia; informações de gerenciamento de manutenção; informações de gerenciamento de espaço; informações de gerenciamento de ativos. Entre os 39 itens de informação, os dez itens mais importantes, estavam relacionados a grupos de manutenção e gestão de ativos. Para que o BIM possa apoiar as atividades e operações de FM, os requisitos de informação devem ser identificados com antecedência para facilitar uma troca de dados sem interrupção entre os sistemas BIM e FM. A contribuição deste estudo foi a identificação de um conjunto genérico de requisitos de informação para sistemas FM, que deve ser incluído nos modelos BIM as-built para operações e manutenção eficientes das instalações. Os resultados do estudo fornecem a base para a integração do BIM com sistemas FM. (MATARNEH ET AL.,2020).

4 MÉTODO DE PESQUISA

Gil (2002) define pesquisa como um procedimento racional e sistemático cujo objetivo é proporcionar respostas aos problemas propostos, no qual a pesquisa se faz pertinente quando não se tem informação suficiente para responder ao problema ou quando a informação se encontra de forma desordenada. A pesquisa exige planejamento das ações que serão desenvolvidas, assim como a necessidade de considerar os recursos necessários para sua realização. Este planejamento envolve quatro elementos básicos, quais sejam processo, eficiência, prazos e metas, que se concretiza mediante a elaboração de um projeto que explicita as ações que serão desenvolvidas ao longo do processo de pesquisa.

O estudo de caso é a estratégia mais adequada quando se pesquisa um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, com o propósito de descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação. (GIL, 2002).

Yin (2005) destaca que o estudo de caso permite uma investigação para se preservar as características significativas dos acontecimentos da vida real, incluindo como fontes de evidências a observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas das pessoas neles envolvidas.

Alguns autores definem um conjunto de etapas que podem ser seguidas na maioria das pesquisas, quando se define como estratégia o estudo de caso entre eles estão: a formulação do problema, a definição e a determinação do número de casos, elaboração do protocolo de investigação, a coleta de dados, avaliação e análise dos dados e a preparação do relatório. (GIL, 2002).

Para Yin (2005) é necessária uma preparação para realizar um estudo de caso, a qual envolve: habilidades prévias por parte do pesquisador, treinamento e preparação para o estudo de caso, desenvolvimento de um protocolo de estudo de caso, triagem dos possíveis estudos de caso e condução de um estudo de caso piloto.

Os estudos de caso podem ser constituídos tanto de um único quanto de múltiplos casos, sendo este último proporciona evidências inseridas em diferentes contextos, corroborando para uma pesquisa de melhor qualidade, porém, necessita de uma metodologia mais apurada e com maior tempo de coleta e análise dos dados. (GIL, 2002).

Conforme Gil (2002), para este tipo de pesquisa, os dados podem ser obtidos através de análise de documentos, entrevistas, depoimentos pessoais, observação espontânea, observação participante e análise de artefatos físicos. Já Yin (2005) define também como evidências registros em arquivos e observação direta, além de destacar três princípios da coleta de dados, quais sejam: utilização de várias fontes de evidências; criação de um banco de dados para estudo de caso; e a manutenção de um encadeamento de evidências.

O processo de análise e interpretação pode envolver diferentes modelos de análise, mas Gil (2002) destaca que é predominantemente qualitativa. A análise de dados consiste em examinar, categorizar, classificar ou recombinar as evidências tendo em vista as proposições iniciais do estudo. (YIN, 2005).

4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa utilizada na tese consiste em um estudo de caso, tendo como objetos de estudo um Campus situado na cidade de Porto Alegre e uma edificação residencial localizada na cidade de Novo Hamburgo ambos no estado do Rio Grande do Sul.

Os principais motivos de escolha do objeto de estudo se deram em função de três critérios. O primeiro refere-se à escolha de edificações que se encontram em fase de uso, operação e manutenção. Tanto o campus, quanto a edificação residencial foram entregues aos usuários e se encontram em operação em períodos próximos. O campus foi entregue em dezembro de 2016 e a edificação residencial em maio de 2017. O segundo motivo se deu em função de que ambas as edificações utilizaram um programa com conceito BIM para realização de seus projetos. E como terceiro motivo, ambas utilizam uma empresa terceirizada na gestão das manutenções, porém se diferenciam quanto ao porte e estrutura de gestão da manutenção.

4.2 OBJETOS DE ESTUDO

Os dois edifícios utilizados como objetos de estudo são a seguir apresentados:

4.2.1 Edifício educacional

O Edifício Educacional (EE) é um campus construído em Porto Alegre (RS), de uma universidade, cuja sede está em São Leopoldo. Como um diferencial, trata-se da primeira universidade da América Latina a conquistar a certificação ambiental ISO 14001 (*International Organization for Standardization*), o que evidencia o comprometimento com as questões referentes a impactos ambientais de suas atividades. A implementação e manutenção do certificado ISO 14001 são realizadas pelo SGA (Sistema de Gestão Ambiental), baseadas em processo de melhoria contínua. (UNISINOS, [2019a?]).

Esse campus estudado é composto de uma edificação verticalizada de oito andares, que é o foco do trabalho, que comporta em torno de oito mil alunos, perfazendo 78 salas de aula, duas salas de professores, oito auditórios, cinco gabinetes de coordenadores, 40 gabinetes de pesquisadores e 10 salas de informática. Além disso apresenta um Teatro com capacidade para 510 pessoas, um centro de conveniências e serviços, estacionamentos e um prédio em que estão localizados os laboratórios. O edifício apresenta uma área de 56.865,99m², em um terreno de 13.834,61m², dividido em cinco unidades (fotografia 1).

Fotografia 1 - Campus Porto Alegre



Fonte: UNISINOS (2017)

Na unidade 1 encontram-se 4 andares de subsolos compostos por estacionamentos e áreas pertencentes ao prédio educacional. O 4º e 3º subsolo são utilizados exclusivamente como estacionamento, já o segundo e o primeiro subsolo são utilizados parte para estacionamento e parte compondo o prédio educacional.

A unidade 2 está distribuída entre o 2º subsolo e o 8º pavimento sendo ocupada somente pelo prédio educacional. Esse prédio consta de salas de aula, biblioteca, salas de informática, salas administrativas, sala de professores e sala para reitoria.

A unidade 3 é composta por dois pavimentos os quais destinam-se a áreas de comércio, lazer e recreação (36 unidades comerciais, distribuídas em 24 no pavimento térreo e 12 no 2º pavimento).

A unidade 4 é destinada a uma passarela de uso público (solicitação da Empresa Pública de Transporte e Circulação – EPTC), que faz a ligação entre os dois lados de uma avenida, e define a separação das áreas da unidade 2 e 3. O Teatro é a unidade 5, com capacidade para 509 espectadores. Existe um pátio no 2º subsolo da unidade 2 que permite acesso a unidade 5. Todas as unidades apresentam elevadores.

A obra foi realizada por uma construtora, responsável pelo projeto e execução, a qual forneceu as informações técnicas e construtivas através de projetos aprovados, manuais de instalações hidrossanitárias, elétricas e refrigeração, e os projetos “como construído” (*as built*) referente ao projeto arquitetônico e estrutural. A partir da entrega da edificação, em 2017, foram revisados o atendimento aos requisitos legais para o funcionamento do prédio e realizadas as devidas adequações. Estes requisitos foram baseados em normas regulamentares (NRs), ANVISA, SMAM, vigilância sanitária e PPCI. Para a operação da edificação foi necessário que esses requisitos estivessem atendidos.

4.2.1.1 Características construtivas

Para realização do estacionamento no subsolo foi necessária a execução de contenções, no qual foi utilizado solo grampeado. A infraestrutura foi realizada por fundações profundas (composta por estacas do tipo pro raiz, escavada e hélice contínua), blocos de fundações e vigas de baldrame.

A supraestrutura foi executada em estrutura pré-moldada (pilares, vigas e lajes planas), parte moldada *in loco* e alguns elementos em estrutura metálica nas coberturas, passeios e sustentação das paredes verde e escadas. Do 2º ao 8º pavimento do prédio educacional foram instalados afastadores metálicos para fixação de brises metálicos, assim como foi instalado no 2º subsolo desta unidade um mezanino e uma escada metálica de acesso.

Na unidade 01 foi necessária a realização de um sistema de drenagem sob o piso do 4º subsolo, que também recebe água pluvial, composto por três poços de dois cilindros de concreto pré-moldado de 2,5m de diâmetro cada, bombas de drenagem que devem estar em constante funcionamento para não ocorrer inundação do subsolo, sendo necessário sua verificação e manutenção periódica.

Para reserva de água de consumo, existe uma bacia de armazenamento de 97.600 litros (2 células de 48.800 litros) no 4º subsolo, interligada a outra de 212.700litros (dividida em duas células) que se encontra na cobertura da Unidade 2. Já para reserva de incêndio, no 4º subsolo existe uma bacia termo acumuladora de 357.200 litros de água para resfriamento do Chiller (dividido em 4 células), que pode ser utilizada também em caso de incêndio, pois encontra-se conectada com as bombas de incêndio.

Para redes pluviais foi necessária a construção de bacias de contenção, para que a vazão para rede municipal ocorra de modo controlado, além de coberturas verdes sobre as unidades 3 e 5. Após sistema de tratamento, parte dessa água pode ser reutilizada em uma torneira do estacionamento.

A cabine de entrada de energia encontra-se no pavimento térreo do prédio de ensino. De lá segue para três transformadores, dois localizado no 3º subsolo que transforma a energia em baixa tensão antes de chegar no quadro geral de baixa tensão (QGBT) 01 e para um localizado no 1º subsolo e depois destina-se ao QTA 02.

A partir do QGBT 01 é distribuída energia para os chillers (cobertura) e para alimentar o quadro de transferência automática (QTA) 01. O QTA 01 também está interligado com um gerador que se necessário alimenta o prédio. O QTA 01 está ligado ao QGBT 02 do prédio de ensino no qual é distribuído energia para a cobertura, 8º ao 2º pavimento, térreo, 1º e 2º subsolos e para a unidade 5. Do QTA 02 interliga-se o QGBT 03 que se destina a unidade 3, estacionamentos e bombas da unidade 1.

O sistema de climatização dos estacionamentos é natural, já a exaustão no 3º e 4º subsolos ocorre a partir de dutos conectado a quatro ventiladores no 4º subsolo, que tem função de circulação e renovação do ar. No prédio de ensino a climatização é do tipo ar-condicionado central através de dois grandes ventiladores e dois chillers conectados as unidades de fancoils existentes em cada pavimento, em que são insuflado ar aos ambientes.

Para o sistema de ar-condicionado foram instalados sistema de chiller e fancoils com dutos de distribuição. Os estabelecimentos comerciais são abastecidos por rede de gás, através da rede pública.

As paredes internas e externas do edifício são de vedação. As paredes de alvenaria são realizadas em blocos cerâmicos 19x19x9cm (escadaria, elevadores e compartimentos técnicos existentes no estacionamento) e, na maioria, revestidas em argamassa e após receberam pintura.

As divisórias internas de salas e banheiros são em gesso acartonado com isolamento em lã de rocha. As salas de aula foram executadas com gesso acartonado com duas placas de gesso, montantes metálicos e duas camadas de lã de vidro, sobre as placas de gesso foi aplicado uma lousa em laminado decorativo de alta pressão que permite ser utilizado como quadro. Já as paredes internas do poço de luz, o lado interno das circulações e paredes dos elevadores são realizados em Painel TS.

Nos pavimentos de salas de aula em frente aos elevadores instalou-se forro acústico em gesso acartonado. Nos banheiros e sacadas foram realizados forros de gesso acartonado e nos corredores dos pavimentos de sala de aula instalou-se forro mineral. As salas de aula apresentam no forro laje nervurada aparente com resina acrílica.

Como revestimento externo o prédio de ensino apresenta brises (em alumínio de perfis tubulares fixado em montantes) e fachada ventilada (cerâmicas fixadas em perfis de alumínio colocada sobre camada de lã de rocha fixada na alvenaria).

4.2.1.2 Processo de gestão da manutenção do edifício

A administração da estrutura física do campus e demais locais utilizados para desenvolvimento de atividades acadêmicas é realizada pela Unidade de Apoio de Administração de Infraestrutura e Serviços, que contrata uma empresa terceirizada

para realização do processo de manutenção do campus. Além dessa função, a unidade é responsável pela gestão dos serviços de infraestrutura, obras, manutenção, de suprimentos, de laboratórios e instalações especiais, dos serviços de proteção, transporte e trânsito, do sistema de gestão ambiental e de gestão da qualidade dos Laboratórios Tecnológicos, bem como de controle e fiscalização da criação, do uso e da experimentação de animais em atividades didáticas e científicas. (UNISINOS, 2014).

A unidade é constituída por um Diretor e de quatro Gerências, sendo uma delas de Infraestrutura, Manutenção e Obras. (UNISINOS, 2014). Na resolução do CONSUN (Conselho Universitário da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS) N.º 008/2014 foi aprovado o Regimento da Unidade de Apoio de Administração de Infraestrutura e Serviços da UNISINOS. (UNISINOS, 2014a). Segundo o regimento da unidade de apoio de administração de infraestrutura e serviços, são descritas as atribuições do diretor, o que vale destacar, entre outras: dirigir, orientar e supervisionar a execução das políticas institucionais e a administração geral referentes à infraestrutura física, compreendendo: organização e conservação da estrutura física; serviços de planejamento arquitetônico e de interiores, de construção, conservação, reforma, adaptação e reparação de edificações, infraestrutura elétrica, hidrossanitária e de refrigeração em prédios; contratos de prestação de serviços de manutenção.

De acordo com a política de gestão institucional, presente já no PDI de 2014, é ressaltada a priorização do Campus Porto Alegre para investimento em infraestrutura física. Nesse período era necessário atender as turmas iniciais dos dez Cursos de Graduação e dos quatro Mestrados. A infraestrutura era constituída por 46 salas de aula tipo A (salas que dispõem de projetores e microcomputadores), 2 salas de professores, 12 gabinetes de coordenadores, 24 salas de trabalho para professores em tempo integral, 1 sala de reuniões, 5 salas para área administrativa, 6 salas de informática e 12 laboratórios temáticos, 1 auditório, uma área de alimentação e 2 salas de convivência e lazer (para alunos, professores e funcionários). (UNISINOS, 2014).

As políticas em relação à infraestrutura são: a consolidação da gestão das operações de infraestrutura e serviços em formato multicampi; a implantação e manutenção do Sistema de Gestão Ambiental; prover infraestrutura e equipamentos para novos cursos, programas e atividades de pesquisa e desenvolvimento

instalados gradativamente de acordo com os respectivos projetos; e a adaptação e adequação de prédios, instalações dos *Campi* e serviços aos principais requisitos de segurança, acessibilidade para pessoas com deficiência e prevenção contra sinistros de incêndios. (UNISINOS, 2019).

A ocupação dos espaços ocorre conforme as necessidades de infraestrutura para desenvolvimento do ensino e da pesquisa e do número de alunos, utilizando a gestão compartilhada da infraestrutura de salas de aula e dos laboratórios de informática, prática esta baseada em métodos e otimização de recursos. Além disso, a prioridade de orçamento de investimento em infraestrutura é voltada ao ambiente acadêmico incluindo laboratórios, salas de aula, equipamentos de informática, entre outros. (UNISINOS, 2019).

No ano de 2020, em função da pandemia (referente ao Covid 19), a universidade passou a realizar suas atividades de ensino, predominantemente de forma virtual, não havendo a circulação de alunos e colaboradores, o que não gerou ocupação nos edifícios. O setor de infraestrutura continuou exercendo suas funções e realizando a manutenção dos edifícios, mas reduziu significativamente as atividades e ações de manutenção preventivas.

4.2.2 Edifício Residencial

O edifício residencial (ER) estudado (figura 11) está localizado em Novo Hamburgo (RS) e foi entregue em março de 2017, apresenta uma área de 17.990,65m². Como diferencial, buscou atender os requisitos da NBR 15.575:2013, com desempenho superior, nos itens previstos na norma.

É composto por 26 pavimentos distribuídos da seguinte forma: 3 pavimentos de subsolos, térreo, mezanino, 16 pavimentos de apartamentos, 4 pavimentos de lofts. Este edifício apresenta 72 apartamentos, salão de festas, fitness center, espaço gourmet, sala de jogos, espaço kids, playground, quiosques, piscina, 3 elevadores, gerador para um elevador e iluminação de emergência nas áreas de circulação e rota de fuga, entre outros ambientes. (CONSTRUTORA, 2020b).

Figura 11– Edifício Residencial



Fonte: Construtora (2017)

4.2.2.1 Características construtivas

A partir do memorial descritivo, disponibilizado pela construtora, pôde-se identificar algumas características da edificação: as paredes externas e internas da edificação foram realizadas com blocos cerâmicos estruturais; as áreas de boxes de banheiros, lavanderia foram impermeabilizados com argamassa elastomérica; as esquadrias internas (portas) são de madeira maciça ou semiocas; as esquadrias (janelas) são em PVC; os pisos internos na sua maioria são em porcelanato; as paredes internas das áreas secas são rebocadas, após aplicado calfino e pintura acrílica; as paredes internas das áreas molhadas são rebocadas e após revestimento cerâmico e/ou pintura acrílica; os tetos são realizados em forro de gesso; a fachada apresenta reboco argamassado, massa texturizada do tipo graffiato, pintura acrílica ou pastilha cerâmica. O edifício apresenta, entre outros sistemas, o aquecimento coletivo solar de água com apoio a gás e o tratamento de efluentes cloacais com reuso de água. (CONSTRUTORA, 2020a).

4.2.2.2 Sistema de gestão da manutenção do edifício

Assim como grande parte dos edifícios residenciais similares ao edifício estudado, a responsabilidade de gestão da manutenção do edifício é de um síndico eleito pelos condôminos, conforme estipulado em convenção de condomínio. A construtora, que possui um setor de manutenção, atende às solicitações dos

condôminos em relação as suas unidades, e às solicitações do síndico, em relação as áreas condominiais.

No início da ocupação do condomínio, foi realizada uma assembleia para a instalação do condomínio, que ocorreu após a liberação do habite-se. Nessa assembleia foram eleitos o síndico e o conselho consultivo que representam legalmente o condomínio.

De acordo com o Código Civil (BRASIL, 2002), no artigo 1.347 do capítulo VII (do condomínio edilício), seção II (da administração do condomínio), na assembleia de condomínio é escolhido o síndico para administrar o condomínio, por prazo não superior a dois anos, podendo ser renovado. O artigo 1.348 (BRASIL, 2002) determina as responsabilidades que compete ao síndico, dentre elas são apontadas: as responsabilidades legais; o cumprimento da convenção, regimento interno e determinações ocorridas em assembleia; empenhar-se na conservação e guarda das partes comuns; zelar pela prestação dos serviços que interessam aos condôminos; elaborar anualmente uma previsão orçamentária; cobrar dos condôminos as suas contribuições e realizar as devidas cobranças; prestar contas ao condomínio; e realizar o seguro da edificação.

No empreendimento estudado, o síndico contrata uma administradora de condomínio que realiza a gestão financeira do edifício, e apresenta itens como prestação de contas mensal, folha de pagamento, o gerenciamento contábil e financeiro. Além disso, a administradora realiza as convocações e organizações das assembleias e, quando necessário, das reuniões extraordinárias.

O edifício, a partir do CNPJ do condomínio, representado pelo síndico, contrata e gerencia diretamente as empresas terceirizadas para serviços de segurança, jardinagem, limpeza do condomínio, abastecimento de gás, cuidados com a piscina, manutenção de elevador e outros que julgar necessário.

4.3 DELINEAMENTO E ETAPAS DA PESQUISA

A partir da definição do método de pesquisa, tendo como estratégia o estudo de caso, foi realizado o seu delineamento, conforme apresentado na figura 12. A pesquisa foi elaborada em três etapas, quais sejam: (i) contextualização: diagnósticos dos sistemas de gestão da manutenção, (ii) estrutura e modelagem da informação: integração FM-BIM e (iii) proposta de um modelo de gestão de

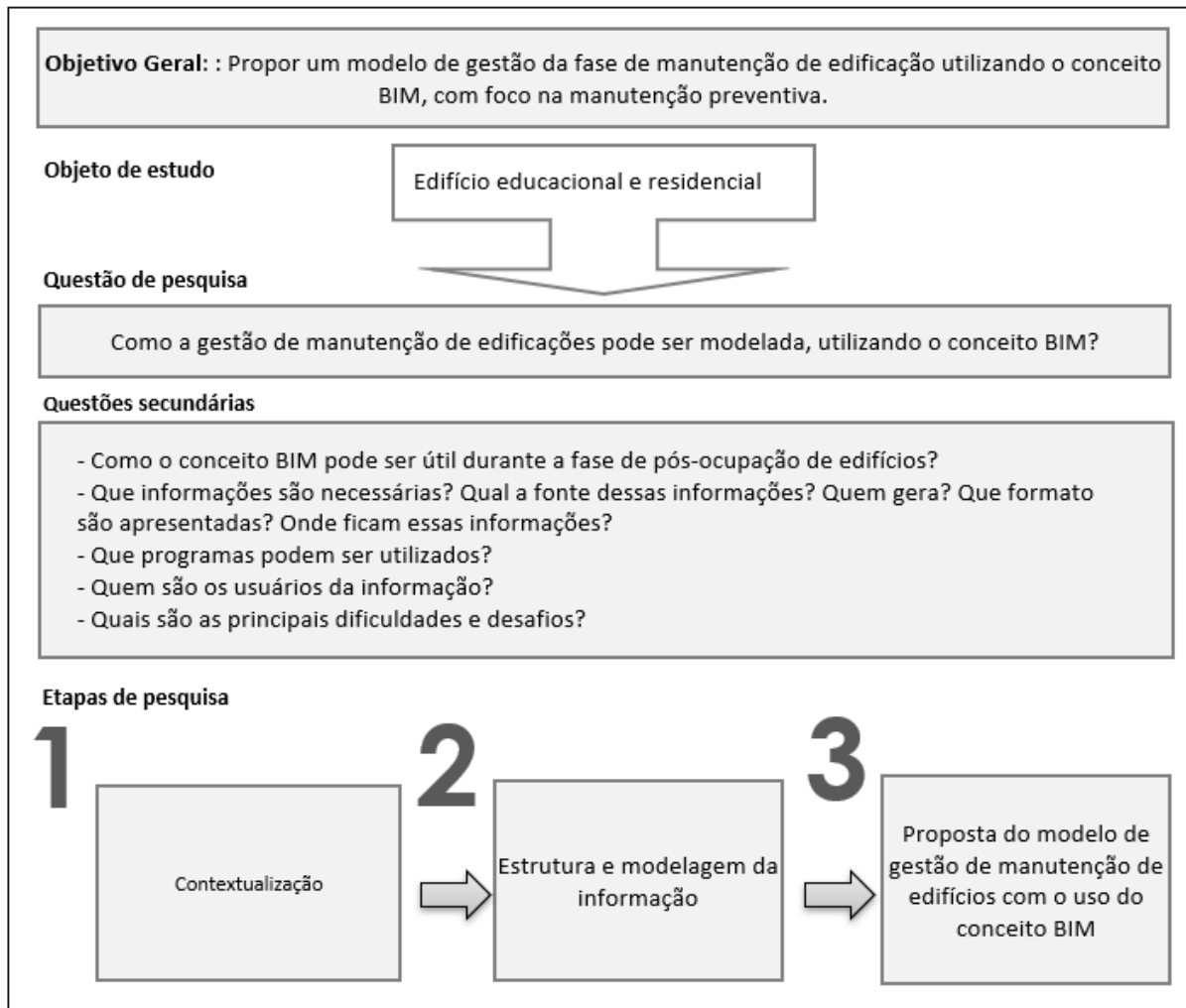
manutenção de edifícios com o uso do conceito BIM. O detalhamento das etapas pode ser visualizado na figura 13.

O desenvolvimento da pesquisa teve início em março de 2017 e término em julho de 2021. Foram efetuados diagnósticos dos sistemas de manutenção em dois edifícios, sendo que as etapas de proposta e avaliação do modelo foram realizadas com informações do edifício educacional (EE) e após aplicado o modelo proposto no campus.

Durante este doutorado, foi possível participar de um Programa de Doutorado Sanduíche realizado na Universidade do Minho em Portugal (novembro de 2018 a abril de 2019) o que possibilitou, entre outras atividades, a participação em algumas disciplinas que abordavam questões referentes a gestão e aplicação do *Building Information Modeling* (BIM): Conceção, Projeto e Construção, o que auxiliou na exploração deste assunto.

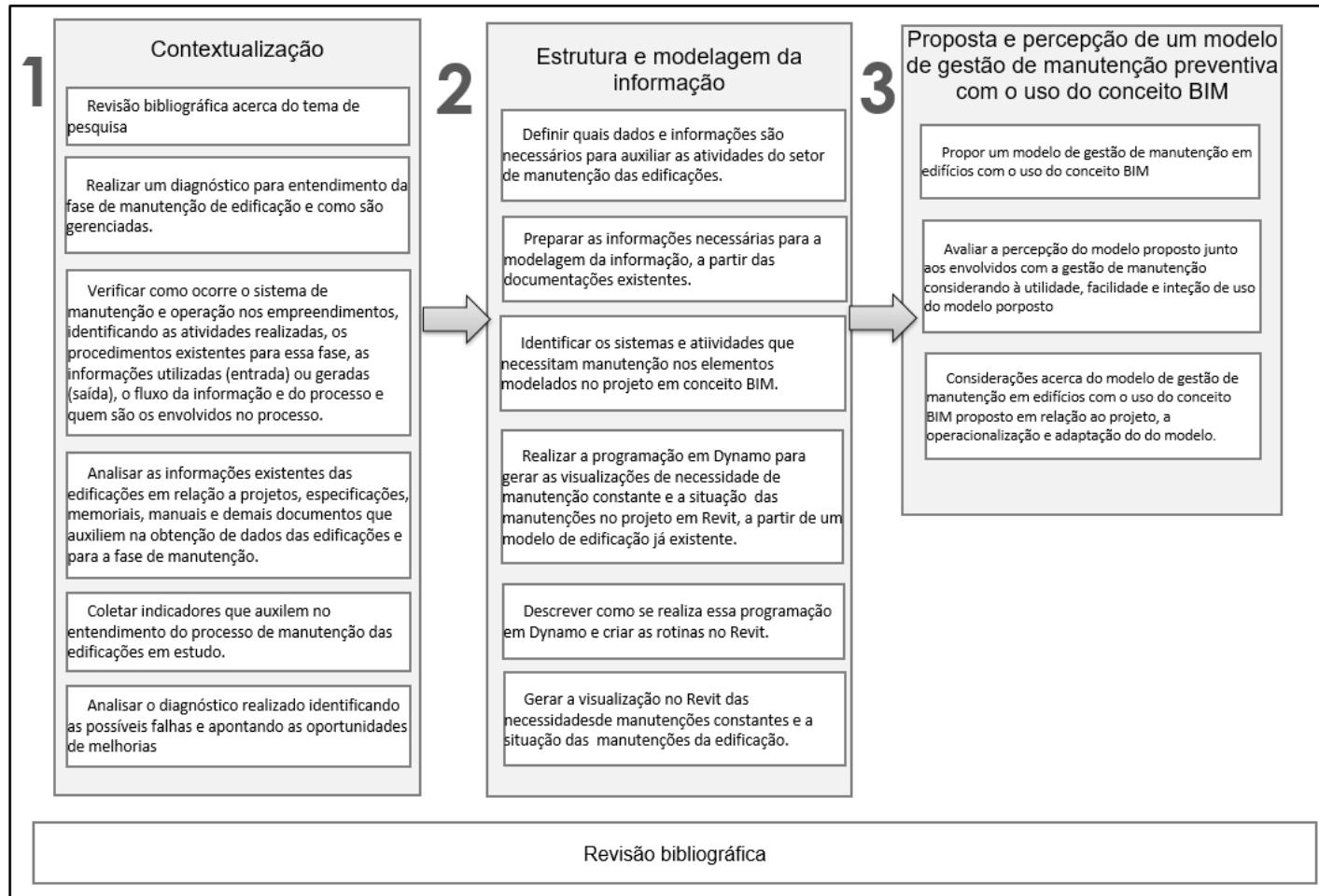
Houve tentativas de investigar o processo de manutenção dessa universidade junto ao Pró-reitor responsável pelo gabinete de Qualidade de Vida nos Campi e Infraestruturas, setor responsável por essa área. Não foi possível ter acesso às informações referente ao assunto, pois, segundo a última resposta obtida, os serviços técnicos da universidade estavam passando por uma profunda reestruturação e novo enquadramento, não sendo possível contribuir com as questões realizadas.

Figura 12 - Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 13 - Detalhamento das etapas de pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora

4.3.1 Etapa 1: Contextualização

Na etapa 1, ocorreu a contextualização do tema de pesquisa baseada na revisão bibliográfica e na busca de entendimento de como a fase de manutenção e operação de edificação é gerenciada.

Algumas questões específicas foram realizadas que serviram de base à realização da etapa, quais sejam: como a fase de operação de edificações é gerenciada? quais atividades são realizadas nesse processo? quais informações são utilizadas e geradas? quais programas são utilizadas? quem são os principais agentes nesse processo? qual a análise da documentação recebida pelos responsáveis pela manutenção das edificações? quais indicadores é possível identificar e ou coletar nesse processo? quais as principais falhas identificadas no sistema de gestão de manutenção? quais oportunidades de melhorias podem ser propostas.

Foi realizado um diagnóstico para entender os agentes, a informações utilizadas, as atividades realizadas, o planejamento e controle do processo. Além disso foram identificados e gerados indicadores que pudessem auxiliar nesta etapa. Após a realização do diagnóstico, foram apontadas as percepções sobre as falhas e oportunidades de melhorias a partir do material analisado.

4.3.1.1 Diagnóstico do sistema de gestão de manutenção de edifícios

Os diagnósticos foram realizados em dois edifícios para verificar como ocorre o sistema de manutenção, identificando as atividades realizadas, os procedimentos existentes para essa fase, as informações utilizadas (entrada) ou geradas (saída), o fluxo da informação e do processo e quem são os principais envolvidos.








A coleta dos dados ocorreu mediante entrevistas e análise de documentos fornecidos pelos responsáveis ou envolvidos no processo. Esses elementos forneceram subsídios para o desenvolvimento da descrição do processo de manutenção, da coleta de indicadores que auxiliassem no entendimento do processo, e da análise das informações utilizadas e geradas.

Nos primeiros contatos com os responsáveis foi feita uma entrevista, conforme questões apontadas no apêndice A que serviram de guia para iniciar o entendimento do processo. Foi possível dialogar com os entrevistados para conhecer como o processo ocorria, quais atividades eram realizadas, quem eram os envolvidos, quais documentos eram consultados, gerados e obtidos e em que extensão ou programa, como o processo era controlado, como ocorria o planejamento e o controle do processo.

Foram solicitados aos envolvidos no processo de manutenção das edificações, os documentos que auxiliam em sua gestão como projetos, memoriais, manuais técnicos, manuais dos usuários, procedimentos operacionais ou rotinas e demais documentos, quando existentes.

A partir da compilação dessas informações foi elaborado um diagrama de fluxo dos processos em que são apontados as sequências e descrições das atividades existentes no processo, identificando quem são os envolvidos nessas atividades e quais documentos são necessários ou gerados e em qual formato disponibilizado (quadro 1).

Quadro 1 – Identificação das documentações geradas

Identificação	Programa	Empresa
	Acrobat (.pdf)	Adobe Systems
	AutoCad (.dwg)	Autodesk
	Revit (.rvt)	Autodesk
	Aditiva - Prisma	Aditiva
	Excel - .xls	Microsoft
	e-mail	x
	Formulário Google	Google

Fonte: Elaborado pela autora

Para a descrição do processo de manutenção do Edifício Educacional foram realizadas entrevistas, conversas por WhatsApp e e-mails com o gerente do setor de infraestrutura da universidade durante o ano de 2019 e 2020, com profissionais envolvidos na empresa terceirizada como o gerente, coordenador técnico e

programador do software utilizado por ela. Cabe ressaltar que todos foram muito receptivos e solícitos na condução dessa etapa.

A universidade prontamente disponibilizou todos os documentos referente ao setor, como manual do usuário, manuais específicos, e os projetos em .dwg e .pdf. O projeto em conceito BIM também foi disponibilizado, porém, não foi possível, após várias tentativas e contato com o gerente, abrir o projeto. Foi necessário então entrar em contato com a construtora para obtenção dos projetos em conceito BIM, que enviou o projeto em extensão .ifc. A empresa terceirizada disponibilizou os procedimentos operacionais em .pdf, já as rotinas e procedimentos específicos de manutenção estão no programa Prisma, logo esses documentos não foram possíveis ser acessado pela autora.

No Edifício Residencial a descrição do processo de manutenção se deu a partir de entrevistas e conversas por WhatsApp e e-mails com o síndico do edifício residencial e o responsável pelo setor de manutenção da construtora durante o ano de 2020. Como não existe um setor ou departamento estruturado para o processo de manutenção no ER, como ocorre na maioria dos edifícios residenciais, o acesso às informações se deu diretamente com a construtora. A empresa enviou os documentos envolvidos no processo de manutenção como manuais do usuário, manuais específicos, memoriais e projetos nas extensões .dwg, .pdf e .rvt.. Cabe destacar que o projeto em conceito BIM (extensão .rvt) foi disponibilizado e seu arquivo foi prontamente acessado.

Foram verificados os dados e registros existentes que se referiam às solicitações de serviços relacionadas ao uso, operação e manutenção das edificações, considerando o número de chamados, a situação das solicitações e a identificação dos sistemas de edificação que necessitaram manutenção. A partir das informações obtidas nas entrevistas e na análise dos dados e registros foram gerados indicadores que auxiliaram no entendimento do processo.

Os dados do EE podem ser acompanhados a partir de um painel que mostra as situações das OSs (ordens de serviços) geradas no programa Prisma pela empresa terceirizada. É possível verificar o total de OSs criadas e pendentes no ano, assim como é possível filtrar o mês de interesse, quais as classes de trabalho, o estado das OS (considerado como situação) e as atividades (os sistemas

considerados nos manuais, assim como outras atividades, são considerados “atividades”). Cabe ressaltar que foi decidido utilizar somente dados de 2019, em função da falta de uso do campus em 2020 e restrições nas atividades de manutenção (devido à pandemia COVID 19). No ano de 2019 foram abertas 7.251 chamados, enquanto em 2020 somente registrados 2.074.

Para o EE foram levantados os seguintes indicadores a partir de dados existentes no programa Prisma:

a) número de chamados: verificação a partir do total de número de OSs criadas no período;

b) número de solicitações realizadas: diferença entre o total de OS Criadas e as OSs pendentes;

c) percentual de solicitações realizadas: percentual das OS executadas

d) percentual de solicitações não realizadas: percentual das OSs pendentes

e) percentuais de OSs de acordo com as classes de trabalhos: verificado o total de chamados de acordo com cada classe e realizado o percentual sobre o total de chamados

f) percentual de OSs de acordo com as atividades: verificado o total de chamados de acordo com as atividades e realizado o percentual sobre o total de chamados

Os indicadores coletados no ER foram levantados a partir das informações fornecidas pela construtora, pois o condomínio não tem registros que possibilitem a geração de dados ou registros. Os atendimentos de manutenção corretiva inicialmente eram abertos a partir de solicitação do usuário por e-mail e, após, registrados em uma planilha (Excel) para dar prosseguimento ao atendimento dos mesmos.

A partir de julho de 2019 a construtora mudou o processo, tanto no que se refere à forma de solicitação do usuário, quanto aos controles internos da empresa. Os atendimentos por parte dos usuários passaram a ser solicitados através de o preenchimento de uma ficha de atendimento disponível na plataforma google. Cabe ressaltar que essa ficha é utilizada pela empresa como registro, não sendo realizadas análises detalhadas ou acompanhamento das solicitações.

As solicitações geradas na plataforma google são transpostas para uma planilha (Excel) que é utilizada como base para auxiliar o setor de manutenção no controle das solicitações de atendimento ao cliente. Essa planilha possibilitou a realização de indicadores referentes à situação dos chamados e a identificação dos sistemas que necessitaram manutenção.

Cabe ressaltar que as análises realizadas nos índices de manutenção referentes aos sistemas por parte da construtora, foram revistos pela autora e definidos conforme os sistemas constantes no manual do usuário ou na planilha enviada para o síndico.

Como cada chamado representa uma solicitação do cliente, pôde-se perceber que em alguns casos, havia mais de um serviço relacionado em um único chamado. Portanto, nessa pesquisa todos os chamados foram analisados e cada descrição da solicitação (encaminhada pelo cliente) foi classificada, quando possível, de acordo com os sistemas presentes no manual do usuário. Logo, as 248 solicitações foram abertas em 353 serviços.

Foram analisados todos os chamados de manutenção ocorridas desde a data do habite-se do edifício (16/05/2017) até dezembro de 2020. Para tal, foram analisados todos os registros existentes do setor de manutenção considerando tanto as planilhas utilizadas antes de julho de 2019, quanto as geradas anteriormente.

Para o ER foram levantados os seguintes indicadores a partir de dados e registros obtidos junto à construtora e análises realizadas:

a) número de solicitações: verificação a partir da contagem de solicitações chamadas, a partir da data de abertura;

b) número de solicitações realizadas: verificação a partir da contagem de solicitações consideradas concluídas, ou seja, que apresentam a situação como encerrado, falta de agenda/contato cliente, encerrado - serviço concluído, encerrado pelo cliente não é de responsabilidade da construtora

c) percentual de solicitações realizadas: percentual das solicitações concluídas

d) percentual de solicitações não realizadas: verificação da contagem e cálculo do percentual das solicitações não consideradas como concluídas, ou seja,

que apresentam a situação como agendar vistoria, aguardando execução; em aberto – sem retorno ao cliente, serviço em execução e aguardando retorno do cliente;

e) percentuais de solicitações de com acordo com os sistemas: verificado o total de chamados de acordo com os sistemas e realizado o percentual sobre o total de solicitações.

Primeiramente, para analisar as informações recebidas dos responsáveis pelo processo de manutenção em relação a projetos, especificações, memoriais, manuais e demais documentos foi necessário identificar quais documentos faziam parte do processo de cada edificação, qual extensão ou programa foram disponibilizados, quem eram os envolvidos com a utilização ou geração desses documentos, e se era considerados um documento de entrada ou saída nas atividades visualizadas a partir da construção dos fluxos. Para auxiliar na visualização desses documentos foi criado um quadro para cada edifício que apontam essas informações.

Após a identificação desses documentos, foram realizadas análises que auxiliaram na obtenção, entendimento e investigação das informações referente ao processo de manutenção e dos sistemas que estavam apresentados nos projetos e manuais.

No EE foram verificados e analisados os seguintes documentos: projetos, manuais de instalações, manual do usuário, registro dos ativos, Rotinas e Plano de operação padrão (POP); Plano de necessidades de manutenção e conservação (PNMC): Plano de Manutenção, Ordens de serviços e outras solicitações; relatórios gerenciais mensais e operacionais trimestrais gerados no ano de 2019. Já na ER foram analisados os projetos, os manuais do proprietário e do usuário, a ficha de atendimento ao cliente e o controle das solicitações de manutenção.

Foi realizada uma análise detalhada dos manuais dos usuários entregues aos responsáveis, evidenciando as informações existentes, as faltas de informações ou informações divergentes.

O setor de infraestrutura do EE recebeu o Manual do Usuário no momento da entrega do edifício. Já para o ER, foram entregues três documentos: o Manual do Proprietário – edição síndico, destinado aos síndicos do edifício, fornecido junto à entrega as áreas condominiais; o Manual do Usuário, fornecido, durante a entrega das chaves aos proprietários das unidades; e um quadro informativo das garantias e

necessidades de manutenções, entregue ao síndico três anos após a conclusão do edifício

Os projetos, tanto do EE quanto do ER, disponibilizados em conceito BIM foram modelados somente para as disciplinas de arquitetura e estrutura. Este trabalho não se propõe a alterar os projetos ou modelar itens que não estão presentes no projeto e sim, a partir do que foi disponibilizado, investigar a situação da modelagem em conceito Bim considerando os sistemas presentes no manual do usuário e as atividades propostas.

Nessa análise procurou-se investigar, com os sistemas presentes no projeto, como era possível identificá-los a partir do que estava definido nos elementos do projeto e/ou a partir das atividades propostas no manual. Para isso foram consideradas as seguintes situações quanto à modelagem dos elementos: não modelado; modelado, mas não foi possível identificar o sistema no modelo; modelado e possível ser identificado através de sua categoria; modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e material; modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e tipo; modelado e possível de ser identificado através de sua categoria, tipo e material; e o sistema referenciado no manual já está incluso em outro.

Os demais documentos recebidos foram verificados e explanados de acordo com a especificidade de cada um. Para o EE foram considerados: registro dos ativos, rotinas e plano de operação padrão (POP); plano de necessidades de manutenção e conservação (PNMC): plano de manutenção, ordens de serviços e outras solicitações; relatórios gerenciais mensais e operacionais trimestrais gerados no ano de 2019. Para o ER foram analisados a ficha de atendimento ao cliente e o controle das solicitações de manutenção.

Foi realizada uma análise dos resultados obtidos a partir do diagnóstico realizado no processo de manutenção dos edifícios educacional e residencial, em que foi levado em consideração a descrição do processo de gestão, os indicadores e os documentos disponibilizados. A partir das análises realizadas foram identificando as possíveis falhas e apontadas as oportunidades de melhorias que poderiam auxiliar no processo.

4.3.2 Etapa 2: Estrutura e modelagem da informação

A partir dos dados coletados na contextualização, a etapa 2 teve como objetivo permitir a visualização das informações, utilizadas na gestão da fase de manutenção de edifícios, nos projetos já modelado em conceito BIM, através da integração FM-BIM.

4.3.2.1 Categorização das atividades de manutenção Identificação das informações envolvidas no processo de manutenção

Com o objetivo categorizar as atividades de manutenção, o trabalho propõe duas categorias, segundo a periodicidade de necessidade de manutenção: constantes ou sistemáticas. As manutenções constantes foram consideradas aquelas que apontavam a periodicidades como diária, semanal, quinzenal ou mensal. As manutenções sistemáticas são aquelas atividades que apresentavam periodicidade superior a um mês e são expressas em número de meses.

As informações quanto às atividades de manutenção foram identificadas tomando por base as informações do manual do usuário, da documentação realizada no capítulo referente à contextualização e em reuniões junto aos envolvidos no processo de manutenção dos edifícios. Foram realizados os ajustes necessários nas denominações dos sistemas, nas atividades de manutenções preventivas propostas, na periodicidade, quando não especificado um período definido.

As informações identificadas foram planilhadas nos critérios de sistema; atividade; periodicidade; e data da última manutenção realizada para cada atividade (informada pelos envolvidos com a manutenção dos edifícios). Para cada edifício foram selecionados somente os sistemas que estavam modelados e possíveis de serem identificados.

A periodicidade das manutenções foi definida conforme apontado no manual do usuário ou em reunião com os envolvidos no caso de não haver uma periodicidade pré-estabelecida. Procurou-se determinar períodos, para os casos em que a periodicidade estava definida como “periodicamente”, “sempre que necessário”, “quando houver falha” ou “quando necessário”. Nestes casos foi

adotado o período de acordo com cada atividade, sendo atribuída periodicidade semanal, mensal ou 6 meses. Foram incluídas duas novas colunas, uma coluna que aponta a data da próxima manutenção e outra que se refere à situação das manutenções, calculando o número de dias que faltam para realizar cada atividade (apêndice B). Essas colunas já estão formatadas para serem calculadas no Excel a partir das informações incluídas na coluna referente a periodicidade e data da última manutenção.








A coluna “próxima manutenção” utiliza a função DATAM (data_inicial, meses), onde data_inicial são os dados da coluna “data da última manutenção” e meses são os dados referentes a “periodicidade”, no qual resulta no mês e ano que a próxima manutenção deverá ser executada.

A coluna situação da manutenção é calculada a partir da coluna “próxima manutenção” menos a data de hoje. O resultado é apresentado em número de dias. Se o número de dias é positivo, significa que a manutenção está dentro do prazo e é indicado quantos dias faltam para a realização da manutenção. Se o número de dias for negativo, significa que a manutenção está atrasada e o número indicada quantos dias é o atraso. Cabe ressaltar que a planilha adota a data de hoje como referência para realização do cálculo dessa última coluna.

Nessa planilha, já foi adotado um sistema de cores tanto para as manutenções constantes, como para as situações das manutenções sistemáticas (quadro 02):

- a) Manutenções constantes: rosa para periodicidade diária; roxo para periodicidade semanal; bege para periodicidade quinzenal e azul para periodicidade mensal;
- b) Manutenções sistemáticas: verde para os sistemas em que as atividades de manutenções foram realizadas dentro do prazo previsto da manutenção; amarelo para os sistemas em que as atividades de manutenções estão dentro do prazo, mas devem ser realizadas no prazo de trinta dias; vermelho para os sistemas em que as atividades de manutenções não foram realizadas dentro do prazo previsto da manutenção.

Quadro 2 – Identificação das documentações geradas

Manutenção Constante		Manutenção Periódica	
Periodicidade	Cores	Situação	Cores
Diária	Rosa 	dentro do prazo previsto	Verde 
Semanal	Roxo 	Dentro do prazo previsto, mas devem ser realizadas no mês analisado	Amarelo 
Quinzenal	Bege 	fora do prazo previsto	Vermelho 
Mensal	Azul 		

Fonte: Elaborado pela autora

4.3.2.2 Identificação dos sistemas a partir dos elementos no projeto modelados em conceito BIM

Os sistemas apontados no manual puderam ser identificados a partir dos elementos modelados no projeto em Revit. Portanto, foi identificado no projeto quais elementos pertenciam aos sistemas que necessitavam manutenção preventiva. Cabe ressaltar que foram utilizados os projetos existentes em Revit, fornecidos pelo responsável do setor de infraestrutura para a edificação educacional e pela construtora que realizou o edifício residência.

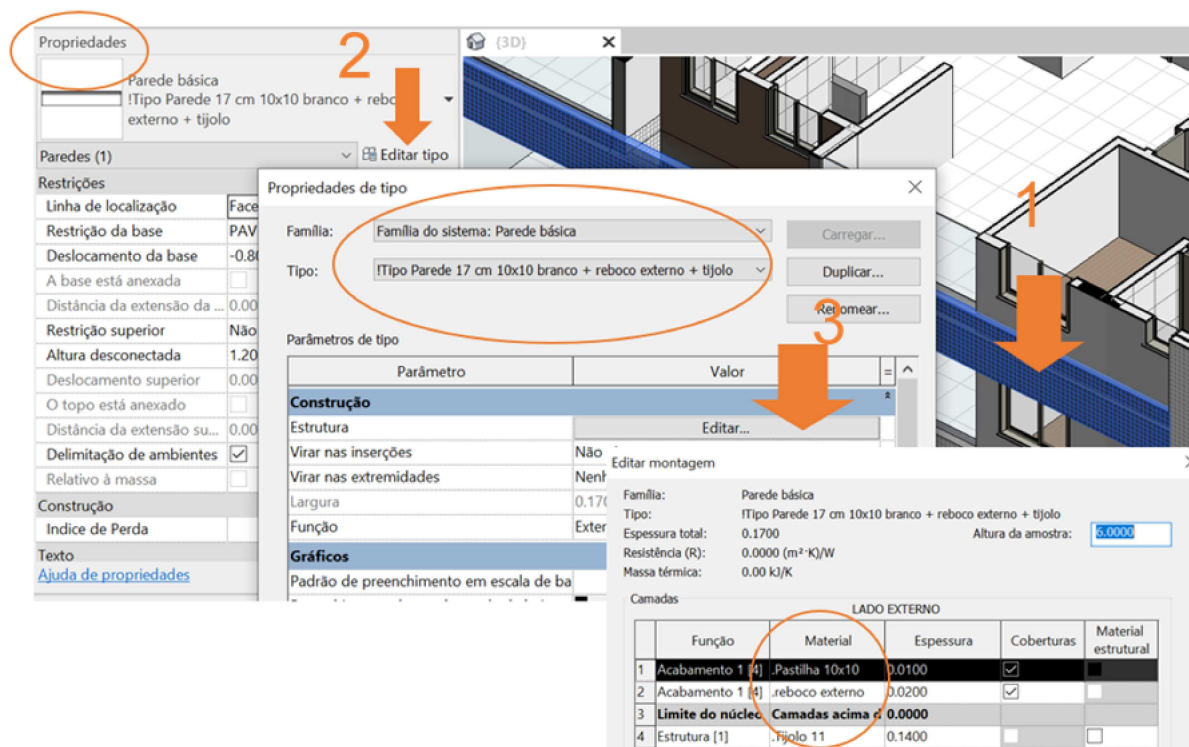
Cada projeto apresenta as suas peculiaridades e forma de apontar as suas informações. No Revit cada elemento projetado segue a hierarquia de informação: categoria, família, tipo e material. Logo, os sistemas e suas atividades foram atrelados aos elementos modelados, podendo ser identificados a partir das suas informações referentes à categoria, família, tipo e ou material.

Pôde-se constatar que alguns sistemas não estavam modelados ou não eram possíveis de serem identificados. Logo, somente para os sistemas que puderam ser identificados é que foi possível gerar as visualizações das necessidades de manutenção e situação das atividades no projeto em Revit. Para relacionar os sistemas e suas atividades de manutenção aos elementos foi necessário analisar cada elemento projetado no Revit, e identificado como era possível buscá-lo através de sua categoria, família, tipo e ou material.

Esta análise ocorreu nos sistemas em que os elementos estavam nas seguintes situações: modelado e possível de ser identificado através de sua categoria; modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e material; modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e tipo; modelado e possível de ser identificado através de sua categoria, tipo e material.

Foi selecionado cada elemento no Revit e verificadas as suas propriedades (figura 14). Para visualizar as propriedades foi necessário selecionar o elemento no Revit (1), em que aparece, as suas propriedades e sua categoria. Após selecionou-se a aba “Editar tipo” (2) e foram apresentadas, entre outras informações, a família e o tipo (descrição do elemento). Em alguns casos é necessário selecionar a o item “Editar” (3) que apresenta os materiais.

Figura 14 – Análise possível através das propriedades dos elementos

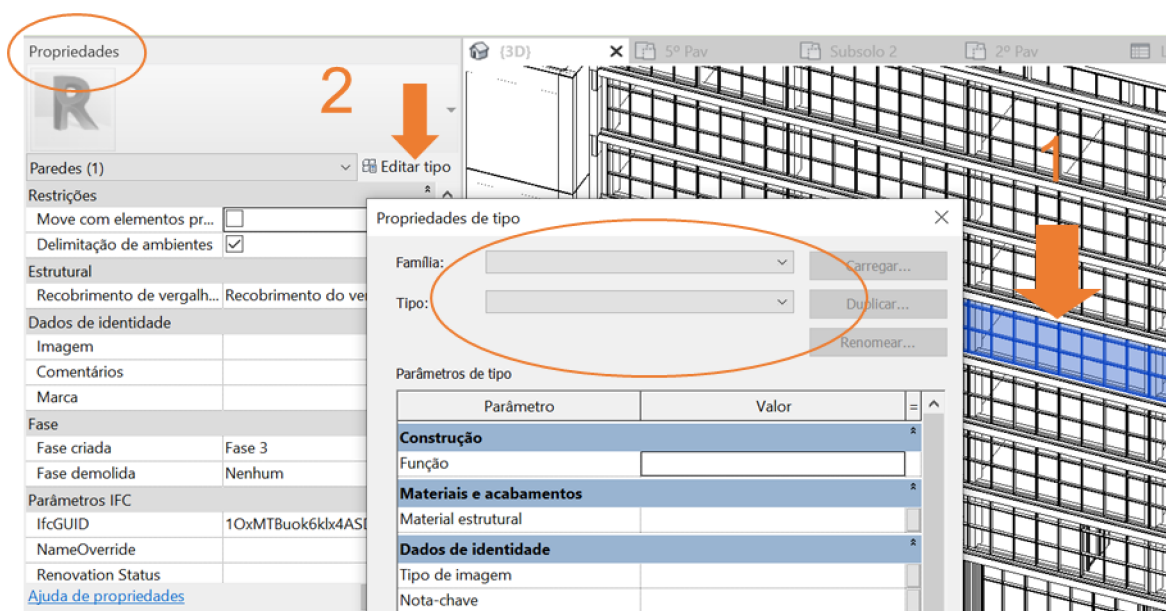


Fonte: Trechos retirados do projeto em Revit fornecido pela construtora

Não sendo possível identificar o elemento a partir das propriedades e categorias apresentadas no projeto (figura 15), foram geradas Tabelas/Quantidades no Navegador de projeto para as categorias analisadas (figura 16). Para buscar as informações dos elementos foi necessário selecionar no Navegador de projeto” (1),

clique no item “Tabelas/Quantidades” (2), selecione “Novo levantamento de material” (3), selecione a categoria que foi analisada (4) e clique em “OK” (5). Foi aberta uma janela “Propriedades de levantamento de material”, em que serão definidos quais campos devem ser filtrados. Selecione em “Campos disponíveis” (6) os itens “Material: Nome” e “Tipo” e envie (7) para os “Campos Tabelados” e após clique em “ok” (8). Foi gerada uma lista “Levantamento do material categoria” (9) que apresenta as informações de todos os elementos da categoria referente a material e tipo.

Figura 15 – Exemplo de análise não possível através das propriedades dos elementos



Fonte: Trecho retirado do projeto em Revit fornecido pela universidade

Para o modelo do EU foi necessário, além da análise das propriedades dos elementos, gerar as tabelas/quantidades para buscar o elemento, devido à forma como foi apresentado o projeto recebido (em extensão .ifc). Já no projeto em Revit recebido do ER, foi possível analisar a partir das propriedades.

Figura 16 – Análise através das Tabelas/Quantidades por categoria

The image illustrates the steps to generate a material takeoff table in Revit. It shows the 'Tabelas/Quantidades' menu, the 'Propriedades de levantamento de material' dialog box with 'Paredes' selected and 'Material: Nome' and 'Tipo' fields chosen, and the resulting table.

<Levantamento do material de parede 2>	
A	B
Material: Nome	Tipo
Tinta-03	2 PWV 03 4
Vidro-Claro	2 PWV 44
25 % 7019220	2 PWV 44
Vidro-Claro	2 PWV 43 20
25 % 7019220	2 PWV 43 20
Metal - Alumínio	2 PWV 43 20
Vidro-Claro	2 PWV 43 21
25 % 7019220	2 PWV 43 21
Metal - Alumínio	2 PWV 43 21
Vidro-Claro	2 PWV 43 22
25 % 7019220	2 PWV 43 22
Metal - Alumínio	2 PWV 43 22
Vidro-Claro	2 JV 120 F 2
25 % 7019220	2 JV 120 F 2
Tinta-03	2 JV 120 F 2
Vidro-Claro	2 PWV 15
25 % 7019220	2 PWV 15
Tinta-03	2 PWV 15
Vidro-Claro	2 PWV 43 23
25 % 7019220	2 PWV 43 23
Tinta-03	2 PWV 43 23

Fonte: Trecho retirado do projeto em Revit fornecido pela universidade

Foi possível, a partir das análises realizadas, estruturar e preparar a informação para realização da modelagem da informação em Revit, fazendo a integração entre os sistemas e atividades presentes na planilha do Excel e como filtrar os elementos modelados dos edifícios. Foi gerado, para cada edifício, um quadro (quadro 3) que resume as informações que buscam os elementos.

Quadro 3 – Identificação do elemento que pertencem ao sistema indicado nas manutenções preventivas

Sistemas	Identificação do elemento modelado no Revit		
	Categoria	Tipo	Material

Fonte: Elaborado pela autora

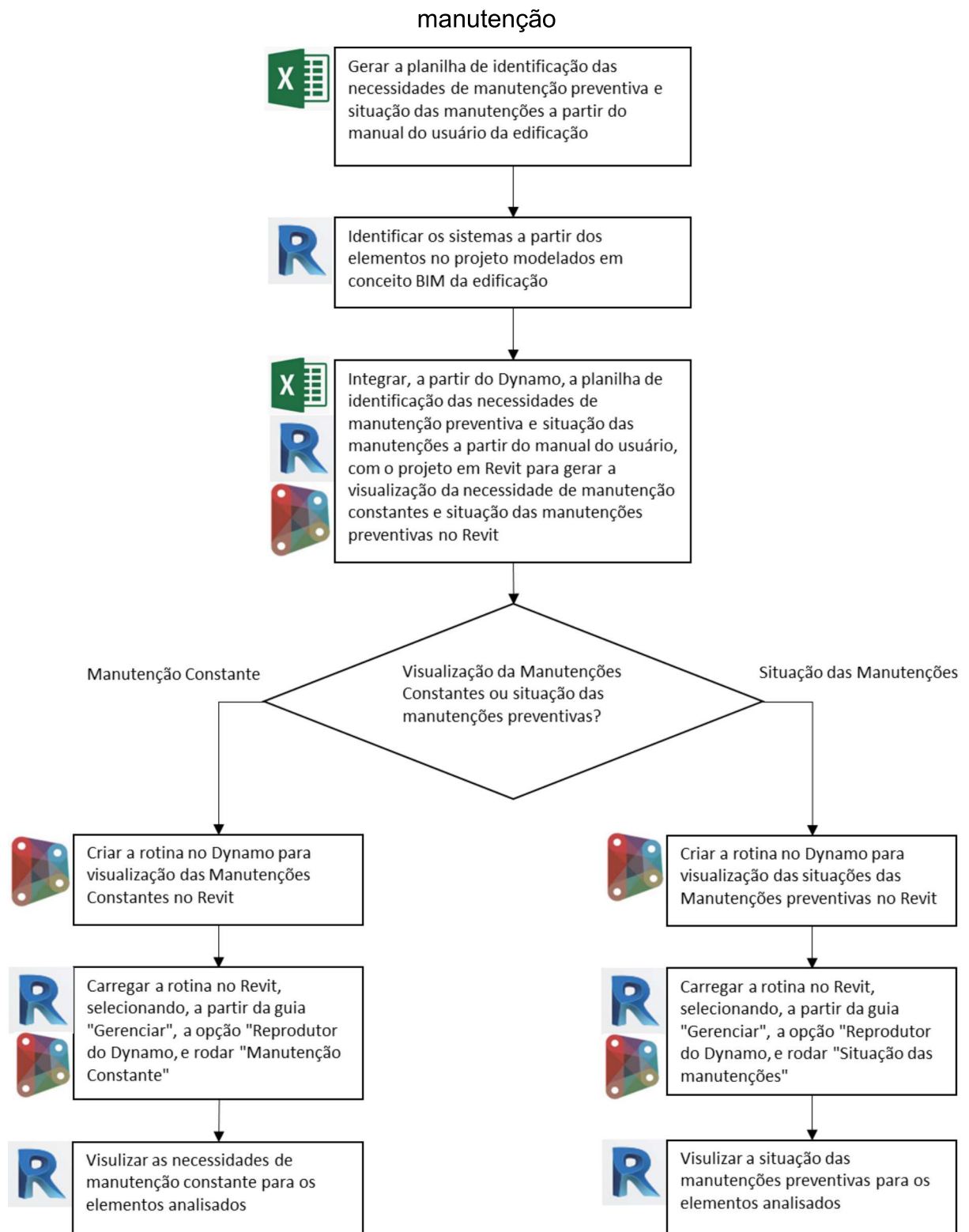
4.3.2.3 Visualização das atividades de manutenção no modelo BIM

Para integrar as informações da planilha de identificação das necessidades de manutenção preventiva e situação das manutenções (em Excel) com os projetos modelados dos edifícios (em Revit) foi utilizado o software de programação visual Dynamo da Autodesk.

Após o levantamento das informações necessárias para auxiliar no processo de manutenção e a identificação dos sistemas a partir dos elementos no projeto modelado, foram criadas duas maneiras de visualização das atividades de manutenções nos projetos em Revit já existentes: manutenção constante - necessidade de manutenções com periodicidade constantes (mensal, quinzenal, semanal e diária); e situação das manutenções preventivas - situação das atividades de manutenções com periodicidade superior à mensal.

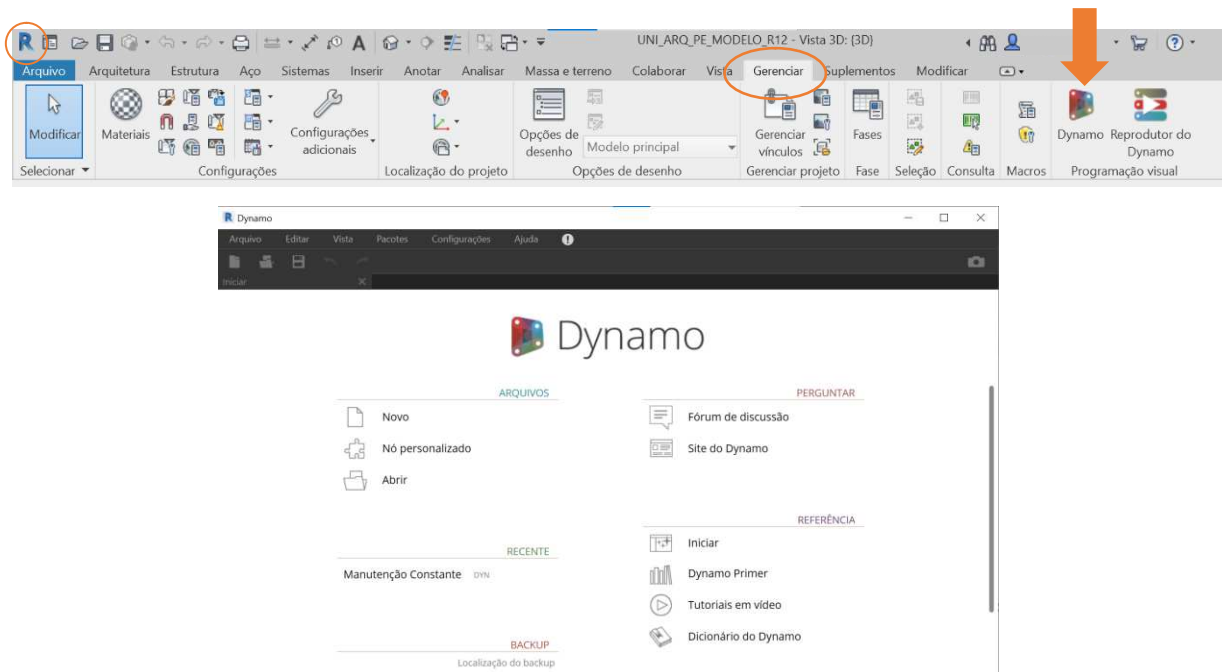
O fluxograma da Figura 17 mostra como foram geradas as visualizações das necessidades de atividades de manutenção constante e a situação das manutenções nos projetos modelados em Revit.

Figura 17 – Fluxograma da integração entre informações da planilha (atividades de manutenção) e o projeto modelado (sistema), segundo duas categorias de



O software Dynamo pode ser acessado no Revit (figura 18) a partir da guia “Gerenciar” abrir a opção “Dynamo”.

Figura 18 – Acesso ao Dynamo no programa Revit

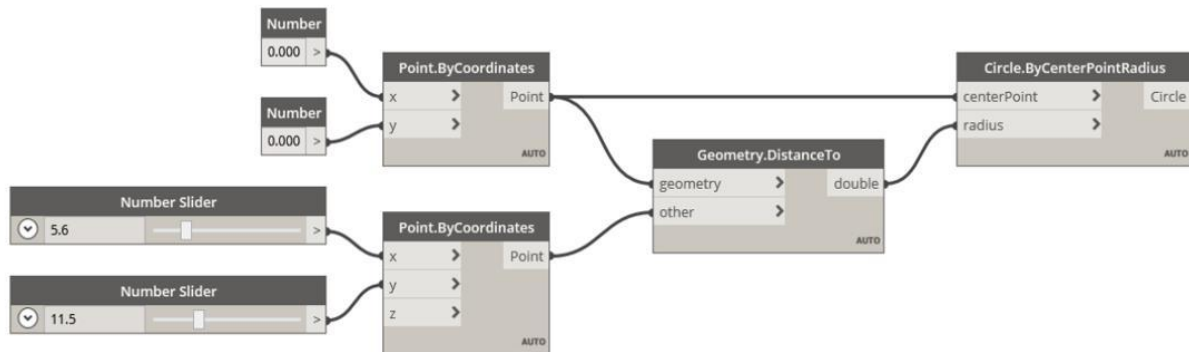


Fonte: Autodesk Revit 2020.2

O Dynamo é um software de programação visual que auxilia compor algoritmos para processar dados e gerar geometria. Permite trabalhar em um processo de programação visual, no qual conecta os elementos para definir as relações e as sequências de ações que compõem os algoritmos personalizados. (DYNAMO, [2019a?]).

O desenvolvimento do projeto estabelece as relações visuais, sistêmicas ou geométricas entre as partes de um projeto, e, na maioria das vezes, essas relações são geradas por fluxos de trabalho que resultam em regras (algoritmos). A programação permite definir uma série de ações que seguem uma lógica de entrada, processamento e saída, e a programação visual define as instruções e relações por meio de uma interface gráfica conectando nós pré-definidos (figura 19). (DYNAMO, [2019b?]).

Figura 19 – Programação visual no Dynamo



Fonte: Dynamo ([2019b?]).

Estes modelos de visualização do processo de manutenção foram gerados para o edifício educacional em função da disponibilidade das datas de realização das manutenções e a maior complexidade da gestão de manutenção.

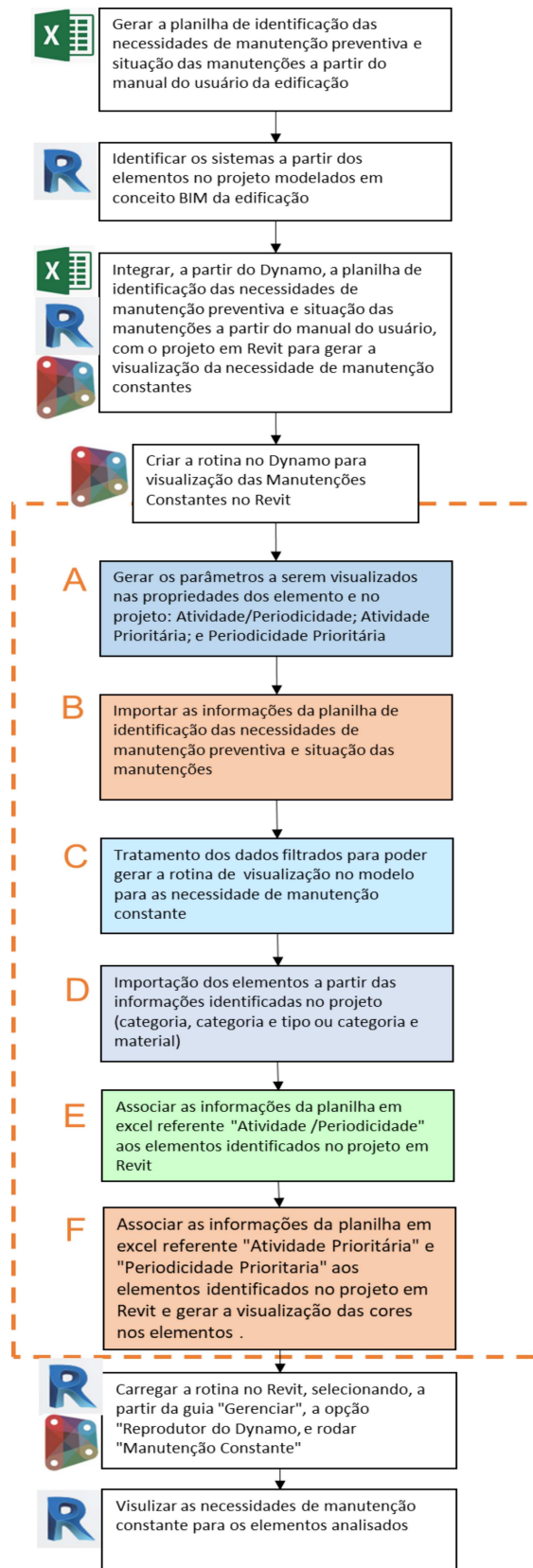
- Manutenções constantes

Para gerar a visualização dos elementos que apresentam necessidades de manutenções constantes, foi inicialmente necessário o preenchimento da planilha de manutenção e a análise dos projetos em Revit, conforme especificado nos itens 4.3.2.1 e 4.3.2.2.

Foi desenvolvido uma rotina que possibilita visualizar, no projeto modelado em BIM, as necessidades de manutenção constante (diária, semanal, quinzenal e mensal). Nessa proposta de visualização não são acompanhadas as datas das últimas realizações das manutenções, pois, conforme reunião com os envolvidos no setor de manutenção, seria viável a atualização mensal da planilha em Excel.

Foi desenvolvido um fluxo de ações necessárias para criar a rotina no Dynamo para visualização das Manutenções Constantes no Revit. Este fluxo pode ser acompanhado a partir da figura 20.

Figura 20 – Criação da rotina das visualizações das necessidades de manutenção constante



Fonte: Elaborado pela autora

No Dynamo inicialmente (item A da figura 20) foi criada uma rotina para gerar os parâmetros a serem visualizados nas propriedades dos elementos modelados no Revit e na sua modelagem. Foram criados os seguintes parâmetros para os elementos: atividade/periodicidade; atividade prioritária; e periodicidade prioritária. Nas propriedades do elemento, essas informações aparecem em forma de texto e em diferentes cores na modelagem.

No parâmetro atividade/periodicidade são buscadas para cada elemento as informações de todas as atividades que apresentam periodicidade de manutenção constante (mensal, quinzenal, semanal ou diária) e suas periodicidades e será apresentado da seguinte forma: atividade 1 – periodicidade 1. No caso de um elemento apresentar mais de uma atividade de manutenção com periodicidade constante as informações são separadas por “|”: atividade 1 – periodicidade 1 | atividade 2 – periodicidade 2.

No parâmetro atividade prioritária, no caso de o elemento apresentar somente uma atividade de manutenção, essa é considerada a atividade prioritária. Se o elemento apresentar mais de uma atividade de manutenção, é apontada como atividade prioritária, aquela que apresenta menor periodicidade (diária < semanal < quinzenal < mensal). Para a realização das ações na rotina do Dynamo, foram atribuídas pontuações as periodicidades, sendo considerada a pontuação 4 para periodicidade diária, 3 para semanal, 2 para quinzenal e 1 para mensal, sendo na rotina, extraído o valor máximo referente a periodicidade apresentado na lista, identificando assim a atividade prioritária. Caso exista mais de uma atividade com a mesma periodicidade prioritária, todas as atividades foram consideradas como atividade prioritária.

No parâmetro periodicidade prioritária, no caso de o elemento apresentar somente uma atividade de manutenção, a sua periodicidade é considerada a periodicidade prioritária. Se o elemento apresentar mais de uma atividade de manutenção, é apontada como periodicidade prioritária, aquela com menor periodicidade.

Para a visualização no modelo foram adotadas as seguintes cores para as manutenções: rosa para periodicidade diária; roxo para periodicidade semanal; bege para periodicidade quinzenal e azul para periodicidade mensal. Quando um elemento apresenta mais de uma atividade com periodicidades constantes e

diferentes, as rotinas foram programadas para adotar a manutenção de menor periodicidade, ou seja, a periodicidade prioritária.

Após a geração dos parâmetros, foi realizada a importação da planilha do Excel (item B da figura 20), informando o endereço onde está localizado o arquivo a ser utilizado como base das informações de manutenção, trazendo as atividades e as periodicidades. Foi necessário realizar o tratamento dos dados (item C da figura 20) para possibilitar a visualização no modelo dos elementos que apresentam periodicidade constantes, buscando as atividades e as periodicidades e definindo a estrutura em que é apresentado na propriedade do parâmetro Atividade/Periodicidade. Foi realizado a importação dos elementos (item D da figura 20) que foi possível relacionar com os sistemas e suas atividades de manutenção. Para alguns elementos foi necessário importar somente a categoria e outros a categoria e o material.

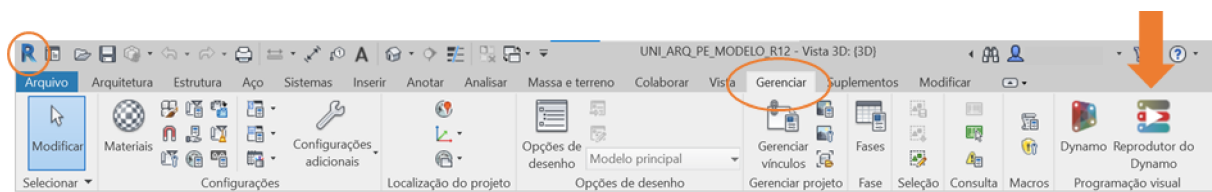
Posteriormente foram associadas as informações importadas da planilha do Excel referente à atividade e periodicidade com os elementos do Revit (item E da figura 20). Foi necessário extrair as atividades/periodicidades de cada elemento a partir da categoria ou categoria e material.

Foram associadas as informações da planilha em Excel referente à "Atividade Prioritária" e "Periodicidade Prioritária" aos elementos identificados no projeto em Revit e gerado as visualizações das cores nos elementos (item F da figura 20). Para isso foi selecionado o elemento a ser trabalhado, buscando as atividades e periodicidades e identificando a atividade prioritária e a periodicidade prioritária. Para vincular as cores no modelo, foi indicado os códigos RGB referente as cores atribuídas as periodicidades constantes.

Após o desenvolvimento no Dynamo, a rotina foi aplicada no projeto em Revit possibilitando a visualização das manutenções constantes no projeto. Para essa atividade foi selecionado no Revit, a partir da guia "Gerenciar" abrir a opção "Reprodutor do Dynamo" (figura 20), e selecionar a rotina desenvolvida "Manutenção Constante".

Foi possível visualizar as necessidades de manutenção constante no projeto modelado em conceito Bim após o desenvolvimento e aplicação da rotina em Dynamo, através das propriedades dos elementos e das cores evidenciadas no projeto.

Figura 21 – Acesso ao Reprodutor do Dynamo no programa Revit



Fonte: Autodesk Revit 2020.2

A criação da rotina para a visualização da manutenção constante nos projetos modelados em conceito BIM, foram evidenciadas a partir de imagens do Dynamo e detalhadas as ações apontadas na figura 20 em um quadro (quadro 4). O quadro contém o número da ação, a ação que necessita ser realizada, como deve ser desenvolvida, e a imagem do nó criado no Dynamo.

Quadro 4 – Ações necessárias para o desenvolvimento do Dynamo

Nº	Ação	Como	Imagem

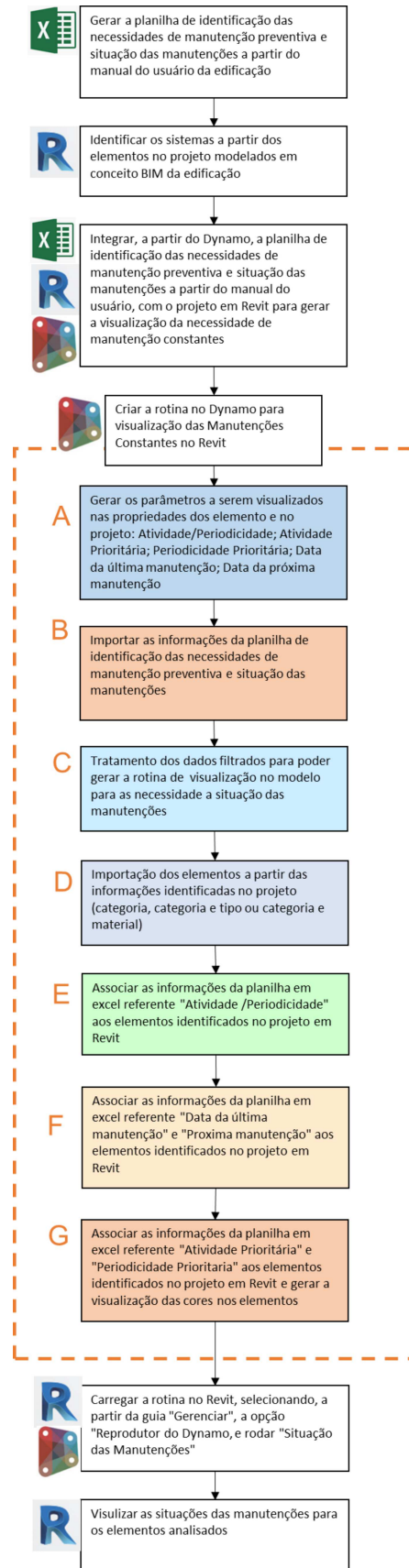
Fonte: Elaborado pela autora

- Manutenções sistemáticas

Foi desenvolvida uma rotina que possibilita visualizar, no projeto modelado em BIM, as situações em relação aos prazos de realização das atividades de manutenção que apresentam periodicidade superior a mensal. A partir da figura 22 foi possível criar a rotina no Dynamo para visualização das Situação das Manutenções no Revit.

A criação da rotina das visualizações das Situação das Manutenções (figura 21), apresenta etapas principais semelhantes às realizadas para as Manutenções Constantes (figura 20). No item A da figura 22 foram gerados mais dois parâmetros a serem visualizados nas propriedades dos elementos modelados no Revit e no projeto, além dos gerados na Manutenção Constante (atividade/periodicidade, atividade prioritária e periodicidade prioritária) quais sejam, data da última manutenção e data da próxima manutenção.

Figura 22 – Criação da rotina das visualizações das Situação das Manutenções



Fonte: Elaborado pela autora

No parâmetro atividade/periodicidade são buscadas para cada elemento as informações de todas as atividades que apresentam periodicidade de manutenção em número de meses e suas periodicidades. No parâmetro atividade prioritária, no caso de o elemento apresentar somente uma atividade de manutenção, essa é considerada a atividade prioritária. Se o elemento apresentar mais de uma atividade de manutenção, é apontada como atividade prioritária, aquela que apresentar a periodicidade prioritária, ou seja, a que apresentar o menor número de dias na coluna referente a situação das manutenções. Caso exista mais de uma atividade com a mesma periodicidade prioritária, todas as atividades foram consideradas como atividade prioritária. Se um elemento for identificado em mais de um sistema, este irá buscar todas as atividades prioritárias de cada sistema e assumirá a cor da atividade mais atrasada, além disso considera como atividade/periodicidade todas as atividades para todos os sistemas a qual pertence.

No parâmetro periodicidade prioritária, no caso de o elemento apresentar somente uma atividade de manutenção, a sua periodicidade é considerada a periodicidade prioritária. Se o elemento apresentar mais de uma atividade de manutenção, é apontada como periodicidade prioritária, aquela com o menor número de dias na coluna referente a situação das manutenções. Os parâmetros referentes a data da última manutenção e a data da próxima manutenção são as datas atribuídas as atividades prioritárias.

Foram adotadas as seguintes cores para as situações das manutenções: verde para os elementos em que as atividades de manutenções foram realizadas dentro do prazo previsto da manutenção; amarelo para os sistemas em que as atividades de manutenções foram executadas dentro do prazo, mas devem ser realizadas no prazo de trinta dias; vermelho para os sistemas em que as atividades de manutenções não foram realizadas dentro do prazo previsto da manutenção.

Os itens B, C, D e E (figura 22) da rotina Situação das Manutenções foram desenvolvidos conforme a rotina da Manutenção Constante (itens B, C, D e E da figura 20).

Foi necessário para esta rotina associar as informações extraídas da planilha em Excel referente "Data da última manutenção" e "Próxima manutenção" aos elementos identificados no projeto em Revit (item F da figura 22), a partir de cada elemento considerando sua categoria ou categoria e material.

Conforme o item F (figura 20) da rotina gerada para Manutenção Constante foi gerado o item G (figura 22) para a rotina de Situação das Manutenções. Essa etapa foi realizada para associar as informações da planilha em Excel referente "Atividade Prioritária" e "Periodicidade Prioritária" aos elementos identificados no projeto em Revit e gerado a visualização das cores nos elementos. Foi selecionado o elemento, após extraído as atividades e periodicidades, identificado a atividade prioritária, a periodicidade prioritária, a data da última manutenção e a data da próxima manutenção. Para vincular as cores no modelo, foi indicado os códigos RGB referente as cores atribuídas as situações das manutenções.

A rotina foi aplicada para visualizar nos elementos a situação das manutenções. Essa etapa se deu no Revit, selecionando a guia "Gerenciar", na opção "Reprodutor do Dynamo" selecionar a rotina desenvolvida "Situação das Manutenções".

4.3.3 Etapa 3: Proposta de um modelo de gestão de manutenção de edifícios com o uso do conceito BIM

Baseado nos resultados das etapas anteriores, a etapa 3 propôs um modelo de gestão na fase de manutenção de edifícios com foco em atividades de manutenção preventiva, com uso do conceito BIM.

A discussão do modelo proposto foi realizada a partir da aplicação do conceito do modelo a partir da realização de um fluxo de informação do processo de gestão da manutenção, dividido em planejamento, e ação e controle, identificando os principais agentes, ações e informações utilizadas e geradas.

Nesse diagrama do fluxo da informação, assim como realizado na etapa de contextualização no diagnóstico dos sistemas de gestão de manutenção dos prédios estudados, identificando as sequências e descrições das atividades existentes no processo, quem são os envolvidos e indicado quais documentos são necessários (entradas) ou gerados (saídas) e em qual formato. Procurou-se identificar no processo as atividades que estão presentes nas fases de planejamento e controle. Cabe ressaltar que o modelo proposto é sugerido de forma geral para qualquer tipologia de edificação.

A partir do diagrama gerado foi definido, através de um quadro (quadro 5), quais documentos são necessárias no processo e quem são os envolvidos. Após

essa visualização foi indicado quais informações são necessárias para gerar as necessidades de manutenções constantes e as situações que se encontram as atividades de manutenção para cada sistema indicado nos manuais do usuário a partir da Planilha de necessidades de manutenção e acompanhamento das manutenções realizadas;

Quadro 5 – Documentações de entradas e saídas

Documento	Extensão ou programa	Envolvido A		Envolvido B		Envolvido C		Envolvido D	
		entrada	saída	entrada	saída	entrada	saída	entrada	saída

Fonte: Elaborado pela autora

Para possibilitar a integração dessas informações com o projeto modelado em conceito BIM foi necessário indicar como é possível identificar os sistemas presentes nos manuais a partir dos elementos já projetados. Após a identificação dos sistemas, a partir dos elementos modelado em conceito BIM, é necessário desenvolver e gerar as rotinas no Dynamo (etapa 2) para possibilitar a visualização das necessidades de manutenção constante e a situação das manutenções no projeto modelado em conceito BIM.

O modelo proposto de gestão de manutenção com o uso do conceito BIM foi apresentado ao responsável pelo setor de infraestrutura do edifício educacional e ao diretor da construtora do edifício residencial através de reuniões ocorridas de forma virtual.

Foram apresentados o modelo proposto aos envolvidos e discutido as necessidades de melhorias. Identificou-se as principais dificuldade e desafios encontrados para aplicação do modelo verificando a percepção dos entrevistados quanto à utilidade do modelo proposto, facilidade e intenção de uso. Baseado nas percepções e análise do autor, foram realizadas as considerações sobre o modelo proposto em relação ao projeto do edifício, à operacionalização do modelo proposto e algumas adaptações que podem ser realizadas.

5 CONTEXTUALIZAÇÃO: DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Esse capítulo apresenta os resultados obtidos na etapa 1 da pesquisa, que teve como objetivo principal a contextualização e entendimento de como a fase de manutenção são gerenciadas nos edifícios em estudo

O capítulo é dividido em três partes. A parte 1 apresenta as informações sobre o Edifício Educacional, e a parte 2, do Edifício Residencial. As informações coletadas e analisadas se referem à descrição do processo de manutenção, aos indicadores coletados para auxiliar no entendimento do processo, e às informações obtidas e geradas para o gerenciamento da manutenção de cada edifício. Esse diagnóstico busca responder às questões específicas formuladas para essa etapa de pesquisa: como a fase de manutenção de edificações são gerenciadas? quais atividades são realizadas nesse processo? quais informações são utilizadas e geradas? quais programas são utilizadas? quem são os envolvidos nesse processo? qual a análise da documentação recebida pelos responsáveis pela manutenção das edificações? quais indicadores são possíveis identificar e ou coletar nesse processo?

Na parte 3 a partir dos resultados obtidos nos diagnósticos do gerenciamento de manutenção dos dois prédios, são apontadas percepções sobre as falhas e oportunidades de melhorias aos processos, buscando responder às seguintes questões: quais as principais falhas identificadas no sistema de gestão de manutenção? quais oportunidades de melhorias podem ser propostas?

5.1 GESTÃO DE MANUTENÇÃO DO EDIFÍCIO EDUCACIONAL

5.1.1 Descrição do processo

O edifício educacional (EE) tem uma Unidade de Apoio de Administração de Infraestrutura e Serviços que realiza a administração da estrutura física dos campi, composta por um diretor e quatro gerentes, sendo uma das áreas responsável pela gestão de serviços de infraestrutura, manutenção e obras. (UNISINOS, 2014).

Cabe a essa gerência coordenar e supervisionar os serviços de infraestrutura e manutenção dos Campi, assim como gerenciar os contratos de prestação de serviços referentes: à manutenção elétrica, hidrossanitária, civil, de refrigeração e de equipamentos e acessórios eletroeletrônicos e eletromecânicos; e à jardinagem, paisagismo e urbanização. Essa gerência deve também subsidiar o Diretor da Unidade na definição de normas, procedimentos e instruções, necessários à operacionalização e gestão referentes a esta área. (UNISINOS, 2014a).

No início da ocupação do edifício, a construtora entregou à universidade os diversos documentos referentes ao projeto, obra e questões legais. Esses documentos basearam uma verificação para confirmar o atendimento aos requisitos legais para o funcionamento do campus e as devidas alterações foram executadas. Após essa etapa o campus foi formalmente recebido para uso, operação e manutenção.

A universidade recebeu na etapa de entrega os seguintes documentos que servem de informação sobre o edifício: projetos e memoriais aprovados pelos órgãos competentes; manual do usuário; projeto *as built* (em .pdf, Autocad e Revit); e manuais de instalações (hidrossanitários, elétrico e refrigeração). A universidade tem um plano de necessidades de manutenção e conservação (disponibilizado em .pdf), que norteia as diretrizes de manutenção do edifício.

A universidade, após a obra ter sido entregue pela construtora, contrata uma empresa terceirizada para realização do processo de manutenção do campus, no qual estão inclusos a manutenção dos ativos, que se responsabiliza pela realização dos serviços propriamente ditos. A terceirização dessa etapa é uma estratégia adotada pela universidade no qual considera os seguintes pilares para essa tomada de decisão: eficiência, controle, flexibilidade e aprendizagem em função da expertise da empresa contratada.

A empresa terceirizada possui e utiliza o programa Prisma para execução do serviço de manutenção, no qual o setor de infraestrutura e demais envolvidos no processo tem acesso a algumas funções do software,

A definição dos ativos foi feita pela empresa terceirizada que executou um levantamento do campus de Porto Alegre mapeando os ambientes físicos do imóvel, os equipamentos e o patrimônio mobiliário. As denominações e necessidades dos

ativos ocorrem baseados em projetos específicos, documentos técnicos e observações *in loco*.

A partir desse mapeamento, esses ativos foram incluídos no programa Prisma, que pertence à empresa terceirizada, e após estabelecidas as rotinas, os planos de operação padrão (POP) e periodicidade de manutenção. Como a empresa terceirizada já é experiente na área de manutenção e presta serviço a outras empresas, algumas rotinas e POP's já estão definidos.

O departamento de infraestrutura da universidade se baseia em planos gerados anualmente no qual são previstas as manutenções preventivas dos ativos. Este plano de manutenção é elaborado a partir das necessidades estabelecidas nos requisitos legais, no plano de necessidades, nas demandas dos serviços de limpeza e jardinagem, e nas solicitações dos usuários.

Este plano de manutenção anual é revisado pela universidade e caso necessário, são geradas as devidas alterações. Durante o uso do edifício, pode ser gerada a necessidade de manutenção corretiva ou outras demandas que surgem por parte do usuário. Os colaboradores da universidade (professores, administrativo) devidamente treinados podem gerar uma solicitação de ordem de serviço, que deverão ser aprovadas ou não pelo supervisor do setor.

Além disso, os alunos podem solicitar serviços de manutenção por diferentes canais de comunicação disponibilizados pela universidade (ouvidoria, atendimento pessoal, mídia social, entre outros). Nestes casos, estas demandas são encaminhadas diretamente à gerência de apoio e manutenção, que ao verificar pertinência, gera uma ordem de serviço no programa.

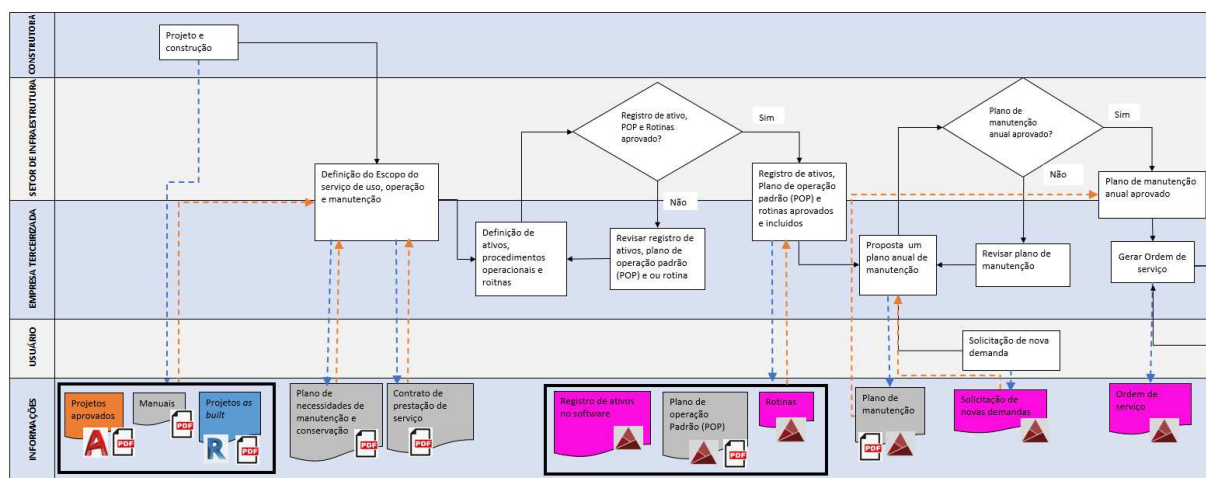
Mensalmente o plano de manutenção, considerando as novas demandas, é revisado pelo gestor de infraestrutura e alterado caso necessário. Após essa revisão são geradas as OSs (ordens de serviços) no programa Prisma. As aprovações e prioridades são dadas de acordo com a liberação de recursos pela universidade para a área, o que pode alterar em alguns momentos o planejamento inicial. Cabe ressaltar que a política e alocação de recursos são atribuições da direção, já a gestão desses recursos é de responsabilidade do setor de infraestrutura apontando o aspecto de autonomia do setor nas decisões do dia a dia.

Caso ocorra alguma necessidade de manutenção corretiva, o setor de infraestrutura verifica se é de responsabilidade da construtora e ou está dentro do prazo de garantias, em caso afirmativo, o setor solicita à mesma a manutenção. Quando há novas demandas, pertinentes e aprovadas pelo setor, que não estejam no escopo do contrato com a empresa terceirizada, deve ser solicitado um orçamento junto à mesma para verificar a viabilidade e realização das demandas. Após aprovadas, são geradas OSs e os serviços são executados.

A visualização do processo de gestão de manutenção do Edifício Educacional é representada no fluxo das figuras 23 e 24, que está em formato com maior detalhamento no apêndice C.

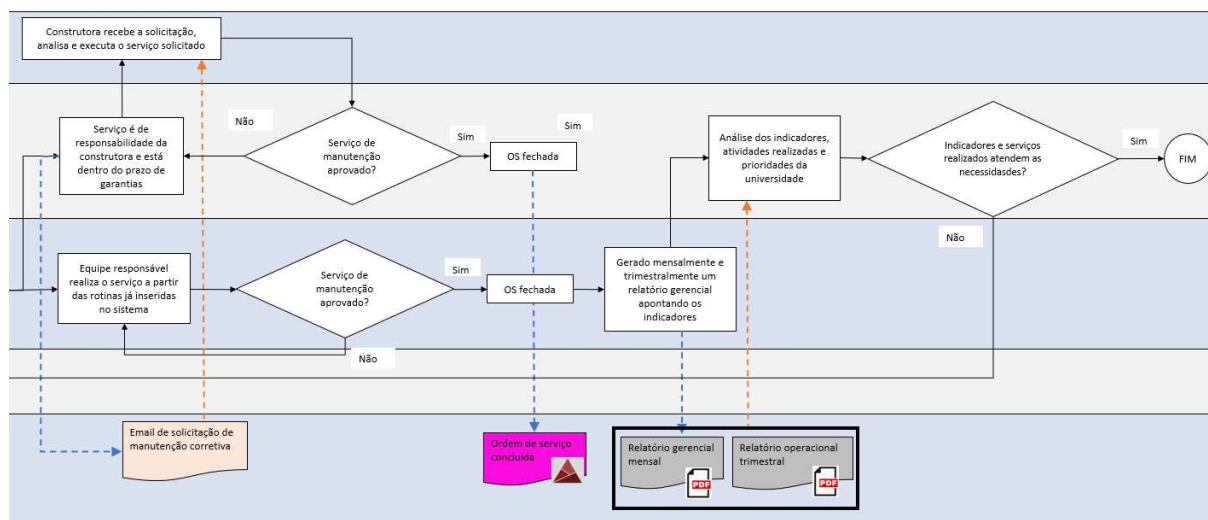
Os fluxos mostram os principais agentes, a informação de entrada e saída e as principais ações realizadas. O fluxograma deste processo em maior detalhamento está disponível no apêndice C.

Figura 23 – Mapeamento do fluxo do processo de manutenção



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 24 – Mapeamento do fluxo do processo de manutenção



Fonte: Elaborado pela autora

A partir das informações obtidas no diagnóstico, pôde-se observar os seguintes envolvidos no processo: construtora; setor de infraestrutura; empresa terceirizada; e usuários.

A construtora participa das atividades de entrega da obra e de documentos (projetos e manual do usuário) e das manutenções corretivas que estão dentro dos prazos de garantia. O setor de infraestrutura é responsável por gerenciar a manutenção e gestão de uso e operação da edificação. A empresa terceirizada é a empresa contratada para realização das manutenções preventiva e corretiva do edifício, e demais serviços de apoio. Já os usuários podem gerar demanda por manutenções ou melhorias no espaço construído.

5.1.2 Indicadores coletados para auxiliar no entendimento do processo manutenção da edificação educacional

Para auxiliar o entendimento do processo de manutenção da edificação educacional, foram verificados os dados e registros gerados. Os serviços prestados pela empresa terceirizada pode ser acompanhada a partir das ordens de serviços geradas no programa Prisma. Podem ser verificadas as principais incidências de manutenção considerando as atividades a partir dos ativos relacionados.

No ano de 2019 foram criadas 7.251 OSs (número de chamados), destas foram executadas 6.592 (número de solicitações realizadas), que correspondem a 90,91% (percentual das solicitações realizadas) e 659 ficaram como pendentes, que correspondem a 9,09% das OSs geradas (percentual de solicitações não realizadas).

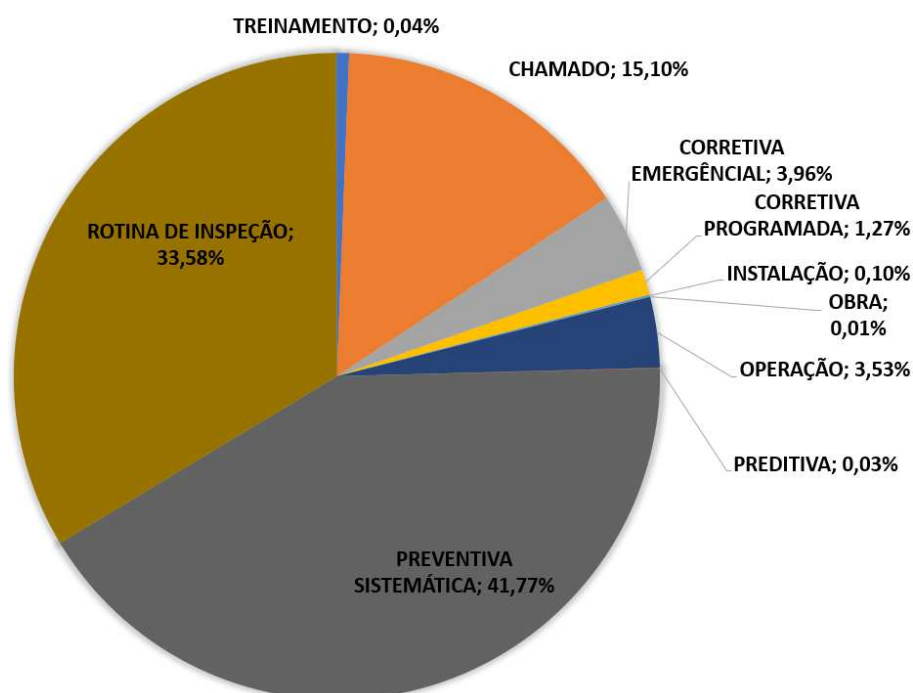
As ordens de serviços são distribuídas no Prisma de acordo com a classe de trabalho (tabela 2) que estão representadas no gráfico 1. Foram identificados os seguintes números de OSs geradas de acordo com essa classificação: atendimento de solicitações (44), chamado (1.095); corretiva emergencial (287); corretiva programada (92); instalação (7); obra (1); operação (256); preditiva (2); preventiva sistemática (3.029); rotina de inspeção (2435); e treinamento (3). Estas classes de trabalhos não estão muito claras para a o setor de infraestrutura, porém, observou-se maior incidência nas classes de preventiva sistemática (41,77%), rotinas de inspeção (33,58%), chamado (15,10%) e corretiva emergencial (3,96%). Esses resultados mostram uma preocupação da universidade com as manutenções preventivas e inspeções, na medida em que 75,35% dos chamados estão concentrados nessas classes de trabalho.

Tabela 2 – Chamados de manutenção referentes às classes de trabalho geradas – 2019

Classes de Trabalho	Total de chamados	Percentuais
Atendimento de solicitações	44	0,61%
Chamado	1095	15,10%
Corretiva emergencial	287	3,96%
Corretiva programada	92	1,27%
Instalação	7	0,10%
Obra	1	0,01%
Operação	256	3,53%
Preditiva	2	0,03%
Preventiva sistemática	3029	41,77%
Rotina de inspeção	2435	33,58%
Treinamento	3	0,04%
Total	7251	100,00%

Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 1 – Percentuais de OSs de acordo com as classes de trabalho – 2019



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a definição da classe de trabalho, as OS são classificadas no Prisma em atividades (tabela 3), em que estão inseridas também os sistemas prediais que necessitaram manutenção.

Tabela 3 – Atividades que necessitaram manutenção – 2019

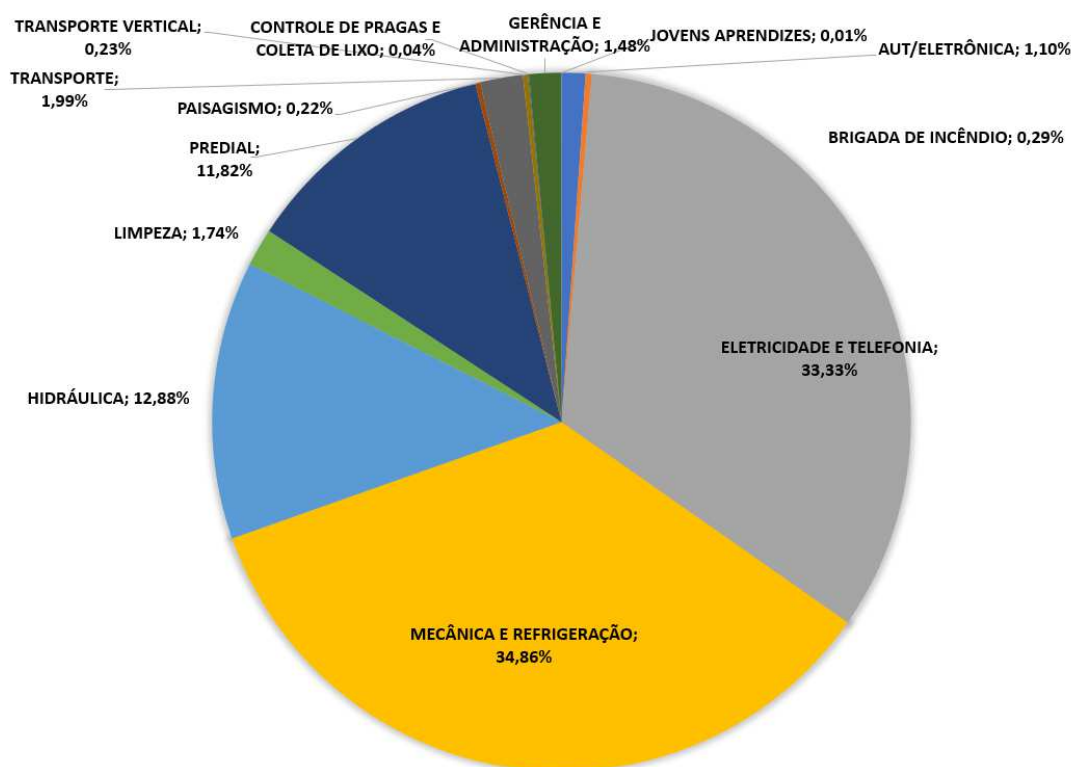
Atividades	Total de chamados	Percentuais
Aut/eletrônica	80	1,06%
Brigada de incêndio	21	0,29%
Eletricidade e Telefonia	2417	33,36%
Mecânica e Refrigeração	2528	34,89%
Hidráulica	934	12,89%
Limpeza	126	1,74%
Predial	857	11,83%
Paisagismo	16	0,22%
Transporte	144	1,99%
Transporte vertical	17	0,21%
Controle de Pragas e Coleta de lixo	3	0,04%
Gerência e Administração	107	1,48%
Jovens aprendizes	1	0,01%
Total	7251	100,00%

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir do gráfico 2 é possível verificar a distribuição percentual dessas atividades. As OSs são classificadas em atividades da seguinte forma: automação e eletrônica (80); brigada de incêndio (21); eletricidade e telefonia (2.417); mecânica e refrigeração (2.528); hidráulica (934); limpeza (126); predial (857); paisagismo (16); transporte (144); transporte vertical (17); gerência e administração (107); controle de pragas e coleta de lixo (3); e jovens aprendizes (1).

Constatou-se que as principais incidências de atividades de manutenção ocorreram nos sistemas de mecânica e refrigeração (34,89%), eletricidade e telefonia (33,36%), hidráulica (12,89%) e predial (11,83%).

Gráfico 2 – Percentuais de OSs de acordo com as atividades – 2019



Fonte: Elaborado pela autora.

5.1.3 Análise das informações utilizadas e geradas

A partir do quadro 6 pode-se observar as documentações e informações que perpassam as atividades do processo manutenção da edificação educacional, apontado os documentos de entrada ou saída, quais os envolvidos e qual a sua extensão ou programa em que foi gerado.

Quadro 6 – Documentações de entradas e saídas

Documento	Extensão ou programa	Construtora		Setor infraestrutura		Empresa terceirizada		Usuário	
		entrada	saída	entrada	saída	entrada	saída	entrada	saída
Projetos aprovados	.dwg / .pdf		X	X		X			
Projetos <i>as built</i>	.rvt / .pdf		X	X		X			
Manual do usuário	.pdf		X	X		X			
Manuais de instalações (hidrossanitários, elétricos, refrigeração)	.pdf		X	X		X			
Plano de necessidades de manutenção e conservação	.pdf				X	X			
Contrato de prestação de serviço	.pdf				X	X			
Plano de manutenção	.pdf			X	X		X		
Ordem de serviço	Prisma				X		X		
Registro de ativos	Prisma			X			X		
Plano de operação Padrão (POP)	.pdf			X			X		
Rotinas	Prisma			X			X		
Relatório gerencial mensal	.pdf			X			X		
Relatório operacional trimestral	.pdf			X			X		
Solicitação de novas demandas	Prisma					X			X
E-mail de solicitação de manutenção corretiva	Correio eletrônico	X			X				

Fonte: Elaborado pela autora.

- Manual do usuário

As informações contidas neste item foram obtidas a partir do Manual do Usuário elaborado pela construtora. O manual do usuário é dividido em 5 capítulos com introdução, descrição do edifício a partir de cada unidade da edificação de forma detalhada (características do produto e fabricante utilizado), uso adequado do edifício e manutenções periódicas, equipes referentes a projeto, execução e relação de fornecedores, e, por fim, documentos relacionados ao imóvel.

No capítulo 3 são apontadas as manutenções periódicas da edificação a partir de itens como o programa de manutenção preventiva, responsabilidades, termo de garantia/aquisição, uso e manutenção do imóvel, programa de manutenção preventiva, modelo de programa de manutenção preventiva, planejamento da

manutenção preventiva, registro da realização da manutenção, verificação do programa de manutenção.

O manual aponta a necessidade de um programa de manutenção preventiva, para que se tenha os resultados esperados de conservação, possibilitando criar condições para o prolongamento da vida útil do imóvel. Para isto, é necessário que as atividades e recursos estejam planejados e sejam executados de acordo com as especificidades de cada edifício. O documento entregue deixa claro que a manutenção preventiva da unidade é condição da garantia do imóvel, assim como aponta que a manutenção é de responsabilidade do proprietário, conforme indica a NBR 5674 e a NBR 14037. A construtora poderá efetuar vistorias a fim de verificar a efetiva realização destas manutenções e o uso correto da edificação.

O manual apresenta um quadro em que constam os prazos de garantia de materiais, equipamentos e serviços dos sistemas, válidos a partir da data do auto de conclusão do imóvel. Os prazos variam de 6 meses a 5 anos, conforme o sistema e o tipo de problema relacionado.

O item referente ao uso e manutenção do imóvel, a partir de cada sistema, realiza a descrição do sistema construtivo, as orientações relativas aos cuidados de uso, o procedimento de manutenção preventivo, os prazos de garantia e os fatores que podem acarretar a perda da garantia.

Pôde-se observar que a descrição dos sistemas ocorre de maneira genérica, não especificando o sistema utilizado no edifício, conforme exemplo do sistema de estruturas e paredes:

Estrutura – a estrutura do edifício é constituída por elementos que visam garantir a estabilidade e a segurança da construção e pode ser de concreto armado convencional ou outros sistemas construtivos. É projetada e executada dentro das normas brasileiras e, durante sua execução, tem seus materiais componentes submetidos a controle tecnológico, garantindo assim a conformidade com o projeto.

Paredes – as paredes têm a função de estrutura, quando o prédio ou o pavimento não é estruturado em pilares de concreto-armado (ou metálicos). Neste caso as paredes são os elementos básicos de apoio de vigas e lajes de concreto armado (ou metálicas). (ENGENHOSUL, 2017, p. 138).

Em relação à manutenção preventiva, tem-se a mesma observação, ocorrendo de forma genérica:

Procure manter os ambientes bem ventilados. Nos períodos de inverno ou de chuva, pode ocorrer o surgimento de mofo nas paredes, decorrente de condensação de água por deficiente ventilação, principalmente em ambientes fechados (armários, atrás de cortinas e forros de banheiro).

Combata o mofo com uso de detergente, formo ou água sanitária dissolvidos em água.

Tanto as áreas internas (unidades privativas e áreas comuns) como a fachada da edificação devem ser pintadas a cada três anos, evitando assim o envelhecimento, a perda de brilho, o descascamento e que eventuais fissuras possam causar infiltrações.

Nota – toda vez que for realizada uma repintura após a entrega da edificação, deverá ser feito um tratamento das fissuras, evitando assim infiltrações futuras de água. (ENGENHOSUL, 2017, p. 139-140).

Neste item cabe uma observação em relação à divergência de informações presentes no manual: o prazo de garantia referente à pintura/verniz (interna/externa), é de um ano para os problemas de empoamento, descascamento, alteração de cor ou deterioração de acabamento, porém, indica como atividade de manutenção preventiva a necessidade de repintura a cada 3 anos.

Em relação às instalações elétricas, a descrição é abordada de forma genérica, “É o sistema destinado a distribuir a energia elétrica de forma segura e controlada em uma edificação conforme o projeto específico e elaborado dentro das normas técnicas brasileiras (ABNT) e aprovado pela concessionária local.” A manutenção preventiva aponta os cuidados a serem tomados e indica itens que devem ser efetuados, bem como a periodicidade de suas realizações:

A manutenção preventiva das instalações elétricas deve ser executada com os circuitos desenergizados (disjuntores desligados);

NUNCA TOCAR em fios antes de fazê-lo com uma chave-teste, que comprovará se passa ou não corrente. Comprovado que não passa corrente, ao tocá-lo pela primeira vez, faça o lado externo de um dedo, pois havendo choque, haverá a contração dos dedos das mãos e desta forma você fechará a mão sem risco de fazê-la segurando o fio, o que lhe prolongaria o tempo de choque;

Sempre que for executada manutenção nas instalações, como troca de lâmpadas, limpeza e reaperto dos componentes, desligar os disjuntores correspondentes;

Rever o estado de isolamento das emendas de fios;

Reapertar a cada ano todas as conexões do quadro de distribuição;

Testar a cada 6 (seis) meses o disjuntor tipo DR apertando o botão localizado no próprio disjuntor. Ao apertar o botão, a energia será cortada. Caso isso não ocorra, trocar o DR;

Reapertar a cada 2 anos todas as conexões (tomadas, interruptores e pontos de luz);

Verificar o estado dos contatos elétricos substituindo peças que apresentam desgaste, quando necessário (tomadas, interruptores e pontos de luz). (ENGENHOSUL, 2017, p. 149 - 150).

Além disso o manual aponta alguns problemas que podem ocorrer eventualmente nas instalações elétricas e suas respectivas ações corretivas, como por exemplo:

choques elétricos – ao perceber qualquer sensação de choque elétrico, proceder da seguinte forma: desligar a chave de proteção deste circuito; verificar o isolamento dos fios de alimentação não foi danificado e se os fios estão fazendo contato superficial com alguma parte metálica; casos isso não tenha ocorrido, o problema possivelmente está no isolamento interno do próprio equipamento. Neste caso, repará-lo ou substituí-lo por outro de mesmas características elétricas. (ENGENHOSUL, 2017, p. 150 -151).

Outro exemplo pode ser observado em relação ao item referente a louças e metais:

As louças e metais Deca são produzidos dentro dos mais avançados padrões de tecnologia e qualidade, incorporando a experiência e a tradição de mais de meio século. São garantidas durante 10 anos para defeitos de fabricação nos componentes cerâmicos, incluindo plásticos e quaisquer outras peças, a partir da data de sua aquisição, comprovada mediante a apresentação da nota fiscal de compra. Está incluída, durante o primeiro ano de vigência da garantia, a cobertura dos custos de mão de obra dos serviços a serem executados pela rede autorizada de assistência técnica, quando constatado defeito de fabricação do produto. Esta garantia é aplicável exclusivamente para os produtos adquiridos a partir de 2005 (louças) e 1995 (metais), sendo a responsabilidade do fabricante restrita aos defeitos de fabricação. As louças e metais têm as seguintes características:

Produto não perecível;

Composição básica louças: argila, feldspato, caulim, vidrados e corantes inorgânicos; composição básica metais: liga de cobre,

plásticos de engenharia e elastômeros. (ENGENHOSUL, 2017, p. 188).

Em relação ao item de garantias, pode-se observar, para as louças, um período de garantia conforme estabelecido pelo fornecedor para problemas relacionados a materiais quebrados, trincados, riscados, manchados ou entupidos. Em relação aos metais, é dada a garantia de seis meses, prazo este diferente do descrito anteriormente no manual. As informações relacionadas neste item apontam algumas divergências em relação aos prazos de garantia, além da falta de informação em relação à manutenção preventiva.

Apesar do manual trazer a descrição detalhada do edifício, as informações se mostram de maneira genérica. Além disso, pode-se observar em alguns itens que as necessidades de manutenção preventiva são suscintas ou não estão abordadas.

No manual é indicada a necessidade de ser realizado o programa de manutenção preventiva e de existir um planejamento para todos os serviços de manutenção. O plano deve ser elaborado de forma a coordenar os serviços de manutenção, minimizar as interferências dos serviços de manutenção no uso da edificação, assim como a interferência dos usuários nos serviços de manutenção, e otimizar o aproveitamento de recursos.

No programa de manutenção deve ser definida uma periodicidade para sua verificação, assim como a forma de como essa verificação será realizada, o que geralmente ocorre a partir da elaboração de uma lista de conferências padronizadas.

O manual atenta para questões referente aos aspectos ambientais, no sentido de conscientizar os usuários em questões relacionadas ao uso racional da água e da energia, coleta seletiva do lixo, assim como em questões relacionadas à segurança patrimonial e segurança do trabalho, aquisição e instalação de equipamentos e recomendações para situações de emergência.

A partir da análise do manual do usuário, pôde-se gerar uma planilha em Excel (Apêndice D) que serviu de base para realizar a programação da modelagem através do programa Dynamo. Esta planilha consta as seguintes informações: sistema, atividades necessárias para manutenção preventiva e qual a periodicidade.

- Projetos e manuais de instalação disponíveis

Os projetos arquitetônicos e complementares aprovados foram entregues em .pdf e ou Autocad (.dwg), e os manuais de instalação e manual de uso e operação do edifício foram disponibilizados em .pdf. Esses documentos foram de fácil acesso desde o início da pesquisa e foram utilizados como informações de entrada para o setor de infraestrutura e para a empresa terceirizada.

Já para o acesso ao projeto em conceito BIM, em um primeiro momento foi repassado um arquivo do projeto, por parte do setor de infraestrutura, em extensão IFC, que após muitas tentativas, concluiu-se que não era possível carregá-lo. Em um segundo momento, o escritório responsável pelo projeto repassou o arquivo em extensão nativa, com isso, foi possível carregar o projeto no programa Revit. Concluiu-se, portanto, que a universidade, assim como a empresa terceirizada, não utilizam o modelo gerado com conceito em BIM para consulta ou qualquer outra atividade.

O projeto recebido conta apenas com as modelagens do arquitetônico e estrutural, sem informações referentes aos projetos complementares ou sobre as necessidades de manutenção. No modelo, foi identificado apenas a inserção das principais informações físicas, contudo, nota-se a falta de algumas informações como, por exemplo, as paredes divisórias das salas de aula e a falta das informações complementares da bacia de armazenamento.

Ao analisar o projeto do EE disponibilizado em conceito BIM, considerando os sistemas identificados no manual do usuário, foram constatadas algumas situações de como os elementos foram modelados (quadro 7).

Quadro 7 – Situação da modelagem em conceito BIM considerando os sistemas presentes no Manual do Usuário: Edifício Educacional

(continua)

Sistemas	Situação da modelagem em conceito BIM
Elétrica	Não modelado
Mecânica e refrigeração	Não modelado
Hidráulica	Não modelado
Estruturas e paredes	Modelado e possível ser identificado através de sua categoria e material; Esse sistema foi considerado, a partir das atividades propostas, somente para as paredes que apresentam pintura. Foi modelado da seguinte forma para parede: Categoria: parede Família: parede Tipo: descrição das camadas

(continuação)

Sistemas	Situação da modelagem em conceito BIM
	Material: de acordo com as camadas, sendo necessário filtrar o material "gesso ou tinta"
Sistema de proteção contra descargas atmosféricas - SPDA	Não modelado
Iluminação de emergência	Não modelado
Impermeabilização	Não modelado
Esguadrias de madeira	<p>Modelado e possível ser identificado através de sua categoria e material;</p> <p>Foi modelado das seguintes formas (janela e porta).</p> <p>- Para janela Categoria: janela; Família: JM seguido das dimensões; Tipo: segue o mesmo nome da família Material: madeira e tipo, sendo filtrado o material "madeira"</p> <p>- Para porta: Categoria: porta; Família: JM seguido das dimensões; Tipo: segue o mesmo nome da família Material: madeira e tipo, sendo filtrado o material "madeira"</p>
Esguadrias de ferro	<p>Modelado e possível ser identificado através de sua categoria e material;</p> <p>Foi modelado das seguintes formas (janela e porta):</p> <p>- Para janela: Categoria: janela; Família: JA ou JM ou JFV ou JV seguido das dimensões; Tipo: segue o mesmo nome da família Material: ferro</p> <p>- Para porta: Categoria: porta; Família: PM ou PF ou PCF ou PAC seguido das dimensões; Tipo: segue o mesmo nome da família Material: de acordo com as camadas, sendo necessário filtrar o material "ferro".</p>
Esguadrias de alumínio	<p>Modelado e possível ser identificado através de sua categoria e material;</p> <p>Foi modelado da seguinte forma:</p> <p>Categoria: janela; Família: ja seguido das dimensões; Tipo: segue o mesmo nome da família Material: de acordo com as camadas, sendo necessário filtrar o material "alumínio"</p>
Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso	<p>Modelado e possível ser identificado através de sua categoria e material;</p> <p>Foi modelado das seguintes formas:</p> <p>- Para parede: Categoria: parede Família: parede Tipo: descrição das camadas Material: de acordo com as camadas, sendo filtrado o material "gesso" ou "tinta"</p> <p>- Para teto: Categoria: piso Família: piso Tipo: são referenciados números Material: de acordo com as camadas, sendo filtrado o material "gesso" ou "tinta"</p>

(conclusão)

Sistemas	Situação da modelagem em conceito BIM
Revestimento cerâmico interno (somente para parede)	Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e material. Esse sistema está presente em duas categorias (piso e parede). Foi modelado da seguinte forma para parede: Categoria: parede Família: parede Tipo: descrição das camadas Material: de acordo com as camadas, sendo filtrado o material “cerâmico” Para piso, o sistema estava modelado, pois tinha o elemento modelado, mas não foi possível identificar nem a partir da descrição do tipo, nem dos materiais listados, para gerar rotinas
Revestimento cerâmico externo	Não modelado
Revestimento de pedras naturais	Modelado, mas não foi possível identificar no modelo. O sistema estava modelado, pois tinha o elemento modelado, mas não foi possível identificar nem a partir da descrição do tipo, nem dos materiais listados, para gerar rotinas;
Rejuntas	O sistema referenciado no manual já está incluso em outro.
Piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso	Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e material. Foi possível identificar sua modelagem nos seguintes elementos modelados como: Categoria: piso Família: piso Tipo: são referenciados números Material: apresentam o material “concreto”
Pinturas vernizes (interna e externa)	Não modelado
Vidros	Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e material. O sistema vidro, é um material. Logo foi possível identificá-lo em alguns elementos modelados a partir do material. Foi possível identificar sua modelagem nos seguintes elementos: Categoria: janela Família: JA, JM, JFV ou JV seguido das medidas Tipo: JA, JM, JFV ou JV seguido das medidas Material: apresentam os materiais componentes da janela, incluindo “vidro”
Paisagismo e jardins	Não modelado
Louças e metais	Modelado e possível ser identificado através de sua categoria. Foi modelado da seguinte forma: Categoria: peças hidrossanitárias; Família: não tem como identificar porque teve as informações perdidas na tradução do .ifc para .rvt Tipo: não tem como identificar porque teve as informações perdidas na tradução do .ifc para .rvt

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com as classificações das atividades efetuadas pela empresa terceirizada, pode-se observar que somente as atividades prediais, que

representaram 11,83% das principais incidências de atividades de manutenção no ano de 2019, estavam modeladas em BIM.

- Registro dos ativos: edifício educacional

Como primeira atividade no processo de gestão da manutenção a empresa terceirizada, registrou os ativos do edifício no programa Prisma, que se referem aos ambientes físicos do imóvel, equipamentos e o patrimônio mobiliário. As denominações e necessidades dos ativos ocorrem baseadas em projetos específicos, documentos técnicos e observações *in loco*.

A geração do nome e código de cada ativo foi feita pela empresa terceirizada, separados em 5 níveis, quais sejam: nível 1 – definido o cliente; nível 2 – setores da Universidade; nível 3 – os blocos e ou torres; nível 4 – os ambientes e locais (setor adm, gabinetes, salas de aulas, laboratórios, auditórios, entre outros); e nível 5 – os equipamentos, na qual a denominação dos equipamentos se dá pelas suas características técnicas. Cabe ressaltar que essas denominações não estão relacionadas na documentação entregue, ou no projeto em conceito BIM, somente no Prisma.

- Rotinas e Plano de operação padrão (POP):

Para a manutenção dos ativos são estabelecidas as rotinas, plano de operação padrão (POP) e a periodicidade de manutenção. Algumas rotinas e POP's já estão definidos ou são desenvolvidos pela empresa terceirizada no programa Prisma, e aprovados pelo setor de infraestrutura. Os POP's foram enviados pela empresa terceirizada, mas as rotinas não foram disponíveis, mesmo após várias tentativas de obtê-las, por estarem diretamente no programa os quais fazem parte da expertise da empresa. Essas rotinas ou POP's podem ser adequados, incluídos ou modificados de acordo com a demanda do cliente e observância ao contrato firmado entre as partes. A cada necessidade de algum novo ativo, o mesmo é incluído no sistema e criado uma rotina e definida a periodicidade das ações.

Alguns dos procedimentos de manutenção e operação que ocorrem na universidade estão definidos em procedimentos operacionais padrões (POP), procedimentos estes que são desenvolvidos pela empresa terceirizada. Alguns

destes procedimentos já fazem parte do sistema de documentação e práticas da empresa terceirizada, e são adotados na realização das atividades que fazem parte do contrato com a universidade. Já outros são desenvolvidos pela empresa terceirizada para atender à contratante, e após aprovado pelas partes, passam a fazer parte dos documentos da contratada.

Os POPs desenvolvidos pela contratada abrangem principalmente as atividades de limpeza e conservação. Esses procedimentos geralmente são compostos pelos seguintes itens, o que podem variar em cada procedimento: objetivo; local de utilização; roteiros; segurança do trabalho; equipamentos; procedimentos; e observações e ou cuidados e ou notas.

Alguns POP corporativos são aplicados na universidade, conforme atividades que são previstas em contrato. Os POP referentes às atividades de limpeza e conservação estão listados a seguir: limpeza de banheiros (Manutenção ou repasse) (POP No: Corp.009); utilização de produtos químicos (POP No: Corp.002); aspiração a Seco (POP No: Corp.003); lavagem de banheiros (POP No: Corp.005); lavagem de galerias técnicas (POP No: Corp.006); limpeza de áreas administrativas (POP No: Corp.008); limpeza de escada fixa (POP No: Corp.010); limpeza de lixeiras (POP No: Corp.011); praça de alimentação (POP No: Corp.012); limpeza de vidros e espelhos (POP No: Corp.013); manutenção diária de inox (POP No: Corp.014); limpeza diária geral (POP No: Corp.015); manutenção de piso (POP No: Corp.017).

Foram desenvolvidos alguns POPs técnicos específicos, os quais se referem às atividades de instalações elétricas. Estes POPs têm a seguinte estrutura: EPI's e EPC's necessários, informações consideradas importantes para realização do procedimento, e a descrição do procedimento a ser executado. Esses POPs técnicos são compostos pelos seguintes documentos: manobras cabine primária - procedimento para manobras na cabine primária (necessidade de desligamento total) (POP No: 01 ELT); manobras cabine primária torre educacional - procedimento para manobras na cabine primária necessidade de desligamento da subestação do espaço da universidade (POP No: 02 ELT); manobras subestação espaço da universidade (desligamento) - procedimento para manobras na cabine primária necessidade de desligamento da subestação do espaço da universidade (POP No:

02.1 ELT); manobras cabine primária (desligamento) - procedimento para manobras na cabine primária necessidade de desligamento da subestação da torre educacional (POP No: 03 ELT).

As rotinas são seguidas conforme cada atividade, que estão definidas em contrato e já pré-estabelecidas pela empresa terceirizada como as atividades Limpeza, mecânica refrigeração, paisagismo, manutenção predial, eletrônica, hidráulica e transporte. Essas rotinas podem ser adequadas de acordo com a demanda do cliente. Caso o cliente solicite outro tipo de intervenções, isso será avaliado pela terceirizada de acordo com a possibilidade de mão de obra e o que já está estabelecido em contrato. Cabe ressaltar que os documentos não estão relacionados ao manual do usuário e sim pela expertise da empresa terceirizada e o setor de infraestrutura.

- Plano de necessidades de manutenção e conservação (PNMC):

Observa-se a existência de um Plano de Necessidades de Manutenção e Conservação (PNMC) que auxilia na condução do gerenciamento da área, entretanto, não é um documento formal da universidade, mas é levado em consideração para a definição do escopo na contratação da empresa terceirizada. Cabe observar que a última versão é de 2015, ano em que não estava incluso o campus de Porto Alegre.

Apesar de não ser um documento oficial o PNMC, a partir de levantamento de dados e informações, indica as necessidades de manutenção e conservação do campus, servindo como material de apoio às empresas terceirizadas para participarem dos processos de licitações e nortear suas práticas.

Segundo o PNMC (UNISINOS, 2015), a empresa prestadora de serviço deve seguir as a normas técnicas brasileiras (NBR) em vigor e as normas regulamentadoras (NR) fiscalizadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Como a universidade obteve certificação ISO 14001 em Sistema de Gestão Ambiental, também existem uma série de procedimentos e instruções operacionais que devem ser respeitadas pela empresa terceirizada.

Esse plano (UNISINOS, 2015) aponta algumas premissas para permitir o adequado funcionamento das instalações da universidade, entre eles: cuidar do

ativo da universidade; reduzir as intervenções o menor número e tempo possível; manter os equipamentos e estruturas em condições de pleno funcionamento; prevenir prováveis falhas ou quebras das estruturas e instalações; otimizar os processos de manutenção e conservação das instalações e estruturas; examinar os componentes antes do término de suas garantias; estabelecer planejamento, preparando um programa de manutenção; treinar equipes técnicas e de apoio; dispor de equipes e insumos em concordância com a realidade das instalações e uso das estruturas e espaços; estabelecer prioridade no caso de manutenção emergencial; conseguir soluções definitivas para problemas que aconteçam com frequência; padronizar atividades e estabelecer tempo padrão sempre que possível; elaborar controle de equipamentos e de pessoas; trabalhar com peças e insumos de qualidade.

É previsto no PNMC que a empresa terceirizada deve propor melhorias periodicamente ou no caso de necessidade ou risco, um diagnóstico de reparos e melhorias através de obras ou reformas que não estejam prevista no PN contendo orçamento para sua execução. (UNISINOS, 2015).

A execução dos serviços necessários é baseada em planejamentos de curto, médio e longo prazo, em que são considerados primeiramente os requisitos legais e necessidades das estruturas/instalações, com a aprovação da GSMI (Gerência de Serviços de Manutenção e Infraestrutura), baseados nas POPs, OS e melhorias solicitadas. De acordo com o PNMC, a partir dos POP's são planejadas as ações preventivas, já em decorrência das OS são realizadas as ações corretivas, podendo ocorrer demandas de emergência, urgência, mudanças no escopo e demandas de fornecedores. Os serviços são subdivididos em áreas, quais sejam: civis e prediais, elétricos, eletrônicos, de refrigeração, de limpeza e conservação, de jardinagem e paisagismo, imunização contra vetores e pragas urbanas, transportes e remanejamento, em eventos, fornecimento de materiais, ferramentas e utensílios, atendimento ao usuário, de correio, malote e transporte escolar, em equipamentos audiovisual, qualidade e indicadores. (UNISINOS, 2015).

Até o período atual não existe um plano de necessidades para a unidade de Porto Alegre. O setor se baseia no plano desenvolvido pelo setor no ano de 2015 para o campus São Leopoldo, o que não é configurado como um documento padrão

da Universidade, mas sim um documento gerado pelo setor para auxiliar o processo de manutenção da universidade.

- Plano de Manutenção, Ordens de serviços e outras solicitações

Anualmente é gerado uma proposta de Plano de Manutenção pela empresa terceirizada (Prisma e disponível em .pdf), em que são incluídos os ativos, qual a sua denominação, o roteiro que está definido como deve ser efetuado a manutenção, qual atividade que se refere, a periodicidade, e as colunas dos meses do ano em que deve ocorrer a atividade. Este plano de manutenção, de responsabilidade da universidade, é revisado e caso necessário, gerado as devidas alterações em acordo com a empresa terceirizada.

A partir do plano de manutenção e outras demandas oriundas do setor de infraestrutura ou usuários, são geradas as ordens de serviços (OSs) (Prisma) mensalmente. As OSs são repassadas a equipe responsável pela execução e os serviços são acompanhados pelos envolvidos.

No plano de manutenção, após a execução de um serviço previsto, é incluída na coluna referente ao mês, o número da OS correspondente e em que data foi concluída. Cabe ressaltar que o plano de manutenção observado foi referente ao ano de 2019, no qual constavam 69 páginas em formato .pdf. Como os ativos são gerados pela empresa terceirizada, o plano de manutenção se torna de difícil leitura, não sendo possível identificar qual é o sistema e a atividade a ser realizada, assim como não foi possível atrelar os ativos aos documentos ou projetos da universidade em que se teve acesso.

As atividades em que são registradas as necessidades de manutenção, são identificadas tanto como sistemas quanto como outras atividades, conforme definições a seguir: automação e eletrônica; brigada de incêndio; eletricidade e telefonia; mecânica e refrigeração; hidráulica; limpeza; predial; paisagismo; transporte; transporte vertical; gerência e administração; controle de pragas e coleta de lixo; e jovens aprendizes.

Essa classificação restringe a identificação do tipo de sistemas em que são necessárias as manutenções, além de ser difícil de identificar as atividades a serem

executadas, o que podem ser divergentes nas atividades e periodicidades propostas no manual do usuário.

- Relatório gerencial:

A empresa terceirizada gera um Relatório Mensal de Indicadores (.pdf) e um Relatório Operacional Trimestral (.pdf) e apresenta ao setor de infraestrutura da universidade, o que auxilia na visualização e acompanhamento dos serviços prestados e nas tomadas de decisões do setor.

No relatório mensal são evidenciadas as ordens de serviços (OSs) preventivas e corretivas, geradas mensalmente e para o período acumulado no ano, separadas por especialidade. Além disso, relata quantas dessas OSs foram planejadas, efetivadas e o percentual de execução para cada especialidade.

Com periodicidade trimestral é gerado um relatório operacional (.pdf) em que são apresentados os indicadores de atendimento e as principais atividades executadas no trimestre de referência. Assim como no relatório mensal, são evidenciadas as ordens de serviços (OSs) preventivas e corretivas, geradas no trimestre e para o período acumulado no ano, separadas por especialidade, quantidade de OSs planejadas, efetivadas as e o percentual de execução para cada especialidade. Além das situações das OSs referente ao EE objeto do estudo de caso são mostrados os consumos do trimestre referente a água potável e registros fotográficos de alguns serviços realizados no período nas diferentes especialidades como a área técnica, jardinagem, predial, a limpeza e conservação, PPCI e treinamento.

5.2 GESTÃO DE MANUTENÇÃO DO EDIFÍCIO RESIDENCIAL

5.2.1 Descrição do processo

A entrega das chaves das unidades autônomas do residencial se deu após uma vistoria feita por cada proprietário em seu apartamento, e caso fosse identificado alguma não conformidade, a mesma era corrigida e agendada nova vistoria do imóvel para entrega das chaves. Foi entregue aos condôminos, junto as

chaves e outros documentos, o manual de uso, operação e manutenção dos proprietários.

Para entrega do edifício, após as liberações legais para ocupação da obra junto aos órgãos competentes, reunião de condomínio, em que foi aprovado a convenção de condomínio e realização da eleição e nomeação do síndico, a entrega da edificação foi agenda. Para tal foi realizado uma vistoria no condomínio e na identificação de não conformidades as mesmas foram relatadas e corrigidas pela construtora, até o aceite da edificação pelo síndico. Ao síndico, além dos projetos aprovados, projetos as built, foi entregue o manual de uso, operação e manutenção dos proprietários: edição para o síndico.

Após a obra ter sido entregue aos condôminos e síndico, fica sob responsabilidade dos condôminos a manutenção, uso e operação de sua unidade, e a cargo do síndico a responsabilidade de manutenção, uso e operação das áreas condominiais com auxílio de um conselho e dos próprios condôminos, no que se refere ao uso e operação.

O edifício é quem efetua a gestão da edificação, sendo contratada, para o funcionamento do condomínio, empresas terceirizada para realização de serviços específicos como a administradora do condomínio, jardinagem, segurança, limpeza, cuidados com piscina, elevador, entre outros.

O síndico ou o condômino, pode identificar a necessidade de manutenção preventiva, corretiva ou uma nova demanda ao condomínio. Essa demanda é analisada pelo síndico ou pelo conselho, e, se pertinente e dentro do prazo de garantia, é encaminhado à construtora, senão é solicitado um orçamento para empresa terceirizada. Na maioria das vezes observou-se que as demandas de manutenções foram em relação à manutenção corretiva.

Não foi verificado, um programa de manutenção preventiva ou um plano de manutenção preventiva por parte do condomínio. Apesar de haver informação nos manuais de uso operação e manutenção para realização de manutenções preventivas. Talvez por se tratar de uma edificação entregue a pouco tempo e sua relação direta com a construtora, não foi identificado a realização de manutenção preventiva.

Se, após análise do síndico, a demanda não está dentro do prazo de garantia, deve ser solicitado um orçamento para uma empresa terceirizada. Caso o orçamento seja aprovado pelo síndico, o contrato é efetivado, o serviço é acompanhado até o momento da sua aprovação e finalizado junto à empresa contratada. Se não for aprovado, o síndico deve providenciar novos orçamentos ou decidir junto ao conselho a continuidade da sua realização, que pode se dar por questões financeiras, tempo de execução ou outros motivos.

Caso o síndico avalie que a demanda está dentro do prazo de garantia, deve ser preenchida uma ficha de atendimento ao cliente, disponibilizado pela construtora na plataforma Google.

O setor de manutenção recebe a solicitação e preenche uma planilha em Excel (.xls) que serve como um controle interno das solicitações de manutenção. Cabe ressaltar que essa ficha de atendimento ao cliente é utilizada pela construtora como registro da solicitação, não sendo realizadas análises detalhadas ou acompanhamento das mesmas.

Inicialmente são transpostas as seguintes informações na planilha de controle interno das solicitações: data de abertura; cliente; contato; obra; local/apartamento; tipo de solicitação; sistema que necessita atendimento, natureza da ocorrência, descrição da solicitação encaminhada pelo cliente, data do habite-se, status "em aberto - sem retorno ao cliente".

A partir do preenchimento da planilha a mesma analisa se a solicitação é de responsabilidade da construtora e se está no prazo de garantia, informando nos campos pertinentes.

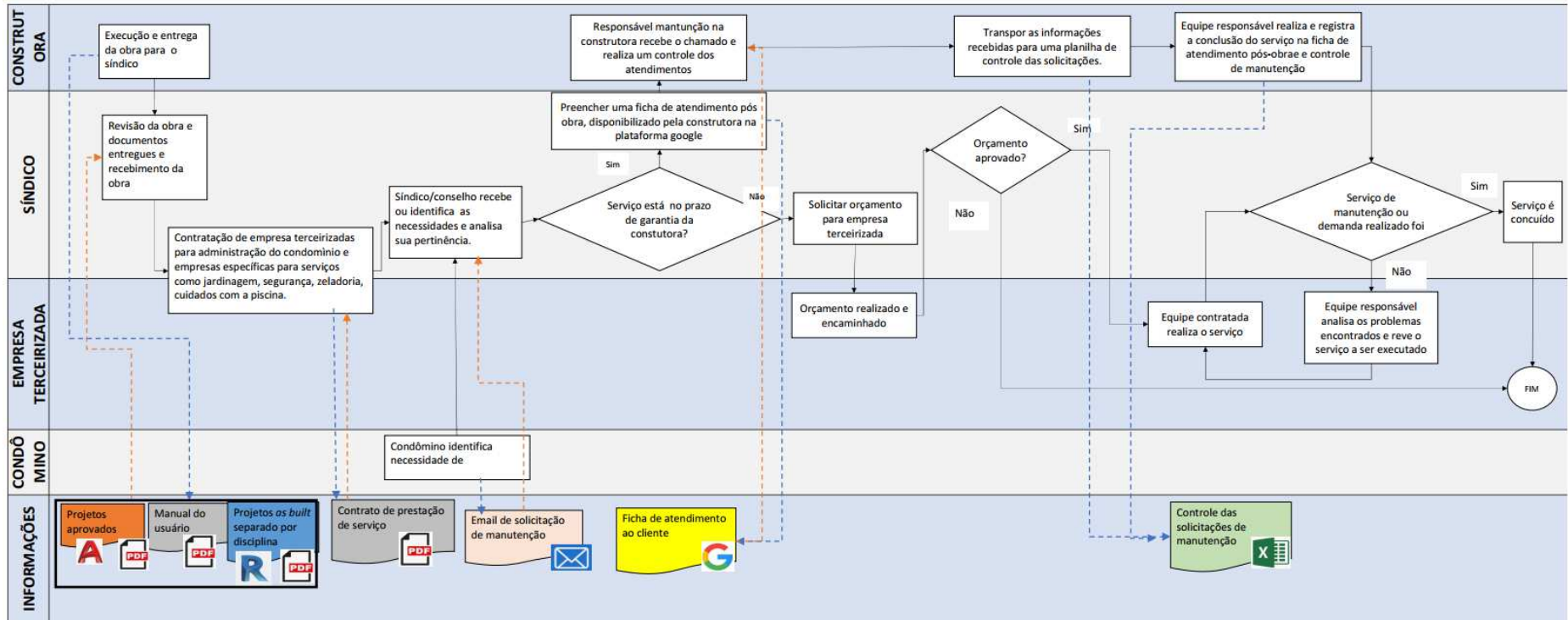
Caso a solicitação não esteja no prazo e ou não é de responsabilidade da construtora, o responsável pelo setor de manutenção informa o síndico da análise. A partir daí o síndico verifica se o serviço será executado, e solicita orçamento a empresa terceirizada, conforme explicado anteriormente.

No caso afirmativo, a construtora entra em contato com o síndico para agendar uma vistoria. No momento da vistoria pode-se identificar que o serviço necessário não é de responsabilidade da construtora, neste caso, emite ao condomínio uma taxa de visita.

Após a vistoria, a equipe analisa a demanda, verifica os serviços necessários, define os recursos e agenda com o síndico a realização do serviço. A equipe de manutenção realiza o serviço, no qual é acompanhado pelo condômino ou síndico, até a sua finalização e aprovação.

O processo de gestão da manutenção do edifício residencial, tanto no que se refere ao planejamento quanto ao controle, está apresentado no fluxo da figura 25, no qual pode ser identificado as atividades, os envolvidos no processo, e as informações necessárias. O fluxograma detalhado deste processo está disponível no apêndice E.

Figura 25 – Mapeamento do processo de manutenção: Edifício residencial



Fonte: Elaborado pela autora

De acordo com as informações apanhadas no diagnóstico, verificou-se os seguintes envolvidos no processo: construtora; síndico; empresa terceirizada; e condôminos. A construtora está presente no processo e é acionada, quando necessário, pelo síndico, realizando as atividades de entrega da obra e de documentos (projetos e manual do usuário) e das manutenções corretivas que são de sua responsabilidade e estão dentro dos prazos de garantia.

O síndico é responsável e quem executa o gerenciamento da manutenção e gestão de uso e operação da edificação residencial, atuando diretamente nas ações, solicitações e tomadas de decisões. As empresas terceirizadas são contratadas para realização dos serviços de uso, operação e manutenção do edifício. Os condôminos podem gerar demanda por manutenções ou outras demandas em relação ao seu imóvel direto para a construtora, entretanto, em relação ao condomínio deve solicitar ao síndico.

5.2.2 Indicadores coletados para auxiliar no entendimento do processo de manutenção: edificação residencial

Foram verificadas 248 solicitações (número de solicitações), das quais 219 (88,31%) são de responsabilidade da construtora e 227 (91,53%) estão dentro do prazo de garantia previsto pela empresa conforme constante no manual do usuário. As 248 solicitações foram mantidas para análise, pois a construtora, em alguns casos, realizou o serviço, mesmo não sendo sua responsabilidade ou estando fora do prazo de garantia.

Dessas 248 solicitações, 17 foram efetuadas pelo condomínio representado pelo do síndico o que representam 6,85%, as demais 231 foram referentes as solicitações dos usuários das unidades individuais 93,15%.

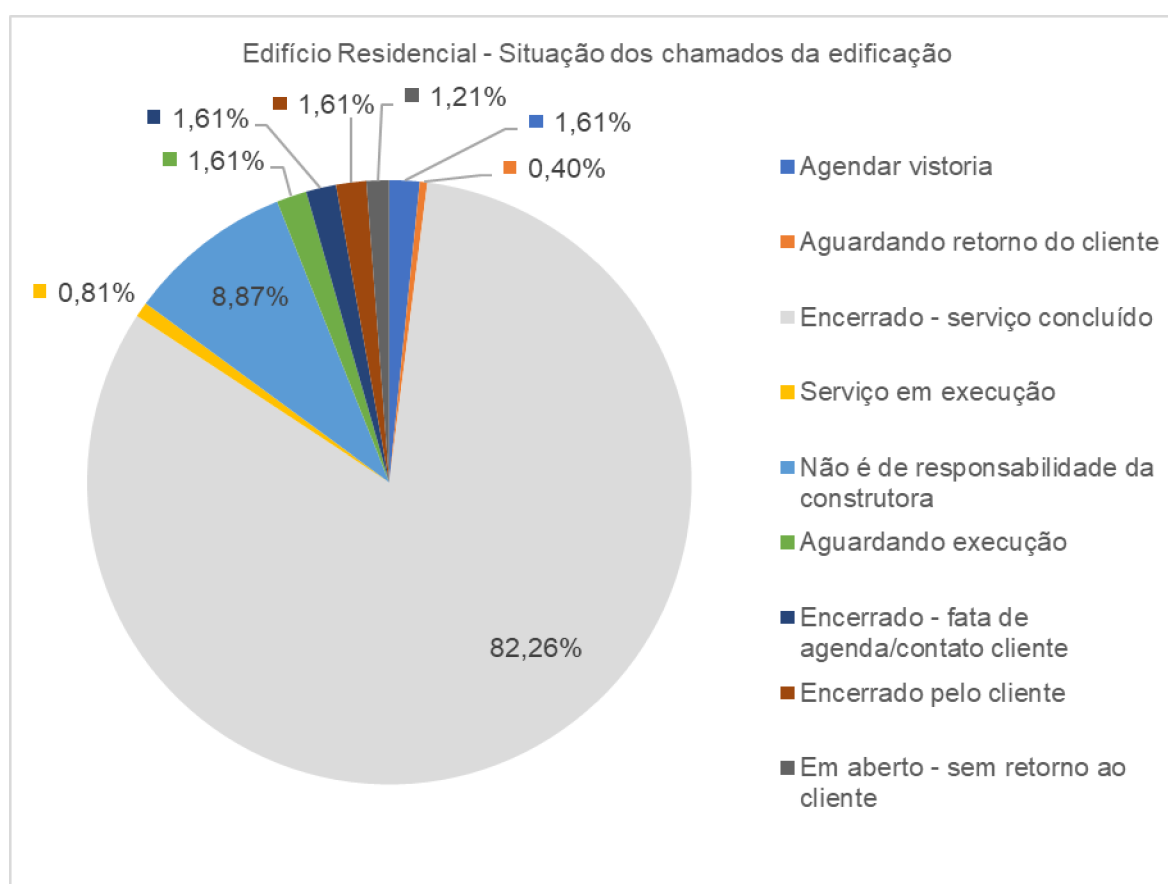
Em relação à situação das solicitações, pôde-se constatar que 234 (número de solicitações realizadas) estão consideradas como concluídas, o que representa 94,35% (percentual de solicitações realizadas) e 14 solicitações não estão concluídas, o que representa 5,65% (percentual de solicitações não realizadas).

Fazem parte desse grupo de solicitações concluídas: 4 solicitações com status encerrado - falta de agenda/contato cliente (1,61%); 204, encerrado - serviço

concluído (82,26%); 4, encerrado pelo cliente (1,61%); e 22 solicitações foram classificadas como não é de responsabilidade da construtora (8,87%).

Além disso constata-se que: 4 solicitações apresentam-se como agendar vistoria (1,61%); 4, aguardando execução (1,61%); 3, em aberto – sem retorno ao cliente (1,21%); 2, serviço em execução (0,81%); e 1 solicitação aguardando retorno do cliente (0,40%). Estes dados podem ser visualizados a partir do gráfico 3.

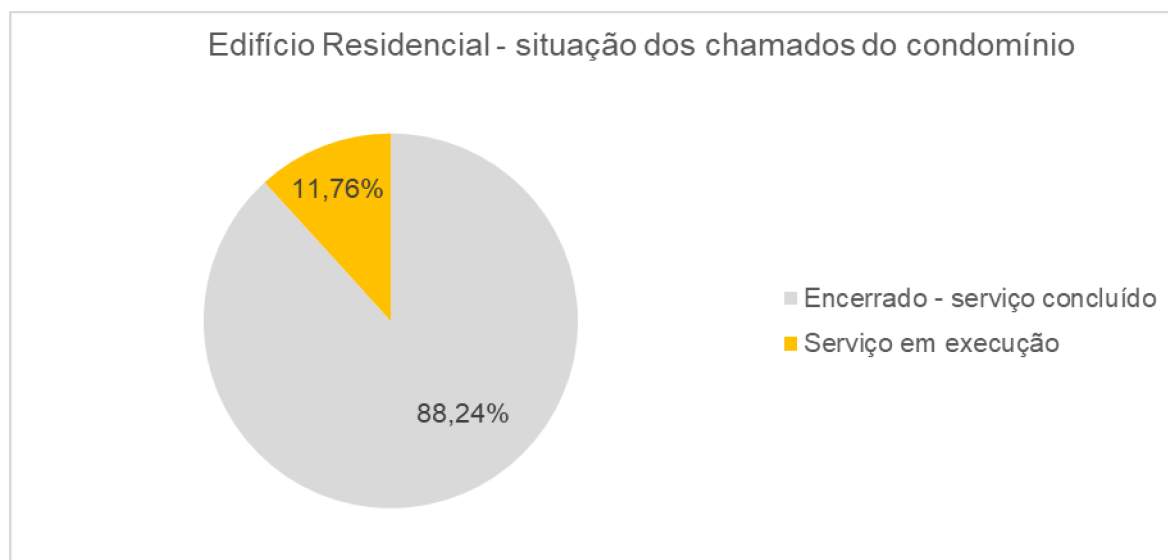
Gráfico 3 – Situação dos chamados globais da edificação residencial



Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando somente o condomínio, pode-se observar que 15 solicitações estão concluídas, com status “encerrado - serviço concluído” (88,24%) e 2 solicitações apresentam-se como “serviço em execução” (11,76%) (gráfico 4).

Gráfico 4 – Situação dos chamados do condomínio na edificação residencial



Fonte: Elaborado pela autora.

As 248 solicitações foram abertas em 353 serviços, de acordo com os sistemas constantes no manual do usuário, das quais 336 são oriundas dos proprietários referente aos apartamentos e 17 abertas pelo síndico referente ao condomínio. A partir da classificação dos sistemas foi possível elaborar a tabela 4, e gerar os gráficos 5 e 6, que permitiu visualizar o percentual de solicitações de acordo com os sistemas e em número de serviços de acordo com os sistemas e origem dos chamados.

As solicitações foram classificadas nos seguintes sistemas: antena de TV (2); ar condicionado (9); churrasqueira (5); contrapiso (2); dano causado em móveis (1); esquadrias de madeira (portas) (69); esquadrias de pvc (52); impermeabilização (21); instalações elétricas (9); instalações hidráulicas (18); louças e metais (2); piso de concreto (2); revestimento cerâmico interno e externo (29); revestimento externo (9); revestimento interno de paredes e teto (84); sistema de esgoto (14); sistema de exaustão mecânica (4); sistema de gás (4); telefonia e sistema de interfones (7); coifa (2); vidros (4); cobertura (1); revestimentos internos de pisos e paredes (3).

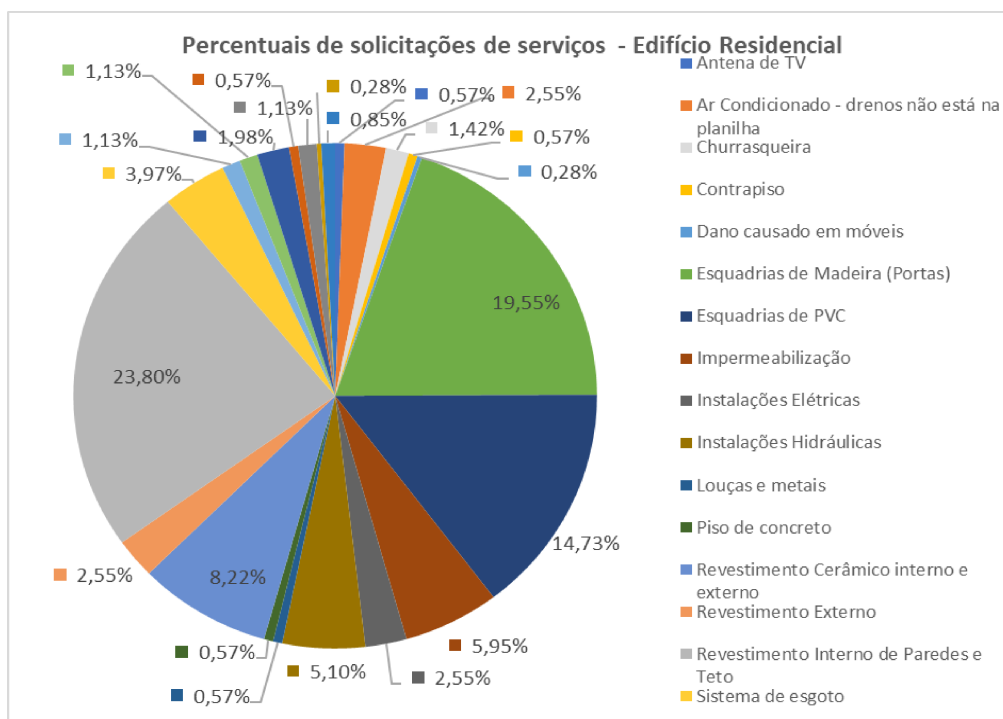
Foi identificado que as maiores incidências de solicitações de serviços ocorrem nos sistemas de revestimento interno de paredes e teto (23,80%), esquadrias de madeira (portas) (19,55%), esquadrias de PVC (14,73%), revestimento cerâmico interno e externo (8,22%) e impermeabilização (5,95%).

Tabela 4 – Sistemas que geraram solicitações: Edifício Residencial

Sistemas	Chamados apartamento	Chamados condomínio	Total de chamados	Percentuais
Antena de TV	2	0	2	0,57%
Ar Condicionado - drenos não está na planilha	9	0	9	2,55%
Churrasqueira	5	0	5	1,42%
Contrapiso	2	0	2	0,57%
Dano causado em móveis	1	0	1	0,28%
Esquadrias de Madeira (Portas)	68	1	69	19,55%
Esquadrias de PVC	51	1	52	14,73%
Impermeabilização	15	6	21	5,95%
Instalações Elétricas	9	0	9	2,55%
Instalações Hidráulicas	17	1	18	5,10%
Louças e metais	2	0	2	0,57%
Piso de concreto	0	2	2	0,57%
Revestimento Cerâmico interno e externo	28	1	29	8,22%
Revestimento Externo	8	1	9	2,55%
Revestimento Interno de Paredes e Teto	81	3	84	23,80%
Sistema de esgoto	14	0	14	3,97%
Sistema de Exaustão Mecânica	4	0	4	1,13%
Sistema de Gás	4	0	4	1,13%
Telefonia e Sistema de Interfones	7	0	7	1,98%
Coifa	2	0	2	0,57%
Vidros	4	0	4	1,13%
Cobertura	0	1	1	0,28%
Revestimentos Internos de Pisos e Paredes	3	0	3	0,85%
Total	336	17	353	100,00%

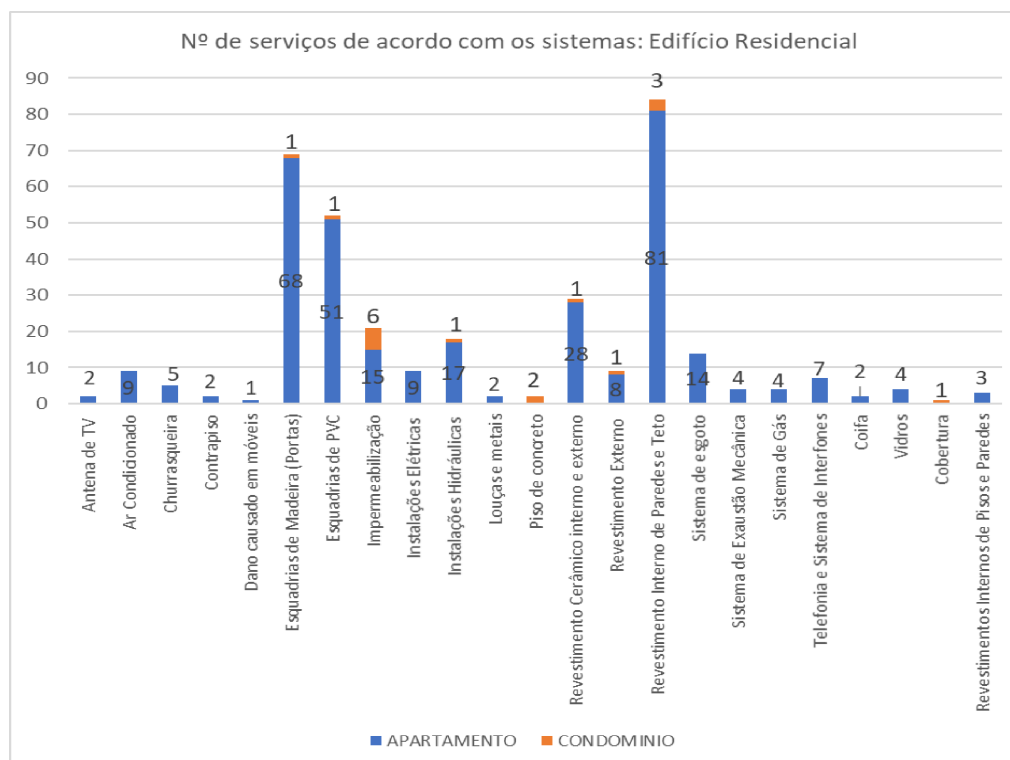
Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 5 – Percentuais de solicitação de acordo com os sistemas: ER



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 6 – Número de serviços de acordo com os sistemas: Edifício Residencial



Fonte: Elaborado pela autora.

5.2.3 Análise das informações utilizadas e geradas: edifício residencial

O quadro 8 mostra os documentos de entradas e saídas que estão presentes nas atividades do processo de manutenção da edificação residencial, aponta os agentes, os documentos, sua extensão ou programa gerado.

Cabe destacar a análise de alguns documentos que fazem parte desse processo, quais sejam: manual do usuário, projetos, ficha de atendimento ao cliente e controle das solicitações de manutenção.

Quadro 8 – Documentações de entradas e saídas: Edificação Residencial

Documento	Extensão ou programa	Construtora		Síndico		Empresa terceirizada		Condômino	
		entrada	saída	entrada	saída	entrada	saída	entrada	saída
Projetos aprovados	.dwg / .pdf		X	X		X			
Projetos <i>as built</i> separado por disciplina	.rvt / .pdf		X	X		X			
Manual do usuário	.pdf		X	X					
Contrato de prestação de serviço	.pdf				X	X			
E-mail de solicitação de manutenção corretiva	Correio eletrônico			X					X
E-mail de resposta à solicitação	Correio eletrônico		X	X	X			X	
Ficha de atendimento ao cliente	Plataforma Google	X	X		X				
Controle das solicitações de manutenção	.xls		X						

Fonte: Elaborado pela autora.

- Manual do proprietário

Foram entregues aos proprietários do edifício o manual do proprietário – edição para o síndico e o manual do usuário destinado aos usuários das unidades residenciais. Ao analisar o manual do usuário – edição para o síndico pode-se observar que algumas áreas condominiais são trabalhadas, quais sejam, infraestrutura para prática recreativa, área de recreação infantil, decoração, piscina e espelho d'água e jardins. Nestes itens são abordados a descrição do sistema, cuidados de utilização e perda de garantia.

Em relação à infraestrutura para a prática recreativa, são descritos os espaços referentes a quadra poliesportiva, playground, jardins e piscina, contudo, essa descrição se restringe ao tipo de piso utilizado e os pavimentos em que se encontram.

A área de recreação infantil é descrita de forma geral e sucinta em um parágrafo, no qual consta que a área é destinada ao lazer de crianças, e que pode haver brinquedos ou equipamentos instalados específicos para este fim. Além disso aponta sua localização e que o seu piso é de grama sintética. As próximas áreas condominiais (decoração, piscina, espelho d'água e jardins) são apontadas as definições e não a descrição do sistema. A decoração é descrita somente como mobiliário das áreas comuns, os jardins são áreas destinadas ao cultivo de plantas ornamentais. A piscina e espelho d'água são descritos como sendo compostos por reservatório de água, dotado de sistemas de tratamento e circulação de água e iluminação.

Após esses itens são incluídos alguns sistemas, quais sejam: instalações de combate a incêndio; sistema de aquecimento de água quente; água tratada; e gerador. Pode-se observar que para os sistemas de aquecimento de água quente, água tratada, e gerador foi incluído o item referente a manutenção. A partir dos itens relacionados no manual, foi possível elaborar um quadro indicando as informações referente às necessidades de manutenção (Apêndice F).

Apenas alguns itens de manutenção preventiva estão mencionados no manual do usuário – edição para o síndico, o que não permite que o edifício seja mantido a partir somente destas informações, quais sejam: aquecimento de água quente, água tratada e gerador.

O manual destinado ao síndico não faz menção a outras áreas de uso comum como hall, fachadas, salão de festas, escadarias, cobertura, quiosque, academia, entre outros, além de não mostrar o sistema de vedação vertical externa e internos (revestimentos, esquadrias, pintura), telhado, pisos, instalações hidráulicas, instalação elétrica, entre outros.

Algumas destas informações são obtidas no manual do usuário, destinado ao proprietário de cada unidade, trazendo informações dos sistemas existentes no edifício, as quais não são destacados ou observados no manual entregue ao

síndico, na sua maioria. Nesse documento apresenta-se um capítulo intitulado “como funciona o seu apartamento”, em que são referenciados os sistemas da edificação, com uma breve descrição e ou funcionamento, cuidados no uso, manutenção e critérios para assegurar a garantia.

O manual entregue aborda os seguintes sistemas: instalações hidráulicas – entrada de água; instalações hidráulicas – saída de água (esgoto); instalações de combate a incêndio; instalações elétricas; instalações antena de tv; instalações de telefone e interfones; instalações de ar condicionado split; contrapiso; impermeabilização; sistema de vedações verticais (SVV); acabamentos de paredes e teto; pinturas internas; revestimento internos; revestimento de pedras naturais; sistema de exaustão mecânica; churrasqueira; esquadrias de madeira; esquadrias de PVC; vidros; infraestrutura para prática recreativa; área de recreação infantil; decoração; piscina e espelho d’água; jardins.

Para cada sistemas são evidenciados a descrição e ou funcionamento, cuidados no uso, manutenção e critérios para assegurar a garantia. Cabe ressaltar que não foram abordados os itens de manutenção preventiva para o sistema de combate a incêndio, sistema de exaustão mecânica e churrasqueira, assim como a perda de garantia para o sistema de combate a incêndio.

A seguir será apontado algumas observações realizadas após a análise do manual em relação as informações contidas no documento. Ressalta-se que a análise se restringe a inserção das informações existentes com ênfase a manutenção, e não nas informações técnicas, uso e perdas de garantias.

No item referente às instalações hidráulicas – entrada de água, é feita a descrição do sistema e cuidados na utilização de água fria e água quente, água tratada e equipamentos. Em relação à manutenção preventiva é apresentado somente o item referente às instalações hidráulicas de água fria. E após explicado as situações de perdas de garantias para esse sistema.

Para o sistema de instalações hidráulicas – saída de água (esgoto) é descrito o sistema referente ao esgoto, águas servidas, águas pluviais e drenagem, rede coletora de gordura, louças e materiais sanitários. Os cuidados de utilização são referentes às tubulações e equipamentos. Em relação à manutenção preventiva é apontado itens referentes a louças e metais, e a caixa de gordura.

Para o SVV (sistema de vedação vertical) observa-se que a manutenção preventiva é indicada de forma genérica a partir do item acabamento de paredes e tetos, deixando o manual bastante confuso, pois após são trabalhados os itens referentes a pintura interna, revestimento cerâmico, esquadrias de madeira e PVC, não atentado para os componentes que integram o sistema como reboco externo, pintura, revestimento cerâmico de paredes, observando-se a inexistência de um item referente à pintura externa.

É descrito no manual o item referente aos revestimentos internos em estão inclusos os materiais referentes a laminado, rejuntas, azulejo, cerâmica, porcelanato e pastilha. Os cuidados de utilização, manutenções preventivas e perdas de garantias estão presentes, porém se referem somente ao revestimento cerâmico, apesar de estar denominado como revestimento interno.

Os itens referentes à infraestrutura para prática recreativa; área de recreação infantil; decoração; piscina e espelho d'água; jardins já foram analisados no manual entregue ao síndico.

Observa-se algumas divergências nas atividades de manutenção indicadas no manual, quais sejam: a atividade "Revisar a pintura das áreas secas e, se necessário, repintá-las evitando o envelhecimento, o descascamento e eventuais fissuras" estão presentes no item acabamento de parede e teto, e no item de pintura interna. Em relação a periodicidade um aponta que deve ser realizado a cada 1 ano ou sempre que necessário, e o outro a cada 2 anos; a atividade "Repintar paredes e tetos das áreas secas" estão presentes no item acabamento de parede e teto, e no item de pintura interna. Em relação a periodicidade um aponta que deve ser feito a cada 1 ano ou sempre que necessário, e o outro a cada 3 anos.

A partir das informações presentes no manual do usuário foi possível compilar as informações referente às necessidades de manutenção do usuário (Apêndice G)

Foi identificado pela construtora, três anos após a entrega do edifício, que, ao solicitar os registros ou comprovações das manutenções ao condomínio, grande parte das manutenções preventivas não haviam sido evidenciadas. Para tanto, a empresa enviou um documento reiterando a importância das manutenções e junto às informações de manutenções e garantias, no qual é possível identificar as manutenções preventivas necessárias, auxiliando num possível programa de

manutenção para o edifício. Esta planilha evidencia os seguintes itens: vida útil de projeto (VUP), garantia, e um campo sobre manutenção que abrange periodicidade, sistema, atividade e responsável. A partir do material fornecido pela construtora foi possível realizar um quadro em que mostram os sistemas, as atividades e a periodicidade das manutenções (apêndice H).

Foi realizada uma análise comparativa entre as informações contidas nos manuais entregue aos proprietários e síndico e as informações de manutenção e garantias enviado 3 anos após a entrega do edifício, no qual foram observadas divergências em algumas informações.

O item de acabamento de paredes e tetos citados no manual do usuário são denominados como Revestimento Interno de Paredes e Teto, entretanto, observa-se que se refere ao sistema de revestimento argamassado e de pintura.

Na planilha enviada para o síndico o item revestimento interno se apresenta de diferentes formas, como revestimentos internos de pisos e paredes, revestimento cerâmico interno, revestimento cerâmico interno e externo, o que pode deixar dúvida ao usuário, pois já foi apontado anteriormente também no item Revestimento Interno de Paredes e Teto.

As atividades de manutenções preventivas expostas no manual e no material enviado são as mesmas, porém, as datas são divergentes na periodicidade da atividade “Inspeção geral do revestimento, para verificação da integridade do sistema. Verificação, em especial, da integridade da aderência das peças cerâmicas ao revestimento argamassado e ao substrato e a integridade e elasticidade dos selantes das juntas”. No manual é sugerido a periodicidade de 5 anos, já o material enviado, quando se refere a revestimento interno de piso e parede, sugere a manutenção a cada ano, e quando apontado como revestimento cerâmico interno a periodicidade encontra-se igual ao manual.

As atividades de manutenção “Revisar a pintura das áreas secas e, se necessário, repintá-las evitando o envelhecimento, o descascamento e eventuais fissuras” e “Repintar paredes e tetos das áreas secas presente no sistema de revestimento interno de paredes e teto é definido a periodicidade a cada 1 ano ou sempre que necessário.

Além disso, pode-se observar itens de manutenção que não estavam presentes nos manuais que se referem aos sistemas de automação de Portões; Cobertura; Infraestrutura; piso de concreto; revestimento externo, área de recreação infantil, elevador, churrasqueira; jardim; PPCI, sistema de água quente, sistema de água pluviais, sistema de exaustão mecânica, sistema de gás; sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA gerador de energia elétrica; louças e metais.

Observa-se, portanto, que ocorrem divergências entre as indicações propostas no manual e no quadro enviado posteriormente, o que pode ocasionar dificuldades nas etapas, atividades e periodicidades.

O próprio material indicado posteriormente, apresenta dificuldades de interpretação e diferenças de periodicidade para o mesmo item como é o caso do revestimento externo que recomenda a atividade de lavagem dos elementos em 1 ano e logo em seguida recomenda que seja feita em 3 anos.

Os sistemas revestimento cerâmico interno e externo, revestimento externo, revestimento interno de paredes e tetos, revestimentos internos de pisos e paredes são apontados como sistemas, o que gera uma dificuldade de identificar quais atividades devem ser executadas para cada item. Além disso as informações se encontram confusas, repetitivo e ou com informações divergentes ou diferentes.

No sistema revestimento externo, foi verificado que estão inclusos os itens referentes a revestimento cerâmico, revestimento argamassado, pintura. Para o revestimento interno de paredes e teto estão considerados revestimentos argamassados, revestimento cerâmico, pintura e gesso. Para revestimentos internos de pisos e paredes são considerados revestimentos cerâmicos e revestimento argamassado.

- Projetos disponíveis

Os projetos arquitetônicos, estrutural e complementares aprovados foram entregues em .pdf e ou Autocad (.dwg) ao síndico do condomínio. Foi disponibilizado o projeto *as built* em .pdf e ou Autocad (.dwg).

Já o projeto em conceito Bim (.rvt) foi modelado somente o arquitetônico e o estrutural pela construtora, o qual foi utilizado durante a fase de execução do

edifício, não sendo aproveitado para compatibilização entre os demais projetos complementares e fase de uso, operação e manutenção do edifício.

Os projetos foram de fácil acesso, sendo disponibilizados prontamente pela construtora à autora. Pôde-se observar que, após a entrega do imóvel, o projeto em conceito BIM não foi mais utilizado pelo condomínio, no qual o síndico nem sabia de sua existência até o início dessa pesquisa junto ao edifício.

Ao analisar o projeto do ER disponibilizado em conceito BIM (quadro 9), considerando os sistemas identificados no manual do usuário, foram identificadas algumas situações na modelagem dos sistemas no programa Revit, quais sejam: o sistema não estava modelado; o sistema estava modelado, mas não foi possível identificar no modelo; o sistema foi modelado e possível ser identificado através de sua categoria; o sistema estava modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e material; sistema estava modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e tipo; o sistema estava modelado e possível de ser identificado através de sua categoria, tipo e material; e o sistema referenciado no manual já está incluso em outros sistemas.

Quadro 9 – Situação da modelagem em conceito BIM considerando os sistemas presentes no Manual do Usuário: Empreendimento Residencial

(continua)

Sistemas	Situação da modelagem em conceito BIM
Antena de TV	Não modelado
Brinquedos infantis	Modelado, mas não foi possível identificar o sistema brinquedos infantis no modelo. Foi modelado como: Categoria: mobiliário Família: gira gira Tipo: gira gira O sistema brinquedos infantis estão modelados na categoria mobiliário, e apresentam nomes específicos de um único brinquedo nas famílias, o que não é possível identificar o seu sistema como sendo brinquedos infantis
Equipamentos esportivos	Modelado, mas não foi possível identificar o sistema equipamentos infantis no modelo. Foi modelado como: Categoria: mobiliário; Família: foram identificados cinco equipamentos diferentes com nomes de famílias diferentes; Tipo: mesmo nome da família O sistema equipamentos esportivos estão modelados na categoria mobiliário, e apresentam nomes específicos de alguns equipamentos nas famílias, o que não é possível identificar o seu sistema como sendo equipamento esportivo

(continuação)

Sistemas	Situação da modelagem em conceito BIM
Gramma sintética	<p>Não modelado.</p> <p>Existem modelados alguns itens referentes a grama que apresentam tipos ou materiais diferentes.</p> <p>Foi modelado como:</p> <p>Categoria: piso</p> <p>Família: piso</p> <p>Tipo: outras nomenclaturas de grama que não a grama sintética</p>
Automação de Portões	Não modelado
Churrasqueira	Não modelado
Cobertura	<p>Modelado, mas não foi possível identificar no modelo.</p> <p>O sistema está modelado como categoria piso, e está representada por um sistema que se configura uma laje impermeabilizada, porém, as atividades listadas para esses sistemas são para outro tipo de cobertura ou mesmo a atividade sendo pertinente, não é possível identificar no modelo o sistema de cobertura</p> <p>Foi modelado da seguinte forma:</p> <p>Categoria: piso</p> <p>Família: piso</p> <p>Tipo: piso 5cm, com manta + proteção mecânica</p>
Contrapiso	Não modelado
Elevador	Não modelado
Esquadrias de Madeira (Portas)	<p>Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e material</p> <p>O sistema foi modelado e possível ser identificado através de sua categoria (porta) e material (madeira).</p> <p>Foi modelado da seguinte forma:</p> <p>Categoria: porta;</p> <p>Família: MSingle flush, M_Overhead-Rolling e Porta simples;</p> <p>Tipo: varia de acordo com os tamanhos das portas</p> <p>Material: madeira branca</p>
Esquadrias de PVC	<p>Modelado, mas não foi possível identificar no modelo.</p> <p>O sistema estava modelado, mas não foi possível identificar no modelo. Os elementos referentes as esquadrias de PVC foram modeladas, porém, o tipo está como JM e o material associado está incorreto (madeira branca), não possibilitando identificar o sistema.</p> <p>Foi modelado da seguinte forma:</p> <p>Categoria: janela;</p> <p>Família: M_Sliding with Trim ou M_Fixed ou Multi_Bay_Louvre_Window_1862; Tipo: JM e varia de acordo com os tamanhos das janelas</p> <p>Material: madeira branca</p>
Gerador de Energia Elétrica	Não modelado

(continuação)

Sistemas	Situação da modelagem em conceito BIM
Impermeabilização	<p>Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria, tipo e material.</p> <p>O sistema de impermeabilização foi modelado e possível ser identificado através de sua categoria, tipo (no caso de piso) e material (no caso de parede).Esse sistema está presente em duas categorias (piso e parede).</p> <p>Para a categoria piso foi modelado da seguinte forma: Categoria: piso; Família: piso Tipo: descreve os diferentes tipos de piso e impermeabilização Material: de acordo com as camadas</p> <p>Para a categoria parede foi modelado da seguinte forma: Categoria: parede Família: parede básica ou parede empilhada Tipo: diferentes tipos de paredes que possibilita identificar, apresentam o sistema de impermeabilização na sua descrição Material: apresenta os diversos materiais incluindo “impermeabilizante” ou impermeabilização</p>
Taludes e drenagem	Não modelado
Instalações Elétricas	Não modelado
Instalações Hidráulicas	Não modelado
Sistema de paisagismo	<p>Modelado e possível ser identificado através de sua categoria.</p> <p>O sistema foi modelado e possível ser identificado através de sua categoria (vegetação).</p> <p>Foi modelado da seguinte forma: Categoria: vegetação Tipo: nome de cada vegetação</p>
Louças e Metais	<p>Modelado e possível ser identificado através de sua categoria.</p> <p>O sistema está modelado e é possível identificá-lo a partir de sua categoria.</p> <p>Foi modelado da seguinte forma: Categoria: peças hidrossanitárias; Família: M_Sink Vanity-Square, M_Sink Kitchen-Single; M_Sink Vanity-Square ou M_Toilet-Domestic-3D; Tipo: as cubas são identificadas por tamanho e os vasos sanitários apresenta o mesmo nome da família (M_Toilet-Domestic-3D)</p>
Piso de Concreto (Garagens)	<p>Modelado, mas não foi possível identificar no modelo.</p> <p>Não foi possível identificar o sistema piso de concreto (garagens) no modelo, o sistema está modelado como laje e encontra-se em vários elementos do modelo.</p> <p>Foi modelado da seguinte forma: Categoria: piso; Família: piso Tipo: especificado como laje e sua espessura</p>
PPCI - Iluminação de emergência	Não modelado
PPCI - Portas Corta-Fogo	<p>Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e tipo.</p> <p>Foi modelado da seguinte forma: Categoria: porta; Família: MSingle flush Tipo: Porta corta fogo 90x210 Material: madeira branca</p>
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Não modelado

(continuação)

Sistemas	Situação da modelagem em conceito BIM
Revestimento Cerâmico Interno e Externo	<p>Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e tipo.</p> <p>O sistema de revestimento cerâmico interno e externo e possível ser identificado através de seu tipo.</p> <p>Existem algumas dificuldades de identificação, pois no caso do piso o tipo é o nome do piso empregado (sendo considerado somente no filtro onde os tipos estavam descritos como porcelanato ou cerâmica).</p> <p>Além disso é necessário identificar se o revestimento é externo ou interno, o que para parede foi identificado a partir da descrição no tipo em que aparece a palavra “interno” ou “externo” para o reboco.</p> <p>Para o piso esse item não foi considerado.</p> <p>Esse sistema está presente em duas categorias (piso e parede).</p> <p>Foi modelado da seguinte forma para parede: Categoria: Parede Família: Parede Tipo: descrição das camadas Material: de acordo com as camadas</p> <p>O sistema está modelado, é possível identificar o sistema de revestimento cerâmico pelo tipo (10x10 / porcelanato / cerâmica), e para identificar se o revestimento é na área interna ou externa é necessário realizar mais um filtro pelo tipo em que apresenta na descrição a palavra interno ou externo</p> <p>Foi modelado da seguinte forma em relação ao piso: Categoria: piso Família: piso Tipo: descrição do piso Material: de acordo com as camadas</p>
Revestimento de Pedras Naturais	<p>Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e tipo.</p> <p>O sistema está modelado, é possível identificar o sistema revestimento de pedras naturais pelos tipos que apresenta na descrição “basalto” e “pedra portuguesa”.</p> <p>Esse sistema está presente em duas categorias (piso e parede).</p> <p>Foi modelado da seguinte forma em relação ao piso: Categoria: Piso Família: Piso Tipo: piso basalto serrado Material: basalto serrado</p> <p>Foi modelado da seguinte forma em relação a parede Categoria: Parede Família: parede básica Tipo: descreve as camadas e está especificado pedra portuguesa Material: especificados os materiais utilizados incluindo a pedra portuguesa.</p>
Revestimento Externo	<p>O sistema revestimento externo está incluso em outros sistemas já presentes neste quadro, como é o caso do revestimento cerâmico interno e externo, revestimento de pedras naturais, esquadrias, para essa atividade</p> <p>Não é possível identificar que essas atividades sejam para esse sistema</p>

(continuação)

Sistemas	Situação da modelagem em conceito BIM
Revestimento Externo (para a atividade de pintura)	<p>Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e tipo.</p> <p>O sistema revestimento externo está incluso em outros sistemas, porém, essa atividade se refere ao serviço de pintura, presentes em algumas paredes do empreendimento.</p> <p>Para o serviço de pintura pode-se identificar o sistema de revestimento externo a partir do tipo.</p> <p>Foi modelado como:</p> <p>Categoria: parede</p> <p>Tipo: aponta as camadas que estão presentes e apresentam “reboco externo” e “pintura”</p> <p>É possível identificar esse sistema para essa atividade.</p>
Revestimento Externo (para atividade de Lavagem de paredes)	<p>Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e tipo.</p> <p>O sistema revestimento externo está incluso em outros sistemas, porém, essa atividade se refere ao serviço de lavagem das paredes externas do empreendimento.</p> <p>Para o serviço de lavagem das paredes externa pode-se identificar o sistema de revestimento externo a partir do tipo.</p> <p>Foi modelado como:</p> <p>Categoria: parede</p> <p>Família: parede</p> <p>Tipo: descrito as camadas e estão presentes na sua descrição o “reboco externo”.</p> <p>É possível identificar esse sistema para essa atividade.</p>
Revestimento Interno de Paredes e Teto	<p>Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e tipo.</p> <p>O sistema referente a revestimento interno de paredes está modelado e é possível identificá-lo a partir de tipo (reboco interno). Para forro não foi possível identificar o sistema.</p> <p>Foi modelado como:</p> <p>Categoria: parede</p> <p>Família: parede</p> <p>Tipo: são definidas as várias camadas para a parede, sendo uma delas “reboco interno”</p>
Revestimento Interno de Paredes e Teto (para a atividade de pintura)	<p>Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e tipo.</p> <p>O sistema referente a revestimento interno de paredes está modelado e é possível identificá-lo a partir de tipo (reboco interno e pintura). Para forro não foi possível identificar o sistema.</p> <p>Foi modelado como:</p> <p>Categoria: parede</p> <p>Família: parede</p> <p>Tipo: são definidas as várias camadas para a parede, sendo uma delas “reboco interno” e “pintura”</p>
Revestimentos Internos de Pisos e Paredes	<p>O sistema referenciado no manual já está incluso em outro.</p> <p>Esse sistema já está considerado no sistema de revestimento cerâmico interno e externo e no revestimento interno de paredes e tetos.</p>
Instalações hidráulicas	Não modelado
Sistema de Água Quente	Não modelado
Sistema de Água Quente (Geradores)	Não modelado

(conclusão)

Sistemas	Situação da modelagem em conceito BIM
Sistema de Água Quente (Tubos Solares)	Não modelado
Sistema de Água Tratada (Cisterna)	Não modelado
Sistema de Água Tratada (Reservatório Inferior)	Não modelado
Sistema de Águas Pluviais (Ralos)	Não modelado
Sistema de Esgoto (Biodisco)	Não modelado
Sistema de Esgoto (Caixa de Gordura)	Não modelado
Sistema de Esgoto (Fossa)	Não modelado
Sistema de Exaustão Mecânica	Não modelado
Sistema de Gás	Não modelado
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA	Não modelado
Telefonia e Sistema de Interfones	Não modelado
Vedação Vertical	O sistema referenciado no manual já está incluso em outro. Está modelado em vários elementos, com categorias referentes a parede, janela, porta. Não foi possível identificar sua modelagem de forma específica para esse sistema.
Vidros	Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e material. O sistema vidro, é um material. Logo foi possível identificá-lo em alguns elementos modelados a partir do material. Foi possível identificar sua modelagem nos seguintes elementos modelados como: Categoria: janela Família: M_Sliding with Trim ou M_Fixed ou Multi_Bay_Louvre_Window_1862 Tipo: JM seguido do tamanho da janela Material: apresentam os materiais componentes da janela, incluindo “vidro

Fonte: elaborado pela autora

A partir da análise elaborada, foi verificado que no projeto arquitetônico modelado em conceito BIM, os elementos se apresentaram, em algumas situações, de maneira incompleta ou não estavam condizentes ao que foi executado.

Foi necessário explorar as propriedades de cada elemento (em relação a categoria, tipo e material) para efetuar a identificação dos sistemas presentes no manual do usuário, no projeto modelado em BIM.

- Ficha de atendimento ao cliente

Os condôminos ou o síndico do edifício residencial, ao identificar a necessidade de manutenção em um sistema que julga ser de responsabilidade da

construtora e encontra-se dentro do prazo de garantia, realiza a solicitação de manutenção a partir do preenchimento de uma ficha de atendimento ao cliente disponibilizada na plataforma google.

Inicialmente a ficha de atendimento ao cliente apresenta um texto de introdução apontando, entre outros assuntos, a obrigação da empresa em prestar o serviço de assistência técnica e esclarecer as dúvidas em relação ao uso, operação, manutenção e garantias do edifício.

A partir desse texto, a ficha tem campos a serem preenchidos referentes à identificação do solicitante e sua unidade, e um item para definir qual o tipo de solicitação podendo ser uma dúvida, manutenção ou sugestão.

Os itens seguintes são destinados à descrição da solicitação em que é necessário definir qual(is) o(s) sistema(s) necessitam atendimento, qual a natureza da ocorrência e sua localização, e um espaço para que seja descrito a solicitação.

Existem itens na ficha que questionam se o solicitante já consultou o manual do usuário e se as manutenções preventivas definidas no manual foram efetivadas, o que, de certa forma, encaminha ou questiona o solicitante para atentar as necessidades da leitura e cumprimento das manutenções preventivas.

Na sequência é solicitada qual a melhor forma de contato e disponibilidades de horários para a realização das visitas por parte da equipe de manutenção, e a ciência por parte dos condôminos de que se na visita for constatado que o serviço não é de responsabilidade da construtora, será cobrado uma taxa de visita técnica.

O setor de manutenção assim que recebe essa ficha de atendimento, transpõe as informações para um controle interno realizado através de uma planilha (Excel) e efetua a gestão a partir dessas solicitações.

Quando na realização da visita pela equipe técnica ao local solicitado, a ficha é levada pela equipe para verificação do serviço solicitado e registrado que a vistoria foi feita, e se o serviço identificado é de responsabilidade da construtora. Durante a visita, deve ser descrita pela equipe técnica o observado e as necessidades para a realização do serviço, se pertinente, na ficha de atendimento.

Essa ficha após preenchida retorna ao responsável pela manutenção que registra as informações no controle interno. Após análise e agendamento da

execução do serviço, a construtora, ao concluir o serviço, deve registrar na ficha de atendimento a sua finalização e coletar a assinatura do cliente ou responsável.

Cabe ressaltar que essa ficha é utilizada pela construtora como registro das etapas de atendimento, considerando desde a solicitação registrada pelo cliente, as informações coletadas durante a vistoria técnica, e a evidência de conclusão do serviço.

- Controle das solicitações de manutenção

A construtora realiza um controle dos atendimentos através de uma nova planilha (Excel) na qual constam os seguintes itens (anexo B): data de abertura; cliente; contato; obra; local/apartamento; tipo de solicitação; sistema que necessita atendimento, natureza da ocorrência, descrição da solicitação encaminhada pelo cliente, data do habite-se, responsabilidade da construtora; está no prazo de garantia; status do chamado; data (referente ao atendimento a solicitação); reparos a serem realizados (conforme visualizado na visita); empresa responsável pelo reparo; observações.

Inicialmente a construtora transpõe da ficha de atendimento as seguintes informações para a planilha de controle interno das solicitações: data de abertura; cliente; contato; obra; local/apartamento; tipo de solicitação; sistema que necessita atendimento, natureza da ocorrência, descrição da solicitação encaminhada pelo cliente, data do habite-se, status "em aberto - sem retorno ao cliente".

Para alguns itens da planilha existem listas suspensas, possibilitando a escolha de uma opção. São ressaltadas algumas opções presentes na lista suspensa, que foram utilizadas na análise. Para o item "tipo de solicitação" existem as opções: manutenção; sugestão; ou dúvida. Foram analisados aqui somente os atendimentos que apresenta a opção manutenção.

Em relação ao item "sistema que necessita atendimento" é apontado as seguintes alternativas: esquadrias de madeira (portas); esquadrias de pvc (janelas), forro de gesso, pintura, revestimento cerâmico (pisos e azulejos), revestimento laminado, rodapé, sistema de climatização (pontos de ar condicionado split), sistema de gás, sistema de impermeabilização (box de banheiros e terraços), sistema de

lógica (telefone, tv, interfone), sistema elétrico (tomadas, interruptores e quadro de disjuntores), sistema hidráulico (água quente, fria e reuso), sistema sanitário (saídas de esgoto e caixa de gordura), vários. Esses sistemas não estão conforme os listados no manual do usuário.

Para a coluna referente à natureza da ocorrência são considerados alguns problemas elencados em uma lista suspensa, como acabamento, descascamento, entupimento, fissura, infiltração; mal cheiro, mal funcionamento, não soube identificar e vazamento. Este item auxilia na identificação do tipo de problema de forma mais abrangente.

Para os itens referente à responsabilidade da construtora e se está no prazo de garantia, existem as opções sim ou não. Já para o “status do chamado” é possível definir em: execução agendada; agendar vistoria; vistoria agendada; aguardando retorno do cliente; aguardando retorno do fornecedor; aguardando execução; encerrado - falta de agenda/contato cliente; encerrado - serviço concluído, encerrado pelo cliente; serviços em execução; análise do problema; em aberto – sem retorno ao cliente; e não é de responsabilidade da construtora.

Essa planilha auxilia todo o processo de manutenção, pois registra a solicitação desde a sua abertura, considerando a identificação do solicitante, a natureza e a descrição, é registrado a data do habite-se pra averiguação de que o serviço encontra-se no prazo de garantia, se o serviço é de responsabilidade da construtora, o acompanhamento da situação do chamado que vai sendo alterado a medida em que as atividades vão acontecendo, a descrição dos serviços a serem efetivados pela equipe técnica, o registro das datas acordadas, até a conclusão do chamado considerado e status encerrado.

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA ETAPA DE CONTEXTUALIZAÇÃO

A análise dos resultados obtidos a partir do diagnóstico realizado nos sistemas manutenção que ocorrem nos edifícios educacional e residencial, levou em consideração o mapeamento do processo, documentos analisados e indicadores. Após essa análise procurou-se identificar as possíveis falhas e oportunidades de

melhorias, com o objetivo de responder as questões elaboradas para esta etapa da pesquisa.

5.3.1 Processos de gestão de manutenção

A partir do diagnóstico realizado no sistema de gestão de manutenção nos dois edifícios estudados, pode-se observar diferenças na gestão dos processos, a seguir expostas.

Para o edifício educacional constata-se que o setor de infraestrutura está envolvido e participa ativamente em todo o processo, desde a entrega do edifício, as definições e diretrizes para a condução do processo, as aprovações dos planos de manutenção e serviços a serem executados, sua periodicidade e, após a realização dos serviços, acompanha a performance da empresa terceirizada a partir de relatórios gerenciais. As OSs mensais são aprovadas pela universidade conforme disponibilidade de recursos, não necessariamente respeitando as manutenções aprovadas anualmente.

Já para o edifício residencial, a gestão de manutenção é de responsabilidade do síndico, que contrata as empresas terceirizadas. Quando ocorre a necessidade de manutenção corretiva, o mesmo aciona a construtora ou contrata uma empresa para resolução do problema identificado, não ocorrendo o processo de forma preventiva.

No EE os indicadores são acompanhados através dos relatórios gerenciais elaborados pela empresa terceirada. Já o ER não acompanha os dados referente à manutenção, os dados aqui apresentados foram obtidos pelo controle do setor de manutenção da construtora.

Os projetos recebidos em .dwg e pdf nas edificações, auxiliam na consulta de informações do que foi executado, entretanto, o projeto em conceito BIM conta apenas com as modelagens do arquitetônico e estrutural, sem informações referentes aos projetos complementares.

Na EE a empresa terceirizada ocupa um lugar fundamental no processo, pois é ela quem define os ativos do edifício, elabora os planos de manutenções, gera os procedimentos e rotinas de como devem ser feitas as atividades de manutenção para cada ativo e executa os serviços. Além disso essas etapas do processo são

geradas em um programa (Prisma) que pertence à empresa terceirizada, e a universidade tem acesso. Cabe ressaltar que muita informação está sob o controle da empresa terceirizada, e não do proprietário do edifício (universidade).

Os manuais do usuário entregues pela construtora às edificações, apontam, inicialmente, as diretrizes para gerar um plano de necessidades de manutenção e conservação, porém apresentam algumas divergências, falhas de informação e, em alguns casos, são de difícil entendimento.

Apesar de haver informações no manual, é gerado um plano de manutenção para EE pela empresa terceirizada, que define, após aprovação do proprietário, os planos de operação padrão e rotinas e um plano de manutenção anual. Não foi possível obter as informações de quais atividades e como devem ser realizadas para cada sistema por estar de posse da empresa terceirizada e não da universidade, após várias tentativas em obtê-las.

As informações referentes à gestão de manutenção da EE e ER estão em diferentes documentos, extensões ou programas, dificultando o acesso, visualização e a situação das manutenções. Os projetos em conceito BIM não são utilizados tanto pela universidade quanto pela empresa terceirizada, nem para consulta ou para tomada de decisões.

O planejamento das atividades de manutenção ocorre anualmente na EE e são revistas mensalmente conforme necessidades e disponibilidade financeira do setor. Já na ER não foi possível evidenciar o planejamento de manutenções preventivas, e sim a contratação de empresas terceirizadas que prestam serviço em relação a alguns sistemas como limpeza, jardinagem, serviços de elevadores, piscina.

O EE realiza o controle das atividades de manutenção através dos relatórios gerenciais enviado mensalmente e trimestralmente pela empresa terceirizada, além do acesso ao sistema Prisma que possibilita o setor ver o andamento das OSs geradas. O ER realiza o controle de maneira a acompanhar as solicitações de manutenção demandadas à construtora e através da verificação dos serviços realizados por terceiros.

5.3.2 Principais falhas dos sistemas de gestão de manutenção dos edifícios estudados

No decorrer deste item são apontadas algumas falhas observadas no sistema de gestão de manutenção de edificações.

Quanto à gestão de manutenção do EE, observa-se que as atividades de manutenção dos sistemas não seguem as orientações da construtora em relação à periodicidade ou necessidade, e sim são propostas pela empresa terceirizada junto ao setor de infraestrutura, e aprovadas de acordo com a liberação de recursos para execução das atividades de acordo com os recursos financeiros disponíveis. Os serviços de manutenção nem sempre respeitam as atividades de manutenções aprovadas anualmente ou as indicações do manual do proprietário entregue pela construtora. Cabe destacar que não foi possível obter as informações de forma clara de quais atividades e como as mesmas devem ser executadas para cada sistema ou ativo, após várias tentativas de obtê-las. Essas informações encontram-se no programa Prisma pertencente à empresa terceirizada e não à universidade.

Já na ER foi observado que o manual do usuário não é utilizado para gestão de manutenção. A ER realiza a gestão do edifício através da contratação de serviços que auxiliam no andamento e funcionamento do condomínio (segurança, limpeza, manutenção de elevadores, piscina, entre outros) e quando necessário, ou sob demanda, realiza manutenções corretivas, não sendo observado a realização das manutenções preventivas.

As informações do EE estão em diversos documentos que não interagem entre si além disso apresentam informações divergentes, tanto em relação à descrição dos sistemas quanto na necessidade de manutenção e periodicidade. As informações do manual de proprietário não são consideradas como base para as definições dos sistemas, das atividades a serem executadas, de como as manutenções devem ser efetuadas, e quais as periodicidades. O próprio documento foi elaborado de forma confusa, com algumas informações incompletas ou faltantes o que dificulta a sua utilização, o que também pode ser observado na ER, o que dificulta a visualização das necessidades das manutenções.

Os projetos em conceito BIM, apesar de contar apenas com as modelagens do projeto arquitetônico e estrutural, sem informações referentes aos projetos complementares, não são utilizados para consulta ou tomada de decisões, nem pela universidade, nem pela empresa terceirizada, pois o projeto não é tomado como uma possibilidade no auxílio da gestão da manutenção.

Pode-se averiguar as situações das modelagens em conceito BIM dos 66 sistemas constantes nos manuais do usuário a partir das propriedades dos elementos (tabela 5). Verificou-se que 62,12% dos sistemas não puderam ser identificados. Constatou-se que 35 sistemas não estavam modelados (53,03%) e 6 sistemas estavam modelados, mas não era possível identificar o sistema no modelo (9,09%). Os demais 25 sistemas (37,88%) estavam modelados e possíveis de serem identificados por sua categoria, e ou tipo e ou material. A falta de modelagem ou impossibilidade de identificar o sistema dificulta a inserção de informação do processo de manutenção no modelo BIM.

Tabela 5 – Situação da modelagem em conceito BIM considerando os sistemas presentes no Manual do Usuário

Situação da modelagem em conceito BIM	Número de incidência	Número de incidência	Total	Percentual
	Edifício Educacional	Edifício Residencial		
Não modelado	9	26	35	53,03%
Modelado, mas não foi possível identificar o sistema no modelo	1	5	6	9,09%
Modelado e possível ser identificado através de sua categoria	1	2	3	4,55%
Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e material	8	2	10	15,15%
Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria e tipo	0	7	7	10,61%
Modelado e possível de ser identificado através de sua categoria, tipo e material	0	1	1	1,52%
O sistema referenciado no manual já está incluso em outro	1	3	4	6,06%
Total	20	46	66	100%

Fonte: elaborado pela autora

5.3.3 Oportunidades de melhoria no sistema de gestão de manutenção

Os manuais do usuário poderiam ser mais claros e estarem em consonância com os projetos e memoriais, pois se apresentam de maneira confusa, incompleta, com divergências de informações e não facilitam o processo de manutenção.

A construtora deveria sugerir um programa de manutenção para a edificação, de forma clara e concisa que condense as necessidades de manutenção para os sistemas. Para isso é necessário que os sistemas estejam alinhados com os projetos e memoriais, o programa defina para cada sistema as atividades de manutenção, assim como a periodicidade que cada atividade deve ser realizada, seguindo as incumbências definidas na tabela A.1 da NBR 14037 (ABNT, 2011), que inclui também os responsáveis pela execução e os recursos necessários.

No caso do EE, o setor de infraestrutura deveria propor um plano de manutenção seguindo as orientações de manutenção preventiva conforme o proposto pela construtora e não só a partir das demandas da empresa terceirizada ou de acordo com a disponibilidade de recursos, fatos esses enfrentados por muitos gestores, o que não exime a responsabilidade de atender as indicações de manutenção. Porém, pôde-se perceber que as indicações presentes nas documentações fornecidas pela construtora não são suficientes para a gestão de manutenção do empreendimento. Além disso os procedimentos ou rotinas geradas poderiam estar documentadas junto ao setor de infraestrutura.

Em função das informações do edifício estarem em vários documentos e apresentarem, em alguns momentos, divergências de informações, sugere-se a utilização do uso do conceito BIM para integrar as informações e facilitar sua visualização. A partir do uso da tecnologia BIM as informações de necessidades de manutenção, conforme previsto pela construtora e ou definido junto aos gestores, podem ser indicadas de forma direta, em um único documento e de maneira visual, assim como a situação das manutenções auxiliando no sistema de gestão de manutenção.

5.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS

Este capítulo apontou como foi realizada a gestão da manutenção de dois edifícios de diferentes segmentos, identificando as principais falhas e as oportunidades de melhoria.

Em ambos é possível observar que as atividades e periodicidades das manutenções não seguem estritamente as orientações das construtoras, conforme o manual do usuário entregue ao proprietário. Os manuais do usuário se apresentam de maneira confusa, incompleta, com divergências de informações e que não facilitam o processo de uso e operação, o que dificulta a visualização das informações de necessidades das manutenções de forma direta e ou visual. Portanto, essas informações deveriam ser assertivas e em consonância com o que foi realizado na edificação. A construtora deveria propor um programa de manutenção para a edificação que apontasse as necessidades de manutenção para os sistemas, de modo a apresentar as atividades e as periodicidades.

Os projetos em conceito BIM não são consultados na etapa de gestão de manutenção. Além disso, pode-se constatar que os projetos entregues pelas construtoras não foram modelados para todas as disciplinas (somente projeto arquitetônico e estrutural) nas quais são encontrados de forma incompleta. A maioria dos sistemas presentes nos manuais do usuário não eram possíveis de serem identificados a partir das propriedades dos elementos projetados nos edifícios estudados.

6 ESTRUTURA E MODELAGEM DA INFORMAÇÃO PARA INTEGRAÇÃO FM-BIM

Esse capítulo apresenta os resultados obtidos na etapa 2 da pesquisa, que teve como objetivo principal realizar a integração FM – BIM, possibilitando a visualização das informações do processo de manutenção, disponíveis nas documentações, no projeto já modelado em conceito BIM

O capítulo está subdividido em 3 partes. A primeira apresenta os dados e informações identificados quanto aos serviços de manutenção dos dois prédios estudados, a partir das especificações dos manuais e informações colhidas em reuniões com os envolvidos com a manutenção dos prédios. Na segunda parte desse capítulo, apresenta-se a identificação dos sistemas nos projetos modelados, através das determinações de categoria, família, tipo e ou materiais definidos no projeto, para possibilitar filtrar os sistemas, e posteriormente criar rotinas.

Na terceira parte é apresentada a criação de rotinas que sugerem como a informação do processo de manutenção nos edifícios estudados poderiam ser visualizadas nos sistemas modelados em conceito BIM. Além disso, são mostradas algumas imagens geradas no programa referente às necessidades de manutenções periódicas e a situação das manutenções nas edificações.

6.1 – INFORMAÇÕES DE MANUTENÇÃO PARA INTEGRAÇÃO AO PROJETO MODELADO

6.1.1 Edifício Educacional

Para o EE os sistemas mantiveram as denominações do manual do usuário, assim como as atividades propostas. Como os ativos nomeados pela empresa terceirizada não estavam alinhados ao projeto modelado e as rotinas não estavam disponibilizadas, o setor responsável, considerou as atividades previstas no manual àquelas a serem realizadas e monitoradas nos sistemas.

As periodicidades foram consideradas as definidas no manual do usuário. Algumas atividades de manutenções preventivas não apresentam periodicidade específica, e, para esses casos, em reunião com os envolvidos, foi adotado o período de acordo com cada atividade (quadro 10).

Quadro 10 – Periodicidade definidas para manutenção preventiva

Sistema	Atividade	Periodicidade definida no manual do usuário	Periodicidade considerada
Estruturas e paredes	Procure manter os ambientes ventilados	periodicamente	semanal
Esquadrias de alumínio	Janelas e portas de correr dever ter seus trilhos inferiores	periodicamente	mensal
	Deve-se manter os drenos dos trilhos inferiores sempre limpos e desobstruídos	periodicamente	mensal
	Reapertar com chave de fenda os parafusos aparentes dos fechos, fechaduras ou puxadores e roldanas responsáveis pela folga do caixilho de correr junto ao trilho	sempre que necessário	6 meses
	Verificar nas janelas maxim-ar a necessidade de regular o freio	sempre que necessário	6 meses
Revestimento cerâmico interno	Verificar se existe peças soltas ou trincadas	periodicamente	6 meses
Piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso	Verificar a integridade física do piso cimentado e substituir caso necessário	periodicamente	6 meses
	Verificar as juntas de dilatação (preencher com mastique)	periodicamente	6 meses
Louças e metais	Limpar e verificar a regulagem do mecanismo de descarga	periodicamente	mensal

Fonte: Elaborado pela autora.

Após a definição das periodicidades que não se encontravam de maneira específica, o preenchimento por parte dos envolvidos da planilha do Excel da data da última manutenção realizada foi gerado o quadro 11, que serviu de base de informações a serem visualizadas no projeto em Revit.

A partir desse quadro foram identificadas quatro atividades com periodicidades de manutenções constantes: uma atividade semanal (roxo) e três atividades como mensal (azul). As demais atividades de manutenção são sistemáticas e suas periodicidades são expressas em número de meses.

Foi possível visualizar, para a data em que foi gerada essa planilha, que onze atividades se encontravam em atraso e treze encontravam-se dentro do prazo previsto da manutenção. Nenhuma situação encontrava-se como atividades de manutenções que devem ser realizadas no mês analisado (amarelo).

Quadro 11 – Identificação das necessidades de manutenção preventiva e situação das manutenções

(continua)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade (meses)	Data da última manutenção	Próxima Manutenção	Situação da manutenção (nº de dias que faltam para realizar a atividade)
Estruturas e paredes	Procure manter os ambientes ventilados	semanal	fev-21		
Estruturas e paredes	Todas as áreas internas como a fachada da edificação devem ser pintadas	36	fev-17	fev-20	-508
Esquadrias de madeira	Pintar esquadrias pintadas	36	fev-17	fev-20	-508
Esquadrias de madeira	Esquadrias enceradas devem ser enceradas	24	fev-17	fev-19	-873
Esquadrias de ferro	Repintar	12	fev-17	fev-18	-1238
Esquadrias de ferro	Verificar a vedação e fixação dos vidros	12	fev-21	fev-22	223
Esquadrias de alumínio	Limpeza das esquadrias como um todo, inclusive guarnições de borrachas e escovas	12	fev-21	fev-22	223
Esquadrias de alumínio	Janelas e portas de correr dever ter seus trilhos inferiores limpos	mensal	fev-21		
Esquadrias de alumínio	Deve-se manter os drenos dos trilhos inferiores sempre limpos e desobstruídos	mensal	fev-21		

(continuação)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade (meses)	Data da última manutenção	Próxima Manutenção	Situação da manutenção (nº de dias que faltam para realizar a atividade)
Esquadrias de alumínio	Reapertar com chave de fenda os parafusos aparentes dos fechos, fechaduras ou puxadores e roldanas responsáveis pela folga do caixilho de correr junto ao trilho	6	mar-20	set-20	-295
Esquadrias de alumínio	Verificar nas janelas maxim-ar a necessidade de regular o freio	6	fev-21	ago-21	39
Esquadrias de alumínio	Verificar a vedação e fixação dos vidros	12	fev-17	fev-18	-1238
Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso	Repintar os forros dos banheiros	12	fev-17	fev-18	-1238
Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso	repintar paredes e tetos das áreas secas	36	fev-17	fev-20	-508
Revestimento cerâmico interno	Verificar e completar o rejunte	12	fev-17	fev-18	-1238
Revestimento cerâmico interno	Verificar se existe peças soltas ou trincadas	6	fev-21	ago-21	39
Piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso	Verificar a integridade física do piso cimentado e substituir caso necessário	6	fev-17	ago-17	-1422

(conclusão)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade (meses)	Data da última manutenção	Próxima Manutenção	Situação da manutenção (nº de dias que faltam para realizar a atividade)
Piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso	Verificar as juntas de dilatação (preencher com mastique)	6	fev-21	ago-21	39
Vidros	Inspeção do funcionamento do sistema de molas	12	fev-21	fev-22	223
Vidros	Verificar a necessidade de lubrificação	12	fev-21	fev-22	223
Vidros	Fixação dos vidros nos caixilhos	12	fev-19	fev-20	-508
Vidros	Verificar o desempenho das vedações	12	fev-21	fev-22	223
Louças e metais	Verificar os ralos e sifões das louças, tanques, lavatórios e pias	6	fev-21	ago-21	39
Louças e metais	Limpar os areadores (bicos removíveis) das torneiras	6	fev-21	ago-21	39
Louças e metais	Substituir os vedantes das torneiras, misturadores e registro de pressão para garantir a vedação e evitar vazamentos	12	fev-21	fev-22	223
Louças e metais	Limpar e verificar a regulagem do mecanismo de descarga	mensal	fev-21		
Louças e metais	Verificar o diafragma da torre de entrada e a comporta do mecanismo da caixa acoplada	36	fev-21	fev-24	953
Louças e metais	Verificar a estanqueidade da válvula de descarga, torneira automática e torneira eletrônica	60	fev-17	fev-22	223

Fonte: Elaborado pela autora.

6.1.2 Edifício Residencial

No levantamento das informações e situação das manutenções preventivas no ER, após análise dos documentos e reuniões com os envolvidos, a maioria dos sistemas manteve as denominações, porém dois sistemas foram renomeados para facilitar sua identificação, quais sejam:

- a) Revestimento externo, passou a ser identificado como dois sistemas, Revestimento Externo – Pintura e Revestimento Externo - lavagem de paredes;
- b) Revestimento Interno de Paredes e Teto - passou a ser identificado como dois sistemas, Revestimento Interno de Paredes e Revestimento Interno de Paredes – Pintura.

As periodicidades consideradas foram as previstas no último quadro entregue pela construtora ao síndico, sendo adotada somente um período para cada atividade proposta, no caso de haver datas divergentes. Para as atividades que apresentavam a necessidade de ser efetuada “quando necessário”, configurando-se como uma manutenção corretiva, foi considerado o período de 6 meses (quadro 12).

Quadro 12 – Periodicidade definidas para manutenção preventiva

Sistema	Atividade	Periodicidade definida pela construtora	Periodicidade considerada
Louças e Metais	Desentupimento dos vasos sanitários	Quando necessário	6 meses
	Desentupimento dos vasos sanitários	Quando necessário	6 meses

Fonte: Elaborado pela autora.

No quadro 13 estão apresentadas, para cada sistema, as atividades de manutenção preventiva e as periodicidades indicadas pela construtora ou definidas junto ao síndico, quando não especificada.

Durante o período de realização dessa tese, houve problemas entre o condomínio e a construtora, o que impossibilitou o envio das datas realizadas. Cabe ressaltar que a coleta de informações e definições aqui apontadas, foram importantes para estrutura das informações necessárias a serem visualizadas no Revit.

Quadro 13 – Necessidades de manutenção preventiva e data da última manutenção

(continua)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade (meses)
Esquadrias de Madeira (Portas)	Verificar falhas de vedação, fixação das esquadrias, e reconstituir sua integridade, onde for necessário	12
	Efetuar limpeza geral das esquadrias. Reapertar parafusos aparentes e regular freio e lubrificação das dobradiças	12
	Colocar pó de grafite ou silicone em spray nas articulações das dobradiças e linguetas das maçanetas	12
	Substituição das borrachas de amortecimento e das ferragens, quando apresentarem defeitos que comprometam o desempenho da esquadria	12
	Nos casos de esquadrias pintadas, repintar com tinta adequada	36
Impermeabilização	Verificar a integridade e reconstituir os rejuntamentos internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, grelhas de ventilação e de outros elementos	12
	Inspecionar a camada drenante do jardim e terraço. Caso haja obstrução na tubulação e entupimentos dos ralos ou grelhas, efetuar a limpeza	12
	Verificar a integridade dos sistemas de impermeabilização e reconstituir a proteção mecânica, os sinais de infiltração ou as falhas da impermeabilização exposta	12
Sistema de paisagismo	Executar a manutenção do jardim	mensal
	Cortar a grama	1,5
	Regar preferencialmente no início da manhã ou no fim da tarde	diária
	Regar preferencialmente no início da manhã ou no fim da tarde, inclusive as folhas	diária
Louças e Metais	Limpeza das louças e metais sanitários	semanal
	Limpar o ralo para evitar acúmulo de resíduos sólidos	quinzenal
	Abrir e fechar completamente os registros de modo a evitar emperramentos e os mantendo em condições de manobra	6
	Limpar e verificar a regulagem dos mecanismos de descarga	6
	Verificar a estanqueidade da válvula de descarga e torneiras	12
	Desentupimento dos vasos sanitários	6
	Desentupimento das cubas	6
PPCI - Portas Corta-Fogo	Verificar visualmente o fechamento das portas e, se necessário, solicitar reparos	mensal
	Aplicar óleo lubrificante nas dobradiças e maçanetas para garantir o seu perfeito funcionamento	3
	Verificar abertura e fechamento a 45°. Se for necessário fazer regulagem, chamar empresa especializada	3
	Verificar as portas e, se necessário, realizar regulagens e ajustes	6

(conclusão)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade (meses)
Revestimento Cerâmico Interno e Externo	Inspeção geral do revestimento, para a verificação da integridade do sistema. Verificação, em especial, da integridade da aderência das peças cerâmicas ao revestimento argamassado e ao substrato e a integridade e a elasticidade dos selantes das juntas	60
	Verificar sua integridade e reconstituir os rejuntamentos internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, grelhas de ventilação e outros elementos	12
Revestimento de Pedras Naturais	Verificar a integridade e reconstituir, onde necessário, os rejuntamentos internos e externos, respeitando a recomendação do projeto original ou conforme especificação de especialista. Atentar para as juntas de dilatação, que devem ser preenchidas com mastique e nunca com argamassa para rejuntamento	12
	Na fachada, efetuar a lavagem e verificação dos elementos constituintes, rejuntas, mastique etc., e, se necessário, solicitar inspeção	12
Revestimento Externo - Pintura	As áreas com revestimento externo devem ter sua pintura revisada e, se necessário, repintada, evitando assim o envelhecimento, o descascamento e que eventuais fissuras possam causar infiltrações	36
Revestimento Externo - lavagem de paredes	É recomendada a lavagem das paredes externas, por exemplo, terraços ou sacadas, para retirar o acúmulo de sujeira, fuligem, fungos e sua proliferação. Utilizar sabão neutro para lavagem	36
Revestimento Interno de Paredes	Verificação da integridade do revestimento argamassado (aparecimento de fissuras e falhas)	6
	Inspeção geral do revestimento, para a verificação da integridade do sistema	60
Revestimento Interno de Paredes - Pintura	Revisar a pintura das áreas secas e, se necessário, repintá-las evitando o envelhecimento, o descascamento e eventuais fissuras	12
Vidros	Nos conjuntos que possuam vidros laminado, efetuar inspeção do funcionamento do sistema de molas e dobradiças e verificar a necessidade de lubrificação	12
	Verificar o desempenho das vedações e fixações dos vidros nos caixilhos	12

Fonte: Elaborado pela autora.

No ER, considerando o quadro 13, pode se constatar seis atividades com periodicidades de manutenções constantes sendo duas diárias (rosa), uma semanal (roxo), uma quinzenal (bege) e duas atividades como mensal (azul), as demais 28 manutenções apresentam periodicidade sistemáticas em que são expressas em número de meses.

No ER não foi possível verificar a situação das manutenções sistemáticas para as atividades de manutenção, pois o síndico não informou as datas das últimas manutenções ocorridas.

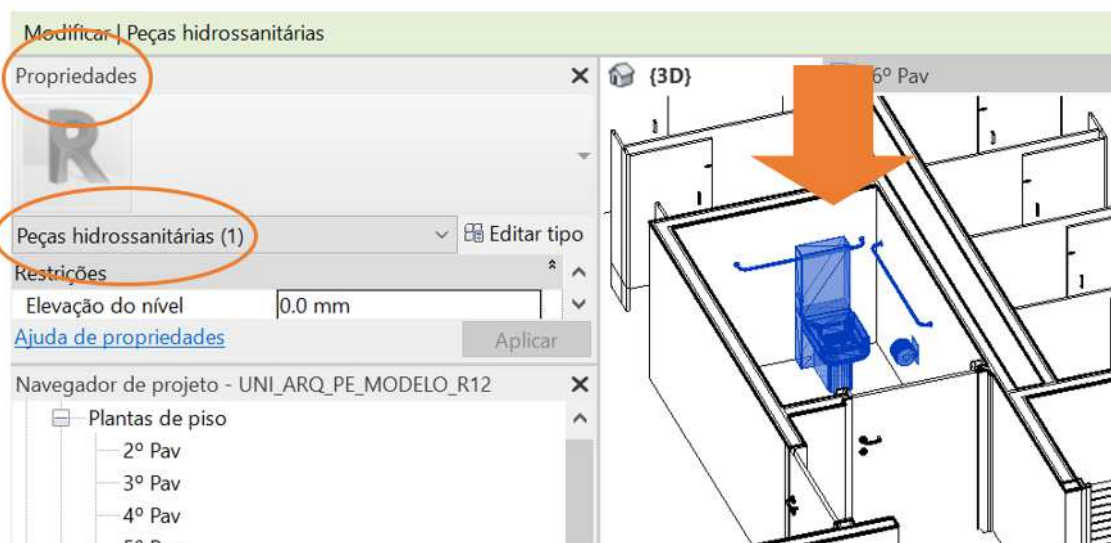
6.2 IDENTIFICAÇÃO DOS SISTEMAS A PARTIR DOS ELEMENTOS NO PROJETO MODELADOS EM CONCEITO BIM

6.2.1 Edifício Educacional

O projeto modelado do EE foi recebido em .ifc. Após a importação do projeto para o Revit (.rtv), foi observado que as propriedades descritas em relação ao tipo e materiais não estavam de fácil identificação. Portanto, para analisar o projeto do EE foi necessário, além das análises das propriedades dos elementos, gerar listas de levantamentos de materiais para as categorias, procurando identificar os elementos projetados, para posteriormente criar as rotinas no Dynamo.

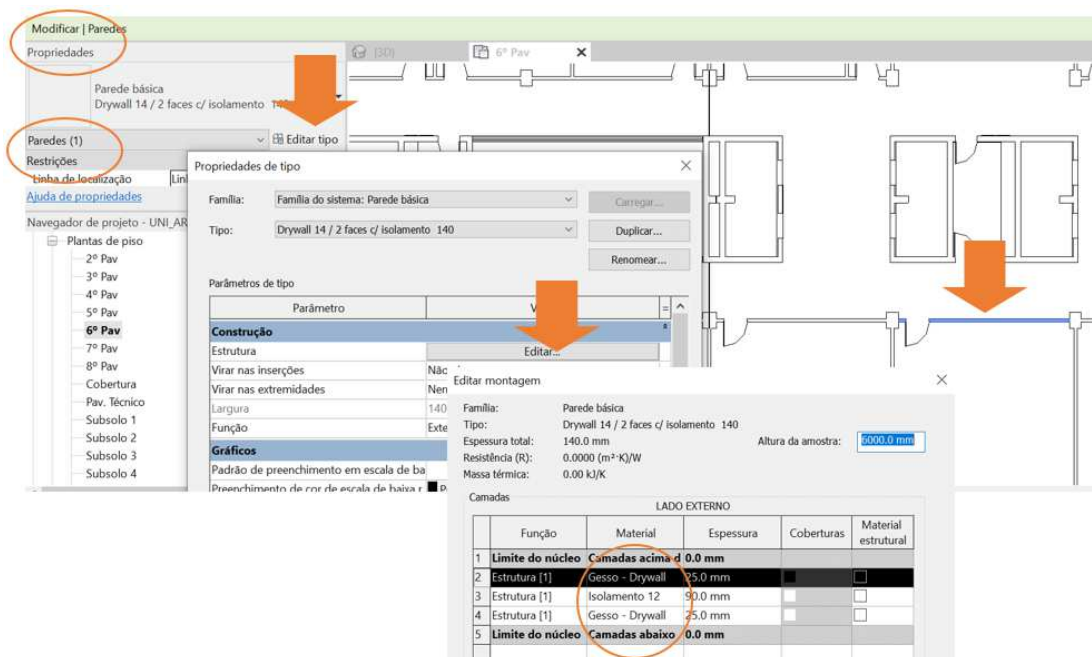
Pode-se observar as seguintes categorias modelados no EE, possíveis de serem identificados: parede, janela, porta, piso e peças hidrossanitárias. Os elementos que estão atrelados aos sistemas estruturas e paredes, revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso, revestimento cerâmico interno (somente para parede), piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso e louças e metais, foram possíveis de identificar a partir das suas propriedades. O sistema louças e metais foi possível identificar a partir da sua categoria (figura 26) e os demais a partir da sua categoria e material (figura 27).

Figura 26 – Exemplo de elemento identificado a partir das propriedades e da categoria – Louças e metais



Fonte: Trechos retirados do projeto em Revit fornecido pela universidade

Figura 27 – Exemplo de elemento identificado a partir das propriedades, categoria e materiais – Estruturas e paredes



Fonte: Trechos retirados do projeto em Revit fornecido pela universidade

Para identificar os elementos referentes aos sistemas esquadrias de madeira, esquadrias de ferro, esquadrias de alumínio e vidros, foram geradas listas de levantamentos de materiais para as categorias janela, portas, parede (figura 28),

procurando identificar os elementos projetados. Os elementos puderam ser identificados a partir das seguintes informações: categoria e material.

Figura 28 – Exemplo de elemento identificado a partir do levantamento de materiais por categoria – Esquadrias de madeira

<Levantamento de material de porta>	
A	B
Material: Nome	Tipo
Tinta-03	PAV240 27960 279
Madeira - Pinho Gr	PAV240 27960 279
Madeira - Pinho Gr	PF90E 38930 3893
Tinta-03	PAV240 46827 468
Madeira - Pinho Gr	PAV240 46827 468
Tinta-03	PAV240 68746 687
Madeira - Pinho Gr	PAV240 68746 687
Madeira - Pinho Gr	PM90D 70034 700
Tinta-03	PAV240 27960 2
Madeira - Pinho Gr	PAV240 27960 2
Madeira - Pinho Gr	PF90E 71353 7135
Tinta-03	PF180A 142586 14
Metal - Ferro	PF180A 142586 14
Tinta-03	PF90E 146711 146
Metal - Ferro	PF90E 146711 146
Tinta-03	PF90E 146711 2
Metal - Ferro	PF90E 146711 2
Madeira - Pinho Gr	PM90D 320465 32
Pintura - Branco Ac	PF90E 335263 335
Tinta-03	PF90E 335263 335

Fonte: Trechos retirados do projeto em Revit fornecido pela universidade

Após a análise de todos os elementos e levantamento de materiais por categoria, foi gerado um quadro (quadro 14) em que é possível identificar o elemento modelado em Revit que está relacionado ao sistema.

Quadro 14 – Identificação do elemento que pertencem ao sistema indicado nas manutenções preventivas

(continua)

Sistemas	Identificação do elemento modelado no Revit		
	Categoria	Tipo	Material
Estruturas e paredes	Parede	-	Gesso ou tinta
Esquadrias de madeira	Janela	-	Madeira
	Porta	-	madeira
Esquadrias de ferro	Janela	-	ferro
	Porta	-	ferro
Esquadrias de alumínio	Janela	-	alumínio
	Parede	-	alumínio

(conclusão)

Sistemas	Identificação do elemento modelado no Revit		
	Categoria	Tipo	Material
Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso	Parede	-	Gesso ou tinta
	Piso	-	gesso ou tinta
Revestimento cerâmico interno (somente para parede)	Parede	-	cerâmico
Piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso	Piso	-	concreto
Vidros	Janela	-	vidro
Louças e metais	peças hidrossanitárias	-	-

Fonte: Elaborado pela autora.

6.2.2 Edifício Residencial

Foram identificados no projeto modelado em Revit do ER, quais elementos pertenciam aos sistemas que necessitavam manutenção preventiva. O projeto foi analisado e cada elemento foi estudado, verificando como foi modelado e como era possível filtrar o elemento para posteriormente gerar as rotinas no Dynamo.

Após a análise de todos os elementos foi gerado um quadro (quadro 15) em que é possível identificar o elemento modelado em Revit que está relacionado ao sistema.

Quadro 15 – Identificação do Sistema a partir do elemento modelado no Revit

(continua)

Sistemas	Identificação do elemento modelado no Revit		
	Categoria	Tipo	Material
Esquadrias de Madeira (Portas)	Porta	x	madeira branca
Impermeabilização	Piso	tem na descrição: impermeabilização	x
	Parede	x	impermeabilizante ou impermeabilização
Sistema de paisagismo	Vegetação	x	x
Louças e Metais	Peças hidrossanitárias	x	x
PPCI - Portas Corta-Fogo	Porta	apresenta na descrição: Porta corta fogo	x

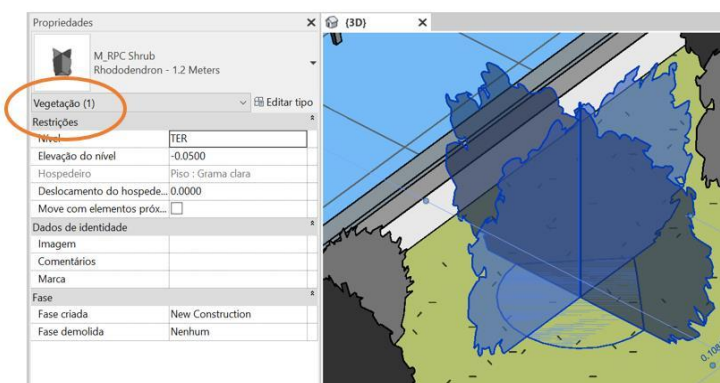
(conclusão)

Sistemas	Identificação do elemento modelado no Revit		
	Categoria	Tipo	Material
Revestimento Cerâmico Interno e Externo	Parede	apresenta na descrição: 10x10 ou porcelanato ou cerâmica e externo ou interno	x
	Piso	apresenta na descrição: 10x10 ou porcelanato ou cerâmica	x
Revestimento de Pedras Naturais	Piso	apresenta na descrição: basalto serrado	x
	Parede	apresenta na descrição: pedra portuguesa	x
Revestimento Externo - Pintura	Parede	apresenta na descrição: reboco externo e pintura	x
Revestimento Externo - lavagem de paredes	Parede	apresenta na descrição: reboco externo	x
Revestimento Interno de Paredes e Teto	Parede	apresenta na descrição: reboco interno	x
Revestimento Interno de Paredes e Teto - Pintura	Parede	apresenta na descrição: reboco interno e pintura	x
Vidros	Janela	x	vidro

Fonte: elaborado pela autora

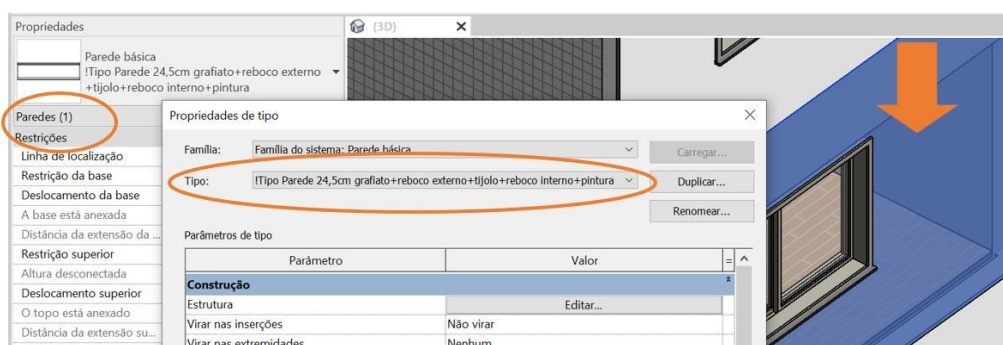
Para o projeto do ER foi verificado que os elementos podem ser buscados a partir das seguintes informações presentes nas propriedades dos elementos: categoria (figura 29), categoria e tipo (figura 30); e categoria e material (figura 31).

Figura 29 – Exemplo de elemento identificado a partir da categoria – Sistema de paisagismo



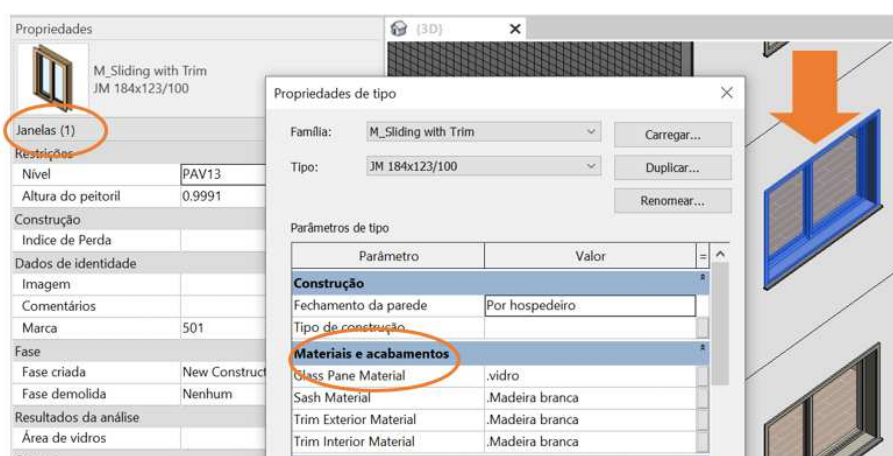
Fonte: Projeto em Revit fornecido pela construtora

Figura 30 – Exemplo de elemento identificado a partir da categoria e tipo - Revestimento Externo - Pintura



Fonte: Projeto em Revit fornecido pela construtora

Figura 31 – Exemplo de elemento identificado a partir da categoria e material - Vidro



Fonte: Projeto em Revit fornecido pela construtora

6.3 CRIAÇÃO DE ROTINAS PARA VISUALIZAÇÃO DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO EM PROJETO MODELADO EM CONCEITO BIM

Esse item descreve como foi realizada a criação das rotinas no software Dynamo para possibilitar a visualização das necessidades de atividades de manutenção constante e a situação das manutenções no projeto modelado em conceito BIM da edificação educacional, integrando as informações dos softwares Excel e Revit, a partir das análises realizadas nos itens 6.1 (atividades, periodicidades e situação das manutenções) e 6.2 (sistemas presentes nos manuais do usuário a partir dos elementos modelados no projeto em Revit).

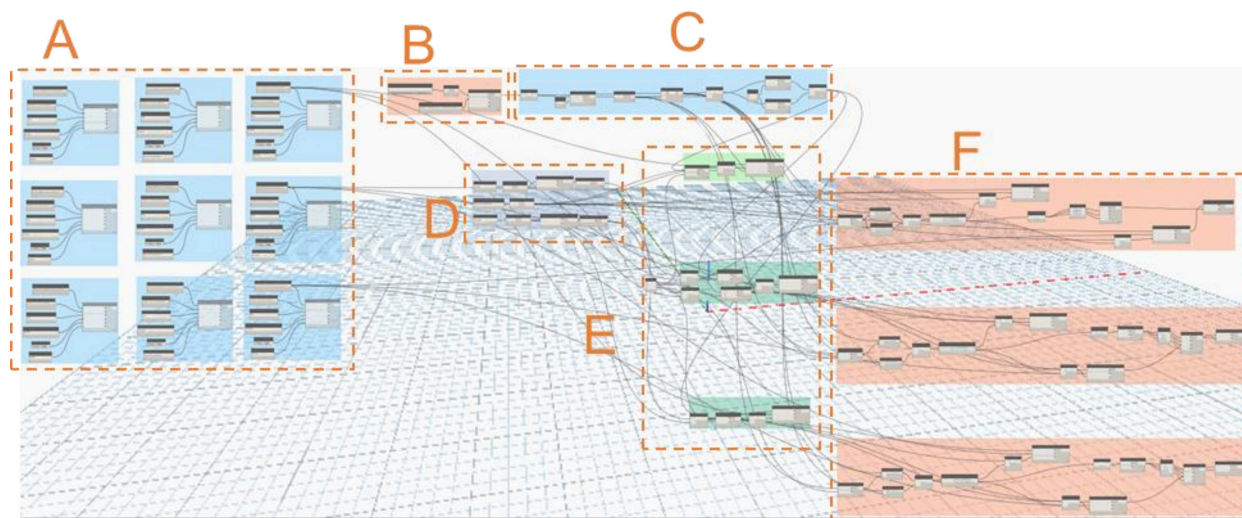
Foram geradas duas rotinas para visualização das atividades de manutenção, uma que apresenta as necessidades de manutenções constantes, denominada como “Manutenção Constante”, e outra que aponta a situação das manutenções preventivas do edifício educacional, “Situação das manutenções”.

6.3.1 Rotinas: Manutenção Constante

O desenvolvimento da rotina no software Dynamo ocorreu a partir das ações principais apontadas no capítulo 4. Foram criados os nós e suas ligações conforme pode-se ter uma visão geral da programação elaborada na figura 32. Esta figura tem a intenção somente de visualizar como ficou a rotina. Cabe ressaltar que as cores das ações principais destacadas no fluxo do capítulo 4 foram respeitadas para facilitar o entendimento da criação da rotina.

Cada ação exibida na figura 32 foi descrita a partir do quadro que apresenta o desenvolvimento da rotina “Manutenção Constante” no Dynamo (quadro 16). Nesse quadro estão descritas as ações necessárias, como e quais nós foram criados e apresentado uma imagem a título ilustrativo referente a cada ação. No apêndice I encontra-se uma explicação em texto de como foi realizada a rotina.

Figura 32 – Visão geral da programação no Dynamo: Manutenção Constante



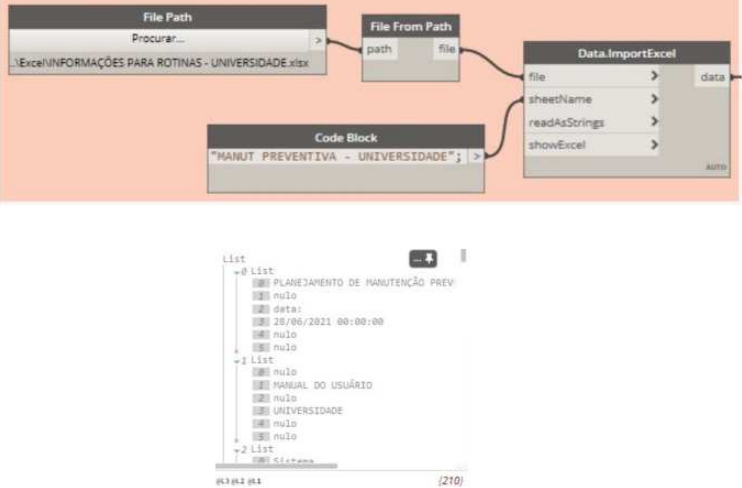
Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 16 – Desenvolvimento da rotina “Manutenção Constante” no Dynamo

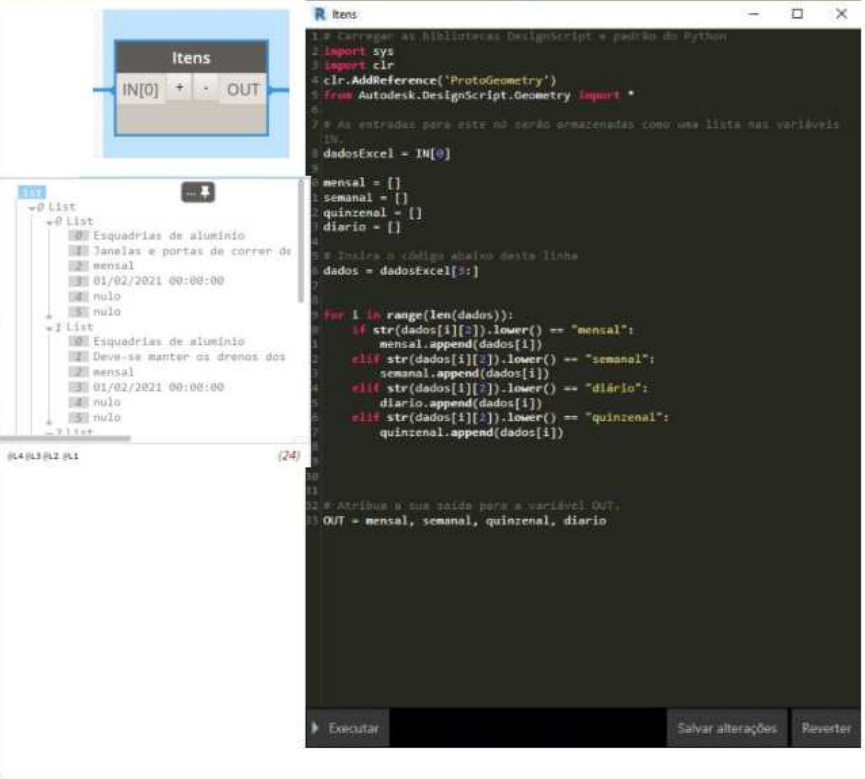
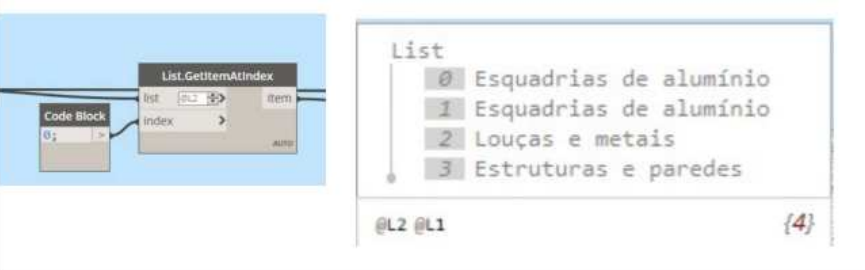
(continua)

Nº	Ação	Como	Imagem
<p>A - Gerar os parâmetros a serem visualizados nas propriedades dos elemento e no projeto: Atividade/Periodicidade; Atividade Prioritária; e Periodicidade Prioritária</p>			
<p>1</p>	<p>Criar rotina no Dynamo para gerar parâmetros nos elementos de cada categoria do Revit que serão acompanhados referente a atividade /periodicidade, Periodicidade Prioritária, e Atividade prioritária (neste modelo foram criadas para as categorias: janelas, peças hidrossanitárias, paredes)</p>	<p>Gerar no dynamo para cada categoria uma rotina, a partir do nó "Parameter.CreateProjectParameter". Entrada do nó: "parameterName" - criar um Code block para todos os parâmetros (Atividade /Periodicidade, Atividade Prioritária e Periodicidade Prioritária); Entrada "groupName" - criar um Code Block para "Dados de atividade"- não utilizado nesse projeto, mas necessário atribuir um texto; Entrada "type" criar o nó "Select Parameter Type", selecionar "Text"; Entrada "group" criar o nó "Select Parameter Group" selecionar "PG_TEXT"; Entrada "instance" criar o nó "Boolean" e marcar True; Entrada "categoryList" criar o nó "Categories" e selecionar a categoria que está sendo criada a rotina</p>	

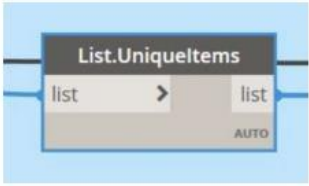
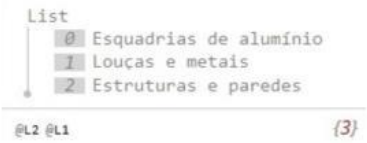
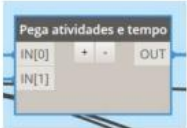
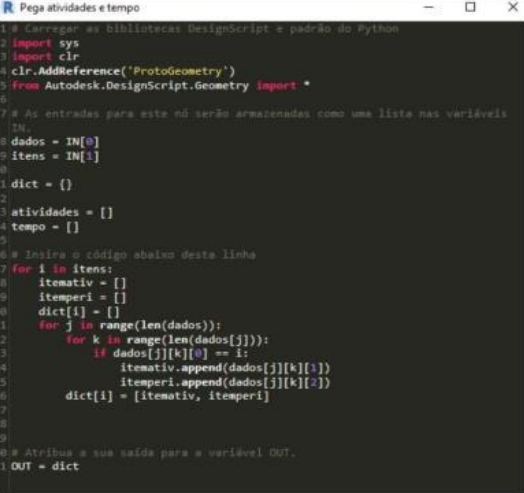

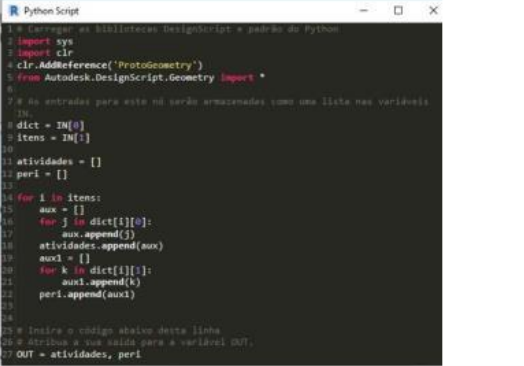
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
B - Importar as informações da planilha de identificação das necessidades de manutenção preventiva e situação das manutenções			
2	<p>Importar os dados existentes no plano de manutenção preventiva, informando o endereço onde está localizado o arquivo</p>	<p>Criar o nó "Data.ImportExcel". Para alimentar esse nó são necessários criar outros três nós, dois para a entrada "file" ("File Path" e o "File from path") e um para a entrada "sheetName" ("Code Block"). Criar o nó "File Path" em que deve ser selecionado onde se encontra o arquivo do excel. Criar o nó "File From Path" em que entrada "path" é a saída do nó "file path". A saída "file" do nó "File From Path" é a entrada "file" do nó "Data.ImportExcel". Já para a entrada "sheetName" criar um "Code Block" indicando qual é a aba que se encontra a informação no arquivo. Será criado uma lista que importa os dados da planilha do excel, fazendo a leitura de cada linha existente na planilha (número 0 List - é a primeira linha; 0 é o conteúdo da coluna 1; 1 é o conteúdo da coluna 2 e assim sucessivamente)</p>	<p>Importação Excel</p>  <pre> List 0 List nulo data: 28/06/2021 00:00:00 nulo 1 List nulo MANUAL DO USUÁRIO UNIVERSIDADE nulo 2 List nulo Sistema </pre>

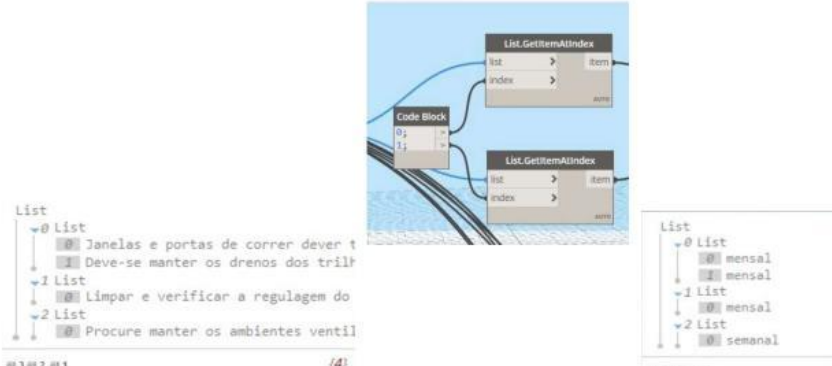
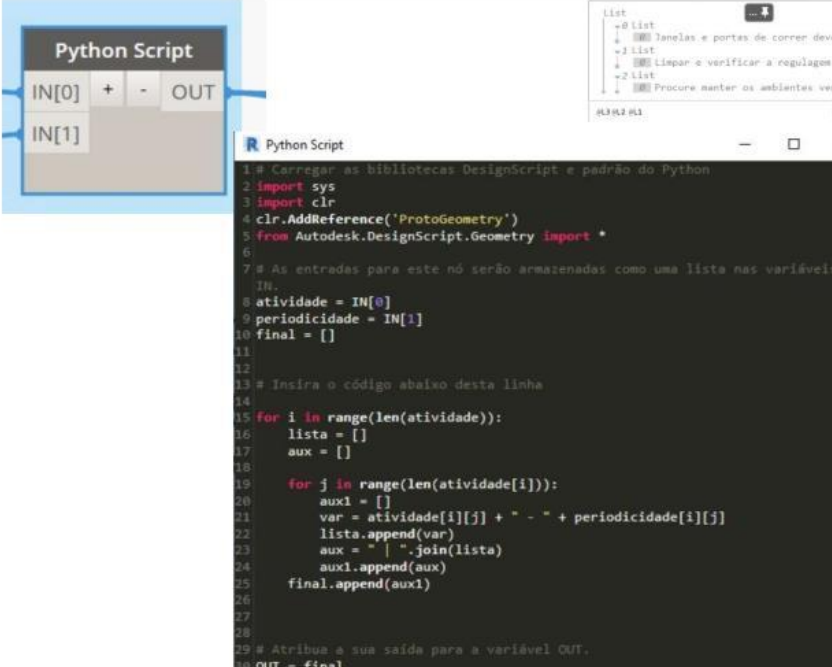
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
C - Tratamento dos dados filtrados para poder gerar a rotina de visualização no modelo para as necessidade de manutenção constante			
3	<p>É necessário tratar os dados filtradas no excel para gerar a visualização no modelo. Filtrar as informações da planilha do excel, separando os sistemas que apresentam periodicidade constante (mensal, semanal, diário, quinzenal)</p>	<p>Criar um nó "Python Script" para gerar uma lista buscando todas as linhas em que os sistemas apresentam periodicidades de manutenções constantes (mensal, semanal, diária e quinzenal). Esse nó tem como entrada "IN[0]" a saída "data" da ação 2, é utilizado um laço "for" buscando, em cada linha, na segunda coluna do excel quando ocorrer as manutenções constantes. A lista principal (0 List) traz 4 linhas em que aparecem essa informação, sendo buscado as informações destas linhas de acordo com as colunas do excel (0 - Sistema; 1- Atividade; 2 - Periodicidade; 3 - data da última manutenção; 4- situação da manutenção; 5 - nulo).</p>	
4	<p>Buscar todos os sistemas que apresentam periodicidade constante.</p>	<p>Criar um nó "List.GetItemAtIndex", no qual a entrada "list" é a saída "out" da ação 3. Será gerada uma lista dos sistemas em que apresentam periodicidade constante. Criar um "CodeBlock" para definir a coluna a ser buscada (número da coluna -1), que será a entrada "index" para esse nó.</p>	

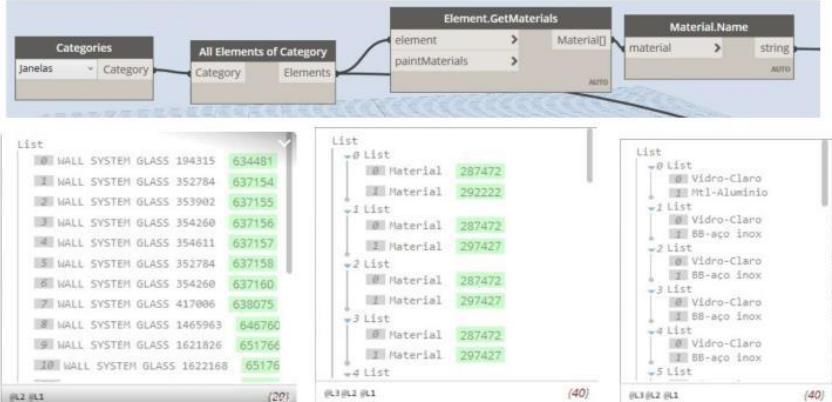
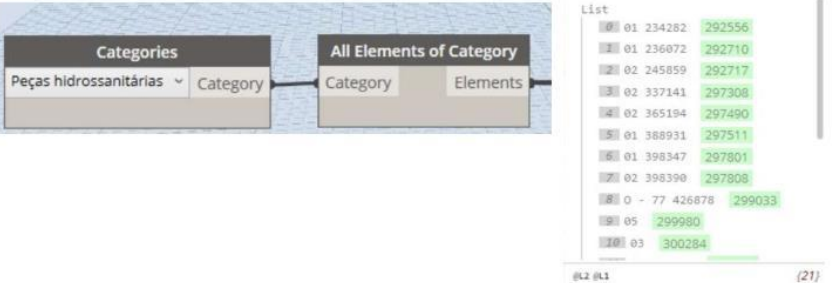
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
5	Limpar a lista anterior, deixando somente uma vez o nome do sistema em que apresenta a periodicidade constante	Criar um nó "List.Uniqueltems", que apresenta como entrada para "list" a saída "item" da ação 4. Será gerada uma lista dos sistemas em que apresentam periodicidade constante, sendo apresentado, o nome do sistema, uma única vez.	 
6	A estrutura da informação estava estruturada em lista. Transforma a estrutura de lista em um dicionário, tendo como chave os sistemas e como valor as atividades e periodicidades realcionadas ao sistema.	Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[1]" a saída "list" da ação 5, e para "IN[0]" a saída "out" da ação 3. Gera UM dicionário, tendo cada sistema como chave, que carrega as atividades e a periodicidade.	 
7	Separar as informações referente a atividade e periodicidade. Uma lista diferentes - 0 atividades e 1 periodicidade	Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[1]" a saída "list" da ação 5, e in [0] é a saída "out" da ação 6. Serão geradas duas listas uma sendo as atividades dos sistemas e outra a periodicidade dos sistemas	 

(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
8	Separa as informações em que serão gerada duas listas: uma de atividades e outra de periodicidade	<p>Criar um "Code Block" para atividade (0) e periodicidade (1). Para gerar uma lista de atividades, será criado um nó "List.GetItemAtIndex", com entrada para "list" a saída "out" da ação 7, e terá como "index" a saída "0" do Code block. Para gerar uma lista de periodicidade será criado um nó "List.GetItemAtIndex", com entrada para "list" a saída "out" da atividade 7, e terá como "index" a saída "1" do Code block.</p>	 <p>The image shows a workflow diagram. On the left, a 'Code Block' node has two output ports labeled '0' and '1'. These outputs are connected to the 'index' input of two 'List.GetItemAtIndex' nodes. The 'list' input of the top 'List.GetItemAtIndex' node is connected to the 'out' output of a previous action (labeled '7'). The 'list' input of the bottom 'List.GetItemAtIndex' node is connected to the 'out' output of a previous activity (labeled '7'). Below the diagram, a 'List' structure is shown with two levels: '0 List' containing activities like 'Janelas e portas de correr dever t' and 'Deve-se manter os drenos dos trill', and '1 List' containing 'Limpar e verificar a regulagem do' and 'Procure manter os ambientes ventil'. A second 'List' structure is shown to the right, with levels '0 List' (mensal), '1 List' (mensal), and '2 List' (semanal).</p>
9	Definir a estrutura da informação que será inserida no parâmetro Atividade/Periodicidade	<p>Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "item" referente a atividade da ação 8, e "IN[1]" é a saída referente a periodicidade "item" da ação 8. Será gerada uma lista mantendo a estrutura da informação que será inserida no parâmetro do Revit, em que serão inseridas todas as atividade e a periodicidades para cada sistema da seguinte forma: atividade 1- periodicidade atividade 2 - periodicidade</p>	 <p>The image shows a 'Python Script' node with two input ports, 'IN[0]' and 'IN[1]', and one output port, 'OUT'. Below the node, the Python code is displayed:</p> <pre> 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference("ProtoGeometry") 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis in. 8 atividade = IN[0] 9 periodicidade = IN[1] 10 final = [] 11 12 13 # Insira o código abaixo desta linha 14 15 for i in range(len(atividade)): 16 lista = [] 17 aux = [] 18 19 for j in range(len(atividade[i])): 20 aux1 = [] 21 var = atividade[i][j] + " - " + periodicidade[i][j] 22 lista.append(var) 23 aux = " ".join(lista) 24 aux1.append(aux) 25 final.append(aux1) 26 27 28 29 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 30 OUT = final </pre> <p>Below the code, a 'List' structure is shown, similar to the one in the previous image, with levels '0 List' (containing activities and periodicities) and '1 List' (containing periodicities).</p>

(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
D - Importação dos elementos a partir das informações identificadas no projeto (categoria, categoria e tipo ou categoria e material)			
10	<p>Importar os elementos referente a categoria "janela" e os respectivos materiais.</p>	<p>Criar um nó "Categories" e selecionar conforme o as categorias identificadas. Criar um nó "All Ements of Category" que irá importar todos os elementos modelados para aquela categoria. Criar um nó "Element.GetMaterials" que irá importar todos os materiais que estão nos elementos. Criar o nó "Material.Name" que irá retornar o nome de todos os materiais.</p>	
11	<p>Importar os elementos referente a categoria "peças hidrossanitárias"</p>	<p>Criar um nó "Categories" e selecionar conforme as categorias identificadas. Criar um nó "All Ements of Category" que irá importar todos os elementos modelados para aquela categoria.</p>	

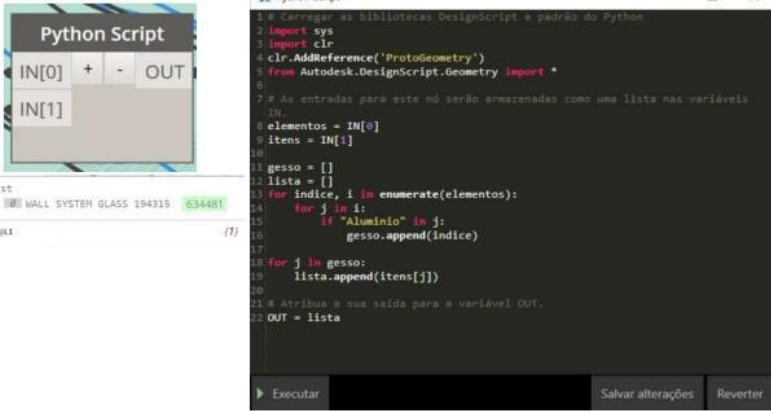
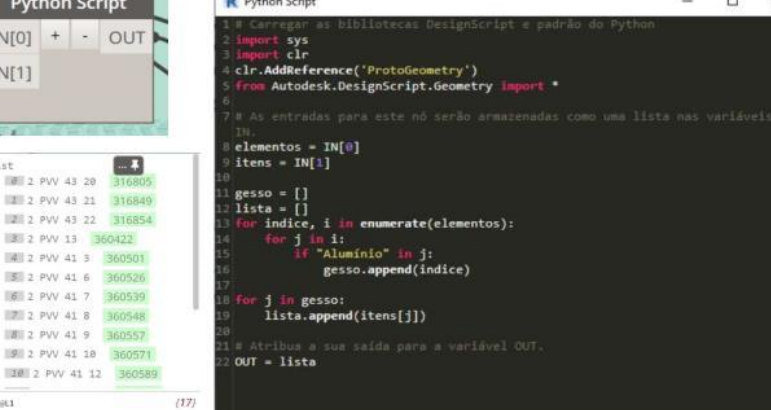
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
12	Importar os elementos referente a categoria "parede" e os respectivos materiais	Criar um nó "Categories" e selecionar conforme a categoria identificada. Criar um nó "All Ements of Category" que irá importar todos os elementos modelados para aquela categoria. Criar um nó "Element.GetMaterials" que irá importar todos os materiais que estão nos elementos. Criar o nó "Material.Name" que irá retornar o nome de todos os materiais.	
E - Associar as informações da planilha em excel referente "Atividade /Periodicidade" aos elementos identificados no projeto em Revit: categoria			
13	Extrai a Atividade/Periodicidade referente a cada sistema que é identificado a partir da categoria (neste projeto ocorre para louças e metais)	Criar um "code Block" que se refere aos sistemas com periodicidade constante (0 Esquadrias de alumínio - 1 Louças e Metais - 2 Estruturas e paredes). Criar um nó "List.GetItemAtIndex", a entrada "list" é a saída "out" da ação 9, e terá como "index" o "code block" para cada sistema identificado somente pela categoria (neste caso é o "1")	



(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
14	<p>Replica a informação de Atividade/Periodicidade "n" vezes, sendo "n" o número de elementos que recebem essa informação.</p>	<p>Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0] é a saída "element" da ação 11 e a entrada "IN[1]" é a saída "item" da ação 13. Gera a lista de todos os elementos que apresenta a mesma atividade/periodicidade</p>	 <pre> # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python import sys import clr clr.AddReference('ProtoGeometry') from Autodesk.DesignScript.Geometry import * # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis IN. elementos = IN[0] valor = IN[1] # Insira o código abaixo desta linha parametrovalue = [] for i in range(len(elementos)): parametrovalue.append(valor) # Atribua a sua saída para a variável OUT. OUT = parametrovalue </pre>
15	<p>Inclui a informação referente a atividade/periodicidade no parâmetro de cada elemento referente a louças e metais</p>	<p>Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "elements" da ação 11, para "value" a saída "out" da ação 14 e o "parameterName" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Atividade/Periodicidade</p>	



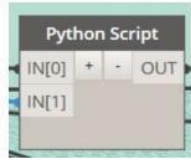
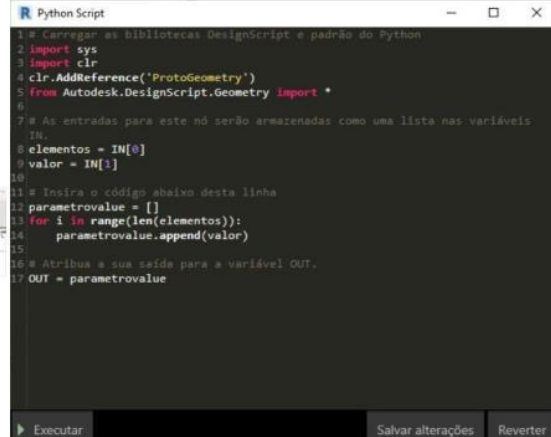
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
E - Associar as informações da planilha em excel referente "Atividade /Periodicidade" aos elementos identificados no projeto em Revit : categoria e material			
16	<p>Realizar a filtragem dos elementos que contém o material de interesse (necessário para os sistemas que são identificados a partir da categoria e material - para esse projeto isso ocorre para Esquadrias de alumínio e Estruturas e paredes). Para identificar as esquadrias de alumínio foi necessário criar um nó para categoria janela e material alumínio e outro para a categoria parede e material alumínio.</p>	<p>Para a Esquadrias de Alumínio - considerando a categoria Janela - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 10, e in [1] é a saída "element" da ação 10. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "alumínio".</p> <p>Para a Estruturas e paredes - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 12, e "IN[1]" a saída "element" da ação 12. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "tinta" ou "gesso".</p>	 <pre> Python Script IN[0] + - OUT IN[1] List WALL SYSTEM GLASS 194315 634481 Python Script 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('ProtoGeometry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis 8 IN. 9 elementos = IN[0] 10 itens = IN[1] 11 12 gesso = [] 13 lista = [] 14 for indice, i in enumerate(elementos): 15 for j in i: 16 if "Aluminio" in j: 17 gesso.append(indice) 18 19 for j in gesso: 20 lista.append(itens[j]) 21 22 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 23 OUT = lista </pre>
17	<p>Realizar a filtragem dos elementos que contém o material de interesse (necessário para os sistemas que são identificados a partir da categoria e material - para esse projeto isso ocorre para Esquadrias de alumínio e Estruturas e paredes). Este nó realiza para o sistema de esquadria de alumínio - categoria parede e material alumínio)</p>	<p>Para a Esquadria de Alumínio - considerando a categoria Paredes - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 10, e "IN[1]" é a saída "element" da ação 10. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "alumínio".</p>	 <pre> Python Script IN[0] + - OUT IN[1] List 2 PVV 43 20 316809 2 PVV 43 21 316849 2 PVV 43 22 316854 2 PVV 13 360422 2 PVV 41 3 360501 2 PVV 41 6 360526 2 PVV 41 7 360539 2 PVV 41 8 360548 2 PVV 41 9 360557 2 PVV 41 10 360571 2 PVV 41 12 360589 Python Script 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('ProtoGeometry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis 8 IN. 9 elementos = IN[0] 10 itens = IN[1] 11 12 gesso = [] 13 lista = [] 14 for indice, i in enumerate(elementos): 15 for j in i: 16 if "Aluminio" in j: 17 gesso.append(indice) 18 19 for j in gesso: 20 lista.append(itens[j]) 21 22 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 23 OUT = lista </pre>



(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
18	<p>Extrai a Atividade/Periodicidade referente a cada sistema que é identificado a partir da categoria e material</p>	<p>Para o sistema Esquadrias de Alumínio criar um nó "List.GetItemAtIndex", com entrada "list" a saída "out" da ação 9, e terá como "index" o "code block" da ação 13 para cada sistema identificado somente pela categoria (neste caso é o "0").</p> <p>Para o sistema Estruturas e paredes criar um nó "List.GetItemAtIndex", com entrada "list" o saída "out" da ação 9, e terá como "index" o "code block" da ação 13 para cada sistema identificado somente pela categoria (neste caso é o "2")</p>	
19	<p>Recebe as listas de elementos que foram geradas para as duas categorias e as unificam, para o sistema de esquadrias de alumínio.</p>	<p>Criar um nó "List Create" em que a entrada "item0" é a saída "out" da ação 16 e a entrada "Item1" é a saída "out" da ação 17. É gerado uma lista unificando os elementos.</p>	


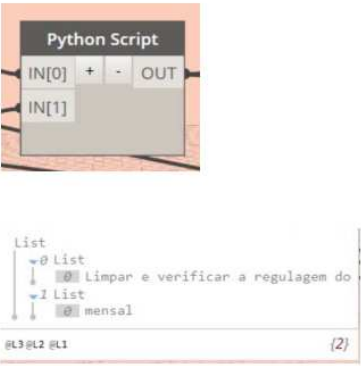
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
20	Tratar os dados gerados, para o caso de duas categorias, deixando a lista de elementos em um único nível, para entrar com os elementos nos próximos nós. Neste caso utilizado para esquadrias de alumínio.	Criar um nó "List.Flatten" sendo a entrada "list" a saída "list" da ação 19, já a entrada "amt" já é pré-definida para deixar uma lista de forma linear (valor padrão: -1)	 
21	Replica a informação de Atividade/Periodicidade "n" vezes, sendo "n" o número de elementos que recebem essa informação para cada sistema que é identificado a partir da categoria e material (Esquadrias de alumínio e Estruturas e paredes)	<p>Para Esquadria de Alumínio: Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0]" é o saída "var[...][]" da ação 20 e a entrada "IN[1]" e a saída "item" da ação 18.</p> <p>Para Estruturas e Paredes - Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0]" é o saída "out" da ação 16 e a entrada "IN[1]" é a saída "item" da ação 18.</p> <p>Gera a lista de todos os elementos em que apresenta a mesma atividade/periodicidade</p>	 

(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
22	Inclui a informação referente a atividade/periodicidade no parâmetro de cada elemento que o sistema que é identificado a partir da categoria e material	<p>Para Esquadrias de Alumínio - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...][]" da ação 20, para "value" a saída "out" da ação 21 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Atividade/Periodicidade</p> <p>Para Estruturas e Paredes - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "out" da ação 16, para "value" a saída "out" da ação 21 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Atividade/Periodicidade</p>	
F -Associar as informações da planilha em excel referente "Atividade Prioritária" e "Periodicidade Prioritaria" aos elementos identificados no projeto em Revit e gerar a visualização das cores nos elementos .			
23	Selecionar o sistema a ser trabalhado (esquadrias de alumínio, louças e metais e estruturas e paredes)	Criar um nó "List.GetItemAtIndex", no qual a entrada "list" é a saída "list" da ação 5. Será gerada uma lista do sistema que será trabalhado. Como "index" será o "CodeBlock" da ação 13, utilizando "0" para o sistema de esquadrias de alumínio, "1" para louças e metais, e "2" para estruturas e paredes.	



(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
24	Busca a atividade e periodicidade do sistema que está sendo trabalhado	<p>Criar dois nós "Code Block".</p> <p>Para buscar a atividade criar um nó cuja a entrada "dict - nome dado a variável" vem da saída "out" da ação 6 e o "i" vem do "item" da ação 23. Utilizar no campo "dict [i]" [0] para a atividade, conforme o dicionário gerado na ação 6.</p> <p>Para buscar a periodicidade criar um nó cuja a entrada "dict - nome dado a variável" vem da saída "out" da ação 6 e o "i" vem do "item" da ação 23. Utilizar no campo "dict [i]" [1] para a periodicidade, conforme o dicionário gerado na ação 6.</p>	
25	Identificar, para o sistema analisado, qual a atividade é prioritária em relação a menor periodicidade	<p>Criar um nó "Python Script" em que a entrada "IN[0]" busca as atividades e "IN [1]" busca a periodicidade, essas entradas vem das saídas da ação 24.</p> <p>Foi atribuída pontuação 4 para periodicidade diária, 3 para semanal, 2 para quinzenal e 1 para mensal. É extraído o valor máximo referente a periodicidade apresentado na lista, identificando assim a atividade prioritária.</p>	 <pre data-bbox="1541 767 1989 1230"> Python Script 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('Protodemetry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis 8 in 9 atividades = IN[0] 10 periodicidade = IN[1] 11 12 lista = [] 13 saidaativ = [] 14 peri = [] 15 16 # Insira o código abaixo desta linha 17 18 for i in periodicidade: 19 if i.lower() == "diario": 20 lista.append(4) 21 elif i.lower() == "semanal": 22 lista.append(3) 23 elif i.lower() == "quinzenal": 24 lista.append(2) 25 elif i.lower() == "mensal": 26 lista.append(1) 27 28 for index, j in enumerate(lista): 29 if j == max(lista): 30 saidaativ.append(atividades[index]) 31 peri.append(periodicidade[index]) 32 33 # Atribua a sua saída para a variável OUT 34 OUT = saidaativ, peri </pre>

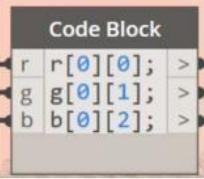

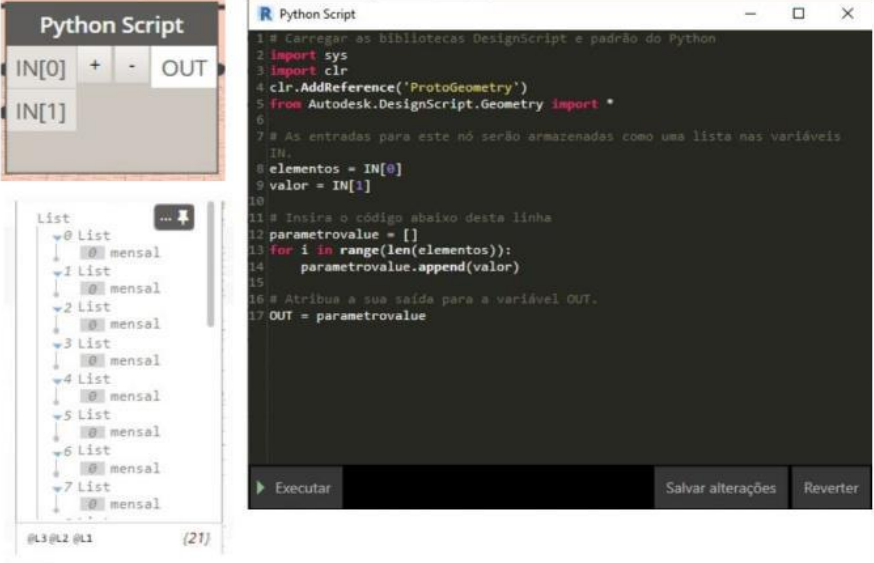
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
26	Separar as informações referentes à atividade prioritária e periodicidade prioritária. Uma lista - 0 prioridade e 1 periodicidade	Criar um "Code Block" em que a entrada para prioridade e para periodicidade vem da saída "out" da ação 25	
27	Replicar a informação de Prioridade "n" vezes, sendo "n" o número de elementos que recebem essa informação.	<p>Para louças e metais: Criar um nó "Python Script" em que a entrada "IN [0]" é a saída "element" da ação 11, e a entrada "IN [1]" é a saída do "Code Block" referente à prioridade [0] da ação 26.</p> <p>Para Esquadrias de alumínio: Criar um nó "Python Script" em que a entrada "IN [0]" é a saída "var[...]]" da ação 20, e a entrada "IN [1]" é a saída do "Code Block" referente à prioridade [0] da ação 26.</p> <p>Para Estuturas e paredes: Criar um nó "Python Script" em que a entrada "IN [0]" é a saída "out" da ação 16, e a entrada "IN [1]" é a saída do "Code Block" referente à prioridade [0] da ação 26.</p> <p>Gera a lista de todos os elementos em que apresenta a mesma prioridade.</p>	

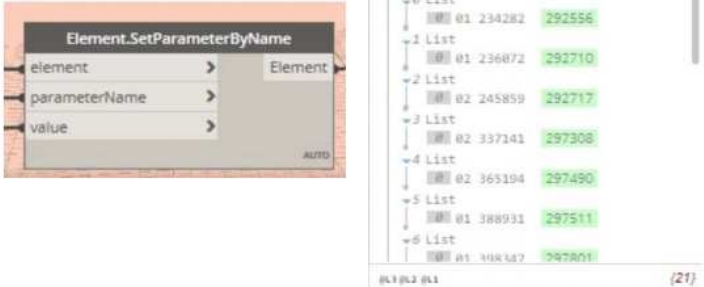
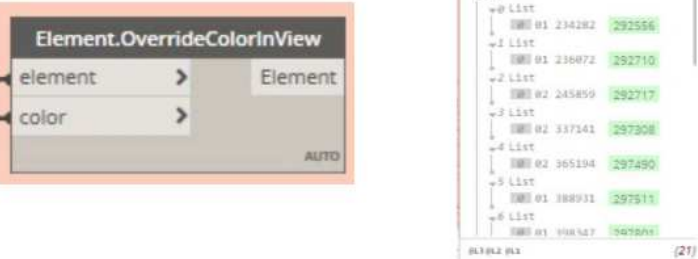
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
28	Inclui a informação referente a Atividade Prioritária no parâmetro de cada elemento identificado no sistema	<p>Para louças e metais: Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "elements" da ação 11, para "value" a saída "out" da ação 27 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente Atividade Prioritária.</p> <p>Para Esquadrias de alumínio: Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...]]" da ação 20, para "value" a saída "out" da ação 27 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente Atividade Prioritária.</p> <p>Para Estuturas e paredes: Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "out" da ação 16, para "value" a saída "out" da ação 27 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente Atividade Prioritária.</p>	
29	Indicar os códigos RGB referente as cores atribuídas as periodicidades constantes. Foi definido as cores azul para mensal, bege para quinzenal, roxo para semanal e rosa para diária.	<p>Para os três sistemas: Criar um nó "Python Script" em que a entrada "IN [0]" é o Code Block "periodicidade [1]" da ação 26. Gera a lista de definições das cores de acordo com os códigos RGB, sendo: semanal [112,48,160], mensal [0,176,240], quinzenal [255,204, 153] e diária [255,0,255].</p>	

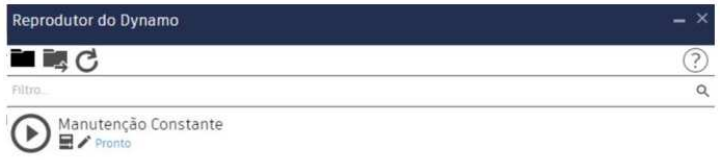
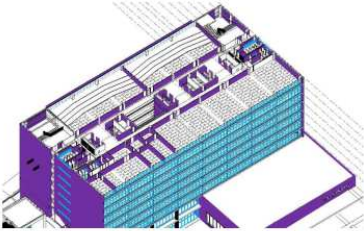
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
30	Separar cada um dos números referente ao código RGB	Para os três sistemas: Criar um "Code Block" para separar os 3 números existentes no código RGB. As entradas de r, g e b é a saída "out" da ação 29. -	
31	Construir a cor baseado no código RGB informado	Para os três sistemas: Criar um nó "Color.ByARGB" em que as entradas são as saídas do "Code Block" da ação 30.	
32	Replica a informação de Periodicidade prioritária "n" vezes, sendo "n" o número de elementos que recebem essa informação.	<p>Para louças e metais: Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0]" é a saída "element" da ação 11 e entrada "IN[1]" é a saída do "Code Block" periodicidade [1] da ação 26.</p> <p>Para Esquadrias de alumínio: Criar um nó "Python Script" em que a entrada "IN [0]" é a saída "var[...][]" da ação 20, e a entrada "IN [1]" é a saída do "Code Block" referente a periodicidade [1] da ação 26.</p> <p>Para Estuturas e paredes: Criar um nó "Python Script" em que a entrada "IN [0]" é a saída "out" da ação 16, e a entrada "IN [1]" é a saída do "Code Block" referente a periodicidade [1] da ação 26.</p> <p>Gera a lista de todos os elementos em que apresenta a mesma periodicidade prioritária.</p>	

(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
33	Incluir a informação referente a periodicidade prioritária no parâmetro de cada elemento identificado nos sistemas	<p>Para louças e metais: Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "elements" da ação 11, para "value" a saída "out" da ação 32 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Periodicidade Prioritária.</p> <p>Para Esquadrias de alumínio: Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...][]" da ação 20, para "value" a saída "out" da ação 32 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Periodicidade Prioritária.</p> <p>Para Estuturas e paredes: Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "out" da ação 16, para "value" a saída "out" da ação 32 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Periodicidade Prioritária.</p>	
34	Colorir os elementos do sistema que está sendo trabalhado, a partir da periodicidade prioritária	Para os três sistemas: Criar um nó "Element.OverrideColorInView" que tem como entrada em "element" a saída "element" da ação 33, e para entrada em "color" a saída "color" da ação 31.	

(conclusão)

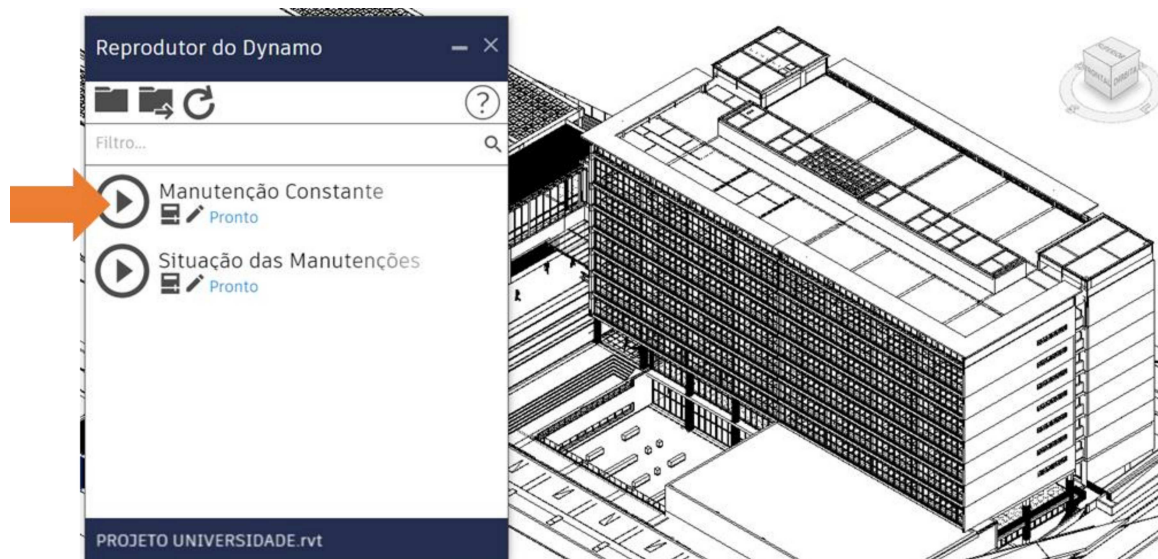
Nº	Ação	Como	Imagem
35	Gerar uma rotina para visualizar as manutenções constante no Revit	No Revit ir na aba Gerenciar e abrir o Reprodutor do Dynamo. Selecionar a Rotina Manutenção Constante	 <p>The image shows a window titled 'Reprodutor do Dynamo' (Dynamo Player). It features a search bar with the text 'Filtro...' and a magnifying glass icon. Below the search bar, there is a play button icon followed by the text 'Manutenção Constante' and a small icon with the word 'Pronto' (Ready).</p>
36	Visualizar as necessidades de manutenção constante	É gerado a partir da atividade 40 a visualização do projeto, conforme as necessidades de manutenções constantes	 <p>The image is a 3D architectural rendering of a multi-story building. The building's structure is shown in a wireframe style with blue and purple highlights, indicating specific areas or components related to the maintenance needs mentioned in the text.</p>

Fonte: Elaborado pela autora

6.3.1.1 - Visualização da manutenção constante

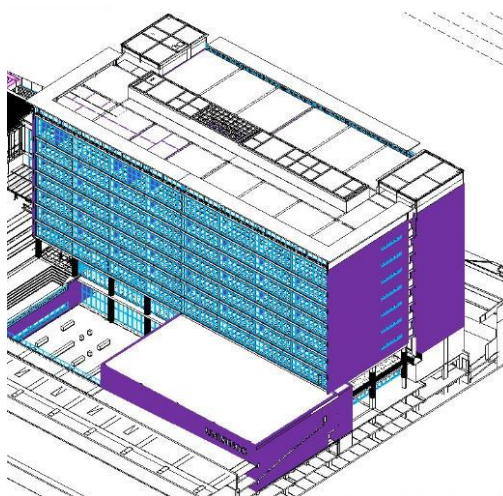
Após o processamento das informações quanto às atividades de manutenção no software Dynamo da Manutenção Constante, foi aberto o projeto em Revit e executada a rotina a partir do “Reprodutor do Dynamo” (figura 33). Após a execução da rotina foi possível a visualização das necessidades de “manutenção constante” no edifício educacional (figura 34).

Figura 33 – Executar a rotina “Manutenção Constante”



Fonte: Elaborado pela autora

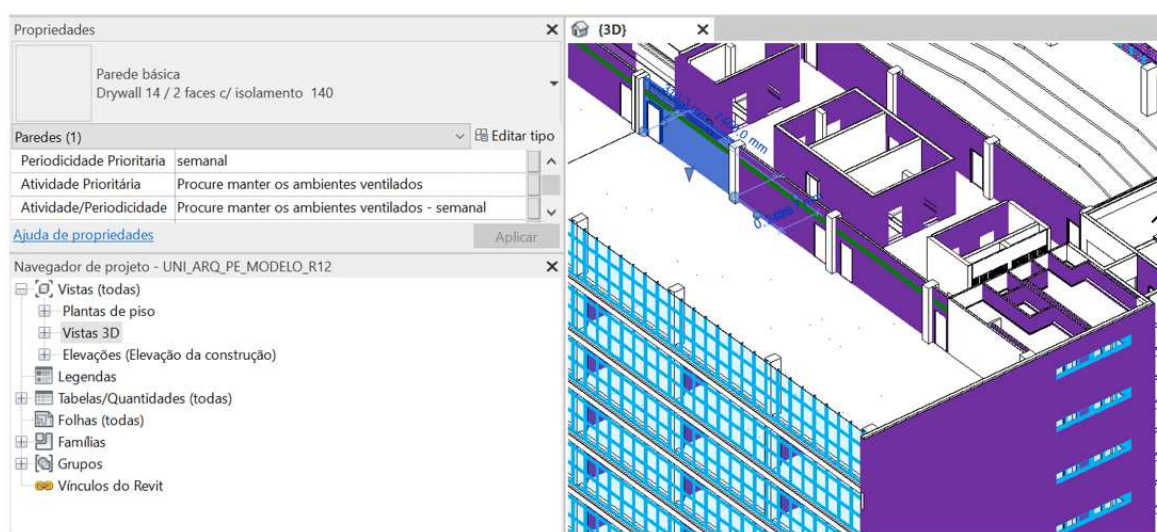
Figura 34 – Visualização da rotina “Manutenção Constante”



Fonte: Elaborado pela autora

A partir dos projetos modelados do EE e da integração realizada pelo Dynamo, as figuras 35, 36 e 37 mostram a comunicação do modelo com o usuário referente às Manutenções constantes, permitindo a identificação dos elementos no projeto modelado e informações quanto às atividades a serem realizadas em forma de texto (janelas à esquerda). Os resultados mostrados se referem aos sistemas: estruturas e paredes (figura 35), esquadrias de alumínio (figura 36), louças e metais (figura 37).

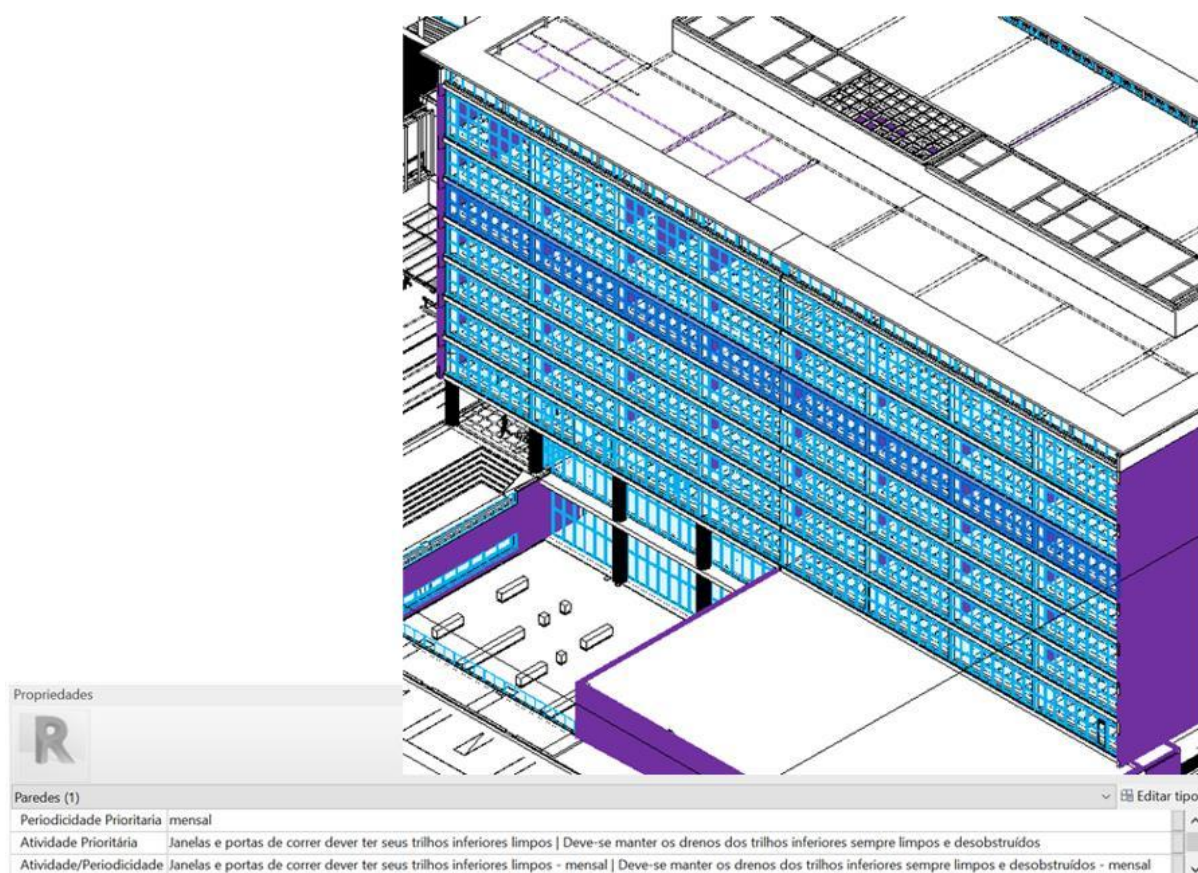
Figura 35 – Parâmetros no projeto para manutenção constante dos elementos do sistema de estruturas e paredes



Fonte: Elaborado pela autora

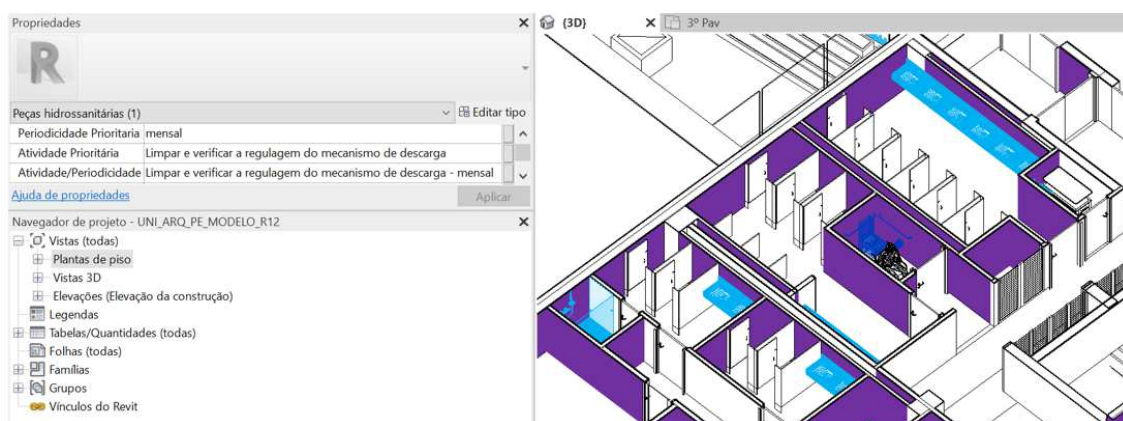
O sistema de estruturas e paredes apresenta uma atividade de manutenção constante semanal. Logo os elementos modelados com categoria parede e que apresentam em seu material gesso ou tinta, aparecem no projeto em Revit na cor roxa. Esse sistema apresenta duas atividades de manutenção constante, e ambas têm periodicidade mensal. Portanto, os elementos modelados com categoria “Janela” ou “Parede” e que apresentam em seu material alumínio, aparecem no projeto em Revit na cor azul.

Figura 36 – Parâmetros no projeto para manutenção constante dos elementos do sistema de esquadrias de alumínio



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 37 – Parâmetros no projeto para manutenção constante dos elementos do sistema de louças e metais

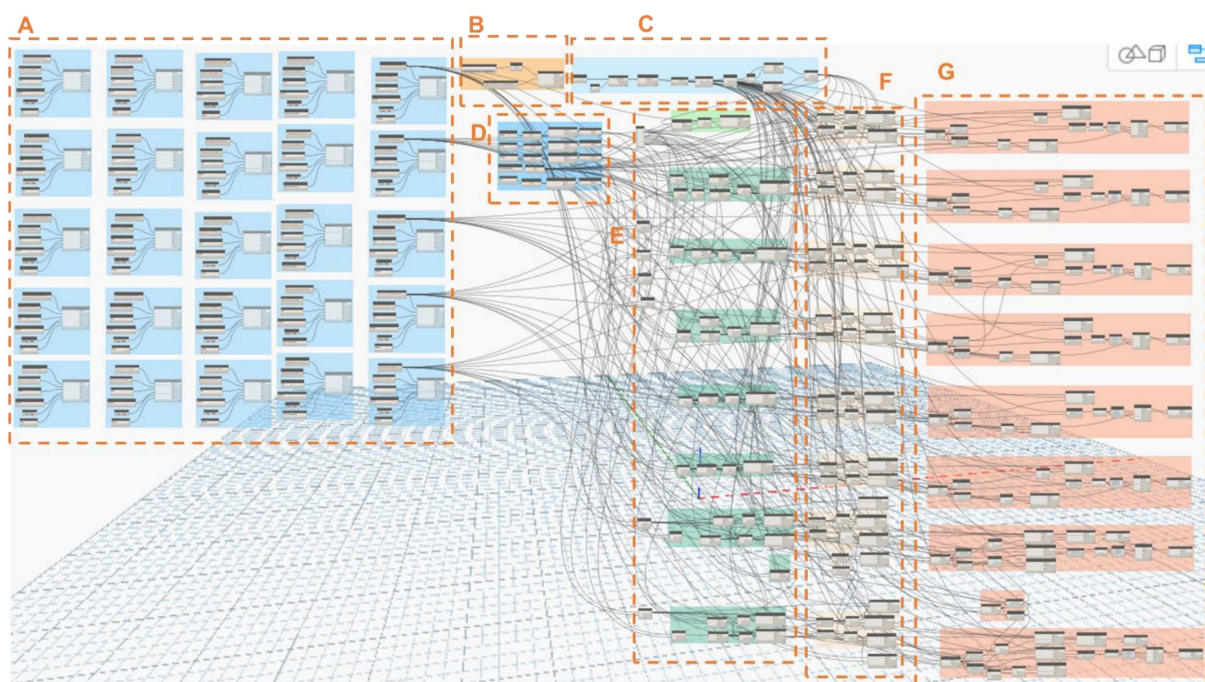


O sistema Louças e metais apresenta uma atividade de manutenção constante, cuja periodicidade é mensal. Desse modo, os elementos modelados com categoria “Peças hidrossanitárias” aparecem no projeto em Revit na cor azul.

6.3.2 Rotina: visualização da situação das manutenções

O desenvolvimento da rotina no software Dynamo para a situação das manutenções foi realizado de acordo com as ações descritas capítulo 4, assim como ocorreu no item 6.3.1. Na figura 38 pode-se ter uma visão geral da programação realizada, com intuito de visualizar como ficou a rotina após a sua conclusão.

Figura 38 – Visão geral da programação no Dynamo: Situação da Manutenção



Fonte: Elaborado pela autora

As ações criadas nas áreas em destaques referentes às letras A à G da figura 38, foram descritas a partir do quadro que apresenta o desenvolvimento da rotina “Situação das Manutenções” no Dynamo (quadro 17).

Nesse quadro estão descritas as ações necessárias para esse desenvolvimento, como e quais nós foram criados e as definições de entrada e saída de cada nó, e uma imagem a título ilustrativa. No apêndice J encontra-se uma explicação em texto de como foi realizada a rotina referente a situação das manutenções.

Quadro 17 – Desenvolvimento da rotina “Situação das Manutenções” no Dynamo

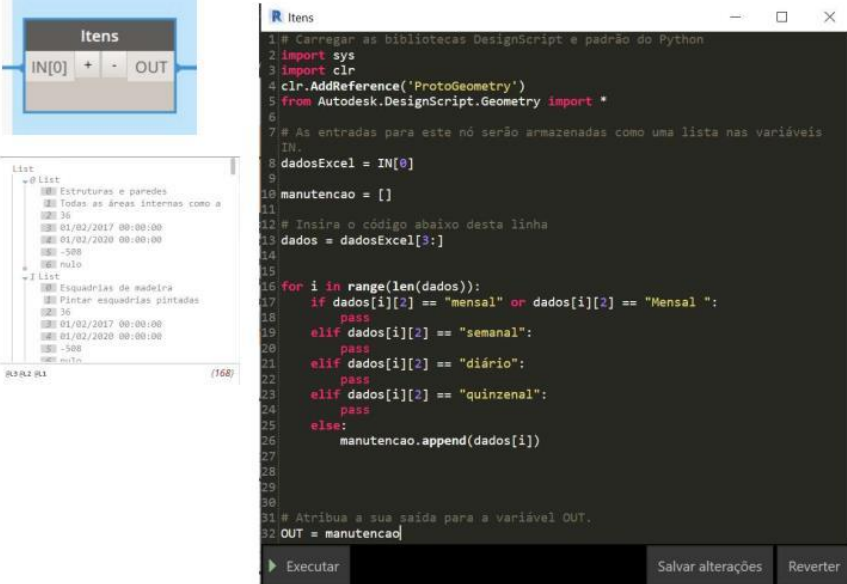
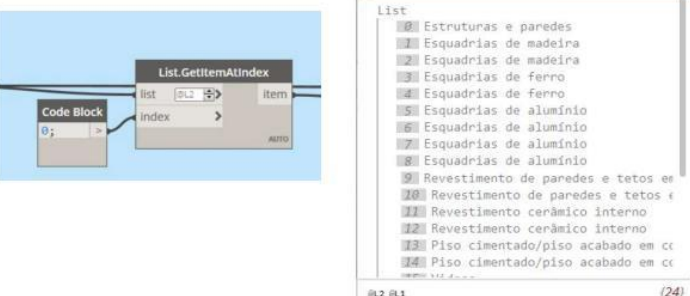
(continua)

Nº	Ação	Como	Imagem
<p>A - Gerar os parâmetros a serem visualizados nas propriedades dos elemento e no projeto: Atividade/Periodicidade; Atividade Prioritária; Periodicidade Prioritária; Data da última manutenção; Data da próxima manutenção Prioritária</p>			
<p>1</p>	<p>Criar rotina no Dynamo para gerar parâmetros nos elementos de cada categoria do Revit que serão acompanhados referente a atividade /periodicidade, Periodicidade Prioritária, Atividade prioritária, Data da última manutenção e Data da próxima manutenção (neste modelo foram criadas para as categorias: janelas, peças hidrossanitárias, paredes, piso e portas)</p>	<p>Gerar no dynamo para cada categoria uma rotina, a partir do nó "Parameter.CreateProjectParameter". Entrada do nó: "parameterName" - criar um Code block para todos os parâmetros (Atividade /Periodicidade, Atividade Prioritária, Periodicidade Prioritária, Data da última manutenção e Data da próxima manutenção); Entrada "groupName" - criar um Code Block para "Dados de atividade"- não utilizado nesse projeto, mas necessário atribuir um texto; Entrada "type" criar o nó "Select Parameter Type", selecionar "Text"; Entrada "group" criar o nó "Select BuiltIn Parameter Group" selecionar "PG_TEXT"; Entrada "instance" criar o nó "Boolean" e marcar True; Entrada "categoryList" criar o nó "Categories" e selecionar a categoria que está sendo criada a rotina</p>	

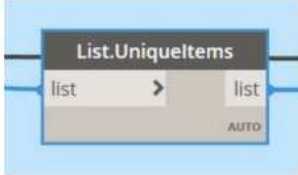
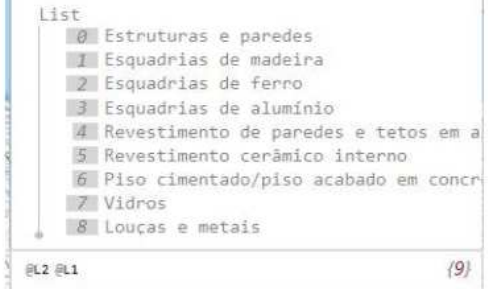
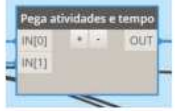
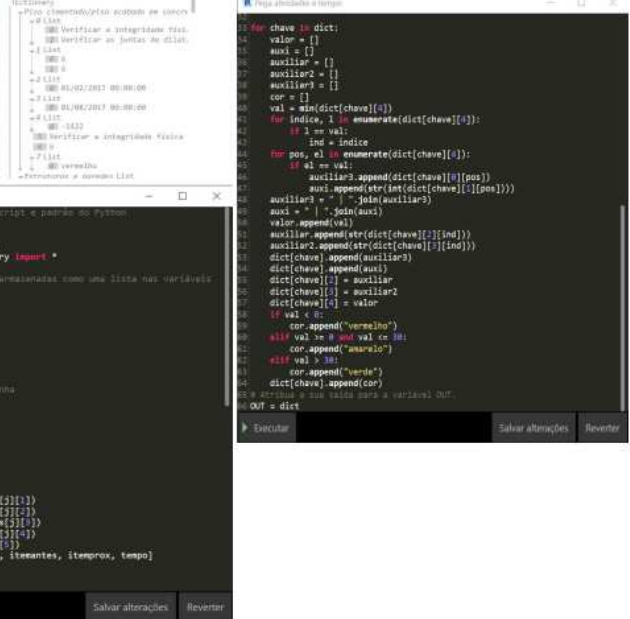
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
B - Importar as informações da planilha de identificação das necessidades de manutenção preventiva e situação das manutenções			
2	<p>Importar os dados existentes no plano de manutenção preventiva, informando o endereço onde está localizado o arquivo</p>	<p>Criar o nó "Data.ImportExcel". Para alimentar esse nó são necessários criar outros três nós, dois para a entrada "file" ("File Path" e o "File from path") e um para a entrada "sheetName" ("Code Block"). Criar o nó "File Path" em que deve ser selecionado onde se encontra o arquivo do excel. Criar o nó "File From Path" em que entrada "path" é a saída do nó "file path". A saída "file" do nó "File From Path" é a entrada "file" do nó "Data.ImportExcel". Já para a entrada "sheetName" criar um "Code Block" indicando qual é a aba que se encontra a informação no arquivo. Será criado uma lista que importa os dados da planilha do excel, fazendo a leitura de cada linha existente na planilha (número 0 List - é a primeira linha; 0 é o conteúdo da coluna 1; 1 é o conteúdo da coluna 2 e assim sucessivamente)</p>	<pre> List ├── 0 List │ ├── 0 PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO PREV │ ├── 1 nulo │ ├── 2 data: │ ├── 3 23/06/2021 00:00:00 │ ├── 4 nulo │ ├── 5 nulo │ └── 6 nulo └── 1 List ├── 0 nulo ├── 1 MANUAL DO USUÁRIO ├── 2 nulo ├── 3 UNIVERSIDADE ├── 4 nulo ├── 5 nulo └── 6 nulo </pre> <p style="text-align: right;">@L3 @L2 @L1 {217}</p>

(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
C - Tratamento dos dados filtrados para poder gerar a rotina de visualização no modelo para as necessidade de manutenção constante			
3	<p>É necessário tratar os dados filtrados no excel para gerar a visualização no modelo. Filtrar as informações da planilha do excel, separando os sistemas que não apresentam periodicidade constante (mensal, semanal, diário, quinzenal) em número de meses</p>	<p>Criar um nó "Python Script" para gerar uma lista buscando todas as linhas em que os sistemas não apresentam periodicidades de manutenções constantes (mensal, semanal, diária e quinzenal). Esse nó tem como entrada "IN[0]" a saída "data" da ação 2, é utilizado um laço "for" buscando, em cada linha, na segunda coluna do excel quando ocorrer as manutenções constantes. A lista principal (0 List) traz 4 linhas em que aparecem essa informação, sendo buscado as informações destas linhas de acordo com as colunas do excel (0 - Sistema; 1- Atividade; 2 - Periodicidade; 3 - data da última manutenção; 4- situação da manutenção; 5 - nulo).</p>	
4	<p>Buscar todos os sistemas que apresentam periodicidade em meses</p>	<p>Criar um nó "List.GetItemAtIndex", no qual a entrada "list" é a saída "out" da ação 3. Será gerada uma lista dos sistemas em que apresentam periodicidade em meses. Criar um "CodeBlock" para definir a coluna a ser buscada (número da coluna -1), que será a entrada "index" para esse nó.</p>	

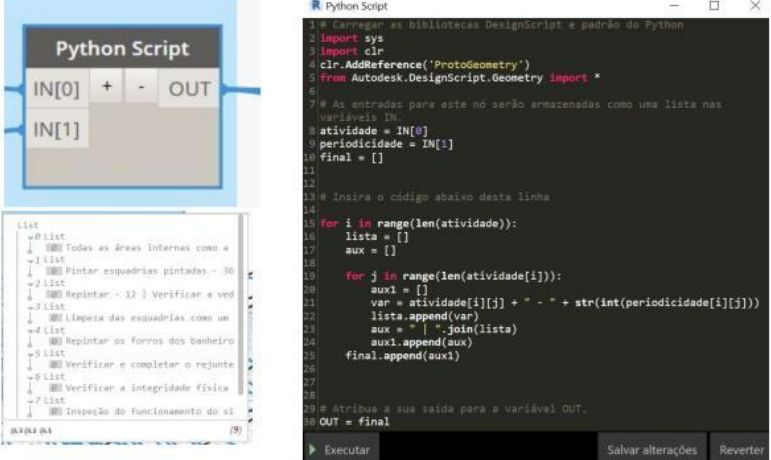
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
5	Limpar a lista anterior, deixando somente uma vez o nome do sistema em que apresenta a periodicidade em meses	Criar um nó "List.Uniqueltems", que apresenta como entrada para "list" a saída "item" da ação 4. Será gerada uma lista dos sistemas em que apresentam periodicidade em meses, sendo apresentado, o nome do sistema, uma única vez. Foram gerados 9 sistemas sendo: 0 - Estruturas e paredes; 1 - Esquadrias de madeira; 2 - Esquadrias de ferro; 3 - Esquadrias de alumínio; 4 - Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso; 5 - Revestimento cerâmico interno; 6 - Piso cimentado/piso acabado em concreto; 7 - Vidros; 8 - Louças e metais	 
6	A estrutura da informação estava estruturada em lista. Transforma a estrutura de lista em um dicionário, tendo como chave os sistemas e como valor as atividades, periodicidades, data da última manutenção, cores relacionadas a situação da manutenção para cada sistema.	Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[1]" a saída "list" da ação 5, e para "IN[0]" a saída "out" da ação 3. Gera um dicionário, tendo cada sistema como chave, que carrega as atividades, periodicidade, data da última manutenção, data da próxima manutenção, cores relacionadas a situação da manutenção para cada sistema. É nesse nó que se define as prioridades nas atividades, buscando as atividades mais atrasadas (menor número).	 

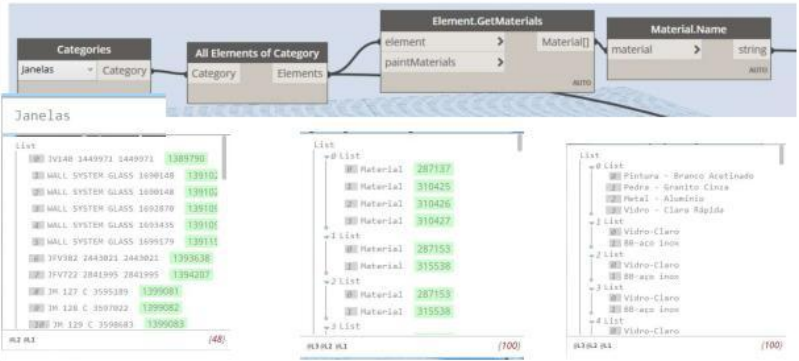
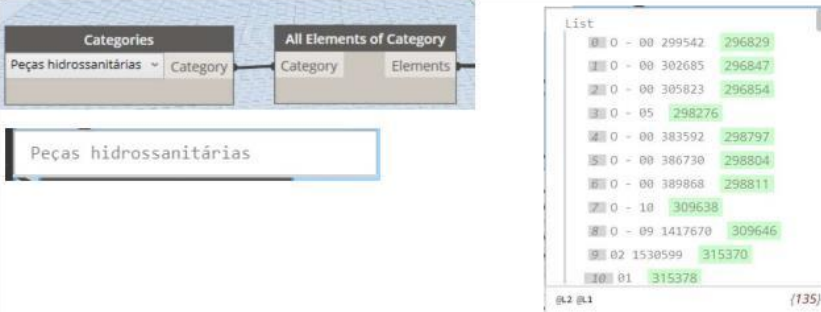
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
7	Separar as informações referente a atividade e periodicidade. Uma lista com índice 0 para atividades e 1 para periodicidade	Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[1] a saída "list" da ação 5, e in [0] é a saída "out" da ação 6. É gerado uma contendo as atividades e oa periodicidade dos sistemas	<pre> Python Script IN[0] + - OUT IN[1] List ├── 0 List │ └── Todas as áreas internas como │ ├── 1 List │ │ ├── Pintar esquadrias pintadas │ │ └── Esquadrias enceradas devem ser │ └── 2 List │ ├── Repintar │ └── Verificar a vedação e fixação ├── 3 List │ ├── Limpeza das esquadrias como │ ├── Reapertar com chave de fenda │ ├── Verificar nas janelas maxiar │ └── Verificar a vedação e fixação └── 4 List └── Repintar os forros dos banhe. Python Script # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python import sys import clr clr.AddReference('ProtoGeometry') from Autodesk.DesignScript.Geometry import * # Os elementos para este nó serão armazenados como uma lista nas variáveis IN. dict = IN[0] itens = IN[1] atividades = [] peri = [] for i in itens: aux = [] for j in dict[i][0]: aux.append(j) atividades.append(aux) aux = [] for k in dict[i][1]: aux.append(k) peri.append(aux) # Insira o código abaixo desta linha # Escreva a sua saída para a variável OUT. OUT = atividades, peri </pre>
8	Separa as informações em que serão gerada duas listas: uma de atividades e outra de periodicidade	Criar um "Code Block" para atividade (0) e periodicidade (1). Para gerar uma lista de atividades, será criado um nó "List.GetItemAtIndex", com entrada para "list" a saída "out" da ação 7, e terá como "index" a saída "0" do Code block. Para gerar uma lista de periodicidade será criado um nó "List.GetItemAtIndex", com entrada para "list" a saída "out" da ação 7, e terá como "index" a saída "1" do Code block.	<pre> Code Block 0: 1: List.GetItemAtIndex list → item index → aux0 List.GetItemAtIndex list → item index → aux1 List ├── 0 List │ └── 36 ├── 1 List │ └── 24 ├── 2 List │ ├── 12 │ └── 12 ├── 3 List │ ├── 12 │ ├── 6 │ ├── 2 │ ├── 6 │ ├── 12 │ └── 12 └── 4 List ├── 12 └── 36 List ├── 0 List │ └── Todas as áreas internas como a ├── 1 List │ ├── Pintar esquadrias pintadas │ └── Esquadrias enceradas devem ser ├── 2 List │ ├── Repintar │ └── Verificar a vedação e fixação d ├── 3 List │ ├── Limpeza das esquadrias como um │ ├── Reapertar com chave de fenda os │ ├── Verificar nas janelas maxiar a │ └── Verificar a vedação e fixação d └── 4 List └── Repintar os forros dos banheiro └── repintar paredes e tetos das ár </pre>

(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
9	Definir a estrutura da informação que será inserida no parâmetro Atividade/Periodicidade	Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "item" referente a atividade da ação 8, e "IN[1]" é a saída referente a periodicidade "item" da ação 8. Será gerada uma lista mantendo a estrutura da informação que será inserida no parâmetro do Revit, em que serão inseridas todas as atividades e a periodicidades para cada sistema da seguinte forma: atividade 1- periodicidade atividade 2 - periodicidade	 <pre> Python Script IN[0] + - OUT IN[1] list 0: list 000 Todas as áreas internas como a 1: list 000 Pintar esquadrias pintadas, - 30 2: list 000 Repintar - 12 Verificar a ved 3: list 000 Limpeza das esquadrias como um 4: list 000 Repintar os forros dos banheiro 5: list 000 Verificar e completar o rejunte 6: list 000 Verificar a integridade física 7: list 000 Inspeção do funcionamento do e1 Python Script 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('ProtoGeometry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis IN. 8 atividade = IN[0] 9 periodicidade = IN[1] 10 final = [] 11 12 13 # Insira o código abaixo desta linha 14 15 for i in range(len(atividade)): 16 lista = [] 17 aux = [] 18 for j in range(len(atividade[i])): 19 aux1 = [] 20 var = atividade[i][j] + " - " + str(int(periodicidade[i][j])) 21 lista.append(var) 22 aux = " ".join(lista) 23 aux1.append(aux) 24 final.append(aux1) 25 26 27 28 29 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 30 OUT = final </pre>

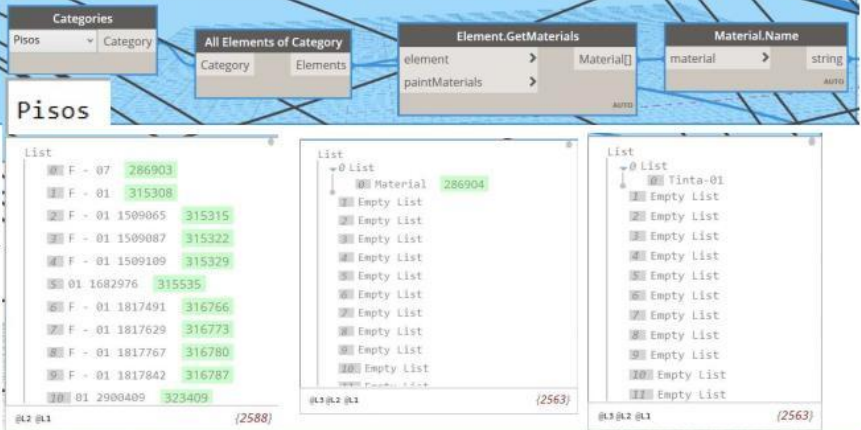

(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
10	Importar os elementos referente a categoria "janela" e os respectivos materiais.	<p>D - Importação dos elementos a partir das informações identificadas no projeto (categoria, categoria e tipo ou categoria e material)</p> <p>Criar um nó "Categories" e selecionar conforme o as categorias identificadas.</p> <p>Criar um nó "All Ements of Category" que irá importar todos os elementos modelados para aquela categoria.</p> <p>Criar um nó "Element.GetMaterials" que irá importar todos os materiais que estão nos elementos.</p> <p>Criar o nó "Material.Name" que irá retornar o nome de todos os materiais.</p>	
11	Importar os elementos referente a categoria "peças hidrossanitárias"	<p>Criar um nó "Categories" e selecionar conforme as categorias identificadas.</p> <p>Criar um nó "All Ements of Category" que irá importar todos os elementos modelados para aquela categoria.</p>	

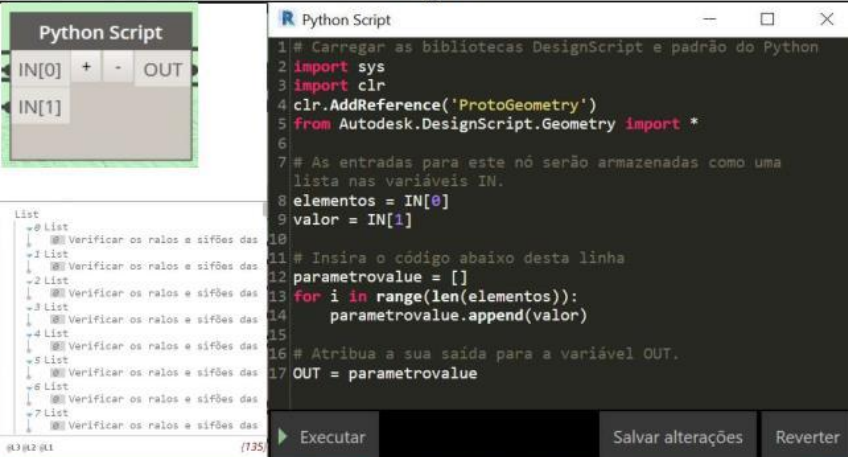

(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
12	<p>Importar os elementos referente a categoria "parede" e os respectivos materiais</p>	<p>Criar um nó "Categories" e selecionar conforme a categoria identificada. Criar um nó "All Elements of Category" que irá importar todos os elementos modelados para aquela categoria. Criar um nó "Element.GetMaterials" que irá importar todos os materiais que estão nos elementos. Criar o nó "Material.Name" que irá retornar o nome de todos os materiais.</p>	
13	<p>Importar os elementos referente a categoria "portas" e os respectivos materiais.</p>	<p>Criar um nó "Categories" e selecionar conforme as categorias identificadas. Criar um nó "All Elements of Category" que irá importar todos os elementos modelados para aquela categoria. Criar um nó "Element.GetMaterials" que irá importar todos os materiais que estão nos elementos. Criar o nó "Material.Name" que irá retornar o nome de todos os materiais.</p>	

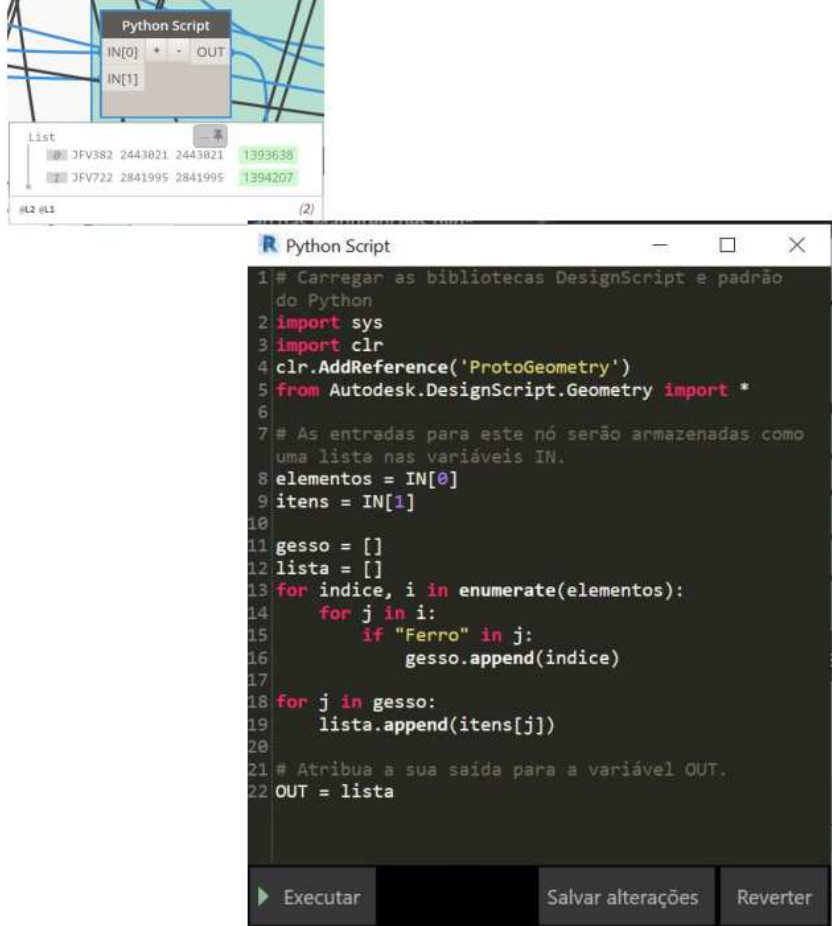
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
14	<p>Importar os elementos referente a categoria "piso" e os respectivos materiais.</p>	<p>Como</p> <p>Criar um nó "Categories" e selecionar conforme o as categorias identificadas.</p> <p>Criar um nó "All Ements of Category" que irá importar todos os elementos modelados para aquela categoria.</p> <p>Criar um nó "Element.GetMaterials" que irá importar todos os materiais que estão nos elementos.</p> <p>Criar o nó "Material.Name" que irá retornar o nome de todos os materiais.</p>	<p>Imagem</p>  <p>The image shows a Dynamo workflow for importing floor elements and materials. It starts with a 'Categories' node set to 'Pisos'. This feeds into an 'All Elements of Category' node, which outputs a list of elements. This list is then processed by an 'Element.GetMaterials' node, which outputs a list of materials. Finally, a 'Material.Name' node is used to extract the names of the materials. The workflow is labeled 'Pisos'.</p>
<p>E - Associar as informações da planilha em excel referente "Atividade /Periodicidade" aos elementos identificados no projeto em Revit: categoria</p>			
15	<p>Extraí a Atividade/Periodicidade referente a cada sistema que é identificado a partir da categoria (neste projeto ocorre para louças e metais)</p>	<p>Como</p> <p>Criar um "code Block" que se refere aos sistemas com periodicidade em meses (0 - Estruturas e paredes; 1 - Esquadrias de madeira; 2 - Esquadrias de ferro; 3 - Esquadrias de alumínio; 4 - Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso; 5 - Revestimento cerâmico interno; 6 - Piso cimentado/piso acabado em concreto; 7 - Vidros; 8 - Louças e metais).</p> <p>Criar um nó "List.GetItemAtIndex", a entrada "list" é a saída "out" da ação 9, e terá como "index" o "code block" para cada sistema identificado somente pela categoria (neste caso é o "8")</p>	<p>Imagem</p>  <p>The image shows a Dynamo workflow for associating activity/periodicity to elements. It features a 'Code Block' with a list of values from 0 to 8. This list is used as the 'index' input for a 'List.GetItemAtIndex' node. The 'list' input of this node is connected to the output of a previous action (labeled '9'). The output of the 'List.GetItemAtIndex' node is a list containing the value '1', which is then used to verify the status of floor drains and traps.</p>

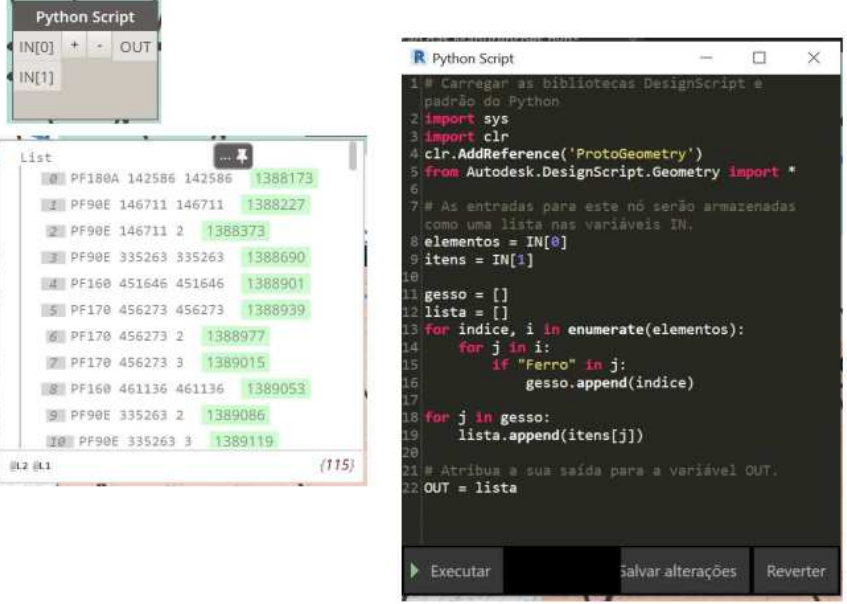
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
16	<p>Replica a informação de Atividade/Periodicidade "n" vezes, sendo "n" o número de elementos que recebem essa informação.</p>	<p>Criar um nó "Python Script" em que a entrada "IN [0] é a saída "element" da ação 11 e a entrada "IN[1]" é a saída "item" da ação 15. Gera a lista de todos os elementos que apresenta a mesma atividade/periodicidade</p>	 <pre> Python Script IN[0] + - OUT IN[1] List -0 List 00 Verificar os ralos e sífões das -1 List 00 Verificar os ralos e sífões das -2 List 00 Verificar os ralos e sífões das -3 List 00 Verificar os ralos e sífões das -4 List 00 Verificar os ralos e sífões das -5 List 00 Verificar os ralos e sífões das -6 List 00 Verificar os ralos e sífões das -7 List 00 Verificar os ralos e sífões das Python Script 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('ProtoGeometry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis IN. 8 elementos = IN[0] 9 valor = IN[1] 10 11 # Insira o código abaixo desta linha 12 parametrovalue = [] 13 for i in range(len(elementos)): 14 parametrovalue.append(valor) 15 16 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 17 OUT = parametrovalue </pre>
17	<p>Inclui a informação referente a atividade/periodicidade no parâmetro de cada elemento referente a louças e metais</p>	<p>Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "elements" da ação 11, para "value" a saída "out" da ação 16 e o "parameterName" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Atividade/Periodicidade</p>	 <pre> Element.SetParameterByName element -> Element parameterName -> value -> AUTO List -0 List 00 299542 296829 -1 List 00 302685 296847 -2 List 00 305823 296854 -3 List 00 298276 -4 List 00 383592 298797 -5 List 00 386730 298804 -6 List </pre>


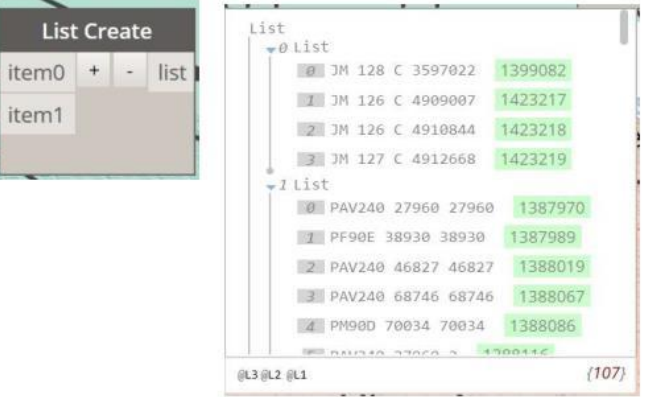
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
E - Associar as informações da planilha em excel referente "Atividade /Periodicidade" aos elementos identificados no projeto em Revit : categoria e material			
18	<p>Realizar a filtragem dos elementos que contém o material de interesse (necessário para os sistemas que são identificados a partir da categoria e material - para esse projeto isso ocorre para Estruturas e paredes; Esquadrias de madeira; Esquadrias de ferro; Esquadrias de alumínio; Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso; Revestimento cerâmico interno; Piso cimentado/piso acabado em concreto; Vidros). Para identificar as estruturas e paredes foi necessário criar um nó para categoria parede e material gesso ou tinta. Para identificar as esquadrias de madeira foi necessário criar um nó para categoria janela e material madeira e outro para a categoria porta e material madeira. Para identificar as esquadrias de ferro foi necessário criar um nó para categoria janela e material ferro e outro para a categoria porta e material ferro. Para identificar as esquadrias de alumínio foi necessário criar um nó para categoria janela e material alumínio e outro para a categoria parede e material alumínio. (CONTÍNUA)</p>	<p>Para estruturas e paredes considerando a categoria Parede - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 12, e in [1] é a saída "element" da ação 12. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "gesso ou tinta".</p> <p>Para esquadrias de madeira considerando a categoria janela - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 10, e in [1] é a saída "element" da ação 10. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "madeira". considerando a categoria porta - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 13, e in [1] é a saída "element" da ação 13. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "madeira".</p> <p>Para a esquadrias de ferro - considerando a categoria Janela - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 10, e in [1] é a saída "element" da ação 10. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "ferro". Considerando a categoria Porta - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 13, e in [1] é a saída "element" da ação 13. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "ferro".</p> <p>Para esquadrias de alumínio - considerando a categoria Janela - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 10, e in [1] é a saída "element" da ação 10. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "alumínio". Para a categoria Parede - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 12, e in [1] é a saída "element" da ação 12. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "alumínio". (CONTÍNUA)</p>	 <pre> 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('ProtoGeometry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis IN. 8 elementos = IN[0] 9 itens = IN[1] 10 11 gesso = [] 12 lista = [] 13 for indice, i in enumerate(elementos): 14 for j in i: 15 if "Ferro" in j: 16 gesso.append(indice) 17 18 for j in gesso: 19 lista.append(itens[j]) 20 21 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 22 OUT = lista </pre>

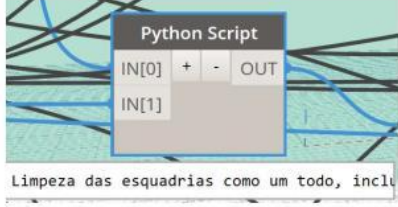


(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
19	<p>(CONTINUAÇÃO) Para identificar Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso foi necessário cria um nó para categoria parede e material gesso ou tinta e outro para a categoria piso e material gesso ou tinta. Para identificar Revestimento cerâmico interno foi necessário cria um nó para categoria parede e material cerâmico e outro para a categoria piso e material cerâmico. Para identificar Piso cimentado/piso acabado em concreto foi necessário cria um nó para categoria piso e material concreto. Para identificar vidro foi necessário cria um nó para categoria janela e material vidro.</p>	<p>Para Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso considerando a categoria Parede - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 12, e in [1] é a saída "element" da ação 12. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "gesso ou tinta". Para a categoria Piso - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 14, e in [1] é a saída "element" da ação 14. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "gesso ou tinta".</p> <p>Para Revestimento cerâmico interno considerando a categoria Parede - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 12, e in [1] é a saída "element" da ação 12. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "cerâmico". Para a categoria Piso - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 14, e in [1] é a saída "element" da ação 14. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "cerâmico".</p> <p>Para identificar Piso cimentado/piso acabado em concreto considerando a categoria Piso - Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "string" da ação 14, e in [1] é a saída "element" da ação 14. Incluir o nome dos material que será filtrado, que no caso deste sistema será "concreto".</p>	 <pre> Python Script IN[0] + - OUT IN[1] List 0 PF180A 142586 142586 1388173 1 PF90E 146711 146711 1388227 2 PF90E 146711 2 1388373 3 PF90E 335263 335263 1388690 4 PF160 451646 451646 1388901 5 PF170 456273 456273 1388939 6 PF170 456273 2 1388977 7 PF170 456273 3 1389015 8 PF160 461136 461136 1389053 9 PF90E 335263 2 1389086 10 PF90E 335263 3 1389119 Python Script 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('ProtoGeometry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis IN. 8 elementos = IN[0] 9 itens = IN[1] 10 11 gesso = [] 12 lista = [] 13 for indice, i in enumerate(elementos): 14 for j in i: 15 if "Ferro" in j: 16 gesso.append(indice) 17 18 for j in gesso: 19 lista.append(itens[j]) 20 21 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 22 OUT = lista </pre>

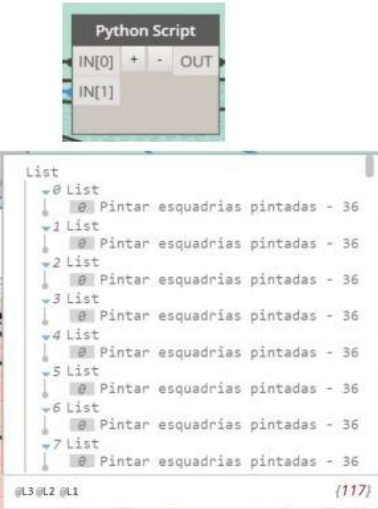
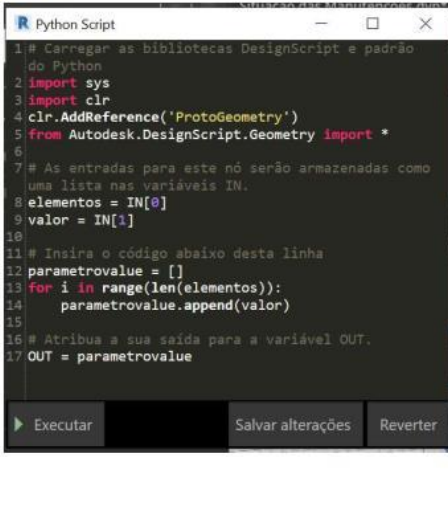

(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
20	Extrai a Atividade/Periodicidade referente a cada sistema que é identificado	Para cada sistema criar um nó "List.GetItemAtIndex", com entrada "list" a saída "out" da ação 9, e terá como "index" o "code block" da ação 15 para cada sistema identificado (0 - Estruturas e paredes; 1 - Esquadrias de madeira; 2 - Esquadrias de ferro; 3 - Esquadrias de alumínio; 4 - Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso; 5 - Revestimento cerâmico interno; 6 - Piso cimentado/piso acabado em concreto; 7 - Vidros).	
21	Para o sistemas que são identificados a partir de duas categorias, é preciso Receber as listas de elementos que foram geradas para as duas categorias e as unificar. (Esquadrias de ferro)	Criar um nó "List Create" em que a entrada "item0" é a saída "out" da ação 18 para uma categoria e a entrada "Item1" é a saída "out" da ação 18 para a outra categoria. É gerado uma lista unificando os elementos.	

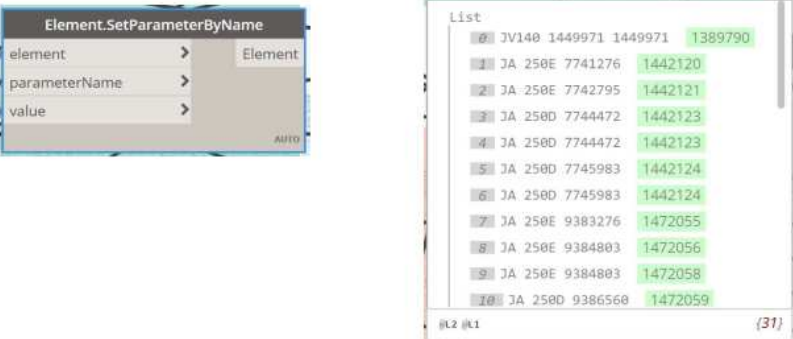

(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
22	<p>Agrega as informações dos sistemas que são identificados no mesmo elemento (Esquadria de Alumínio, Esquadria de madeira, Estruturas e Paredes e Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro)</p>	<p>Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída "item" de um sistema da ação 20, e in [1] é a saída "item" da ação 20 do outro sistema que são identificados no mesmo elemento. É gerado as atividades agrupadas para cada elemento.</p>	 <pre data-bbox="1563 279 1998 726"> Python Script 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('ProtoGeometry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis IN. 8 frase1 = IN[0] 9 frase2 = IN[1] 10 11 12 # Insira o código abaixo desta linha 13 14 15 16 17 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 18 OUT = frase1[0] + " " + frase2[0] </pre>
23	<p>Tratar os dados gerados, para o caso de duas categorias, deixando a lista de elementos em um único nível, para entrar com os elementos nos próximos nós (Esquadrias de madeira; Esquadrias de ferro; Esquadrias de alumínio; Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso)</p>	<p>Criar um nó "List.Flatten" sendo a entrada "list" a saída "list" da ação 21, já a entrada "amt" já é pré-definida para deixar uma lista de forma linear (valor padrão: -1)</p>	 


(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
24	<p>Replica a informação de Atividade/Periodicidade "n" vezes, sendo "n" o número de elementos que recebem essa informação para cada sistema que é identificado a partir da categoria e material (Estruturas e paredes; Esquadrias de madeira; Esquadrias de ferro; Esquadrias de alumínio; Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso; Revestimento cerâmico interno; Piso cimentado/piso acabado em concreto).</p>	<p>Para sistemas que apresentam duas categorias e material : Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0]" é o saída "var[...]..." da ação 23 e a entrada "IN[1]" e a saída "item" da ação 20.</p> <p>Para sistema que apresenta uma categoria e material - Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0]" é o saída "out" da ação 18 e a entrada "IN[1]" é a saída "item" da ação 20.</p> <p>Gera a lista de todos os elementos em que apresenta a mesma atividade/periodicidade</p>	 <pre> Python Script IN[0] + - OUT IN[1] List 0 List 0 Pintar esquadrias pintadas - 36 1 List 0 Pintar esquadrias pintadas - 36 2 List 0 Pintar esquadrias pintadas - 36 3 List 0 Pintar esquadrias pintadas - 36 4 List 0 Pintar esquadrias pintadas - 36 5 List 0 Pintar esquadrias pintadas - 36 6 List 0 Pintar esquadrias pintadas - 36 7 List 0 Pintar esquadrias pintadas - 36 @L3 @L2 @L1 {117} </pre>  <pre> Python Script 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('ProtoGeometry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis IN. 8 elementos = IN[0] 9 valor = IN[1] 10 11 # Insira o código abaixo desta linha 12 parametrovalue = [] 13 for i in range(len(elementos)): 14 parametrovalue.append(valor) 15 16 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 17 OUT = parametrovalue Executar Salvar alterações Reverter </pre>
25	<p>Inclui a informação referente a atividade/periodicidade no parâmetro de cada elemento que o sistema que é identificado a partir da categoria e material (Estruturas e paredes; Esquadrias de madeira; Esquadrias de ferro; Esquadrias de alumínio; Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso; Revestimento cerâmico interno; Piso cimentado/piso acabado em concreto).</p>	<p>Para duas categorias e material - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...]..." da ação 23, para "value" a saída "out" da ação 24 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Atividade/Periodicidade</p> <p>Para uma categoria e material - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "out" da ação 18, para "value" a saída "out" da ação 24 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Atividade/Periodicidade</p>	 <pre> Element.SetParameterByName element > Element parameterName > value > AUTO List 0 List 0 JFV382 2443021 2443021 139363 1 List 0 JFV722 2841995 2841995 139420 2 List 0 PF180A 142586 142586 1388173 3 List 0 PF90E 146711 146711 1388227 4 List 0 PF90E 146711 2 1388373 5 List 0 PF90E 335263 335263 1388690 6 List @L3 @L2 @L1 {117} </pre>



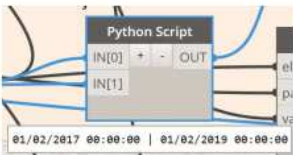
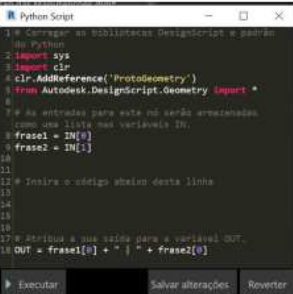
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem																																																
26	Inclui a informação referente a atividade/periodicidade no parâmetro de cada elemento em que são identificados a partir de mais de um sistema (Esquadria de Alumínio, Esquadria de madeira, Estruturas e Paredes e Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro)	Para os elementos que são identificados em mais de um sistema (duas categorias e materia) criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...]]" da ação 23, para "value" a saída "out" da ação 22 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Atividade/Periodicidade	 <p>The image shows two screenshots from Revit. The left screenshot displays the 'Element.SetParameterByName' node with three input fields: 'element' pointing to 'Element', 'parameterName' pointing to 'Element', and 'value' pointing to 'AUTO'. The right screenshot shows a 'List' node with a table of data:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Category</th> <th>Material</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>JV140</td><td>1449971</td><td>1389790</td></tr> <tr><td>1</td><td>JA</td><td>250E 7741276</td><td>1442120</td></tr> <tr><td>2</td><td>JA</td><td>250E 7742795</td><td>1442121</td></tr> <tr><td>3</td><td>JA</td><td>250D 7744472</td><td>1442123</td></tr> <tr><td>4</td><td>JA</td><td>250D 7744472</td><td>1442123</td></tr> <tr><td>5</td><td>JA</td><td>250D 7745983</td><td>1442124</td></tr> <tr><td>6</td><td>JA</td><td>250D 7745983</td><td>1442124</td></tr> <tr><td>7</td><td>JA</td><td>250E 9383276</td><td>1472055</td></tr> <tr><td>8</td><td>JA</td><td>250E 9384803</td><td>1472056</td></tr> <tr><td>9</td><td>JA</td><td>250E 9384803</td><td>1472058</td></tr> <tr><td>10</td><td>JA</td><td>250D 9386560</td><td>1472059</td></tr> </tbody> </table>	ID	Category	Material	Value	0	JV140	1449971	1389790	1	JA	250E 7741276	1442120	2	JA	250E 7742795	1442121	3	JA	250D 7744472	1442123	4	JA	250D 7744472	1442123	5	JA	250D 7745983	1442124	6	JA	250D 7745983	1442124	7	JA	250E 9383276	1472055	8	JA	250E 9384803	1472056	9	JA	250E 9384803	1472058	10	JA	250D 9386560	1472059
ID	Category	Material	Value																																																
0	JV140	1449971	1389790																																																
1	JA	250E 7741276	1442120																																																
2	JA	250E 7742795	1442121																																																
3	JA	250D 7744472	1442123																																																
4	JA	250D 7744472	1442123																																																
5	JA	250D 7745983	1442124																																																
6	JA	250D 7745983	1442124																																																
7	JA	250E 9383276	1472055																																																
8	JA	250E 9384803	1472056																																																
9	JA	250E 9384803	1472058																																																
10	JA	250D 9386560	1472059																																																
F - Associar as informações da planilha em excel referente "Data da última manutenção" e "Proxima manutenção" aos elementos identificados no projeto em Revit																																																			
27	Busca a Data da última manutenção do sistema que está sendo trabalhado	Para todos os sistemas: Criar um nó "Code Block" para buscar a Data da última manutenção cuja entrada "dict - nome dado a variável" vem da saída "out" da ação 6 e o "i" vem do "item" da ação 37. Utilizar no campo "dict [i]" [2] para a Data da última manutenção, conforme o dicionário gerado na ação 6.	 <p>The image shows two screenshots from Revit. The left screenshot displays the 'Code Block' node with the expression 'dict dict[i][2]; >' and an input 'i'. The right screenshot shows a 'List' node with a table of data:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>01/02/2017 00:00:00</td></tr> </tbody> </table>	ID	Value	0	01/02/2017 00:00:00																																												
ID	Value																																																		
0	01/02/2017 00:00:00																																																		


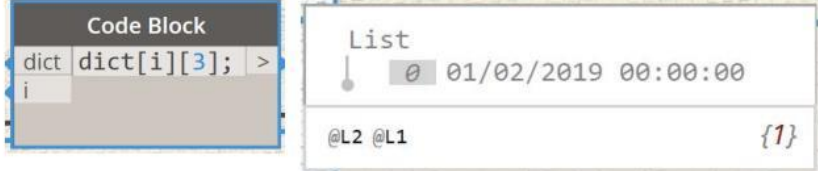
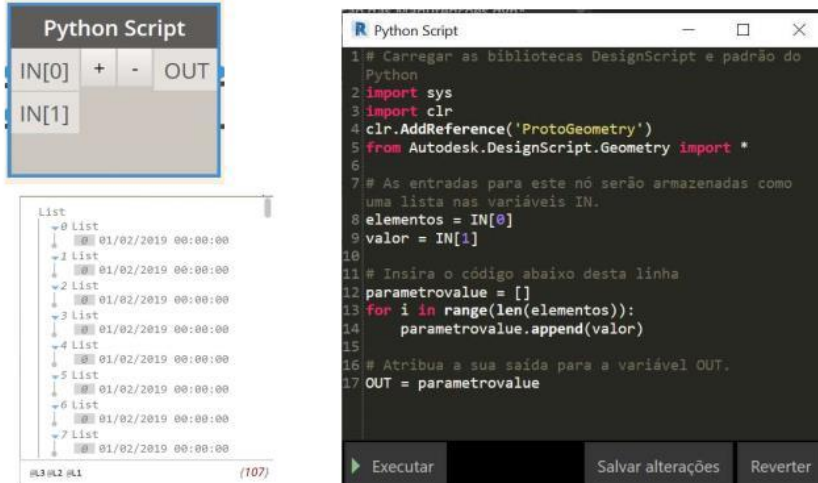
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
28	Replica a informação de Data da última manutenção "n" vezes, sendo "n" o número de elementos que recebem essa informação para cada sistema que é identificado a partir da categoria e material	<p>Para sistemas que apresenta uma categoria: Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0]" é o saída "element" da ação 11 e a entrada "IN[1]" e a saída da ação 22.</p> <p>Para sistemas que apresentam duas categorias e material : Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0]" é o saída "var[...]..." da ação 23 e a entrada "IN[1]" e a saída da ação 22.</p> <p>Para sistema que apresenta uma categoria e material - Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0]" é o saída "out" da ação 18 e a entrada "IN[1]" é a saída da ação 22.</p>	 <pre data-bbox="1541 288 2002 715"> Python Script IN[0] + - OUT IN[1] List 0 List 1 01/02/2017 00:00:00 2 List 1 01/02/2017 00:00:00 3 List 1 01/02/2017 00:00:00 4 List 1 01/02/2017 00:00:00 5 List 1 01/02/2017 00:00:00 6 List 1 01/02/2017 00:00:00 7 List 1 01/02/2017 00:00:00 Python Script 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('ProtoGeometry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis IN. 8 elementos = IN[0] 9 valor = IN[1] 10 11 # Insira o código abaixo desta linha 12 parametrovalue = [] 13 for i in range(len(elementos)): 14 parametrovalue.append(valor) 15 16 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 17 OUT = parametrovalue Executar Salvar alterações Reverter </pre>



(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
29	Inclui a informação referente a Data da última manutenção no parâmetro de cada elemento dos sistemas	<p>Para uma categoria - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "element" da ação 11, para "value" a saída "out" da ação 26 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Data da última manutenção.</p> <p>Para duas categorias e material - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...]..." da ação 23, para "value" a saída "out" da ação 26 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Data da última manutenção</p> <p>Para uma categoria e material - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "out" da ação 18, para "value" a saída "out" da ação 26 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Data da última manutenção.</p>	 
30	Agrega as informações referente a Data da última manutenção dos sistemas que são identificados no mesmo elemento (Esquadria de Alumínio, Esquadria de madeira, Estruturas e Paredes e Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro)	Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída do "Code Block" da ação 27 de um sistema, e in [1] é a saída do "Code Block" da ação 27 do outro sistema que são identificados no mesmo elemento. É gerado as datas da última manutenção agrupadas para cada elemento.	 

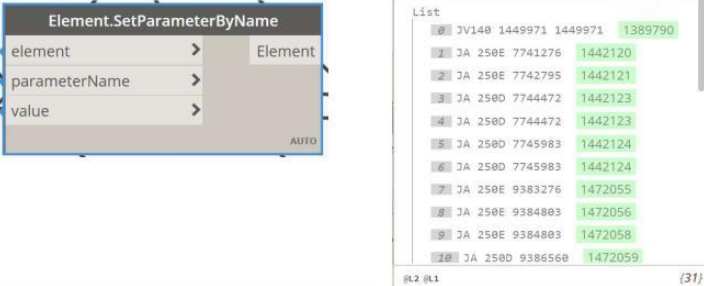
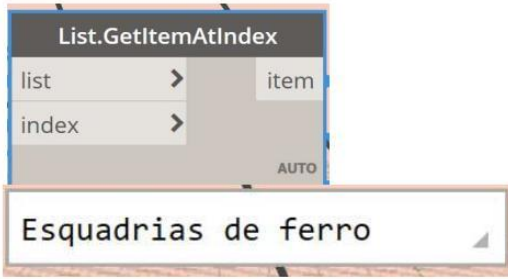
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem																																				
31	Inclui a informação referente a Data da última manutenção no parâmetro de cada elemento em que são identificados a partir de mais de um sistema (Esquadria de Alumínio, Esquadria de madeira, Estruturas e Paredes e Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro)	Para os elementos que são identificados em mais de um sistema (duas categorias e materia) criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...]" da ação 23, para "value" a saída "out" da ação 30 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Data da última manutenção	 <p>The image shows two screenshots. On the left is the 'Element.SetParameterByName' node interface with fields for 'element', 'parameterName', and 'value'. On the right is a 'List' node output showing a table of data with columns for element ID, date, and value.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element ID</th> <th>Date</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3V140</td><td>1449971</td><td>1389790</td></tr> <tr><td>JA 250E</td><td>7741276</td><td>1442120</td></tr> <tr><td>JA 250E</td><td>7742795</td><td>1442121</td></tr> <tr><td>JA 250D</td><td>7744472</td><td>1442123</td></tr> <tr><td>JA 250D</td><td>7744472</td><td>1442123</td></tr> <tr><td>JA 250D</td><td>7745983</td><td>1442124</td></tr> <tr><td>JA 250D</td><td>7745983</td><td>1442124</td></tr> <tr><td>JA 250E</td><td>9383276</td><td>1472055</td></tr> <tr><td>JA 250E</td><td>9384803</td><td>1472056</td></tr> <tr><td>JA 250E</td><td>9384803</td><td>1472058</td></tr> <tr><td>JA 250D</td><td>9386568</td><td>1472059</td></tr> </tbody> </table>	Element ID	Date	Value	3V140	1449971	1389790	JA 250E	7741276	1442120	JA 250E	7742795	1442121	JA 250D	7744472	1442123	JA 250D	7744472	1442123	JA 250D	7745983	1442124	JA 250D	7745983	1442124	JA 250E	9383276	1472055	JA 250E	9384803	1472056	JA 250E	9384803	1472058	JA 250D	9386568	1472059
Element ID	Date	Value																																					
3V140	1449971	1389790																																					
JA 250E	7741276	1442120																																					
JA 250E	7742795	1442121																																					
JA 250D	7744472	1442123																																					
JA 250D	7744472	1442123																																					
JA 250D	7745983	1442124																																					
JA 250D	7745983	1442124																																					
JA 250E	9383276	1472055																																					
JA 250E	9384803	1472056																																					
JA 250E	9384803	1472058																																					
JA 250D	9386568	1472059																																					
32	Busca a Data da próxima manutenção do sistema que está sendo trabalhado	Para todos os sistemas: Criar um nó "Code Block" Para buscar a Data da próxima manutenção, criar um nó cuja entrada "dict - nome dado a variável" vem da saída "out" da ação 6 e o "i" vem do "item" da ação 37. Utilizar no campo "dict [i] [3]" para a Data da próxima manutenção, conforme o dicionário gerado na ação 6.	 <p>The image shows a 'Code Block' node with the code 'dict dict[i][3]; >' and an output list containing a single entry: '0 01/02/2019 00:00:00'.</p>																																				
33	Replica a informação de Data da próxima manutenção e "n" vezes, sendo "n" o número de elementos que recebem essa informação para cada sistema que é identificado a partir da categoria e material	Para sistemas que apresenta uma categoria: Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0] é o saída "element" da ação 11 e a entrada "IN[1]" e a saída da ação 32. Para sistemas que apresentam duas categorias e material : Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0] é o saída "var[...]" da ação 23 e a entrada "IN[1]" e a saída da ação 32. Para sistema que apresenta uma categoria e material - Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0] é o saída "out" da ação 18 e a entrada "IN[1]" é a saída da ação 32.	 <p>The image shows a 'Python Script' node interface and its output list. The code in the Python Script node is as follows:</p> <pre> 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('ProtoGeometry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis IN. 8 elementos = IN[0] 9 valor = IN[1] 10 11 # Insira o código abaixo desta linha 12 parametrovalue = [] 13 for i in range(len(elementos)): 14 parametrovalue.append(valor) 15 16 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 17 OUT = parametrovalue </pre> <p>The output list shows 8 entries, each with a date and time: '0 01/02/2019 00:00:00'.</p>																																				

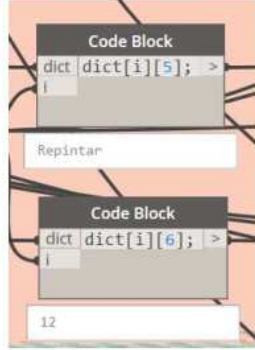
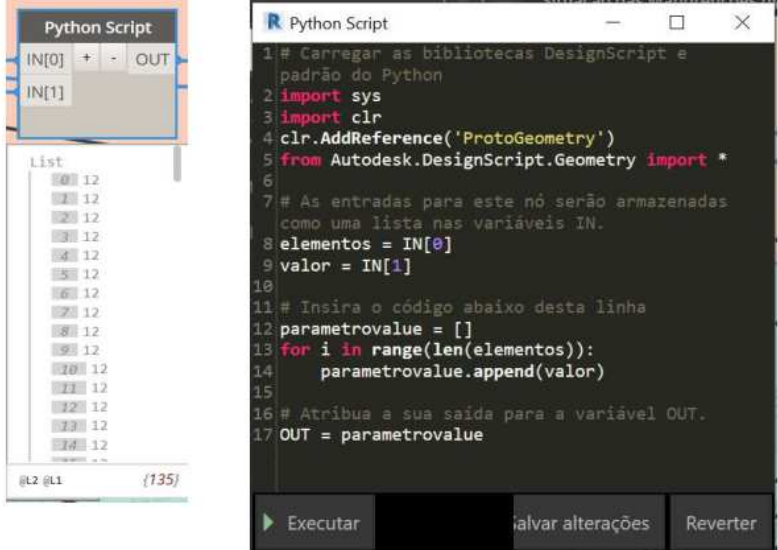
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
34	<p>Inclui a informação referente a Data da próxima manutenção no parâmetro de cada elemento que o sistema que é identificado a partir da categoria e material</p>	<p>Para uma categoria - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "element" da ação 11, para "value" a saída "out" da ação 33 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Data da próxima manutenção</p> <p>Para duas categorias e material - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...][]" da ação 23, para "value" a saída "out" da ação 33 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Data da próxima manutenção</p> <p>Para uma categoria e material - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "out" da ação 18, para "value" a saída "out" da ação 33 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Data da próxima manutenção.</p>	
35	<p>Agrega as informações referente a Data da próxima manutenção dos sistemas que são identificados no mesmo elemento (Esquadria de Alumínio, Esquadria de madeira, Estruturas e Paredes e Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro)</p>	<p>Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída do "Code Block" da ação 32 de um sistema, e in [1] é a saída do "Code Block" da ação 32 do outro sistema que são identificados no mesmo elemento. É gerado as datas da próxima manutenção agrupadas para cada elemento.</p>	 <pre> 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e padrão do Python 2 import sys 3 import clr 4 clr.AddReference('ProtoGeometry') 5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 6 7 # As entradas para este nó serão armazenadas como uma lista nas variáveis IN. 8 frase1 = IN[0] 9 frase2 = IN[1] 10 11 12 # Insira o código abaixo desta linha 13 14 15 16 17 # Atribua a sua saída para a variável OUT. 18 OUT = frase1[0] + " " + frase2[0] </pre>

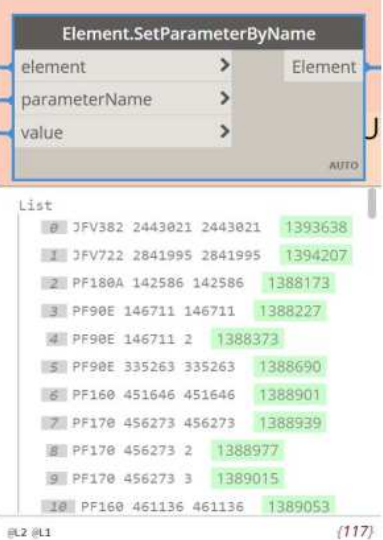
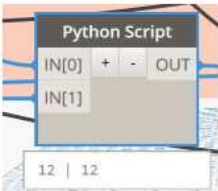
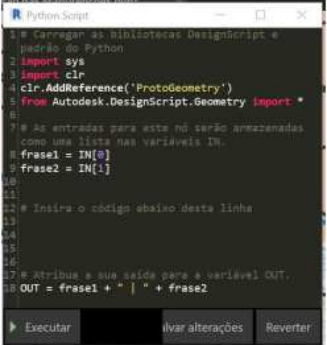
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem																																				
36	Inclui a informação referente a Data da próxima manutenção no parâmetro de cada elemento em que são identificados a partir de mais de um sistema (Esquadria de Alumínio, Esquadria de madeira, Estruturas e Paredes e Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro)	Para os elementos que são identificados em mais de um sistema (duas categorias e materia) criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...]..." da ação 23, para "value" a saída "out" da ação 35 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Data da próxima manutenção	 <table border="1" data-bbox="1556 284 1861 571"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>System Code</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>01</td><td>JV148 1449971 1449971</td><td>1389790</td></tr> <tr><td>02</td><td>JA 250E 7741276</td><td>1442120</td></tr> <tr><td>03</td><td>JA 250E 7742795</td><td>1442121</td></tr> <tr><td>04</td><td>JA 250D 7744472</td><td>1442123</td></tr> <tr><td>05</td><td>JA 250D 7744472</td><td>1442123</td></tr> <tr><td>06</td><td>JA 250D 7745983</td><td>1442124</td></tr> <tr><td>07</td><td>JA 250D 7745983</td><td>1442124</td></tr> <tr><td>08</td><td>JA 250E 9383276</td><td>1472055</td></tr> <tr><td>09</td><td>JA 250E 9384803</td><td>1472056</td></tr> <tr><td>10</td><td>JA 250E 9384803</td><td>1472058</td></tr> <tr><td>11</td><td>JA 250D 9386560</td><td>1472059</td></tr> </tbody> </table>	ID	System Code	Value	01	JV148 1449971 1449971	1389790	02	JA 250E 7741276	1442120	03	JA 250E 7742795	1442121	04	JA 250D 7744472	1442123	05	JA 250D 7744472	1442123	06	JA 250D 7745983	1442124	07	JA 250D 7745983	1442124	08	JA 250E 9383276	1472055	09	JA 250E 9384803	1472056	10	JA 250E 9384803	1472058	11	JA 250D 9386560	1472059
ID	System Code	Value																																					
01	JV148 1449971 1449971	1389790																																					
02	JA 250E 7741276	1442120																																					
03	JA 250E 7742795	1442121																																					
04	JA 250D 7744472	1442123																																					
05	JA 250D 7744472	1442123																																					
06	JA 250D 7745983	1442124																																					
07	JA 250D 7745983	1442124																																					
08	JA 250E 9383276	1472055																																					
09	JA 250E 9384803	1472056																																					
10	JA 250E 9384803	1472058																																					
11	JA 250D 9386560	1472059																																					
G -Associar as informações da planilha em excel referente "Atividade Prioritária" e "Periodicidade Prioritaria" aos elementos identificados no projeto em Revit e gerar a visualização das cores nos elementos																																							
37	Selecionar o sistema a ser trabalhado (0 - Estruturas e paredes; 1 - Esquadrias de madeira; 2 - Esquadrias de ferro; 3 - Esquadrias de alumínio; 4 - Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso; 5 - Revestimento cerâmico interno; 6 - Piso cimentado/piso acabado em concreto; 7 - Vidros; 8 - Louças e metais).	Criar um nó "List.GetItemAtIndex", no qual a entrada "list" é a saída "list" da ação 5. Será gerada uma lista do sistema que será trabalhado. O "index" será o "CodeBlock" da ação 15, utilizando: "0" - Estruturas e paredes; "1" - Esquadrias de madeira; "2" - Esquadrias de ferro; "3" - Esquadrias de alumínio; "4" - Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso; "5" - Revestimento cerâmico interno; "6" - Piso cimentado/piso acabado em concreto; "7" - Vidros; "8" - Louças e metais.																																					




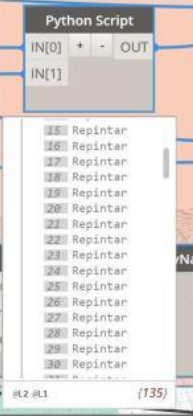
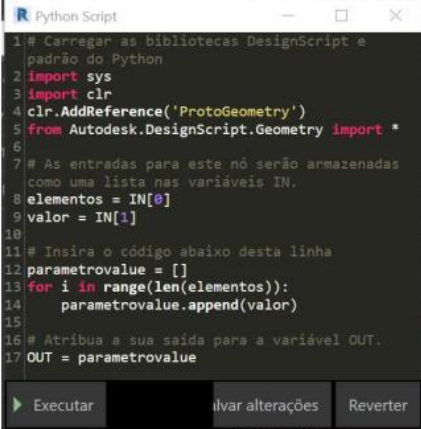
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
38	Busca a atividade prioritária e a periodicidade prioritária do sistema que está sendo trabalhado	<p>Criar dois nós "Code Block" para todos os sistemas.</p> <p>Para buscar a atividade prioritária criar um nó cuja entrada "dict - nome dado a variável" vem da saída "out" da ação 6 e o "i" vem do "item" da ação 37. Utilizar no campo "dict [i]" [5] para a atividade prioritária, conforme o dicionário gerado na ação 6.</p> <p>Para buscar a periodicidade prioritária criar um nó cuja a entrada "dict - nome dado a variável" vem da saída "out" da ação 6 e o "i" vem do "item" da ação 37. Utilizar no campo "dict [i]" [6] para a periodicidade prioritária, conforme o dicionário gerado na ação 6.</p>	
39	Replica a informação da Periodicidade prioritária "n" vezes, sendo "n" o número de elementos que recebem essa informação para cada sistema que é identificado a partir da categoria e material	<p>Para duas categorias e um material. Criar um nó "Python Script" em que a entrada "IN[0]" é a saída da ação 38 referente a periodicidade prioritária (6) e a entrada "IN [1]" é a saída "var[...]..." da ação 23.</p> <p>Para sistema que apresenta uma categoria e material - Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0] é a saída da ação 38 referente a periodicidade prioritária (6e a entrada "IN[1]" é a saída "out" da ação 18.</p> <p>Para sistema que apresenta uma categoria - Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0] é a saída da ação 38 referente a periodicidade prioritária (6e a entrada "IN[1]" é a saída "out" da ação 11.</p>	

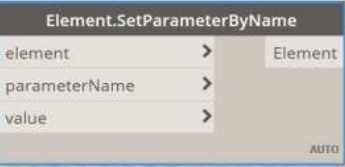

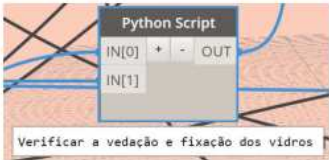
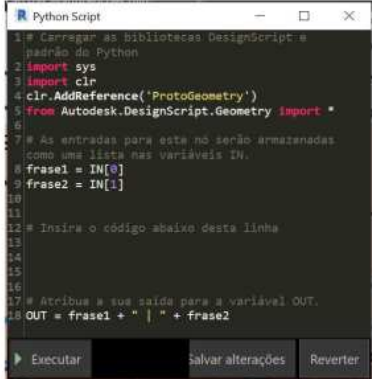
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
40	Inclui a informação referente a Periodicidade Prioritária no parâmetro de cada elemento identificado no sistema	<p>Para uma categoria - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "element" da ação 11, para "value" a saída "out" da ação 39 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Periodicidade Prioritária.</p> <p>Para duas categorias e material - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...][]" da ação 23, para "value" a saída "out" da ação 39 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Periodicidade Prioritária.</p> <p>Para uma categoria e material - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "out" da ação 18, para "value" a saída "out" da ação 39 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Periodicidade Prioritária</p>	 <pre> List 0 JFV382 2443021 2443021 1393638 1 JFV722 2841995 2841995 1394207 2 PF180A 142586 142586 1388173 3 PF90E 146711 146711 1388227 4 PF90E 146711 2 1388373 5 PF90E 335263 335263 1388690 6 PF160 451646 451646 1388901 7 PF170 456273 456273 1388939 8 PF170 456273 2 1388977 9 PF170 456273 3 1389015 10 PF160 461136 461136 1389053 @L2 @L1 (117) </pre>
41	Agrega as informações referente a Periodicidade Prioritária dos sistemas que são identificados no mesmo elemento (Esquadria de Alumínio, Esquadria de madeira, Estruturas e Paredes e Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro)	Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída do "Code Block" da ação 38 de um sistema referente a periodicidade prioritária (6) e a entrada , e "IN[1]" é a saída do "Code Block" da ação 38 do outro sistema referente a periodicidade prioritária (6) que são identificados no mesmo elemento. É gerado as Periodicidade Prioritária agrupadas para cada elemento.	  <pre> Python Script IN[0] + - OUT IN[1] 12 12 Python Script 1 # Carregar as bibliotecas DesignScript e 2 # padrão do Python 3 import sys 4 import clr 5 clr.AddReference('ProtoGeometry') 6 from Autodesk.DesignScript.Geometry import * 7 # 8 # As entradas para este nó serão armazenadas 9 # como uma lista nas variáveis IN. 10 frase1 = IN[0] 11 frase2 = IN[1] 12 # 13 # Insira o código abaixo desta linha 14 15 16 17 # atribua a sua saída para a variável OUT. 18 OUT = frase1 + " " + frase2 </pre>



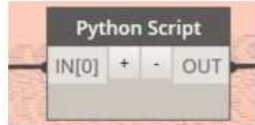

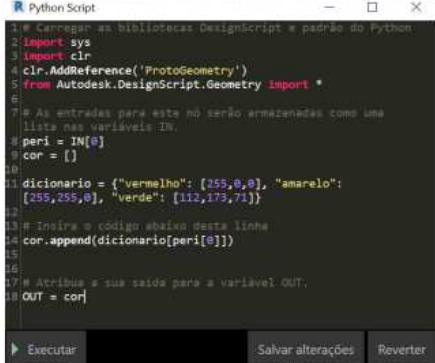
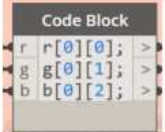
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
42	Inclui a informação referente a Periodicidade Prioritária no parâmetro de cada elemento em que são identificados a partir de mais de um sistema (Esquadria de Alumínio, Esquadria de madeira, Estruturas e Paredes e Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro)	Para os elementos que são identificados em mais de um sistema (duas categorias e materia) criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...][]" da ação 23, para "value" a saída "out" da ação 41 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Periodicidade Prioritária	 
43	Busca as cores relacionado a situação da manutenção para o sistema trabalhado	Criar um nó "Code Block" para buscar as cores referente a situação da manutenção. A entrada "dict - nome dado a variável" vem da saída "out" da ação 6 e o "i" vem do "item" da ação 37. Utilizar no campo "dict [i] [7]" para a cor, conforme o dicionário gerado na ação 6.	
44	Replica a informação da Atividade prioritária "n" vezes, sendo "n" o número de elementos que recebem essa informação para cada sistema que é identificado a partir da categoria e material	<p>Para duas categorias e um material. Criar um nó "Python Script" em que a entrada "IN[0]" é a saída da ação 38 referente atividade prioritária (5) e a entrada "IN [1]" é a saída "var[...][]" da ação 23.</p> <p>Para sistema que apresenta uma categoria e material - Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0]" é a saída da ação 38 referente atividade prioritária (5) e a entrada "IN[1]" é a saída "out" da ação 18.</p> <p>Para sistema que apresenta uma categoria - Criar um nó "Python Script" em que o entrada "IN [0]" é a saída da ação 38 referente atividade prioritária (5) e a entrada "IN[1]" é a saída "out" da ação 11.</p>	 

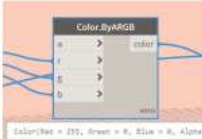



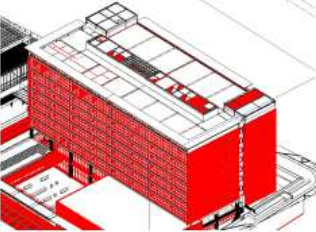
(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
45	Inclui a informação referente a Atividade Prioritária no parâmetro de cada elemento identificado no sistema	<p>Para uma categoria - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "element" da ação 11, para "value" a saída "out" da ação 44 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Atividade Prioritária.</p> <p>Para duas categorias e material - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...]..." da ação 23, para "value" a saída "out" da ação 44 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Atividade Prioritária.</p> <p>Para uma categoria e material - Criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "out" da ação 18, para "value" a saída "out" da ação 44 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente a Atividade Prioritária</p>	 
46	Agrega as informações referente a Atividade Prioritária dos sistemas que são identificados no mesmo elemento (Esquadria de Alumínio, Esquadria de madeira, Estruturas de Paredes e Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro)	Criar um nó "Python Script" tendo como entrada "IN[0]" a saída do "Code Block" da ação 38 de um sistema referente a atividade prioritária (5) e a entrada , e "IN[1]" é a saída do "Code Block" da ação 38 do outro sistema referente a atividade prioritária (5) que são identificados no mesmo elemento. É gerado as Atividade Prioritária agrupadas para cada elemento.	 

(continuação)

Nº	Ação	Como	Imagem
47	Incluir a informação referente à Atividade Prioritária no parâmetro de cada elemento em que são identificados a partir de mais de um sistema (Esquadria de Alumínio, Esquadria de madeira, Estruturas e Paredes e Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro)	Para os elementos que são identificados em mais de um sistema (duas categorias e materia), criar um nó "Element.SetParameterByName" trazendo como entrada para "element" a saída "var[...]..." da ação 23, para "value" a saída "out" da ação 46 e o "parameter name" a saída do "Code Block" da ação 1 referente à Atividade Prioritária	 
48	Indicar os códigos RGB referente as cores atribuídas as situações das manutenções. Foram definidas as cores vermelho (atividades de manutenções não realizadas dentro do prazo previsto da manutenção), amarelo (atividades de manutenções não está atrasada, mas devem ser realizadas nos próximos 30 dias) e verde (dentro do prazo previsto da manutenção);	Para os três sistemas: Criar um nó "Python Script" em que a entrada "IN [0]" é a saída do Code Block da ação 43. Gera a lista de definições das cores de acordo com os códigos RGB, sendo: vermelho [255,0,0], amarelo [255,255,0], e verde [112,173,71].	  
49	Separar cada um dos números referentes ao código RGB	Para cada sistemas: Criar um "Code Block" para separar os 3 números existentes no código RGB. As entradas de r, g e b são a saída "out" da ação 48.	

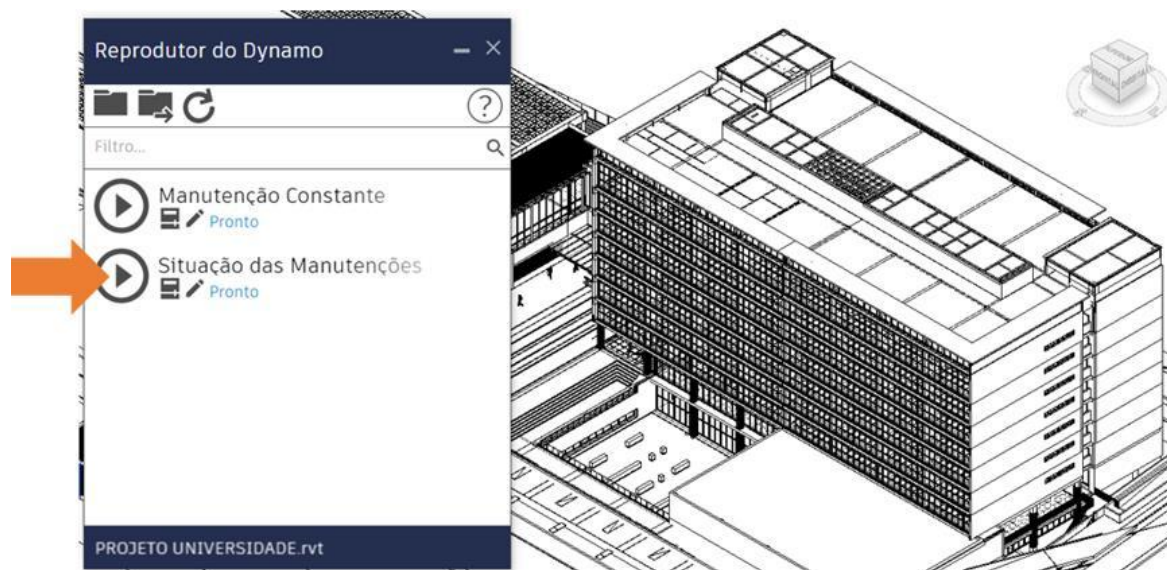
(conclusão)

Nº	Ação	Como	Imagem
50	Construir a cor baseado no código RGB informado	Para todos os sistemas: Criar um nó "Color.ByARGB" em que as entradas são as saídas do "Code Block" da ação 49.	
51	Colorir os elementos do sistema que está sendo trabalhado, a partir da periodicidade prioritária	Para todos os sistemas: Criar um nó "Element.OverrideColorInView" que tem como entrada em "element" a saída "element" da ação 40, e para entrada em "color" a saída "color" da ação 50.	
52	Colorir os elementos do sistema que está sendo trabalhado, a partir da periodicidade prioritária, dos sistemas que são identificados no mesmo elemento	Para todos os sistemas: Criar um nó "Element.OverrideColorInView" que tem como entrada em "element" a saída "element" da ação K, e para entrada em "color" a saída "color" da ação 50.	
53	Gerar uma rotina para visualizar as situações das manutenções no Revit	No Revit ir na aba Gerenciar e abrir o Reprodutor do Dynamo. Selecionar a Rotina Situação das Manutenções	
54	Visualizar a situação das manutenções	É gerado a partir da atividade 40 a visualização do projeto, conforme as situações das manutenções	

6.3.2.1 - Visualização das situações das manutenções

É possível visualizar a situação das manutenções após a criação da rotina no Dynamo. A partir do projeto em Revit deve-se rotar a rotina “Situação das Manutenções” no “Reprodutor do Dynamo” (figura 39). Após a execução da rotina foi possível visualizar a situação das manutenções no edifício educacional (figura 40).

Figura 39 – Executar a rotina “Situação das Manutenções”



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 40 – Visualização da rotina “Situação das Manutenções”

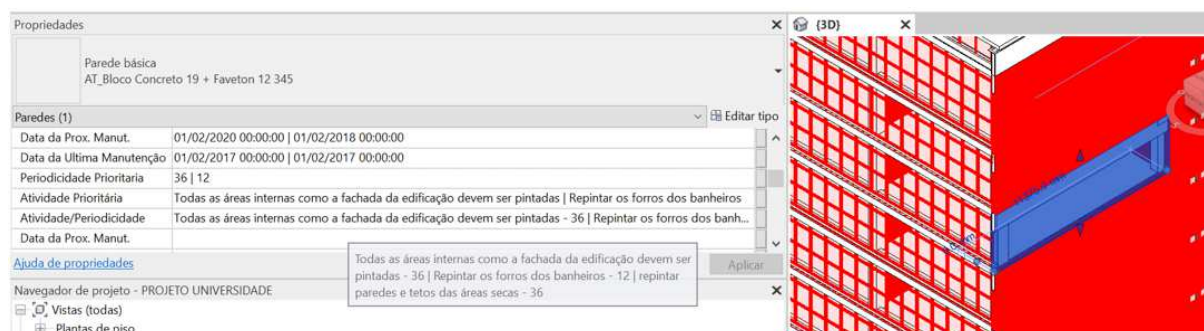


Fonte: Elaborado pela autora

A partir dos projetos modelados do EE e da integração realizada pelo Dynamo, as figuras 41 a 50 mostram a comunicação do modelo com o usuário referente à Situação da Manutenção, permitindo a identificação dos elementos no projeto modelado e informações quanto a datas, periodicidade e atividades de manutenção em forma de texto (janelas à esquerda).

Os resultados mostrados se referem ao sistemas: estruturas e paredes (figura 41), esquadrias de madeira (figura 42), esquadrias de ferro (figura 43), esquadrias de alumínio (figura 44), revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso (figura 45), revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso (figura 46) revestimento cerâmico interno (figura 47) piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso (figura 48), vidro (figura 49), louças e metais (figura 50).

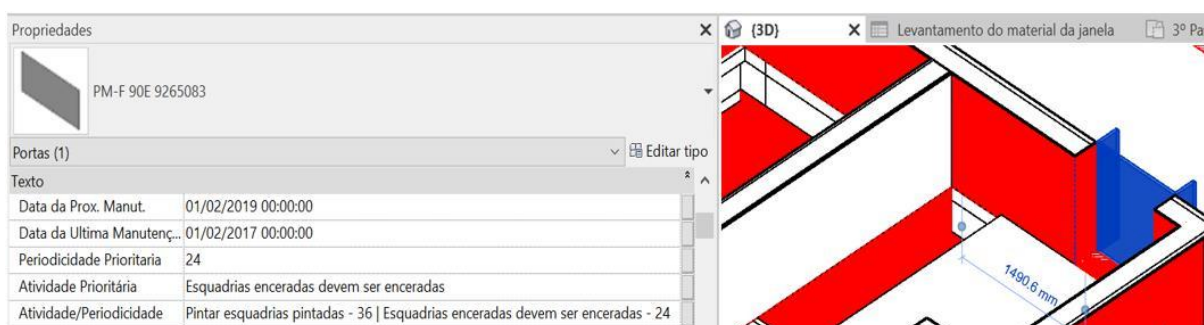
Figura 41– Situação da manutenção dos elementos do sistema “estruturas e paredes”



Fonte: Elaborado pela autora

O sistema de estruturas e paredes (figura 41) apresenta uma atividade de manutenção com periodicidade de 36 meses. Logo os elementos modelados com categoria “parede” e que apresentam em seu material “gesso ou tinta”, aparecem no projeto em Revit na cor referente à situação de manutenção desta atividade. Neste caso, o sistema Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso, também identifica os elementos modelados a partir das mesmas informações. Portanto, será apresentado como atividade prioritária e atividade/periodicidade as informações referentes aos dois sistemas, a cor do elemento será referente à atividade que apresentar o menor número de dias na coluna referente à situação das manutenções.

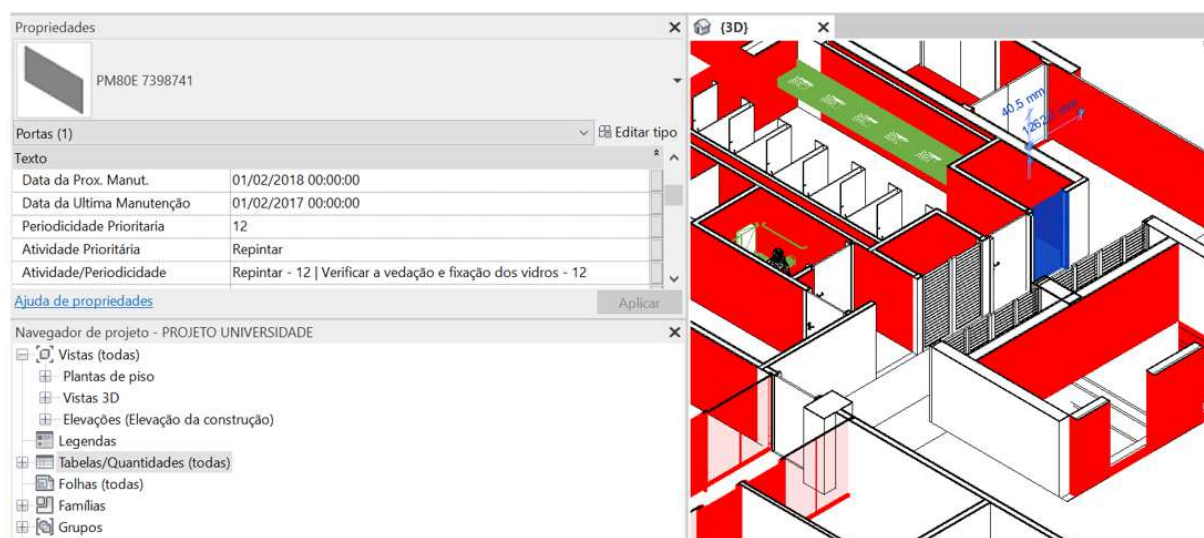
Figura 42 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “esquadrias de madeira”



Fonte: Elaborado pela autora

O sistema de esquadrias de madeira (figura 42) apresenta duas atividades de manutenção, uma com periodicidade de 36 meses e outra 24 meses. Os elementos modelados com categoria Janela ou Portas contém em seu material madeira, aparecem no projeto em Revit na cor referente à situação de manutenção para a atividade prioritária, neste caso, a que apresenta menor número de dias na situação da manutenção.

Figura 43 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “esquadrias de ferro”

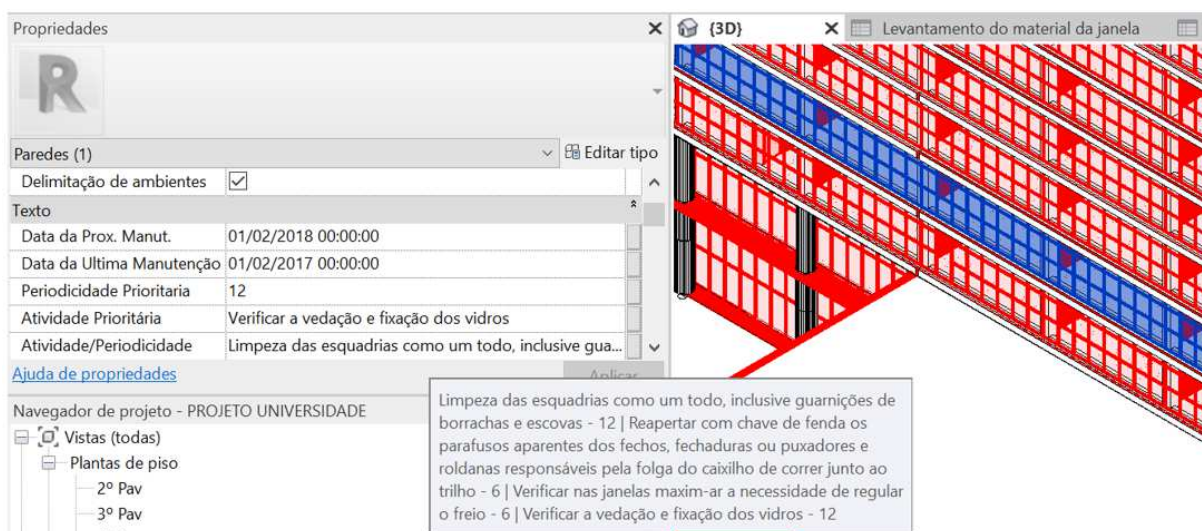


Fonte: Elaborado pela autora

O sistema de esquadrias de ferro (figura 43) apresenta duas atividades de manutenção, ambas com periodicidade de 12 meses. Os elementos modelados com categoria Janela ou Portas e que contém em seu material ferro, aparecem no projeto

em Revit na cor referente à situação de manutenção para a atividade prioritária, neste caso, a que apresenta menor número de dias na situação da manutenção.

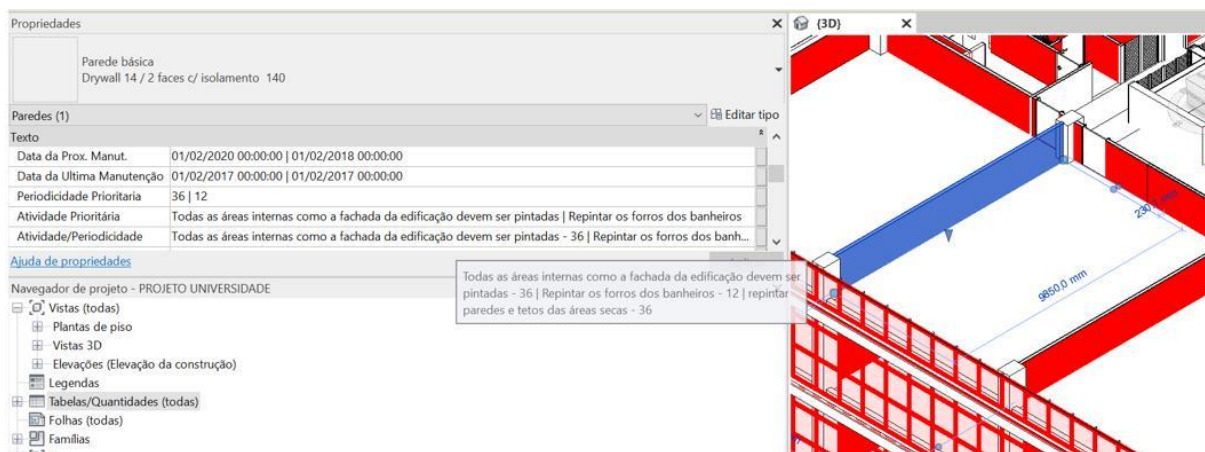
Figura 44 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “esquadrias de alumínio”



Fonte: Elaborado pela autora

O sistema de esquadrias de alumínio (figura 44) apresenta quatro atividades de manutenção, ambas com periodicidades de 6 e 12 meses. Os elementos modelados com categoria Janela ou Parede e que contém em seu material alumínio, aparecem no projeto em Revit na cor referente a situação de manutenção para a atividade prioritária.

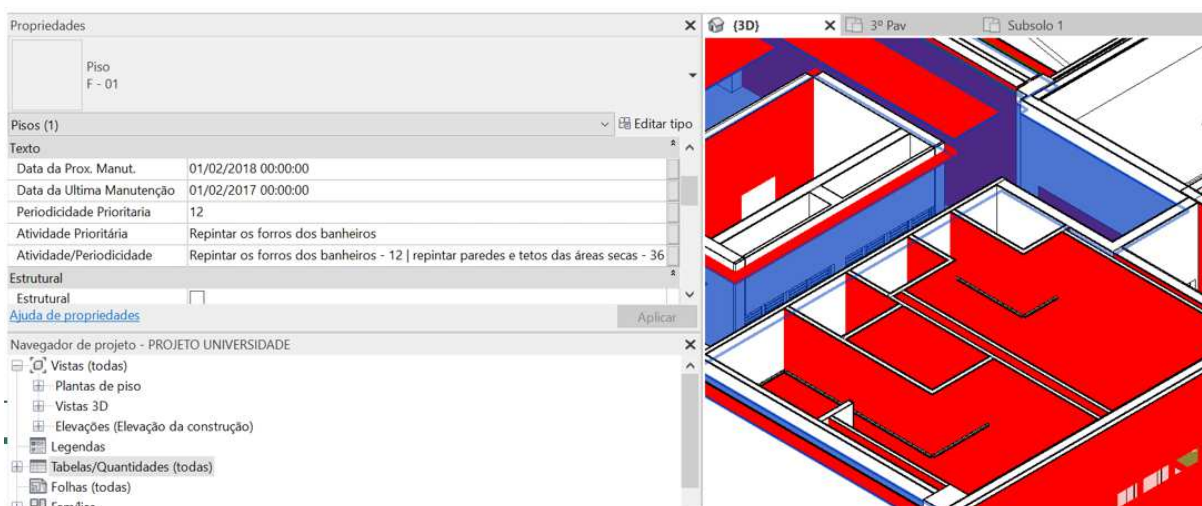
Figura 45 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso”



Fonte: Elaborado pela autora

O sistema de Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso apresenta duas atividades de manutenção, com periodicidades de 12 e 36 meses. Os elementos modelados com categoria Parede ou Piso e que contém em seu material gesso ou tinta, aparecem no projeto em Revit na cor referente à situação de manutenção para a atividade prioritária. Assim como ocorreu para o sistema de estruturas, o elemento referente à parede é identificado em dois sistemas. Portanto, para categoria parede e material gesso ou tinta será apresentado como atividade prioritária e atividade/periodicidade as informações referentes aos dois sistemas, a cor do elemento será referente à atividade que apresentar o menor número de dias na coluna referente à situação das manutenções.

Figura 46 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso”

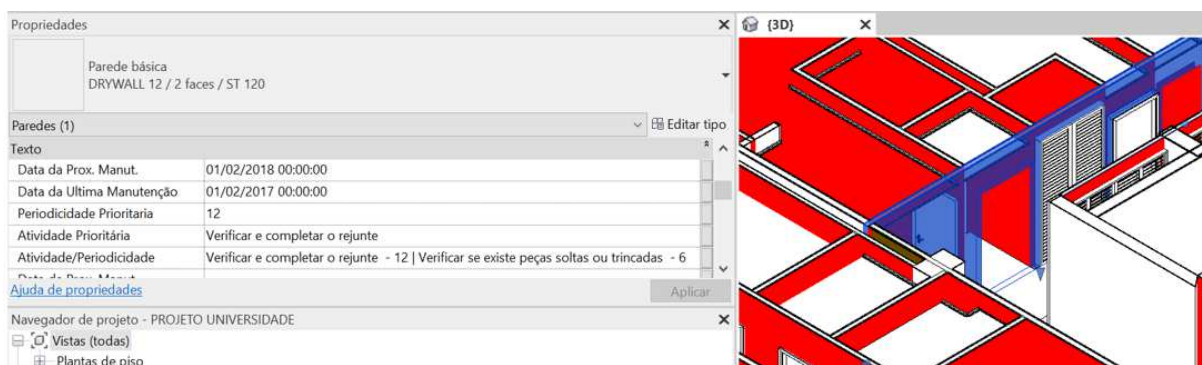


Fonte: Elaborado pela autora

O sistema de Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso apresenta duas atividades de manutenção, com periodicidades de 12 e 36 meses. Os elementos modelados com categoria Parede ou Piso e que contém em seu material gesso ou tinta, aparecem no projeto em Revit na cor referente a situação de manutenção para a atividade prioritária. Assim como ocorreu para o sistema de estruturas, o elemento referente à parede é identificado em dois sistemas. Portanto, para categoria parede e material gesso ou tinta será apresentado como atividade prioritária e atividade/periodicidade as informações referentes aos dois sistemas, a cor do elemento será referente à atividade que

apresentar o menor número de dias na coluna referente à situação das manutenções.

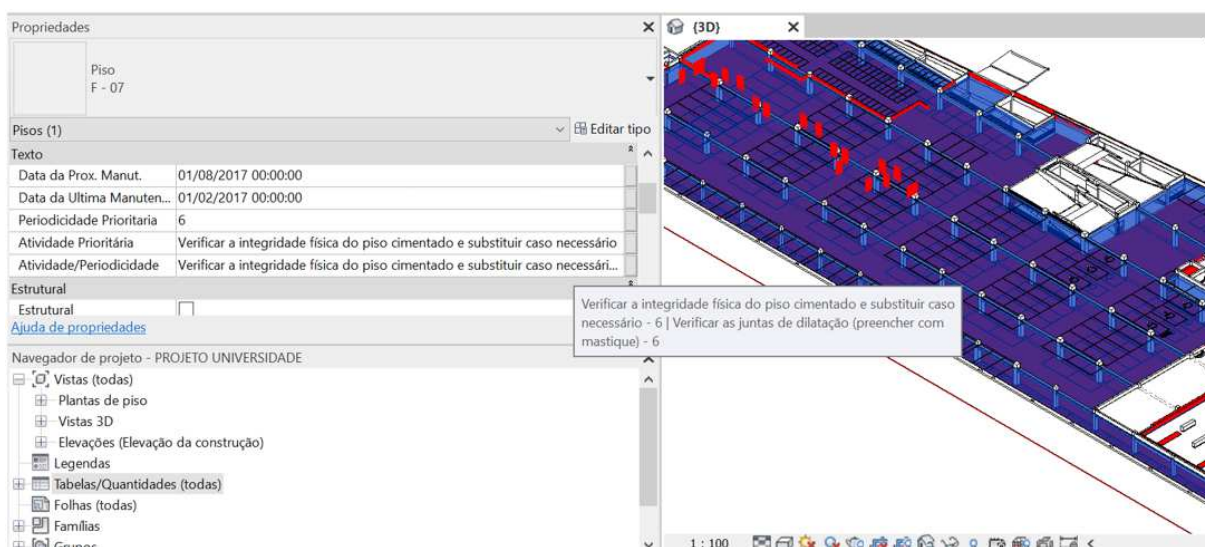
Figura 47 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “revestimento cerâmico interno”



Fonte: Elaborado pela autora

O sistema de revestimento cerâmico interno apresenta duas atividades de manutenção, com periodicidades de 6 e 12 meses. Os elementos modelados com categoria Parede e que contém em seu material cerâmico, aparecem no projeto em Revit na cor referente à situação de manutenção para a atividade prioritária.

Figura 48 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso”

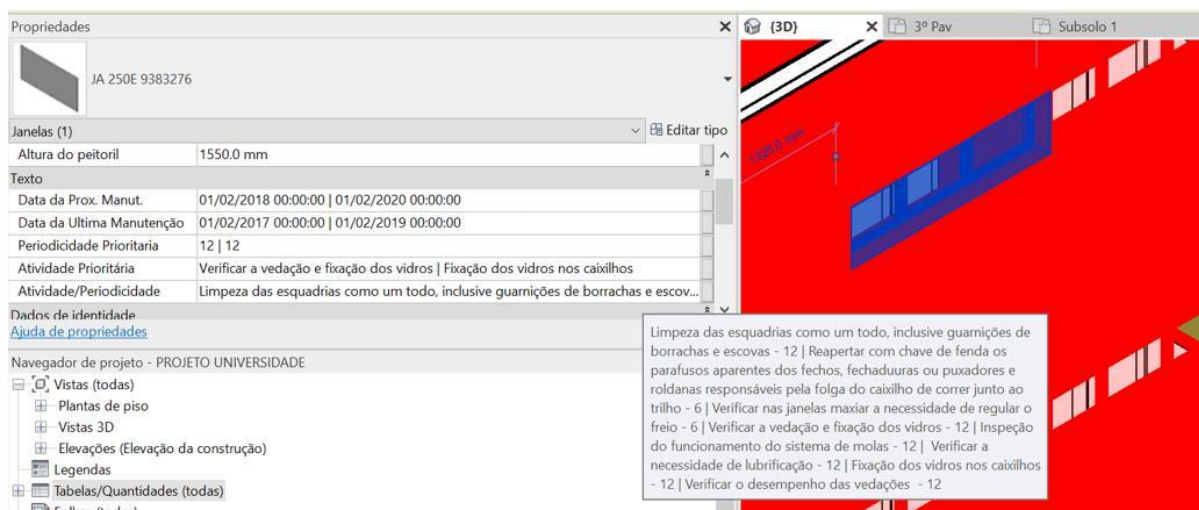


Fonte: Elaborado pela autora

O sistema de Piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso apresenta duas atividades de manutenção, com periodicidades de 6 meses. Os

elementos modelados com categoria Piso e que contém em seu material concreto, aparecem no projeto em Revit na cor referente à situação de manutenção para a atividade prioritária.

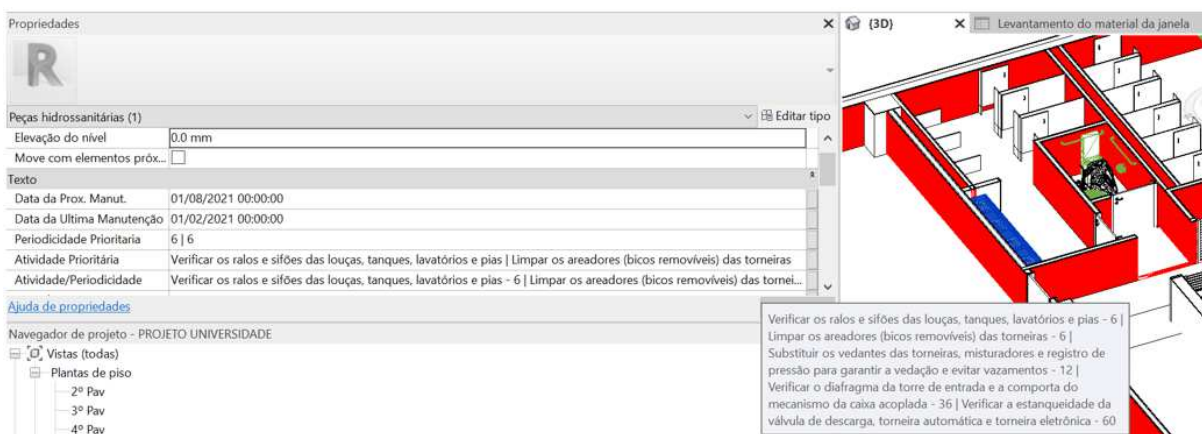
Figura 49 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “vidro”



Fonte: Elaborado pela autora

O sistema “vidro” apresenta quatro atividades de manutenção, com periodicidades de 6 e 12 meses. Os elementos modelados com categoria Janela e que contém em seu material vidro, aparecem no projeto em Revit na cor referente à situação de manutenção para a atividade prioritária. Como os elementos da categoria janela contém o material vidro e também alumínio, os elementos buscam os dois sistemas.

Figura 50 – Situação da manutenção dos elementos do sistema “louças e metais”



Fonte: Elaborado pela autora

O sistema de louças e metais apresenta cinco atividades de manutenção, com periodicidades de 6, 12, 36 e 60 meses. Os elementos modelados com categoria Peças hidrossanitárias, aparecem no projeto em Revit na cor referente à situação de manutenção para a atividade prioritária.

6.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REALIZAÇÃO DA INTEGRAÇÃO FM-BIM

A integração FM-BIM foi proposta a partir da organização das informações referentes às necessidades de manutenção em uma planilha, segundo as categorias (“sistema”, “atividades manutenção preventiva”, “periodicidade”) de responsabilidade do setor responsável pela manutenção do edifício, ou construtora. Foram utilizadas cores diferentes para identificar a periodicidade ou situação da manutenção.

Após a realização da planilha de necessidades de manutenção e acompanhamento das manutenções realizadas e a identificação dos sistemas a partir dos elementos projetados é possível integrar as informações a partir do software Dynamo. Foram criadas rotinas para visualização das necessidades de manutenções e situações das manutenções baseadas nas informações presentes nos manuais dos usuários. Estas rotinas geram parâmetros nas propriedades dos elementos que são possíveis de serem visualizadas, ao selecionar cada elemento do projeto em Revit. Além dos parâmetros gerados nas propriedades dos elementos vinculados aos sistemas é possível visualizar, no projeto as rotinas aplicadas. Para a rotina referente às Manutenções Constantes os elementos que apresentam manutenções constantes, aparecem no projeto nas cores de acordo com a sua periodicidade (diária, semanal, quinzenal ou mensal). As visualizações nos elementos que apresentam atividades com periodicidade em meses, aparecem no projeto nas cores de acordo com a situação das manutenções (atividade de manutenção no prazo previsto, no prazo previsto, porém necessário ser realizada nos próximos 30 dias, atrasada).

Após essa atividade todas as informações estarão presentes em um único software (Revit) e de forma visual. Quanto mais precisas as informações das necessidades de manutenção e os projetos realizados em Revit, mais será possível uma visualização assertiva e real que possam auxiliar na gestão da manutenção das edificações.

7 PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS COM O USO DO CONCEITO BIM

A partir dos resultados obtidos com o diagnóstico dos processos de gestão da manutenção dos edifícios estudados, e das oportunidades de melhorias identificadas (capítulo 5), o trabalho propõe a integração da gestão da manutenção com o projeto no conceito BIM como principal propósito de integrar e facilitar a disponibilidade (acesso) e visualização das informações (capítulo 6). Assim, esse capítulo sugere um modelo de gestão de manutenção a partir do projeto em conceito BIM a partir da discussão do fluxo de informação entre os principais agentes, tendo como foco a manutenção preventiva, considerando a diminuição de problemas ao longo da vida útil dos edifícios e vislumbrando uma possível redução de custos na gestão do empreendimento.

O modelo proposto foi apresentado para os envolvidos com a gestão da manutenção dos prédios estudados, a fim de validação da ideia proposta, baseada nos constructos de utilidade e facilidade de uso, e também para contribuir numa discussão acerca de potencialidades e barreiras ou dificuldades de uso.

7.1 GESTÃO DE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS COM O USO DO CONCEITO BIM: FOCO NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

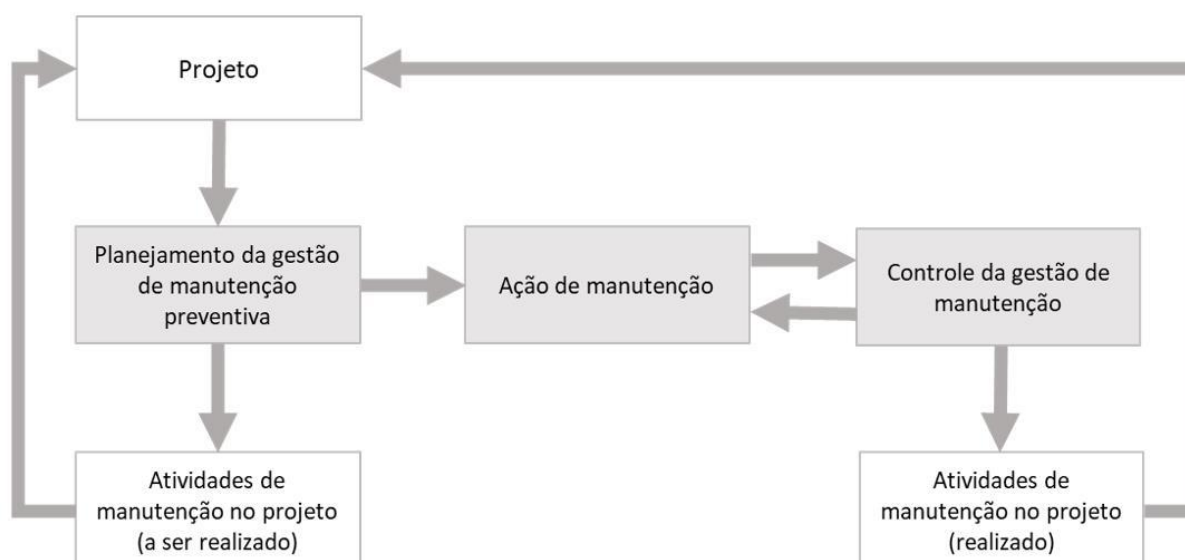
Entende-se que o foco de gestão da manutenção deve ser em atividades preventivas, pois as de carácter corretivo detectadas nos dois edifícios analisados, ocorrem, em sua maioria, pela falta de ações preventivas nos sistemas construtivos, ou seja, por falha no planejamento das atividades de manutenção.

Assim, este modelo propõe uma forma de visualização, no projeto modelado de um edifício, das necessidades de manutenção e sua periodicidade para cada sistema, independentemente de sua tipologia, a partir das informações presentes nos manuais dos usuários fornecidos pelas construtoras aos proprietários dos edifícios e a visualização das situações das manutenções após os controles das atividades realizadas. Ou seja, o projeto passa a ter maior protagonismo na etapa de manutenção, sendo a principal fonte de informação de entrada, e utilizado ao longo do processo para visualização do status de serviços a serem realizados.

Cabe ressaltar que neste trabalho as informações foram baseadas no manual do usuário, mas, de acordo com a necessidade de cada gestão de edifícios, poderia ser adaptado conforme outras variáveis como custos e riscos.

O modelo proposto, de forma genérica, está representado na figura 51, e é composto pelo projeto, que baseia as atividades referentes ao processo de planejamento das manutenções (carácter preventivo), que fundamenta a realização das ações de manutenção propriamente ditas, a serem controladas num processo cíclico de ação – controle – planejamento.

Figura 51 – Modelo genérico proposto para gestão de manutenção preventiva em edifícios com o uso do conceito BIM



Fonte: Elaborado pela autora

Para ilustrar e discutir a operacionalização do modelo proposto, as figuras 52 e 53 mostram o fluxo de informação e principais agentes utilizando como exemplo a configuração de gestão dos edifícios estudados e a integração proposta no capítulo 6, utilizando os programas Revit (projeto modelado), Excel (organização da informação) e Dynamo (criação de rotinas e integração ao projeto modelado) na realização do planejamento (figura 52) e ação e controle da manutenção (figura 53). O fluxograma dessas informações e principais agentes está disponível em maior no apêndice L.

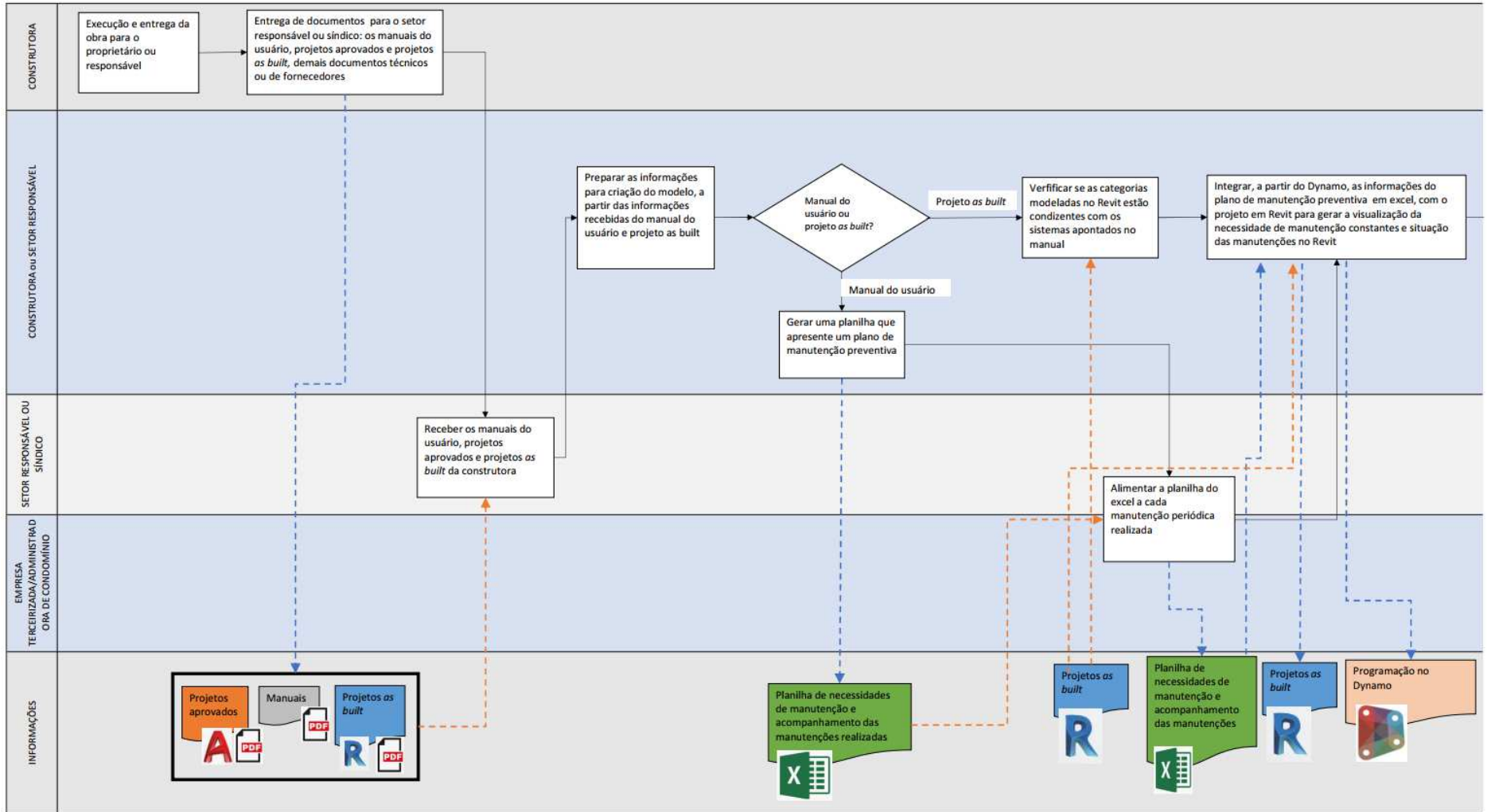
Segundo o fluxograma, os principais envolvidos na gestão da manutenção são os mesmos agentes identificados nos diagnósticos realizados na etapa de contextualização, porém com papéis um pouco diferente. Também chama a atenção

a utilização do projeto modelado ao longo de todo o processo, como informação de entrada e saída do modelo, ao contrário ao mostrado nos fluxos que representam os processos de gestão da manutenção dos dois edifícios estudados (capítulo 5).

Assim como vem ocorrendo, segundo o diagnóstico realizado, a construtora está envolvida nas atividades de: execução do edifício; entrega da obra; entrega de documentações operacionais e legais como projetos aprovados e licenças de operação, manuais do usuário, manuais técnicos, projeto *as built*, projeto em Revit; necessidades de manutenção corretivas que são consideradas de responsabilidade da construtora e se encontram dentro do prazo de garantia.

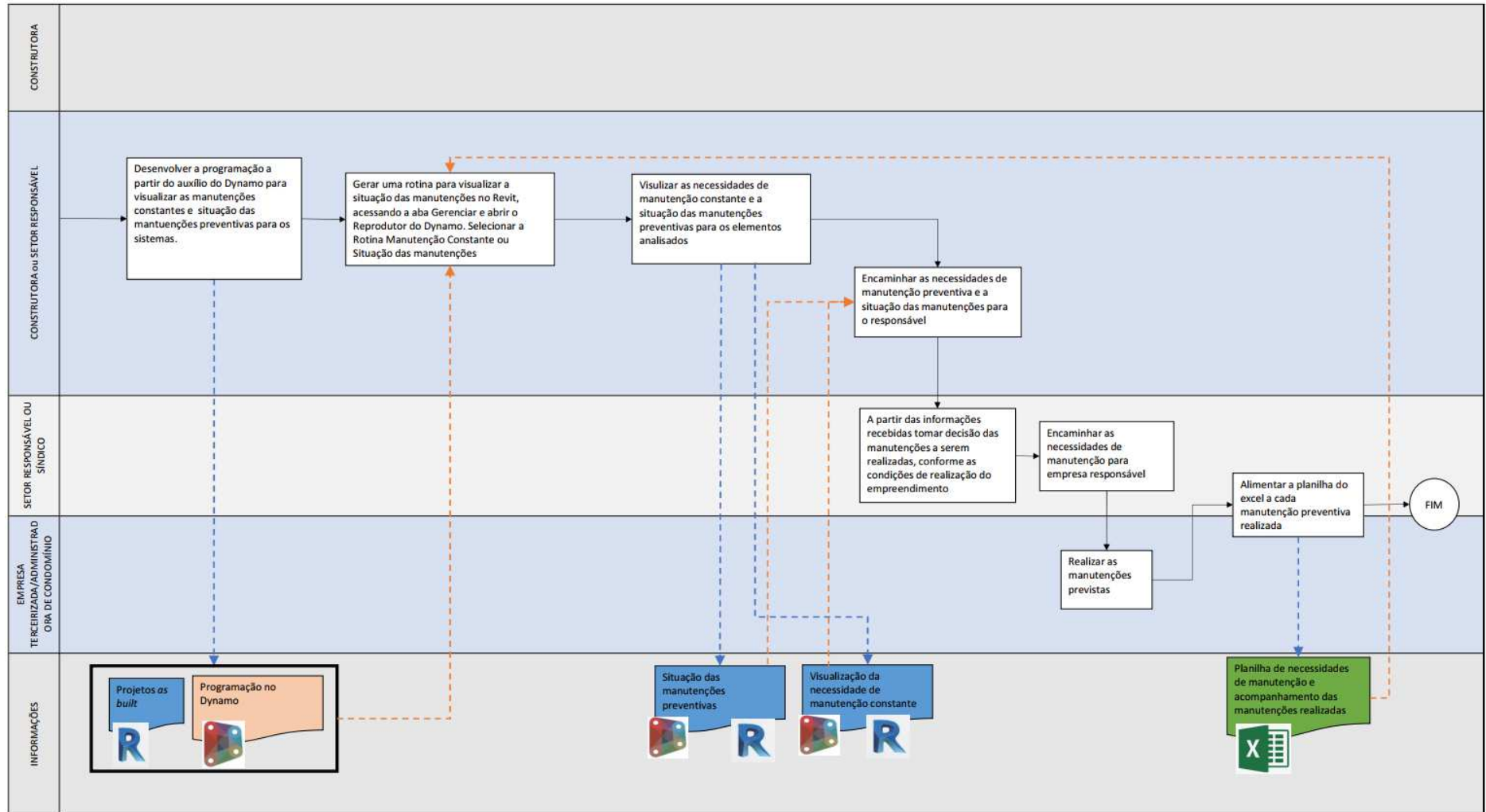
São sugeridos a construtora ou setor responsável para as atividades de planejamento, ação e controle. Para aplicação desse modelo é necessário um profissional que saiba trabalhar com software em conceito BIM. No caso de edifícios residenciais ou edificações que disponham de um setor responsável pela manutenção, sugere-se que as construtoras realizem esse papel, propondo um serviço de manutenção ao edifício, o que poderia ampliar a atuação da empresa, não se restringindo à fase de execução, mas sim ampliando seu papel para a fase de operação e manutenção.

Figura 52 - Proposta de um fluxo de gestão de manutenção com o uso do conceito BIM - Planejamento



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 53 – Proposta de um fluxo de gestão de manutenção com o uso do conceito BIM – Ação e Controle



Fonte: Elaborado pela autora

As seguintes atividades foram consideradas de planejamento: preparar as informações para criação do modelo, a partir das informações recebidas do manual do usuário (.pdf) e projeto *as built* em Revit; gerar uma planilha que apresente um plano de manutenção preventiva (planilha de necessidades de manutenção e acompanhamento das manutenções realizadas - .xls); analisar os projetos em Revit e identificar os sistemas a partir dos elementos projetados; integrar, a partir do Dynamo, as informações do plano de manutenção preventiva projeto em Revit para gerar a visualização da necessidade de manutenção constantes e situação das manutenções no Revit. As seguintes atividades foram consideradas de ação e controle: desenvolver a programação das visualizações com software Dynamo; gerar as rotinas; visualizar as informações de manutenção no projeto em Revit; encaminhar as necessidades de manutenção preventiva e a situação das manutenções para o responsável.

Considerando a configuração dos edifícios estudados, o setor responsável (EE) ou síndico (ER) são indicados para as seguintes atividades de planejamento: receber os manuais do usuário, projetos aprovados e projetos *as built* da construtora. Como atividades de ação e controle são apontadas as seguintes atividades: alimentar a planilha do Excel a cada manutenção periódica realizada; a partir das informações recebidas tomar decisão das manutenções a serem realizadas, conforme as condições de realização do empreendimento; encaminhar as necessidades de manutenção para empresa responsável, aprovar as manutenções realizadas.

À empresa terceirizada ou administradora de condomínio é sugerido realizar atividades de ação e controle, executando as manutenções previstas e alimentando a planilha do Excel a cada manutenção periódica realizada.

O quadro 18 apresenta os documentos e informações que estão presentes no modelo de gestão de manutenção dos edifícios, a extensão ou programa sugerido, os envolvidos no processo, e a indicação de que os documentos são de entrada ou saída considerando os envolvidos. Como esse modelo é genérico, indica-se que cada edifício possa identificar quais documentos são necessários para a gestão do processo de manutenção e quem são os envolvidos.

A planilha de necessidades e acompanhamento das manutenções realizadas pode auxiliar o setor responsável ou síndico, na informação das atividades de manutenção preventivas necessárias para cada sistema e sua periodicidade. Essas

informações podem servir de base, caso for de interesse do responsável pela manutenção, para um contrato de prestação de serviços para o processo de manutenção, e definir um planejamento das atividades de manutenção para o edifício. Cabe ressaltar que o modelo deve ser alimentado com informações a partir do preenchimento dessa planilha toda a vez que ocorrem as atividades de manutenções.

Quadro 18 – Documentações de entradas e saídas na utilização do modelo proposto

Documento	Extensão ou programa	Construtora		Construtora ou setor responsável		Setor responsável ou síndico		Empresa terceirizada ou administradora de condomínio	
		entrada	saída	entrada	saída	entrada	saída	entrada	saída
Projetos aprovados	.dwg / .pdf		X	X		X			
Projetos <i>as built</i>	.rvt / .pdf		X	X	X	X			
Manual do usuário e demais manuais	.pdf		X	X		X			
Planilha de necessidades de manutenção e acompanhamento das manutenções realizadas	.xls				X	X	X	X	X
Programação no Dynamo	Dynamo .dyn			X	X				
Projeto em Revit - Situação das manutenções preventivas	.rvt / .dyn			X	X				
Projeto em Revit - Visualização da necessidade de manutenção constante	.rvt / .dyn			X	X				

Fonte: Elaborado pela autora.

Entende-se que as manutenções corretivas são situações diferentes da preventiva. No caso de alguns sistemas e atividades de manutenção do empreendimento estarem no prazo de garantia, a construtora pode ser acionada para a realização de serviços, se não, deverá ser solicitado um orçamento e a realização por empresa terceirizada. Essa mesma situação é similar quando ocorrerem demanda não previstas no planejamento, ou por esquecimento, ou por fator externo.

A integração do planejamento da manutenção ao modelo do projeto (Revit - BIM) é sugerida por programação em Dynamo, a ser realizada pela construtora ou

setor de manutenção. Essa programação vai possibilitar integrar as informações, gerar as rotinas e visualizar as manutenções no projeto em Revit. Assim, todas as informações necessárias para a gestão da manutenção estarão presentes em um único software, sendo possível a visualização no projeto. Portanto, no modelo de gestão proposto o planejamento e os controles passam a ser visual, no qual a construtora ou setor de manutenção podem visualizar no projeto em Revit a situação das manutenções e as necessidades de manutenção constantes.

7.2 PERCEPÇÃO DA PROPOSTA DO MODELO DE GESTÃO EM TERMOS DE UTILIDADE E FACILIDADE DE USO

O modelo proposto de gestão de manutenção preventiva com o uso do conceito BIM foi apresentado através de reuniões virtuais (via zoom), ao responsável pelo setor de infraestrutura do edifício educacional, ao síndico do edifício residencial e ao diretor da construtora do edifício residencial, pois os mesmos estão envolvidos com o processo de manutenção nas edificações.

Nessas apresentações foram expostos os seguintes pontos: o fluxo do processo de gestão proposto, destacando: as ações referentes ao planejamento, ação e controle, os agentes e as documentações envolvidas; as informações geradas na planilha de necessidades de manutenção e acompanhamento das manutenções realizadas; as rotinas geradas no Dynamo; a visualização das Manutenções Constantes, a visualização das situações de manutenção e as informações presentes no projeto em Revit. Procurou-se, nessas reuniões virtuais, identificar a percepção dos entrevistados quanto à utilidade, facilidade de uso e potencial intenção de utilizar o modelo proposto.

7.2.1 Percepções observadas em relação à utilidade do modelo proposto

O responsável pelo setor de infraestrutura do EE destacou o quanto o modelo possibilita identificar as necessidades e a situação das atividades de manutenção de forma visual, diretamente no projeto. Segundo ele, essas informações auxiliam na definição do planejamento da manutenção, por possibilitar a especificação das atividades a ser realizadas, facilitando a comunicação com a empresa contratada para a realização dos serviços de manutenção. Além disso as informações de

manutenção estão presentes em um único software e de forma visual no projeto em Revit, o que facilita muito o acesso e uso.

Como essas informações, com o uso do modelo, podem estar de forma clara e visual para o setor de infraestrutura, é possível ampliar o controle e reduzir a relação de dependência das informações de necessidades e a situação das manutenções disponibilizadas pela empresa terceirizada através de relatórios. Hoje as informações estão presentes no software prisma que é o software utilizada pela empresa terceirizada, que a universidade pode ter acesso.

O gestor não precisa se deslocar até o edifício para verificar se a atividade de manutenção foi realizada, pois tem-se a ideia de a informação estar disponível no projeto logo após a alimentação da planilha em Excel com informações sobre serviços realizados. Essas informações irão auxiliar no acompanhamento da realização dos serviços, contudo, não exime o responsável em verificar e avaliar o serviço realizado.

Segundo o responsável pelo departamento de infraestrutura do EE, o modelo de visualização pode ser considerado como bastante persuasivo no sentido de facilitar a apresentação da situação de manutenção à direção da universidade, o que pode auxiliar na tomada de decisões na realização de atividades de manutenção. A universidade hoje realiza as atividades de acordo com as urgências de funcionamento do edifício e a disponibilidade financeira. O modelo traz o auxílio da tecnologia para questões estratégicas e tomada de decisões, no qual a necessidade da transformação digital é urgente em todas as áreas.

Para o síndico do ER, o modelo proposto seria muito útil e auxiliaria na visualização das manutenções em carácter preventivo. Essas informações são importantes no planejamento das ações e verificação das atividades que foram realizadas. Além disso, ressalta que as informações para manutenção estariam em um único lugar e diretamente no projeto entregue pela construtora. Contudo, o síndico pontuou que a operacionalização do modelo deve ser por parte da construtora que executou o empreendimento ou por uma empresa que tenha conhecimento na área de manutenção e no software Revit, como propõe o modelo. A possibilidade de visualizar as necessidade e situação das manutenções, a qualquer momento e com uso de tecnologia junto à empresa contratada, facilitaria a gestão da manutenção do edifício. A ênfase nas manutenções preventivas pode reduzir os custos com gastos de manutenções corretivas.

Para o diretor da construtora o modelo proposto é bastante atual, porque traz a dimensão 6D para os projetos em BIM a partir de uma programação no próprio software em que foi realizado o projeto, softwares da Autodesk (Revit e Dynamo), considerando que existem outros softwares que realizam a parte de manutenção, mas é necessário adquirir a ferramenta.

Segundo a percepção do diretor, as construtoras de modo geral, por ter profissionais com conhecimento em software em conceito BIM, podem oferecer um serviço na fase de manutenção baseado nesse modelo, se esse for de seu interesse, criando assim, um outro nicho de mercado.

Mesmo a construtora não sendo contratada para realizar o processo de manutenção do edifício, poderia utilizar as rotinas propostas para informar ao síndico ou responsável, de forma bastante visual, necessidades das manutenções preventivas, ampliando e facilitando a comunicação entre as partes.

O modelo proposto pode auxiliar os responsáveis pela manutenção dos edifícios a gerenciar o plano de manutenção, pois é possível visualizar as informações de como foi projetado, quais as atividades precisam ser realizadas e quando foram realizadas em um único modelo.

Muitas outras informações geradas durante a execução poderiam ser agregadas ao projeto e auxiliar após a entrega do edifício como ensaios, fotografias de como foi realizada a execução. Essa falta de informação pode gerar custos desnecessários, ou transtornos aos usuários do edifício na fase de uso e operação.

7.2.2 Percepções observadas em relação à facilidade de aplicação do modelo proposto

Para o responsável pelo setor de infraestrutura do EE, o modelo proposto, depois de geradas as informações e as formas de visualização, é de fácil utilização, pois a universidade já trabalha com os softwares sugeridos.

A universidade possui a licença para o uso do programa em Revit, que já possui o Dynamo, não sendo necessário investimento financeiro para adquirir o software da Autodesk. Além disso possui profissionais no setor de infraestrutura que têm conhecimento em Revit, o que é fundamental para implementação do modelo proposto, mas não têm profissionais com conhecimento em Dynamo para gerar as

rotinas. Esse problema poderia ser amenizado seguindo os passos descritos no capítulo 6.

Segundo ele, o maior desafio está na disponibilidade das informações de necessidades e periodicidade de manutenção para o edifício, e um projeto modelado que apresente todos os sistemas que necessitam atividades de manutenção para que o modelo de gestão de manutenção possa ser utilizado na sua íntegra. Logo, inicialmente, seria necessário buscar todas as informações para serem integradas com o projeto, e modelar outras disciplinas além do arquitetônico e estrutural, para utilizar em todos os sistemas.

Esse processo deve levar um certo tempo para sua implementação, pois além do tempo para que todas as informações estejam disponíveis (planilha e projetos) e rotinas realizadas (planilhas, projeto e rotinas), é necessário o tempo de disseminação e aprendizagem dos envolvidos. Para implementação do modelo proposto deve ser previsto um custo para sua aplicação e um plano de como ocorre a sua aplicação no setor.

Para o síndico do ER, o modelo proposto só é possível ser aplicado se a gestão for realizada junto a uma empresa terceirizada com expertise na área de manutenção e conhecimento nos softwares propostos ou similares, sendo inviável de ser aplicado diretamente pelo síndico. Além disso seria necessário algum recurso, como um aplicativo, que pudesse proporcionar uma interface mais fácil para leigos. Como sugestão, pontuou que as visualizações também pudessem estar disponíveis em softwares gratuitos e que o síndico recebesse um aviso por e-mail, de forma automática, do que precisa ser realizado na edificação.

Assim como para o responsável pelo setor de infraestrutura do EE, o diretor da construtora acredita que o modelo proposto é de fácil aplicação, após a integração das informações no projeto se realizado pela construtora. Contudo, ressalta a necessidade de profissionais com conhecimento em Revit, o que dificilmente vai acontecer junto aos síndicos dos edifícios.

Como o estudo foi realizado em projetos de edifícios realizados em Revit já entregues há quase cinco anos, é necessário identificar os sistemas aos elementos modelados no Revit, mas em projetos de empreendimentos mais recentes, deve-se ampliar essa análise, pois alguns projetos já estão trazendo os sistemas como parâmetros das propriedades dos elementos a partir de códigos para possibilitar a integração 4 e 5D.

7.2.3 Percepções observadas em relação a intenção de uso do modelo proposto

O responsável pelo setor de infraestrutura vê o modelo com grande potencial de utilização, desde que aprovado pela direção, porém seriam necessárias algumas ponderações para adaptar à realidade do setor de manutenção da universidade, quais sejam: as periodicidades poderiam ser alteradas pelo setor de infraestrutura conforme a disponibilidade de recursos que podem ser destinado à área, o que alteraria a planilha de necessidades, mesmo sabendo que poderia implicar na perda de garantia por parte da construtora, prazos esses que já foram expirados na maioria dos sistemas para o edifício educacional; poderia ser gerada mais uma rotina que pudesse priorizar as atividades a serem realizadas de acordo com critérios definidos pelo setor como urgência.

O síndico aponta que teria a intenção de utilizar o modelo proposto, e que o modelo poderia ser indicado, em uma reunião ao conselho, para ser aplicado no edifício, o que auxiliaria na gestão de manutenção do empreendimento. É necessário que o condomínio tenha recursos para contratar uma empresa terceirizada que tenha expertise em manutenção e tenha conhecimento no software.

Portanto, a aplicação desse modelo só seria viável se o houver interesse e recurso por parte do conselho em aprovar a contratação de uma empresa para realizar o processo de manutenção com ênfase na manutenção preventiva. Mas, ressalta que a construtora poderia utilizar essas visualizações e apresentar ao síndico os momentos de manutenção evitando a necessidade de manutenções corretivas, em alguns casos, ou a perda de garantia. Ou ainda, a construtora poderia oferecer um serviço de manutenção ao empreendimento que utilizasse esse modelo, em conjunto com o síndico, para auxiliar na gestão do processo de manutenção do edifício.

De acordo com o diretor, a empresa atualmente utiliza o Arquicad, software desenvolvido pela Graphishoft, para realizar os seus projetos e só seria possível gerar as rotinas se adquirisse outro software (Vico) que poderia fazer essa interface. O diretor vê o modelo como um potencial de uso para as construtoras em função das possibilidades de apresentar, aos responsáveis pela manutenção, as atividades que devem ser realizadas no edifício, a partir do projeto em software em conceito BIM. Além disso, o serviço de manutenção aos empreendimentos é um nicho de

mercado a ser explorado, ampliando sua atuação no ciclo de vida dos empreendimentos.

7.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODELO PROPOSTO

A partir da realização e análise do fluxo de informação nas etapas de projeto, planejamento, ação e controle do modelo e das observações realizadas pelos entrevistados quanto à percepção de utilidade do modelo de gestão de manutenção integrada ao modelo de projeto em BIM, entende-se como pertinentes as considerações a seguir.

- Quanto ao projeto do edifício

Para novos projetos de edifícios realizados em conceito BIM, devem estar claras desde o início, quais as intenções, necessidades, requisitos e forma de entrega do projeto. Para que o BIM possibilite a integração e a geração das informações durante todo o ciclo de vida do empreendimento, é necessário que o modelo do projeto tenha informações quanto às propriedades dos objetos referentes à manutenção. As informações de necessidades de manutenção do edifício devem ser apresentadas pela construtora a partir do manual do usuário e de um programa de manutenção que aponte as necessidades e periodicidades das atividades a serem realizadas, para que se possa incorporar ao projeto em conceito BIM.

Entende-se como desafio a aplicação de modelos integrando FM-BIM para projetos mais antigos, que embora tenham utilizado os softwares em conceito BIM para realização da modelagem dos objetos, tenham ênfase na fase de projeto, não abrangendo uma preocupação e integração com as fases posteriores (construção e manutenção do edifício).

Outro desafio diz respeito à dificuldade de identificar e padronizar as informações, devido à grande variedade e quantidade de dados gerados para descrever um espaço construído, somando a particularidade de cada envolvido definir seus próprios códigos de produto, além disso tem-se a dificuldade de se ter um banco de dados robusto que permita a aplicação de softwares. Está sendo proposto, na NBR 15965 (parte 1 até a parte 7), um sistema de classificação da informação da construção que possibilite uma integração das informações, evite diferentes interpretações e facilite a interoperabilidade entre diferentes sistemas

informatizados. Quando o projeto da edificação apresentar seus elementos com as informações parametrizadas de acordo com os códigos propostos acredita-se que seja possível identificar os sistemas de maneira direta e facilite a integração das informações.

Para aplicação do modelo proposto é necessário que o projeto do edifício esteja modelado em software em conceito BIM e que contenha as várias disciplinas que envolve o projeto. Além disso, é necessário que se possa identificar os sistemas propostos nos manuais dos usuários nos elementos projetados. Os elementos dos projetos não podem ser modelados somente com a intenção de visualização 3D e sim devem apresentar informações que agreguem e auxiliem durante todo o ciclo de vida do edifício.

- Quanto à operacionalização do modelo de gestão FM-BIM

O modelo traz as etapas de planejamento, ação e controle que devem ser realizadas nos sistemas de gestão de manutenção dos edifícios, a partir das informações visuais geradas no projeto em conceito BIM. Para a operacionalização do modelo proposto é necessário que haja um profissional com conhecimento em BIM, o que pode ser um entrave quando não houver uma figura na equipe de manutenção que tenha essa expertise. Para esses casos, sugere-se a criação de aplicativo que possibilite o acesso e facilite a visualização da gestão do processo de manutenção aos envolvidos, de forma que apresente aplicação com interfaces mais amigáveis.

Ao mesmo tempo, essa dificuldade aponta um nicho de mercado para construtoras ou empresas terceirizadas que já utilizam o BIM em suas práticas, apresentam conhecimento em seu quadro de profissionais e tenham interesse de prestar serviços na área de manutenção de edifícios.

- Quanto à adaptação do modelo

As informações, referentes às atividades de manutenção no modelo proposto, podem ser ampliadas nos elementos projetados do edifício, criando parâmetros para inserção de outros registros que possam auxiliar nas etapas de planejamento, ação e controle, como: fotografias, registros de manutenções, procedimentos operacionais, prestadores de serviços, entre outros. Também pode ser utilizado um conjunto de indicadores na etapa de controle, conforme recomenda a NBR 5674:

2012, para auxiliar no processo de gestão de manutenção nos edifícios e na tomada de decisões estratégicas.

A integração entre a gestão de manutenção e o modelo do projeto realizada neste trabalho possibilitou a visualização das necessidades e situações das manutenções no projeto em conceito BIM nas categorias de periodicidade e situação da manutenção. Essas visualizações podem ser personalizadas, através das alterações na categorização e na programação de rotinas, de acordo com as prioridades estabelecidas na gestão do processo de manutenção como riscos, emergência, custos, disciplinas, complexidades ou dificuldades.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica realizada mostra que o Brasil não apresenta uma consolidação na área de facilities management (FM), foi apenas em 2019 que as primeiras normas em relação a conceitos e processo de FM foram aprovadas.

Os resultados dos diagnósticos dos processos de gestão da manutenção realizados na etapa de contextualização mostraram diferenças na forma como esses sistemas são trabalhados em termos de formalização, de caráter e de resultados. No edifício educacional, observa-se maior formalização do processo, um setor responsável, sistema de TI para armazenamento e troca de informações, busca por realização de manutenção preventiva e participação de empresa terceirizada. Existe um planejamento da manutenção, porém a informação é centralizada na empresa terceirizada, dificultando o acesso por parte do proprietário.

No edifício residencial, o diagnóstico realizado indica a falta de formalização do processo, o síndico é o responsável pelas manutenções, a ênfase em manutenções corretivas, forte participação da construtora (em função de prazos de garantias) e participação de empresa terceirizada para auxílio na área administrativa e financeira do condomínio. Os serviços de manutenção são muitas vezes realizados pela construtora que executou o empreendimento.

Nos dois edifícios os projetos modelados em conceito BIM não são considerados na fase de manutenção, pois os projetos entregues não foram modelados para todas as disciplinas e encontram-se de forma incompleta sem apresentar informações relacionadas às fases de uso e operação. Pôde-se observar que as atividades de manutenção não seguem, na sua totalidade, as orientações propostas nos manuais do usuário entregue, porque esses são constituídos de maneira confusa, incompleta, com divergências de informações e com dificuldade de o acesso às informações. Conclui-se que, embora o sistema de manutenção do edifício educacional tenha um caráter de prevenção, ainda existe uma grande incidência de necessidades de manutenções corretivas. Já no edifício residencial, o caráter do sistema de manutenção é corretivo.

A partir da etapa referente à estrutura e modelagem da informação para integração FM-BIM foi possível: identificar, nos estudos de caso, as atividades de manutenções necessárias baseado nos manuais entregues; apresentar a forma de identificação dos sistemas abordados nos manuais, nos elementos projetados em

conceito BIM; criar rotinas, com uso do Dynamo, que possibilitam as informações do processo de manutenção serem visualizadas nos elementos projetados, referente às necessidades de manutenção constante e a situação das manutenções. Foi realizado uma planilha para identificar e organizar as informações referentes às necessidades de manutenção e após incluído o acompanhamento das manutenções junto ao setor responsável pela manutenção do edifício. Foram utilizadas cores diferentes para identificar a periodicidade ou situação da manutenção.

Os sistemas e suas atividades foram atrelados aos elementos já modelados, que podem ser identificados a partir das suas informações referentes à categoria, família, tipo e ou material, pois não havia outras informações paramétricas nos projetos que possibilitassem essa interface. Foi possível integrar as informações a partir do software Dynamo, criando rotinas para visualização das necessidades de manutenções e para situações de manutenções, no qual as informações estão presentes em um único software de forma visual. Essas rotinas geram parâmetros nas propriedades dos elementos que são possíveis de serem visualizadas ao selecionar cada elemento do projeto em Revit.

Essa etapa foi bastante trabalhosa devido ao fato de que os projetos existentes em conceito BIM não foram pensados para o uso dessa dimensão (6D - operação e manutenção), portanto, muitas vezes não haviam informações suficientes para associar os elementos modelados no projeto aos sistemas e atividades de operação e manutenção definidas nos manuais dos usuários.

A partir dos estudos realizados, foi possível propor um modelo genérico de gestão da fase de manutenção de edifícios, utilizando o conceito BIM com foco na manutenção preventiva. O modelo proposto é composto pelo projeto em conceito BIM que informa as atividades referentes ao processo de planejamento das manutenções (carácter preventivo), e fundamenta a realização das ações de manutenção propriamente ditas que serão controladas num processo cíclico de projeto - planejamento - ação – controle.

Procurou-se avaliar a funcionalidade, a facilidade e a intenção de uso do modelo proposto através das percepções observadas junto aos envolvidos no processo de manutenção das edificações. Em relação à utilidade, o modelo facilita o acesso às informações de forma visual a qualquer momento e em um único software, o que auxilia na fase de planejamento e controle. Além disso, o modelo não só propicia uma comunicação entre os envolvidos no processo, mas também

traz o auxílio da tecnologia à gestão da manutenção com foco na manutenção preventiva e às questões estratégicas.

Os envolvidos no processo de manutenção veem o modelo com potencial de utilização, todavia sugerem algumas adaptações à realidade de cada usuário. A categorização proposta no trabalho, foi considerada interessante pelo usuário, assim como a possibilidade do modelo ser adaptado e personalizado de acordo com os diferentes interesses ou necessidades do processo de manutenção, muitas vezes vinculados a disponibilidade de recursos.

Como dificuldades e desafios em relação a aplicação do modelo, pôde-se observar: a necessidade de um profissional que tenha conhecimento em software em conceito BIM; a disponibilização das informações necessárias para as atividades de manutenção; a modelagem dos projetos em conceito BIM para todas as disciplinas. Portanto, sugere-se que o agente da gestão do processo de manutenção de edifícios residenciais, a partir do modelo proposto, seja realizado pela construtora devido a expertise na área de projetos em conceito BIM, nas informações de necessidade de manutenção e por participar dos ciclos anteriores do empreendimento, potencializando aí um nicho de mercado.

Sugere-se como estudos futuros que o modelo, além de trazer o conceito de manutenções preventivas, possa ampliar o foco para manutenção preditiva. Além disso, para as modelagens futuras, em função da escassez de recursos que algumas gestões de edificações enfrentam, pode-se haver um estudo que traga as variáveis custos e riscos (segurança, funcionamento, ambiental, legal, entre outros). Ademais, poderia ser desenvolvido um aplicativo que facilitasse a visualização por parte do usuário e apresentasse uma interface mais amigável ao gestor da edificação para auxiliar nas tomadas de decisões.

REFERÊNCIAS

AHMAD, T.; AIBINU, A.; THAHEEM, M.J. BIM-based iterative tool for sustainable building design: a conceptual framework. **Procedia Engineering**, v. 180, p. 782 – 792, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.239>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

AKINADE, O. O.; OYEDELE, L. O.; OMOTESO K., AJAYI S. O.; BILAL M.; OWOLABI H. A.; ALAKA H. A.; AYRIS L.; LOONEY J.H. BIM-based deconstruction tool: towards essential functionalities. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 6, p 260–271, 2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.ijse.2017.01.002>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

ALLOUHI, A.; EL FOUIH, Y.; KOUSKSOU, T.; JAMIL, A.; ZERAOULI, Y.; MOURAD, Y. Energy consumption and efficiency in buildings: current status and future trends. **Journal of Cleaner Production**, v. 109, p. 118-130, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.139> >. Acesso em: 21 jan. 2019.

ASMONE, A.; CONEJOS, S.; CHEW, M. Green maintainability performance indicators for highly sustainable and maintainable buildings. **Building and Environment**, v. 163, p. 1-12, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106315>>. Acesso em: 21 jan. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ISO/TR 41013: Facility management – escopo, conceitos-chave e benefícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019a.

_____. **NBR 12006-2: Construção de edificação – Organização de informação da construção – Parte 2: Estrutura para classificação de informações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

_____. **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, 2011a.

_____. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

_____. **NBR 15965-1: Sistema de classificação da informação da construção – Parte 1: Terminologia e estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

_____. **NBR 15965-2: Sistema de classificação da informação da construção – Parte 2: Características dos objetos da construção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

_____. **NBR 15965-3: Sistema de classificação da informação da construção – Parte 3: Processos da construção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15965-4**: Sistema de classificação da informação da construção – Parte 4: Recursos da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

_____. **NBR 15965-7**: Sistema de classificação da informação da construção – Parte 7: Informação da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

_____. **NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

_____. **NBR 5674**: Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012a.

_____. **NBR ISO 41011**: Facility management – vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

_____. **NBR ISO 41012**: Facility management – diretrizes sobre processo de compras e desenvolvimento de acordos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019b.

BANCO DO BRASIL (BB). **Edital Concorrência nº 2016/00181**. Curitiba: Cenop, 2016. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/dilog/dwn/edCC16.0181.pdf>>. Acesso em: set. 2016.

BEST, R. LANGSTON, C., DE VALENCE, G. **Workplace strategies and facilities management: building in value**. Oxford: Elsevier Science, 2003.

BIM TASK GROUP. **Building information modelling (BIM) Task Group**. 2013. Disponível em: <<http://www.bimtaskgroup.org/>>. Acesso em: 28 out. 2016.

BOUABDALLAOUI, Y.; LAFHAJ, Z.; YIM, P.; DUCOULOMBIER, L.; BENNADJI, B. Predictive maintenance in building facilities: a machine learning-based approach. **Sensors**, 21, fev. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/s21041044>>. Acesso em: 14 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Brasília, DF: Presidência da República, 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10406.htm>. Acesso em: 10 fev. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling- Estratégia 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: 10 fev. 2021.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). **BS EN ISO 19650-1:2018**: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management

using building information modelling - Part 1: Concepts and principles. Reino Unido: BSI, 2019a.

_____. **BS EN ISO 19650-2:2018**: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling - Part 2: Delivery phase of the assets. Reino Unido: BSI, 2019b.

_____. **PD 19650-0:2019**: Transition guidance to BS EN ISO 19650. Reino Unido: BSI, 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Fundamentos BIM - Parte 1**: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Câmara Brasileira da Indústria da Construção- Brasília: CBIC, 2016. 124p.

CARVALHO, J.; ALECRIM, I.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. Integrating BIM-Based LCA and Building Sustainability. **Sustainability**, 12, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/su12187468>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

CARVALHO, J.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. Sustainable building design: Analysing the feasibility of BIM platforms to support practical building sustainability assessment. **Computers in Industry**, v. 127, mai. 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103400>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

CARVALHO, J.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. Optimising building sustainability assessment using BIM. **Automation in Construction**, v. 102, p.170-182, jun. 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.021>>. Acesso em: 08 fev. 2021.

CATELANI, W. S. **10 Motivos para evoluir com o BIM**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília: Gadioli Cipolla Branding Comunicação, 2016.

CHAPMAN, R. E. Inadequate Interoperability: A Closer Look at the Costs. *In*: International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2005), 22., set 11-14, 2005, Ferrara, Itália. **Anais eletrônicos** [...]. Disponível em: < <https://doi.org/10.22260/ISARC2005/0087> >. Acesso em: 28 nov. 2018.

CHEN H., HOU, C.; WANG. Y. A 3D visualized expert system for maintenance and management of existing building facilities using reliability-based method. **Expert Systems with Applications**, v.40, p. 287–299, jan. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.07.045>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

CODINHOTO, R.; KIVINIEMI, A. BIM for FM: a case support for business life cycle. *In*: **Product Lifecycle Management for a Global Market**. IFIP Advances in information and communication technology, v. 442, p. 63-74, 2014. Berlin: Springer, 2014. Disponível em: < https://doi.org/10.1007/978-3-662-45937-9_7>. Acesso em: 07 jun. 2018.

CODINHOTO, R; DONATO, V; COMLAY, J; ADEYEYE, K; KIVINIEMI, A. BIM FM: An international call for action. *In*: **International Journal of 3-D Information**

Modeling, p. 83-114, 2018. Disponível em: <<https://researchportal.bath.ac.uk/en/publications/bim-fm-an-international-call-for-action>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

COSTA, A. A. da et al. **Guia da Contratação BIM**. Comissão Técnica de Normalização BIM – CT 197 BIM. Portugal: Instituto Superior Técnico. 2017. Disponível em: <<http://www.ct197.pt/index.php/desenvolvimentos/documentacao>>. Acesso em: 11 jan. 2019.

COSTA, A. A. da, et al. **Plano De Execução Bim (PEB)**: especificação de estrutura do documento de apoio à gestão de empreendimentos BIM. Documento nº 0303. Comissão Técnica 197 BIM. Portugal. Draft. 2019?

CZERNIAWSKI, T. et al. 6D DBSCAN-based segmentation of building point clouds for planar object classification. **Automation in Construction**, v. 88, p. 44-58, abr. 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092658051730393X>>. Acesso em: 4 fev. 2019.

DYNAMO. **Introduction** [2019a?]. Disponível em: <[http://https://primer.dynamobim.org/01_Introduction/1_introduction.html](https://primer.dynamobim.org/01_Introduction/1_introduction.html)>. Acesso em: 10 ago. 2020.

DYNAMO. **What is visual programming?** [2019b?]. Disponível em: <[http://https://primer.dynamobim.org/01_Introduction/1_introduction.html](https://primer.dynamobim.org/01_Introduction/1_introduction.html)>. Acesso em: 10 ago. 2020.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução Cervantes Gonçalves Ayres Filho. Porto Alegre: Bookman, 2014. Tradução de: *A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*.

ENGENHOSUL. **Manual do usuário**: UNISINOS Porto Alegre. Porto Alegre, 2017.

FADEYI, M. O. The role of building information modeling (BIM) in delivering the sustainable building value. **International Journal of Sustainable Built Environment**. v. 6, n. 2, p. 711-722, dez. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609016302047>>. Acesso em: 9 fev. 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed., São Paulo: Atlas, 2002.

INTERNATIONAL FACILITY MANAGEMENT ASSOCIATION (IFMA). **What is Facility Management**. IFMA [2020?]. Disponível em: <<https://www.ifma.org/about/what-is-facility-management>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

KERN A. P.; ANTONIOLLI, C. B.; WANDER P. R.; MANCIO M.; GONZÁLEZ M. A. Energy and water consumption during the post-occupancy phase and the users' perception of a commercial building certified by Leadership in Energy and

Environmental Design (LEED). **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 826-834, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.081>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

KIVINIEMI, A.; CODINHOTO, R. Challenges in the Implementation of BIM for FM— Case Manchester Town Hall Complex. **Computing in Civil and Building Engineering**. p. 665-672, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1061/9780784413616.083>>. Acesso em: 09 fev. 2018.

KREIDER, Ralph G. and MESSNER, John I. **The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses**. The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.: Version 0.9, set., 2013. Disponível em: <<http://bim.psu.edu>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

LAISERIN, Jerry. Apresentação. 2007. In: EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014. p. ix-xii.

MARMO, R., POLVERINO, F., NICOLELLA, M.; TIBAUT, A. Building performance and maintenance information model based on IFC schema. In: **Automation in construction**, v.118, out. 2020-10, p.103275. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103275>>. Acesso em: 07 mar 2021.

MATARNEH, S.; DANSO-AMOAKO, M.; AL-BIZRI, G.; MATARNEH, M. Building information modeling for facilities management: A literature review and future research directions. **Journal of Building Engineering**, v. 24, jul. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100755>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

MATARNEH, S., DANSO-AMOAKO, M., AL-BIZRI, S., GATERELL, M.; MATARNEH, M. BIM for FM: developing information requirements to support facilities management systems". In: **Facilities**, v. 38, 5/6, 2020, p. 378-394. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/F-07-2018-0084>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

MCARTHUR, J.J. A Building Information Management (BIM) Framework and Supporting Case Study for Existing Building Operations, Maintenance and Sustainability. **Procedia Engineering**, v. 118, p. 1104-1111, set. 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815021050>>. Acesso em: 8 fev. 2019.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA, INDÚSTRIA, COMERCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (MDIC). **Building Information Modeling – BIM**. Decreto n. 9.377, de maio de 2018. 2018. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES (NBIMS). **National Bim Guide for Owners**. 2017. Disponível em: < <http://www.nationalbimstandard.org/content/institute-unveils-national-bim-guide-owners>>. Acesso em 21 de novembro de 2018.

NICAŁ, ALEKSANDER K., WODYŃSKI, WOJCIECH. Enhancing Facility Management through BIM 6D. In: **Selected papers from Creative Construction Conference 2016**. Procedia Engineering, v. 164, p. 299-306, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.623>>. Acesso em: 4 fev. 2019.

OMG. **Business process model and notation**. Versão 2.0. 2011. Disponível em: <<https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>>. Acesso em: 12 jan. 2019.

PATACAS, J.; DAWOOD, N.; KASSEM, M. BIM for facilities management: A framework and a common data environment using open standards. In: **Automation in construction**, v. 120, p.103366, dez 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103366>>. Acesso em: 17 set. 2021.

PÄRN, E.A., EDWARDS, D.J., SING, M.C.P. The building information modelling trajectory in facilities management: A review. **Automation in Construction**, v. 75, p. 45-55, mar. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.12.003>>. Acesso em: 7 fev. 2019.

PENG, C. Calculation of a building's life cycle carbon emissions based on Ecotect and building information modeling. **Journal of Cleaner Production**, v.112, p. 453-465, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.078>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

PINGBO, Tang et al. Automatic reconstruction of as-built building information models from laser-scanned point clouds: A review of related techniques. **Automation in Construction**, v. 19, n. 7, p. 829-843, nov. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.06.007>> Acesso em: 4 fev. 2019.

PISHDAD-BOZORGI, P. et al. Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM). **Automation in Construction**, v. 87, p. 22-38, mar. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.12.004>>. Acesso em: 6 fev. 2019.

QUINN, C.; SHABESTARI, A.; MISIC, T.; GILANI, S.; LITOIU, M.; MCARTHUR, J. Building automation system: BIM integration using a linked data structure. In: **Automation in construction** v.118, p.103257, out 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103257>>. Acesso em: 16 set. 2021.

ROPER, K.; PAYANT, R. **The facility management handbook**. 4 ed. v.1. Nova York: Amacon, 2014.

ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS (RIBA). **BIM overlay: to the RIBA outline plan of work**. London: RIBA Publishing, mai. 2012.

SARAMAGO, J. **El concepto de utopía ha hecho más daño que bien**. La Prensa Gráfica, San Salvador. Jun., 2005. Disponível em: <<https://caderno.josesaramago.org/82566.html>>. Acesso em: 26 jul 2021.

SATTENINI, A., AZHAR, S., THUSTON, J. Preparing a buindling information model for facility maintenance and management publications. In: **Proceedings of the 28th**

International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC), Seoul, Korea, p. 150-155, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.22260/ISARC2011/0024>>. Acesso em: 18 nov 2020.

SHORE, J. We need green building. In: HALL, Keith (Ed.). **The green building bible**. 5 ed. v.1. Reino Unido: Green Building Press, 2017. p. 10-13.

SOUST-VERDAGUER, B.; LLATAS, C.; GARCIA-MARTINEZ, A. Critical review of BIM-based LCA method to buildings. **Energy and Buildings**, v. 136, p. 110–120, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.009>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

SU, Y.; LEE, Y.; LIN, Y. Enhancing maintenance management using building information modeling in facilities management. In: **Proceedings of the 28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)**, Seoul, Korea, 2011. p. 752-757. Disponível em: <<https://doi.org/10.22260/ISARC2011/0140>>. Acesso em: 18 nov 2020.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, mai. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

TURKAN, Yelda. et al. Automated progress tracking using 4D schedule and 3D sensing technologies. In: **Automation in Construction**. v. 22, p. 414-421, mar. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.10.003>> Acesso em: 4 fev. 2019.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. 2015. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20agenda%20for%20sustainable%20development%20web.pdf>>. Acesso em: 5 mar 2019.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS). **Acesso ao campus Unisinos Porto Alegre**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<http://unisinos.br/novocampuspoa/assessoria/710/>>. Acesso em: 24 set. 2019.

_____. **Missão e perspectivas: plano de desenvolvimento Institucional. PDI UNISINOS 2014 - 2017**. São Leopoldo, 2014. Disponível em: <<https://portal.asav.org.br/Corpore.net/Main.aspx?SelectedMenuIDKey=PrtPastasConteudo>>. Acesso em: 24 set. 2019.

_____. **Missão e perspectivas 2019 – 2023: plano de desenvolvimento Institucional - PDI UNISINOS**. São Leopoldo, 2019. Disponível em: <<https://portal.asav.org.br/Corpore.net/Main.aspx?SelectedMenuIDKey=PrtPastasConteudo>>. Acesso em: 24 set. 2019.

_____. **Plano de Necessidades de Manutenção e Conservação: Campus São Leopoldo**. São Leopoldo, 2015.

_____. **Reconhecimento.** São Leopoldo, [2019a?]. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/institucional/a-unisinos/reconhecimento>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

_____. **Regimento da unidade de apoio de administração de infraestrutura e serviços.** São Leopoldo, 2014a. Disponível em: <<https://portal.asav.org.br/Corpore.net/Main.aspx?SelectedMenuIDKey=PrtPastasConteudo>>. Acesso em: 24 set. 2019.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings: literature review and future needs. **Automation in Construction.** 38 109–127, 2014. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>>. Acesso em: 08 fev. 2019.

WEIWEI, C. et al. BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders. **Automation in Construction.** v. 91, p. 15-30, jul. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.007>> Acesso em: 5 fev. 2019.

WIJEKOON, C., MANEWA, A., ROSS, A. Enhancing the value of facilities information management (FIM) through BIM integration. In: **Engineering, construction, and architectural management**, v. 27, p.809-824, set 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2016-0041>>. Acesso em: 18 mar 2021.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Robert K. Yin; trad. Daniel Grassi. – 3. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA

O roteiro da entrevista utilizada na realização dos diagnósticos do processo de manutenção dos empreendimentos educacional e residencial, cujo resultados estão apontados no capítulo 5.

- 1.** Como ocorre o sistema de manutenção e operação da edificação?
- 2.** Quem são os envolvidos na fase de uso e operação?
- 3.** As atividades de manutenção são realizadas por terceiros?
- 4.** O empreendimento utiliza algum programa para a gestão do processo de manutenção?
- 5.** Que projetos e documentações o empreendimento recebeu durante a entrega do empreendimento?
- 6.** Como as informações foram recebidas e em que programa foram realizadas e entregues?
- 7.** O empreendimento utiliza as informações recebidas para programar suas manutenções e operações?
- 8.** As atividades de manutenção e operação são controladas pela edificação? Existem relatórios de controle e quais informações são geradas no decorrer do processo de uso e operação?
- 9.** Como a edificação identifica se as manutenções ocorreram?
- 10.** São coletados alguns indicadores referentes ao sistema de manutenção? No caso afirmativo, quais são eles?
- 11.** Na sua opinião o sistema de gestão da manutenção apresenta algum ponto de melhoria? Qual?
- 12.** Quais documentos seriam necessários para auxiliar na programação das atividades de manutenção?

APÊNDICE B – IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DE MANUTENÇÃO PREVENTIVAS E SITUAÇÃO DAS MANUTENÇÕES

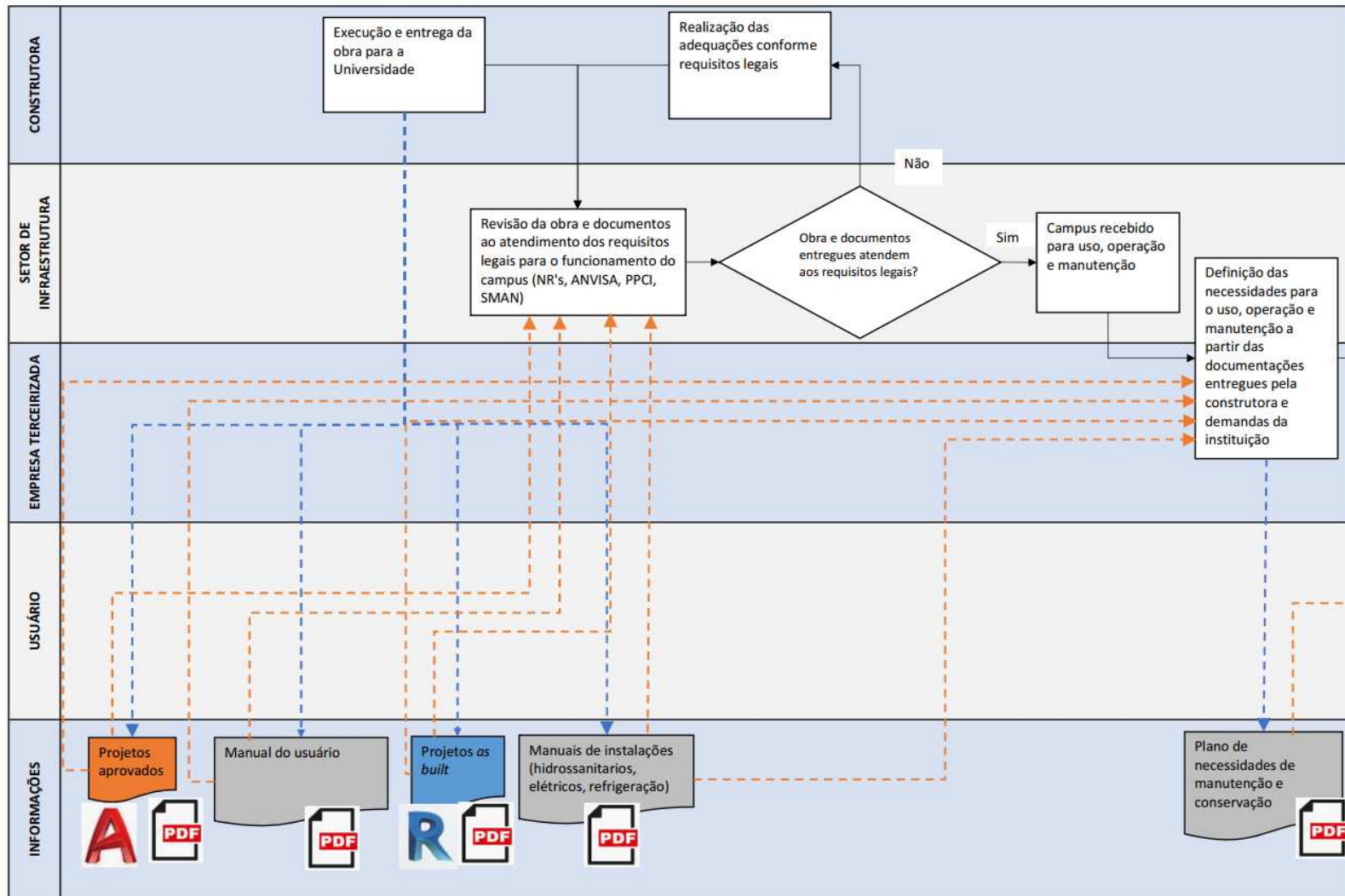
A planilha do Excel a seguir foi utilizada para identificar o sistema predial, as atividades de manutenção, qual a periodicidade, a data da última manutenção realizada nos empreendimentos estudados e a situação da manutenção. Os resultados estão apontados no capítulo 6.

Planilha de necessidades de manutenção e acompanhamento das manutenções realizadas

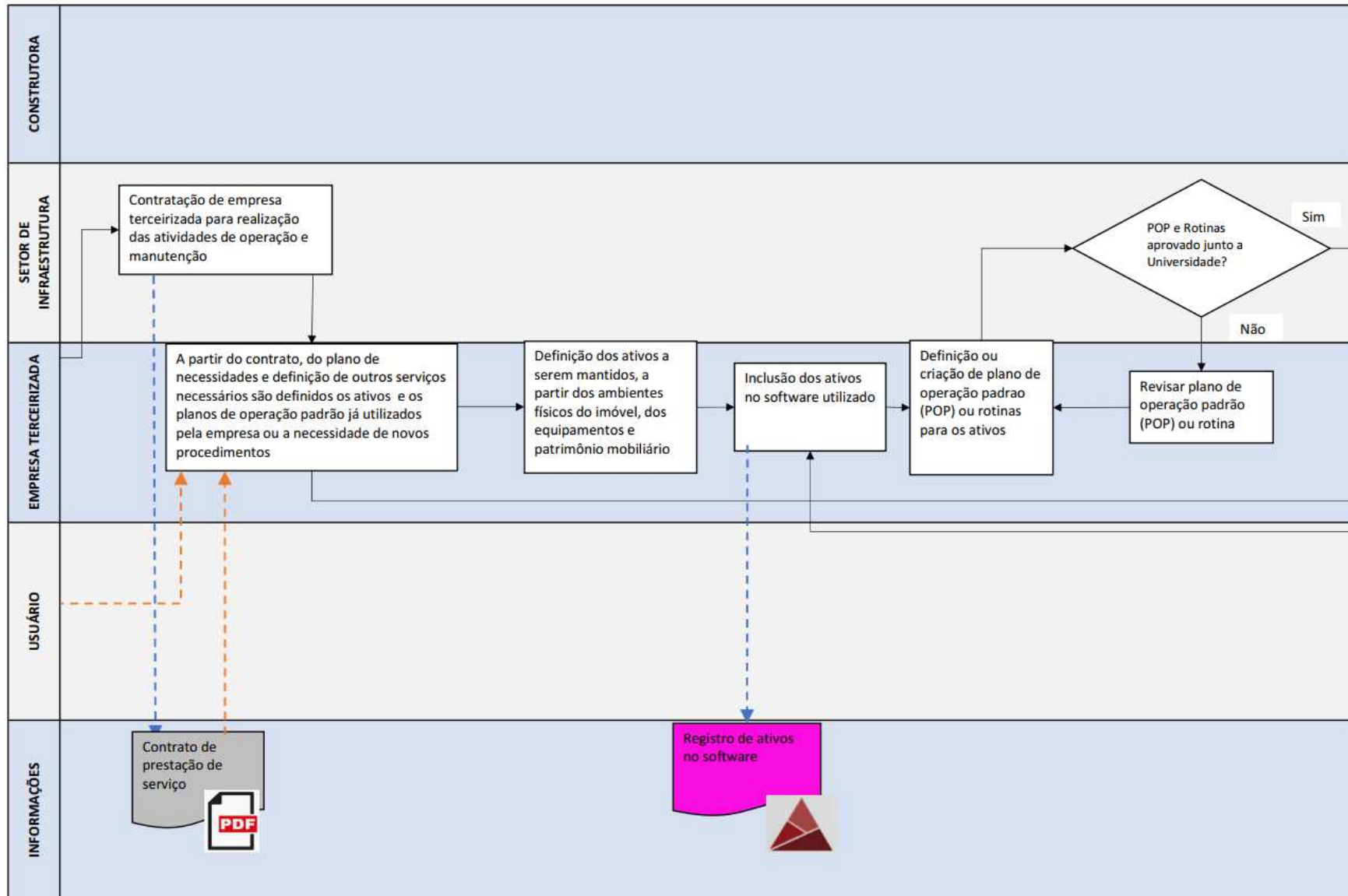
Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade	Data da última manutenção	Próxima Manutenção	Situação da manutenção (nº de dias que faltam para realizar a atividade)

APÊNDICE C – MAPEAMENTO DO FLUXO DO PROCESSO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO: EDIFÍCIO EDUCACIONAL

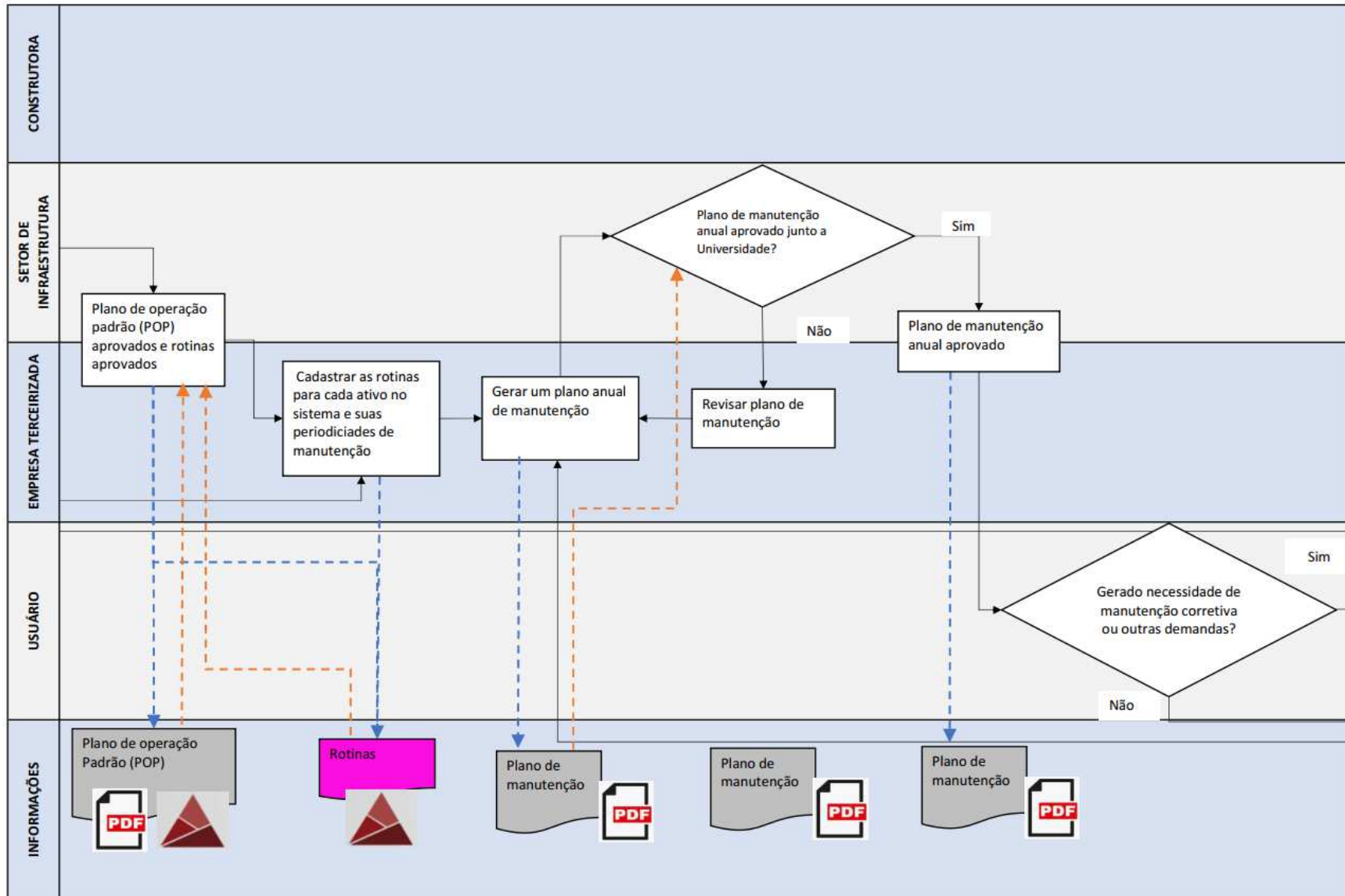
(continua)



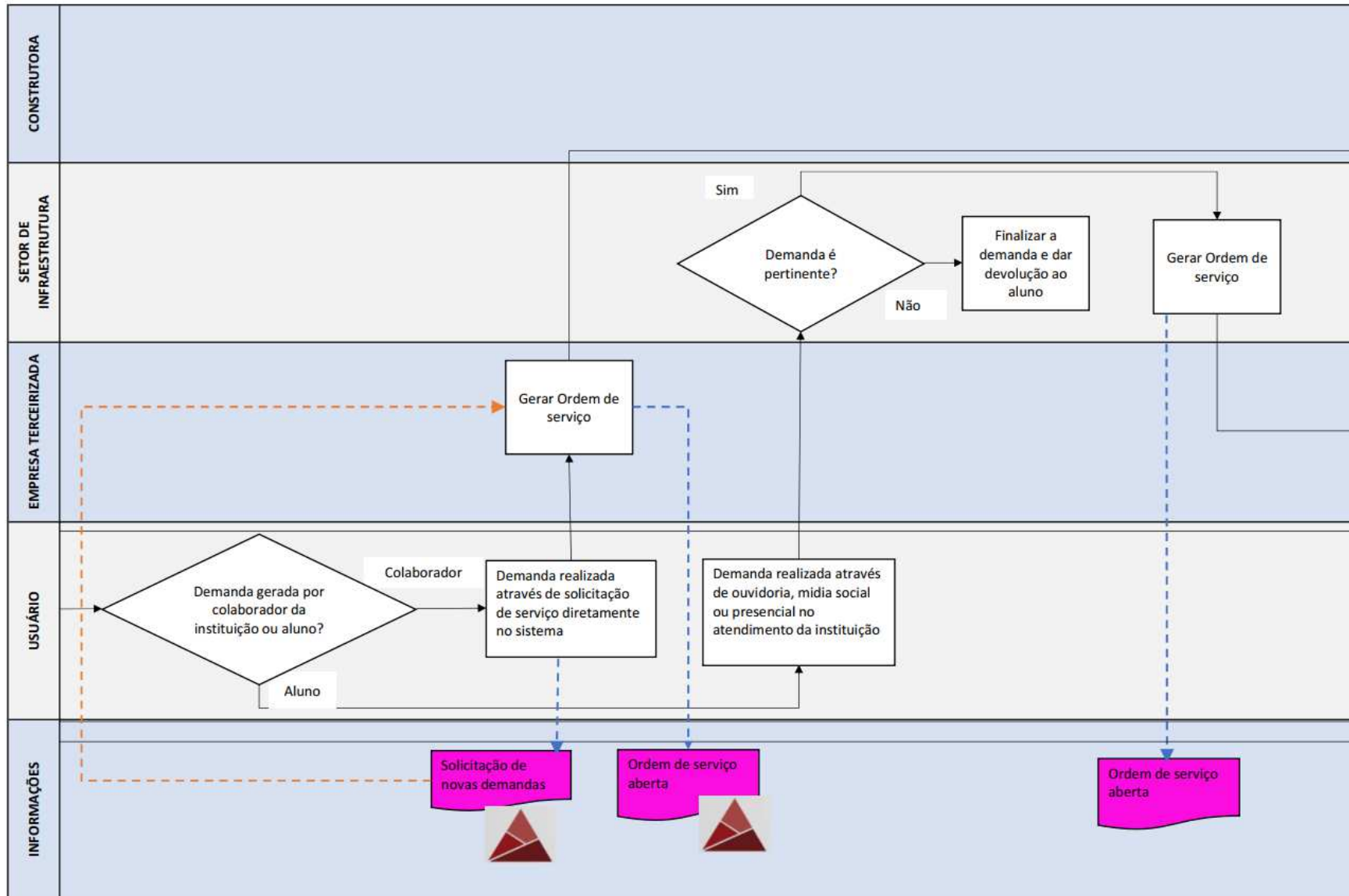
(continuação)



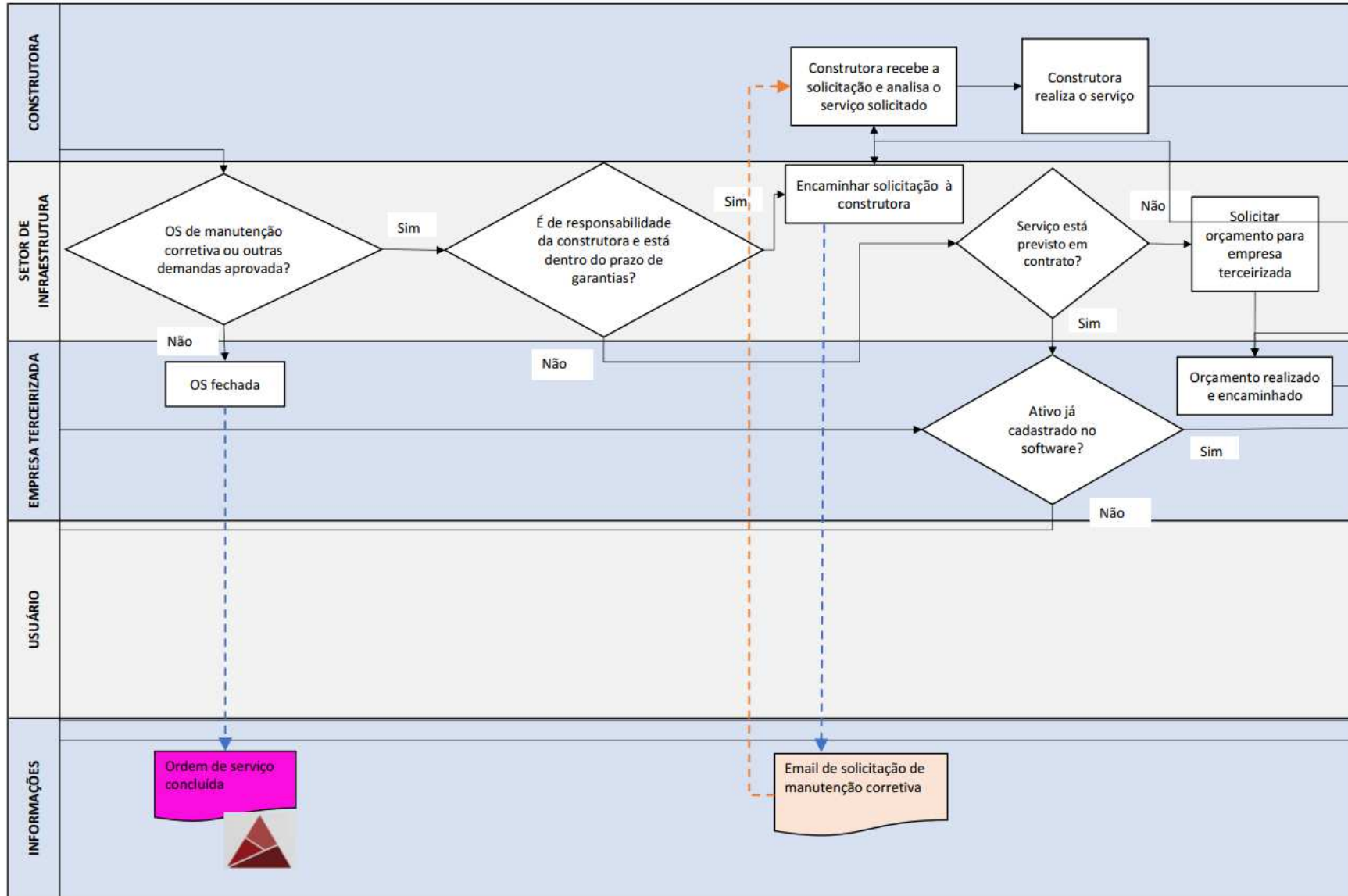
(continuação)



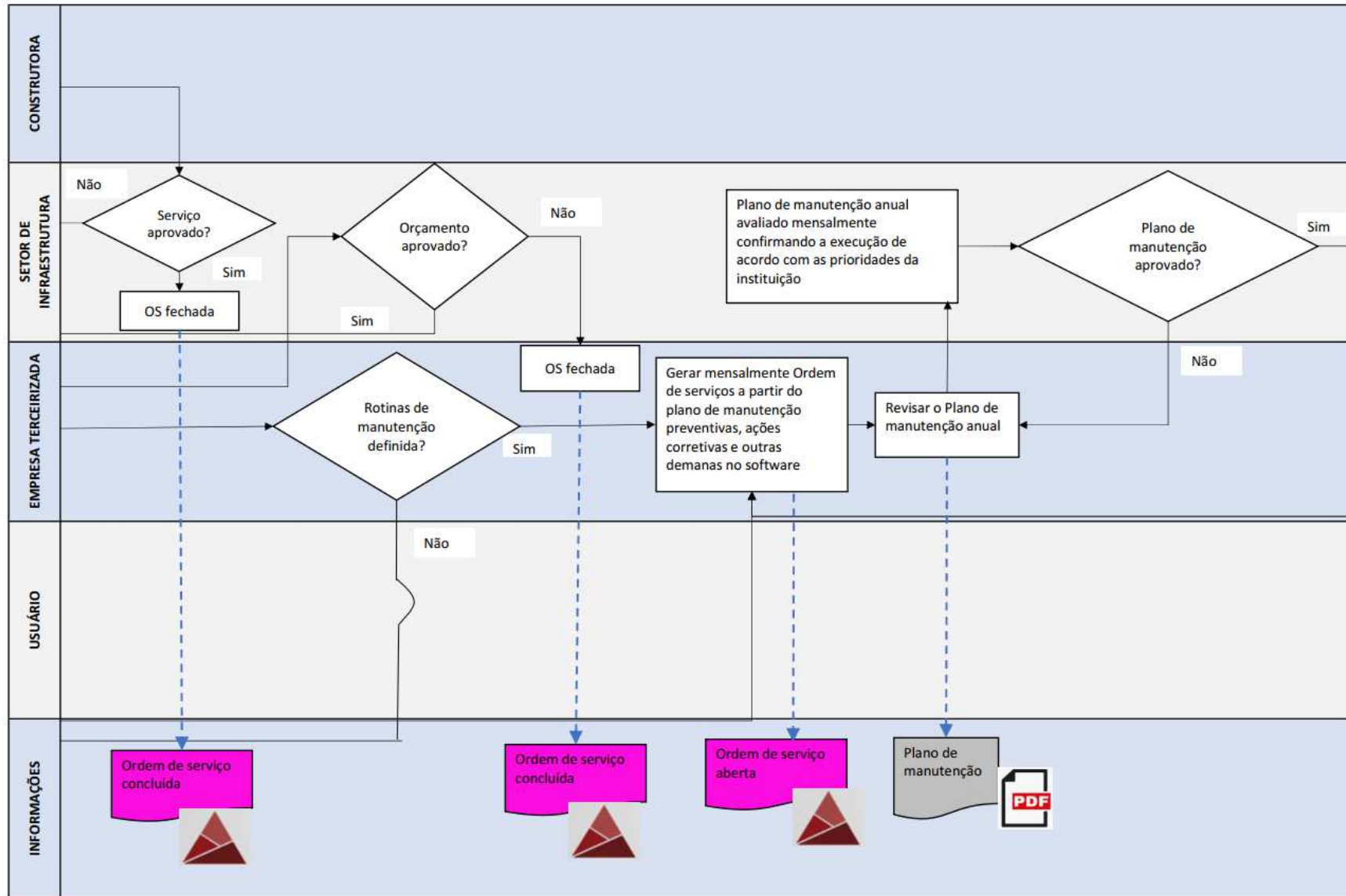
(continuação)



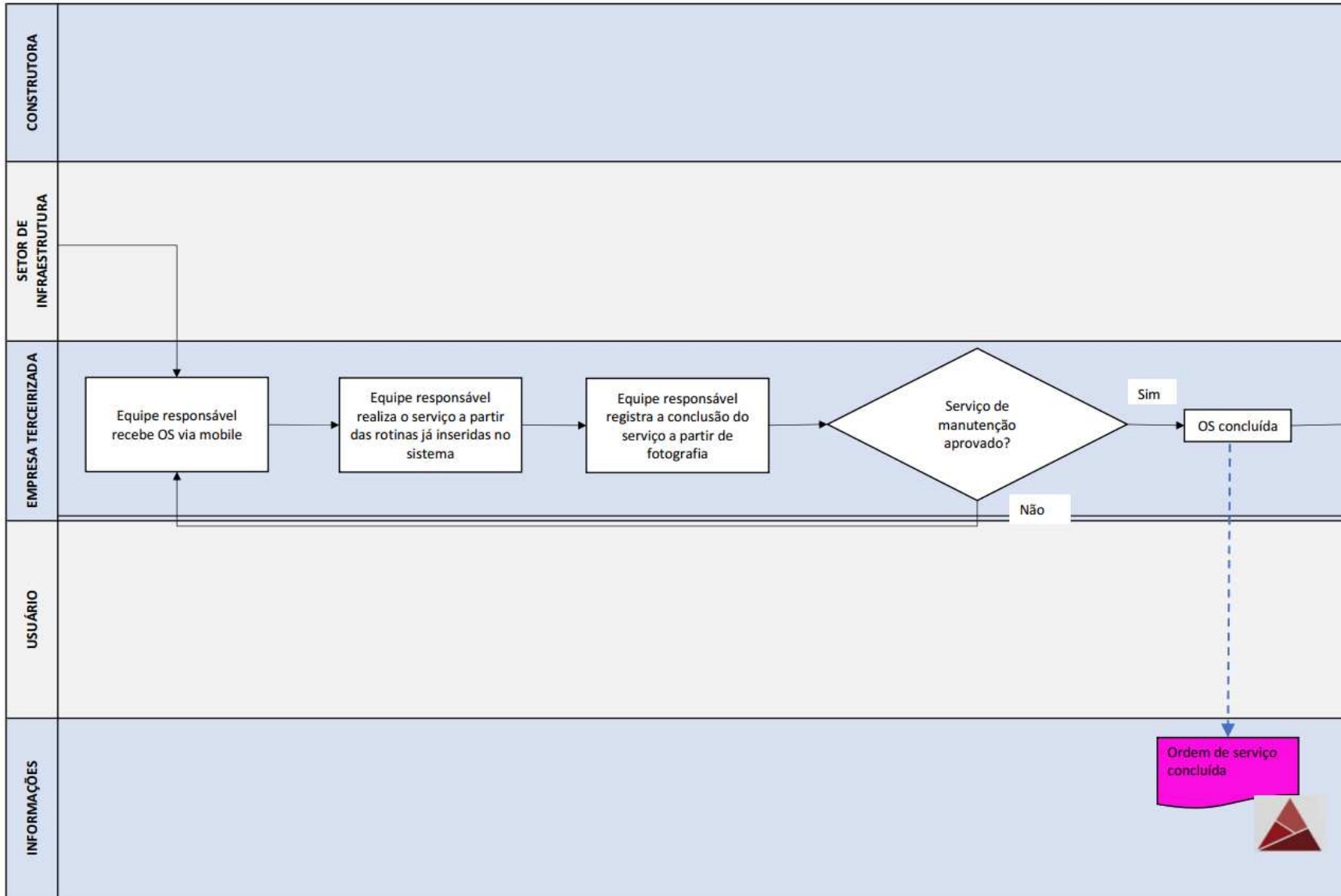
(continuação)



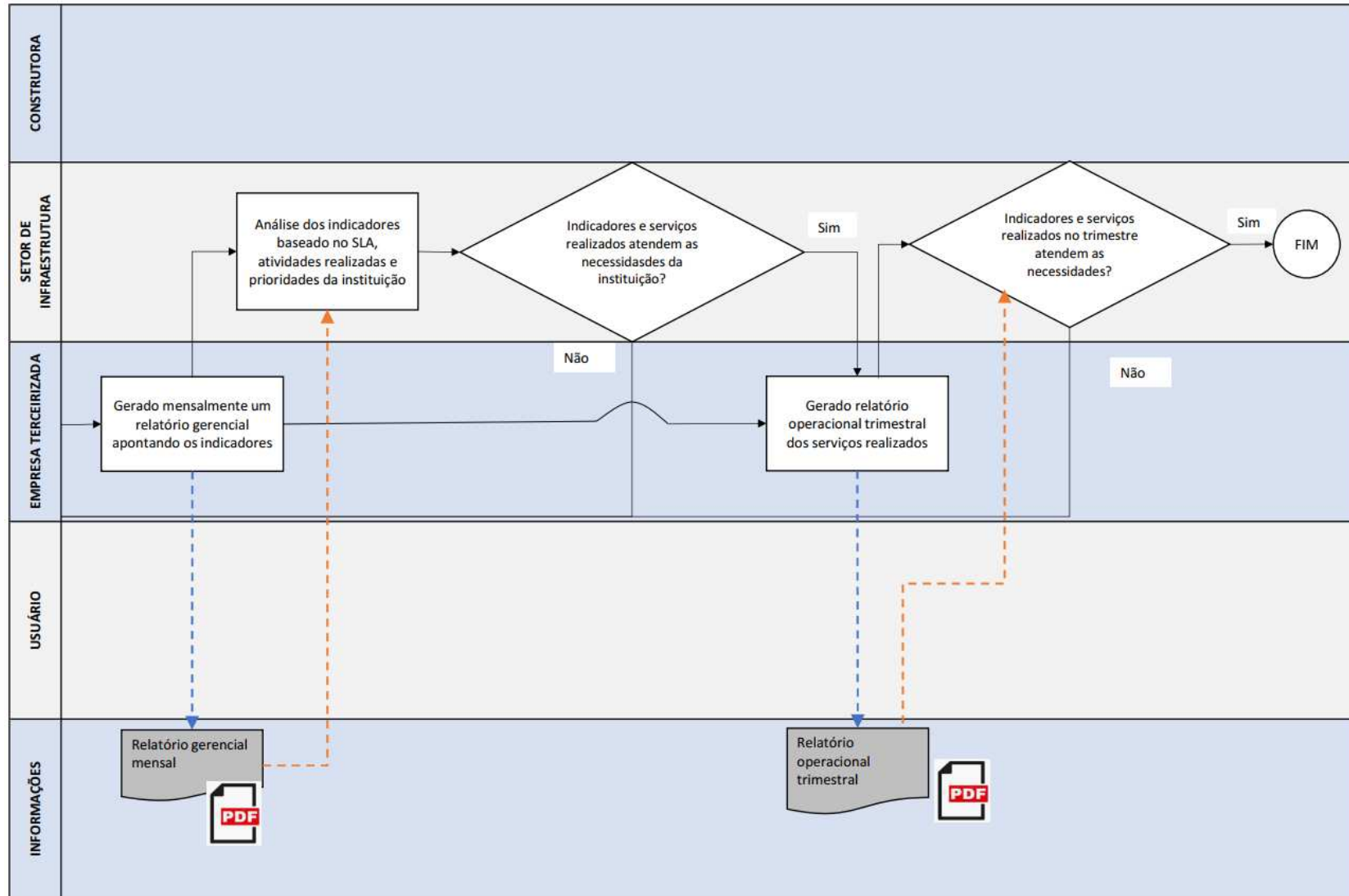
(continuação)



(continuação)



(conclusão)



Fonte: Elaborado pela autora

**APÊNDICE D – MANUTENÇÕES INDICADAS NO MANUAL DO USUÁRIO –
EDIFÍCIO EDUCACIONAL**

(continua)

Sistemas	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Elétrica	Rever o estado de isolamento das emendas de fios	contínua
	Reapertar as conexões do quadro de distribuição	1 ano
	Testar o disjuntor tipo DR apertando o botão localizado no próprio disjuntor. Ao apertar o botão a energia será cortada. Caso isso não ocorra, trocar o DR	6 meses
	Reapertar todas as conexões (tomadas, interruptores e pontos de luz)	2 anos
	Verificar o estado dos contatos elétricos substituindo peças que apresentam desgaste (tomadas, interruptores e pontos de luz)	quando necessário
Mecânica e refrigeração	Não apresenta atividades de manutenção preventiva	x
Hidráulica	Bomba de incêndio deve ser ligada	2 meses
	Registros dos subsolos e cobertura (barrilete), deve ser completamente abertos e fechados	6 meses
	Limpeza dos reservatórios por empresa especializada	6 meses
	Tubulações que não são constantemente usadas (ladrão) devem ser acionadas de forma a evitar entupimento, incrustações, sujeira, etc.	6 meses
	Caixas de esgoto e águas pluviais devem ser limpa e deve ser feita eventual manutenção do seu revestimento impermeável	90 dias
	Limpar os filtros e efetuar revisão nas válvulas redutoras de pressão	conforme orientações do fabricante
	Efetuar manutenção preventiva nas bombas de recalque (água potável, incêndio, águas pluviais)	6 meses
	Verificar se as bombas submersas (esgoto e águas pluviais) não estão dentro do barro	6 meses - na época de estiagem; semanalmente - época de chuvas intensas
	Verificar os ralos, sifões das louças, tanques, lavatórios e pias	6 meses
	Verificar ralos e grelhas das águas pluviais e as calhas	6 meses - na época de estiagem; semanalmente - época de chuvas intensas
	Verificar as tubulações de captação de água do jardim para detectar presença de raízes que possam destruir ou entupir as tubulações	1 ano
	Limpar os areadores (bicos removíveis) das torneiras	6 meses
	Substituir os vedantes das torneiras, misturadores e registro de pressão para garantir a vedação e evitar vazamentos	1 ano
	Limpar e verificar a regulagem do mecanismo de descarga	periodicamente

(continuação)

Sistemas	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Hidráulica	Verificar o diafragma da torre de entrada e a comporta do mecanismo da caixa acoplada	3 anos
	Verificar as gaxetas, anéis e a estanqueidade dos registros de gaveta	3 anos
	Verificar a estanqueidade da válvula de descarga, torneira automática e torneira eletrônica	5 anos
Predial		
Estruturas e paredes	Procure manter os ambientes ventilados	periodicamente
	Todas as áreas internas como a fachada da edificação devem ser pintadas	3 anos
Elevadores	Fazer contrato de manutenção com empresa especializada (obrigatório)	x
	Seguir os termos das leis municipais pertinentes	x
	Somente utilizar peças originais	x
Sistema de proteção contra descargas atmosféricas - SPDA	Inspeção visual do sistema	1 ano
	Inspeções completas	3 anos
Iluminação de emergência	Unidades centrais - Verificar se os fusíveis estão bem fixados ou queimados	2 meses
	Bateria selada - Verificar o led de carga de bateria	2 meses
	Baterias comuns - verificar o nível a água dos eletrólitos das baterias	2 meses
	Baterias comuns - Testar o sistema, após o 3º ano de instalação	6 meses
	Baterias comuns - Fazer o teste de funcionamento dos sistemas	15 dias
	Grupo Gerador - fazer teste de funcionamento	15 dias
	Blocos autônomos e módulos - fazer teste de funcionamento	1 mês
	Blocos autônomos e módulos -verificar o led de funcionamento e a carga	semanal
Impermeabilização	Inspeccionar os rejuntas dos pisos, paredes, soleiras, ralos e peças sanitárias	1 ano
	Inspeccionar a camada drenante do jardim, verificando se não há obstrução na tubulação e entupimento dos ralos	1 ano
Esquadrias de madeira	Pintar esquadrias pintadas	3 anos
	Pintar esquadrias envernizadas	1 ano
	Raspar esquadrias envernizadas	3 anos
	Esquadrias enceradas devem ser enceradas	2 anos
Esquadrias de ferro	Repintar	1 ano
	Verificar a vedação e fixação dos vidros	1 ano
Esquadrias de alumínio	Limpeza das esquadrias como um todo, inclusive guarnições de borrachas e escovas	1 ano
	Janelas e portas de correr dever ter seus trilhos inferiores limpos	periodicamente

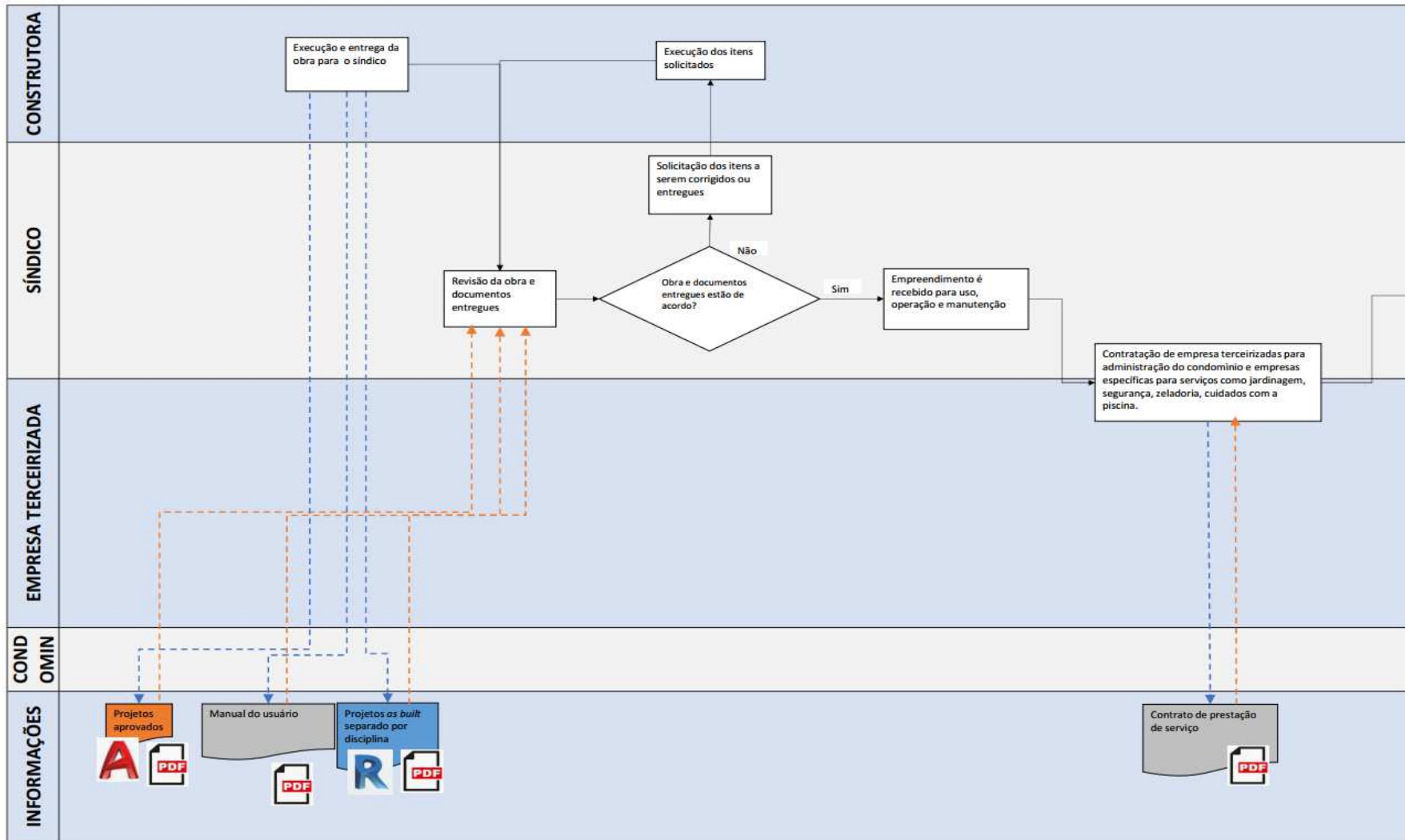
(conclusão)

Sistemas	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Esquadrias de alumínio	Deve-se manter os drenos dos trilhos inferiores sempre limpos e desobstruídos	periodicamente
	Reapertar com chave de fenda os parafusos aparentes dos fechos, fechaduras ou puxadores e roldanas responsáveis pela folga do caixilho de correr junto ao trilho	sempre que necessário
	Verificar nas janelas maxim-ar a necessidade de regular o freio	sempre que necessário
	Verificar a vedação e fixação dos vidros	1 ano
Revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso	Repintar os forros dos banheiros	1 ano
	Repintar paredes e tetos das áreas secas	3 anos
Revestimento cerâmico interno	Verificar e completar o rejunte	1 ano ou quando houver falha
	Verificar se existe peças soltas ou trincadas	periodicamente
Revestimento cerâmico externo	Verificar e completar o rejunte	quando houver falha
	Verificar as juntas de dilatação (preencher com mastique)	1 ano
	Verificar se existe peças soltas ou trincadas	periodicamente
	Efetuar lavagem da fachada e muros	3 anos
Revestimento de pedras naturais	Inspecionar e completar o rejuntamento	2 anos
	Peças polidas recomenda-se o enceramento	mensalmente
Rejuntas	Inspecionar e completar o rejuntamento	1 ano
	Verificar as juntas de dilatação (preencher com mastique)	2 anos
Piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso	Verificar a integridade física do piso cimentado e substituir caso necessário	periodicamente
	Verificar as juntas de dilatação (preencher com mastique)	periodicamente
Pinturas vernizes (interna e externa)	repintar áreas internas e áreas externas	3 anos
Vidros	Inspeção do funcionamento do sistema de molas	1 ano
	Verificar a necessidade de lubrificação	1 ano
	Fixação dos vidros nos caixilhos	1 ano
	Verificar o desempenho das vedações	1 ano
Paisagismo e jardins	Verificar as tubulações de captação de água do jardim para detectar presença de raízes que possam destruir ou entupir as tubulações	1 ano
Louças e metais	x	x

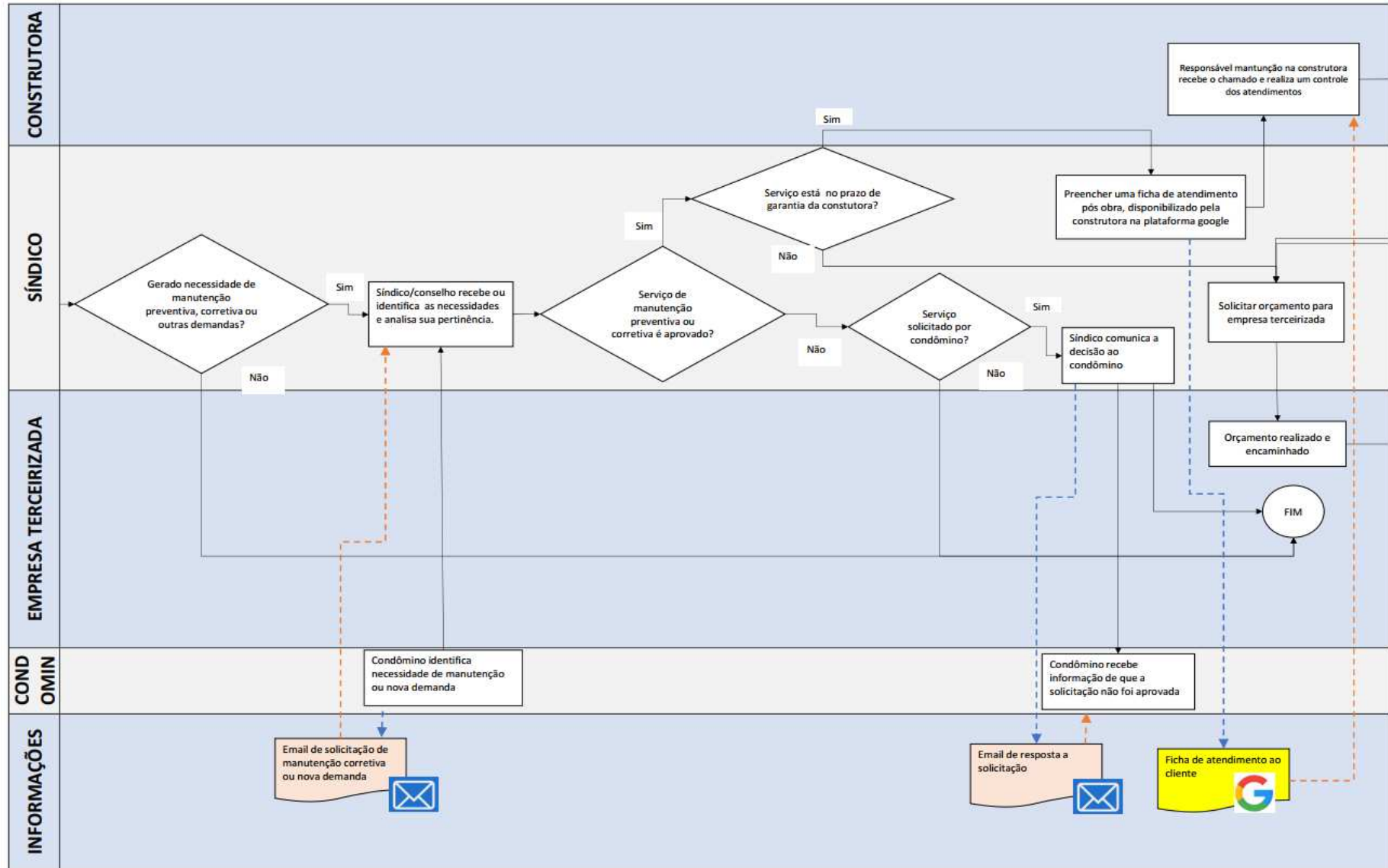
Fonte: Elaborado pela autora, com base em Engenhosul (2017).

APÊNDICE E – MAPEAMENTO DO FLUXO DO PROCESSO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO: EDIFÍCIO RESIDENCIAL

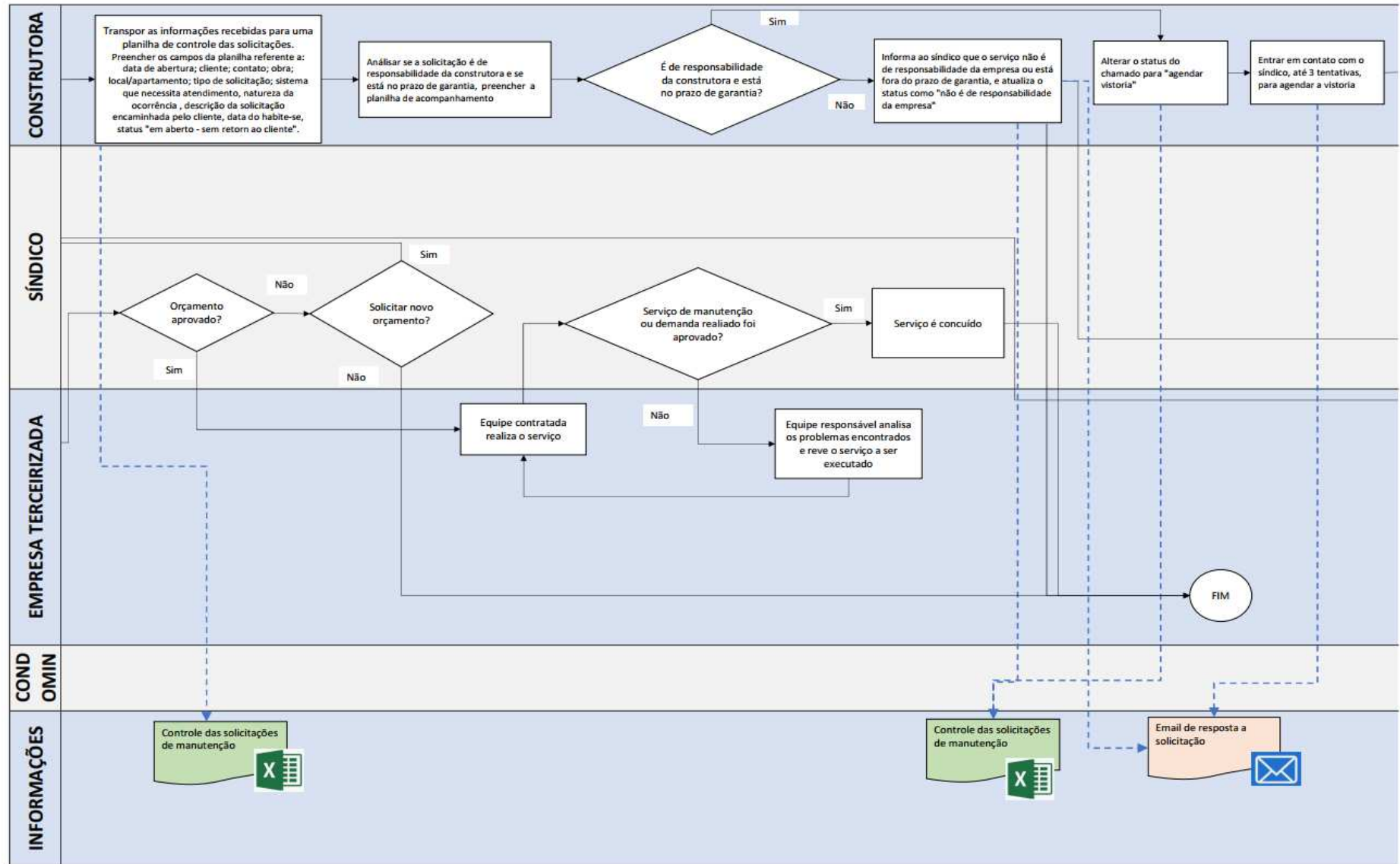
(continua)



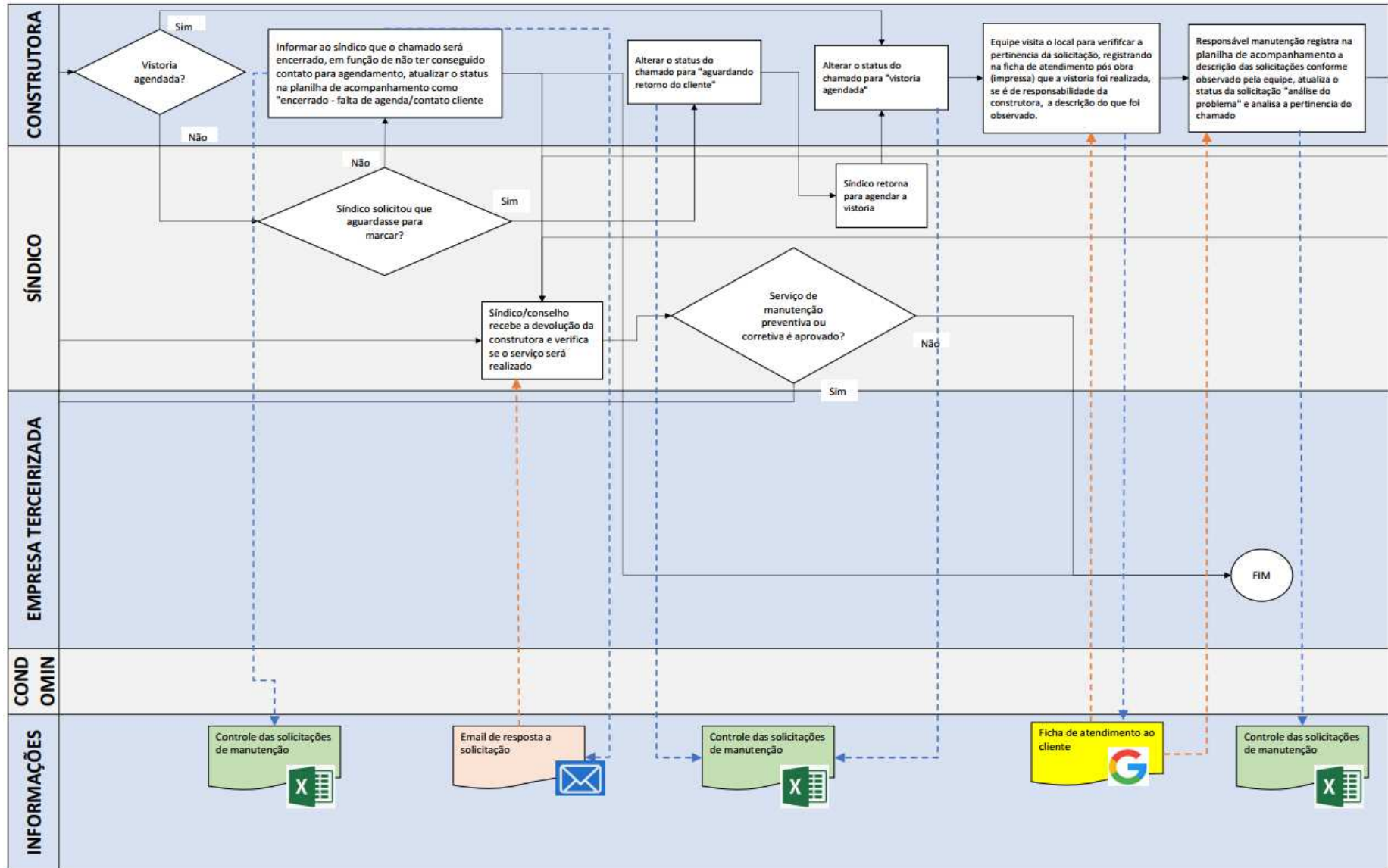
(continuação)



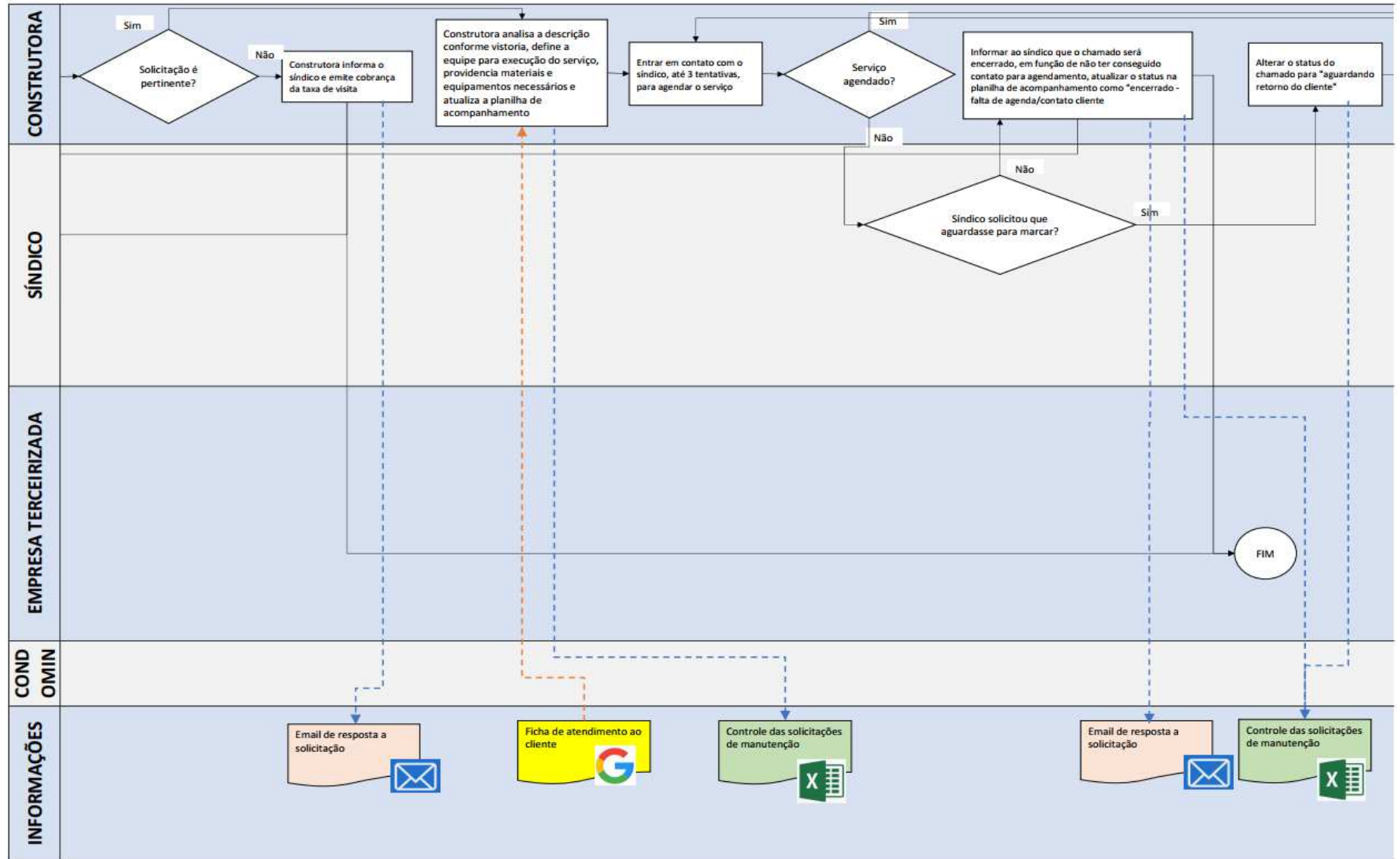
(continuação)



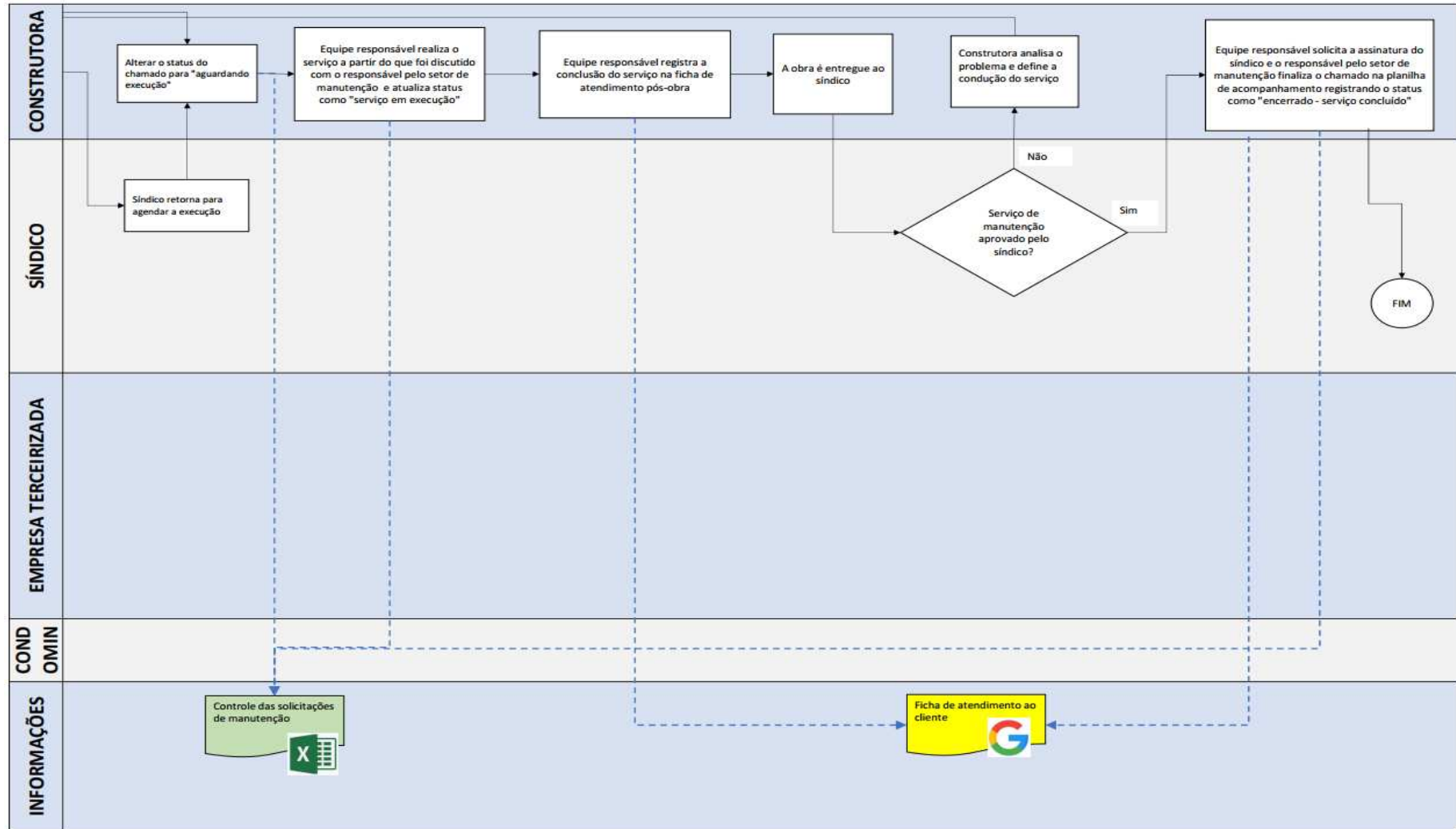
(continuação)



(continuação)



(conclusão)



Fonte: Elaborado pela autora

**APÊNDICE F - QUADRO MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA O EDIFÍCIO
RESIDENCIAL, CONFORME DADOS OBTIDOS NO MANUAL DO USUÁRIO –
EDIÇÃO PARA O SÍNDICO**

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Aquecimento de água quente	Verificação e limpeza dos filtros de água e gás por equipe capacitada	3 meses
	Limpeza das caixas d'água	6 meses
	Limpeza dos tubos externos com lava jato, de preferência antes do inverno, porém com muito cuidado para não prejudicar os anéis de vedação ou inundar os isolamentos das caixas coletoras. Deve ser executada por equipe especializada.	1 ano
Água tratada	Caixa de gordura: Remover a gordura das caixas de gordura a cada 15 dias e enviar para destino ambientalmente correto. Caso a quantidade seja muito grande, passar a frequência de limpeza para semanal.	quinzenal
	Fossas: Remover parcialmente o lodo existente no fundo dos tanques, mantendo em torno de 20 cm de material. Também deve ser removido os óleos e graxas sobrenadantes. Esta remoção deve ser feita por empresa especializada.	6 meses
	Reator de biodisco: Lubrificar os mancais usando graxa patente com o uso de engraxadeira manual.	quinzenal
	Reator de biodisco: Trocar o óleo do motoredutor, de acordo com o manual de instruções do fabricante (SEW).	3 anos
	Reator de biodisco: Drenar parcialmente (50%) do biodisco, usando o dreno de fundo localizado ao lado do decantador.	1 ano
	Cisterna: Colocar 2,0 gramas de cloro por m ³ de volume da cisterna para prevenir a geração de ovos de mosquitos e larvas. O controle do cloro deve ser feito através de medidor de cloro usado para controle de cloro em piscinas, ou similar.	semanal
	Reservatório Inferior: Limpar o reservatório. Colocar hipoclorito de sódio mantendo um residual de 1,5 ppm. O controle do cloro deve ser feito através de medidor de cloro usado para controle de cloro em piscinas, ou similar	3 meses
Gerador	Inspeção visual para verificação de vazamentos no motor diesel;	semanal
	Teste de carga: o grupo gerador deverá ser ligado e alimentar as cargas por um tempo mínimo de 30 minutos	quinzenal
	Troca de óleo e filtros (água, lubrificante e combustível) a cada 250 horas ou 6 meses por um autorizado técnico da APS/Himoinsa, o que vencer primeiro;	a cada 250 horas ou 6 meses
	Verificar o nível de combustível do reservatório e, se necessário, complementar	5 dias ou após cada uso

Fonte: Elaborado pela autora

APÊNDICE G – QUADRO MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA O EDIFÍCIO RESIDENCIAL, CONFORME DADOS OBTIDOS NO MANUAL DO USUÁRIO

(continua)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Instalações Hidráulicas	Verificar as condições das instalações para detectar a existência de vazamentos de água;	Diária
Instalações Hidráulicas	Verificar a estanqueidade dos registros de gaveta;	6 meses
Instalações Hidráulicas	Abrir e fechar completamente os registros (barrilete) de modo a evitar emperramentos e os mantendo em condições de manobra;	6 meses
Instalações Hidráulicas	Verificar as tubulações de água potável para detectar obstruções, perda de estanqueidade e sua fixação, recuperar sua integridade onde necessário;	1 ano
Instalações Hidráulicas	Verificar e se necessário substituir os vedantes das torneiras, misturadores e registros de pressão para garantir a vedação e evitar vazamentos;	1 ano
Louças e Metais	Limpeza das louças e metais sanitários;	Semanal
Louças e Metais	Abrir e fechar completamente os registros de modo a evitar emperramentos e os mantendo em condições de manobra;	6 meses
Louças e Metais	Limpar e verificar a regulagem dos mecanismos de descarga;	6 meses
Louças e Metais	Verificar a estanqueidade da válvula de descarga e torneiras;	1 ano
Louças e Metais	Desentupimento dos vasos sanitários;	Quando necessário
Louças e Metais	Desentupimento das cubas;	Quando necessário
Sistema de Esgoto (Caixa de Gordura)	Inspeccionar e limpar a caixa de gordura	3 meses
Instalações Elétricas	Testar o disjuntor tipo DR;	2 meses
Instalações Elétricas	Rever o estado de isolamento das emendas de fios e, no caso de problemas, providenciar as correções;	1 ano
Instalações Elétricas	Verificar e, se necessário, reapertar as conexões do quadro de distribuição;	1 ano
Instalações Elétricas	Verificar o estado dos contatos elétricos. Caso possua desgaste, substitua as peças (tomadas, interruptores, pontos de luz e outros);	1 ano
Instalações Elétricas	Reapertar todas as conexões (tomadas, interruptores, pontos de luz e outros);	1 ano ou sempre que necessário
Antena de TV	Verificar a integridade dos componentes elétricos e fios;	6 meses
Antena de TV	Verificar a integridade estrutural dos componentes e fixações;	1 ano
Telefonia e Sistema de Interfones	Verificar o funcionamento do equipamento;	1 mês
Telefonia e Sistema de Interfones	Vistoria completa no sistema instalado e realização de manutenções;	6 meses

(continuação)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Ar Condicionado	Realizar manutenções de acordo com orientações do fabricante do seu equipamento;	De acordo com o fabricante
Contrapiso	Inspeção visual do sistema de pisos, para a verificação da existência de fissuras, falhas, deslocamentos, e outras manifestações patológicas que podem comprometer o desempenho do sistema. Caso seja verificada alguma das manifestações anteriormente descritas, deve-se proceder ao reparo imediatamente;	5 anos
Impermeabilização	Verificar a integridade e reconstituir os rejuntamentos internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, grelhas de ventilação e de outros elementos;	1 ano
Impermeabilização	Inspeccionar a camada drenante do jardim e terraço. Caso haja obstrução na tubulação e entupimentos dos ralos ou grelhas, efetuar a limpeza;	1 ano
Impermeabilização	Verificar a integridade dos sistemas de impermeabilização e reconstituir a proteção mecânica, os sinais de infiltração ou as falhas da impermeabilização exposta;	1 ano
Sistema de Vedações Verticais	Realizar inspeção por profissional habilitado de todo o sistema de vedação interno e externo. Deve-se verificar a estanqueidade, a durabilidade e as eventuais falhas oriundas de desgaste natural ou causadas por fator externo;	5 anos
Acabamento de parede e teto	Verificação da integridade do revestimento argamassado (aparecimento de fissuras e falhas);	6 meses
Acabamento de parede e teto	Repintar os forros dos banheiros e áreas úmidas;	1 ano
Acabamento de parede e teto	Revisar a pintura das áreas secas e, se necessário, repintá-las evitando o envelhecimento, o descascamento e eventuais fissuras;	1 ano ou sempre que necessário
Acabamento de parede e teto	Repintar paredes e tetos das áreas secas;	1 ano ou sempre que necessário
Acabamento de parede e teto	Inspeção geral do revestimento, para a verificação da integridade do sistema;	5 anos
Pintura interna	Revisar a pintura das áreas secas e, se necessário, repintá-las evitando o envelhecimento, o descascamento e eventuais fissuras;	2 anos
Pintura interna	Repintar paredes e tetos das áreas secas;	3 anos
Pintura interna	As áreas externas devem ter sua pintura revisada e, se necessário, repintada, evitando assim o envelhecimento, o descascamento e que eventuais fissuras possam causar infiltrações	3 anos

(continuação)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Revestimento interno	Verificar sua integridade e reconstituir os rejuntamentos e juntas internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, grelhas de ventilação e outros elementos;	1 ano
Revestimento interno	Inspeção geral do revestimento, para verificação da integridade do sistema. Verificação, em especial, da integridade da aderência das peças cerâmicas ao revestimento argamassado e ao substrato e a integridade e elasticidade dos selantes das juntas;	5 anos
Revestimento interno	Limpar os ralos dos banheiros;	quinzenal
Revestimento de Pedras Naturais	Verificar a integridade e reconstituir, onde necessário, os rejuntamentos internos e externos, respeitando a recomendação do projeto original ou conforme especificação de especialista. Atentar para as juntas de dilatação, que devem ser preenchidas com mastique e nunca com argamassa para rejuntamento;	1 ano
Revestimento de Pedras Naturais	Na fachada, efetuar a lavagem e verificação dos elementos constituintes, rejuntas, mastique etc., e, se necessário, solicitar inspeção;	1 ano ou sempre que necessário
Esquadrias de Madeira (Portas)	Verificar falhas de vedação, fixação das esquadrias, e reconstituir sua integridade, onde for necessário;	1 ano
Esquadrias de Madeira (Portas)	Efetuar limpeza geral das esquadrias. Reapertar parafusos aparentes e regular freio e lubrificação das dobradiças;	1 ano
Esquadrias de Madeira (Portas)	Colocar pó de grafite nas articulações das dobradiças;	1 ano ou sempre que necessário
Esquadrias de Madeira (Portas)	Substituição das borrachas de amortecimento e das ferragens, quando apresentarem defeitos que comprometam o desempenho da esquadria;	1 ano ou sempre que necessário
Esquadrias de Madeira (Portas)	Nos casos de esquadrias pintadas, repintar com tinta adequada;	3 anos
Esquadrias de PVC	Efetuar limpeza geral das esquadrias e seus componentes;	3 meses
Esquadrias de PVC	Reapertar os parafusos aparentes de fechos, fechaduras ou puxadores e roldanas;	1 ano ou sempre que necessário
Esquadrias de PVC	Verificar nas janelas maxim-ar a necessidade de regular o freio. Para isso, abrir a janela até um ponto intermediário (+-30°), no qual ela deve permanecer parada e oferecer certa resistência a movimento espontâneo. Se necessária a regulagem deverá ser feita somente por pessoa especializada, para não colocar em risco a segurança do usuário e de terceiros;	1 ano ou sempre que necessário
Esquadrias de PVC	Verificar a presença de fissuras, falhas na vedação e fixação nos caixilhos e constituir sua integridade onde for necessário;	1 ano

(conclusão)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Esquadrias de PVC	Lubrificação das ferragens com lubrificante adequado, indicado por empresa especializada;	1 ano
Esquadrias de PVC	Refazer a vedação externa entre a esquadria e alvenaria, entre esquadria e pingadeira, e baixo da pingadeira removendo a vedação de PU existente e reaplicando o mesmo produto;	1 ano
Esquadrias de PVC	Solicitar análise de profissional capacitado, e se necessário, substituir as borrachas de amortecimento e as ferragens, quando apresentarem defeitos que comprometam o desempenho da esquadria;	3 anos
Vidros	Nos conjuntos que possuam vidros laminado, efetuar inspeção do funcionamento do sistema de molas e dobradiças e verificar a necessidade de lubrificação;	1 ano
Vidros	Verificar o desempenho das vedações e fixações dos vidros nos caixilhos;	1 ano

Fonte: Elaborado pela autora

**APÊNDICE H – QUADRO MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA O EDIFÍCIO
RESIDENCIAL, CONFORME INFORMAÇÕES ENVIADAS AO SÍNDICO 3 ANOS
APÓS A CONCLUSÃO DO EDIFÍCIO**

(continua)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Antena de TV	Verificar a integridade dos componentes elétricos e fios;	6 meses
Antena de TV	Verificar a integridade estrutural dos componentes e fixações;	1 ano
Ar Condicionado	Realizar manutenções de acordo com orientações do fabricante do seu equipamento;	De acordo com o fabricante
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;	1 mês
Área de Recreação Infantil	Pintar os equipamentos esportivos ou quando a camada de tinta for danificada por uso, de modo a evitar oxidações;	1 ano
Área de Recreação Infantil	Os brinquedos devem ser cuidados para que as partes metálicas não oxidem. Havendo oxidação, deverão ser tratados;	1 ano
Área de Recreação Infantil	Brinquedos de madeira devem ser anualmente verificados e, se necessário, tomadas as ações para recuperação das características originais, em especial quanto ao desempenho;	1 ano
Área de Recreação Infantil (Grama Sintética)	A grama sintética deve ser lavada com água e aspirada, não utilizar produtos químico;	Quinzenal
Automação de Portões	Lubrificar as partes móveis mensalmente, tais como: rolamento, rodízios e roldanas, cabos de aço, dobradiças, fechaduras, braço de articulação do portão e do automatizador, utilizando vaselina sólida;	1 mês
Automação de Portões	Substituir as pilhas dos controles remoto do zelador e portarias;	6 meses
Automação de Portões	Repintar o portão, pois a tinta protege o aço tubular contra o aparecimento de ferrugem e outras intempéries;	1 ano
Churrasqueira	Fazer limpeza geral;	1 mês
Churrasqueira	Verificar os revestimentos, tijolos refratários e, havendo necessidade, providenciar reparos;	6 meses
Cobertura	Verificar a integridade das calhas, telhas e protetores térmicos e, se necessário, efetuar limpeza e reparos, para garantir a funcionalidade, quando necessário. Em épocas de chuvas fortes, é recomendada a inspeção das calhas semanalmente;	6 meses
Cobertura	Verificar a integridade estrutural dos componentes, vedações, fixações, e reconstituir e tratar onde necessário;	1 ano
Cobertura	Substituir a vedação dos rufos. Fixar a linha de vida nos pontos indicados, prender o talabarte na linha de vida e substituir o material inutilizado por outro que esteja em boas condições;	5 anos
Cobertura	Inspeção preventiva, no intuito de verificar a existência de falhas, desprendimentos de pedaços, problemas na estanqueidade e outras manifestações patológicas que possam comprometer o desempenho do sistema;	5 anos

(continuação)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Contrapiso	Inspeção visual do sistema de pisos, para a verificação da existência de fissuras, falhas, deslocamentos, e outras manifestações patológicas que podem comprometer o desempenho do sistema. Caso seja verificada alguma das manifestações anteriormente descritas, deve-se proceder ao reparo imediatamente;	5 anos
Elevador	Efetuar teste do sistema automático de funcionamento dos elevadores com energia elétrica proveniente de geradores para emergência;	6 meses
Esquadrias de Madeira (Portas)	Verificar falhas de vedação, fixação das esquadrias, e reconstituir sua integridade, onde for necessário;	1 ano
Esquadrias de Madeira (Portas)	Efetuar limpeza geral das esquadrias. Reapertar parafusos aparentes e regular freio e lubrificação das dobradiças;	1 ano
Esquadrias de Madeira (Portas)	Colocar pó de grafite ou silicone em spray nas articulações das dobradiças e linguetas das maçanetas;	1 ano ou sempre que necessário
Esquadrias de Madeira (Portas)	Substituição das borrachas de amortecimento e das ferragens, quando apresentarem defeitos que comprometam o desempenho da esquadria;	1 ano ou sempre que necessário
Esquadrias de Madeira (Portas)	Nos casos de esquadrias pintadas, repintar com tinta adequada;	3 anos
Esquadrias de PVC	Efetuar limpeza geral das esquadrias e seus componentes;	3 meses
Esquadrias de PVC	Reapertar os parafusos aparentes de fechos, fechaduras ou puxadores e roldanas;	1 ano ou sempre que necessário
Esquadrias de PVC	Verificar nas janelas maxim-ar a necessidade de regular o freio. Para isso, abrir a janela até um ponto intermediário (+-30°), no qual ela deve permanecer parada e oferecer certa resistência a movimento espontâneo. Se necessária a regulagem deverá ser feita somente por pessoa especializada, para não colocar em risco a segurança do usuário e de terceiros;	1 ano ou sempre que necessário
Esquadrias de PVC	Verificar a presença de fissuras, falhas na vedação e fixação nos caixilhos e constituir sua integridade onde for necessário;	1 ano
Esquadrias de PVC	Lubrificação das ferragens com lubrificante adequado, indicado por empresa especializada;	1 ano
Esquadrias de PVC	Refazer a vedação externa entre a esquadria e alvenaria, entre esquadria e pingadeira, e baixo da pingadeira removendo a vedação de PU existente e reaplicando o mesmo produto;	1 ano
Esquadrias de PVC	Solicitar análise de profissional capacitado, e se necessário, substituir as borrachas de amortecimento e as ferragens, quando apresentarem defeitos que comprometam o desempenho da esquadria;	3 anos
Gerador de Energia Elétrica	A cada 5 dias ou após cada uso, verificar o nível de combustível do reservatório e, se necessário, complementar;	5 dias
Gerador de Energia Elétrica	Inspeção visual para verificação de vazamentos no motor diesel;	semanal
Gerador de Energia Elétrica	Realizar teste de carga. O grupo gerador deverá ser ligado e alimentar as cargas por um tempo mínimo de 30 minutos;	quinzenal

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Gerador de Energia Elétrica	Recomenda-se um contrato de manutenção preventiva (não obrigatório), para uma visita mensal de técnico autorizado para verificações e testes no grupo gerador;	1 mês
Gerador de Energia Elétrica	Trocar óleo e filtro (água, lubrificante e combustível) a cada 6 meses ou 250 horas, por um técnico autorizado da APS/Himoinsa;	6 meses
Gerador de Energia Elétrica	Solicitar revisão elétrica e testes a cada 6 meses ou 250 horas, por um técnico autorizado da APS/Himoinsa;	6 meses
Impermeabilização	Verificar a integridade e reconstituir os rejuntamentos internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, grelhas de ventilação e de outros elementos;	1 ano
Impermeabilização	Inspeccionar a camada drenante do jardim e terraço. Caso haja obstrução na tubulação e entupimentos dos ralos ou grelhas, efetuar a limpeza;	1 ano
Impermeabilização	Verificar a integridade dos sistemas de impermeabilização e reconstituir a proteção mecânica, os sinais de infiltração ou as falhas da impermeabilização exposta;	1 ano
Infraestrutura	Realizar uma vistoria técnica para verificar a situação dos taludes e de seu sistema de drenagem, tais como a ocorrência de: trincas; deslocamentos; obstrução da drenagem; erosão e outros fatores que possam causar dano aos taludes e ao sistema de drenagem. Esta inspeção deve ser registrada e catalogada, junto da ART do profissional responsável;	3 anos
Infraestrutura	Realizar uma vistoria técnica para verificar as condições estruturais da edificação, as alterações significativas dos elementos de vedação e a segurança do prédio. Esta inspeção deve ser registrada e catalogada, junto da ART do profissional responsável.	5 anos
Instalações Elétricas	Testar o disjuntor tipo DR;	2 meses
Instalações Elétricas	Rever o estado de isolamento das emendas de fios e, no caso de problemas, providenciar as correções;	1 ano
Instalações Elétricas	Verificar e, se necessário, reapertar as conexões do quadro de distribuição;	1 ano
Instalações Elétricas	Verificar o estado dos contatos elétricos. Caso possua desgaste, substitua as peças (tomadas, interruptores, pontos de luz e outros);	1 ano
Instalações Elétricas	Reapertar todas as conexões (tomadas, interruptores, pontos de luz e outros);	1 ano ou sempre que necessário
Instalações Hidráulicas	Verificar as condições das instalações para detectar a existência de vazamentos de água;	Diário
Instalações Hidráulicas	Verificar a estanqueidade dos registros de gaveta;	6 meses
Instalações Hidráulicas	Abrir e fechar completamente os registros (barrilete) de modo a evitar emperramentos e os mantendo em condições de manobra;	6 meses
Instalações Hidráulicas	Verificar as tubulações de água potável para detectar obstruções, perda de estanqueidade e sua fixação, recuperar sua integridade onde necessário;	1 ano
Instalações Hidráulicas	Verificar e se necessário substituir os vedantes (courinhos) das torneiras, misturadores e registros de pressão para garantir a vedação e evitar vazamentos;	1 ano
Jardins	Executar a manutenção do jardim;	1 mês

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Jardins	Cortar a grama;	45 dias
Jardins (Inverno)	Regar preferencialmente no início da manhã ou no fim da tarde;	2 dias
Jardins (Verão)	Regar preferencialmente no início da manhã ou no fim da tarde, inclusive as folhas;	Diária
Louças e Metais	Limpeza das louças e metais sanitários;	Semanal
Louças e Metais	Limpar o ralo para evitar acúmulo de resíduos sólidos;	Quinzenal
Louças e Metais	Abrir e fechar completamente os registros de modo a evitar emperramentos e os mantendo em condições de manobra;	6 meses
Louças e Metais	Limpar e verificar a regulagem dos mecanismos de descarga;	6 meses
Louças e Metais	Verificar a estanqueidade da válvula de descarga e torneiras;	1 ano
Louças e Metais	Desentupimento dos vasos sanitários;	Quando necessário
Louças e Metais	Desentupimento das cubas;	Quando necessário
Piso de Concreto (Garagens)	Verificar as juntas de dilatação e, quando necessário, reaplicar mastique ou substituir a junta elastomérica;	1 ano
Piso de Concreto (Garagens)	Inspeção geral do sistema de pisos, para a verificação da existência de fissuras, falhas, deslocamentos, desbotamento e outras manifestações patológicas que podem comprometer o desempenho do sistema. Estas inspeções devem ser registradas, junto com a ART do responsável. Caso seja verificada alguma das manifestações anteriormente descritas, deve-se proceder ao reparo imediatamente, atendendo-se para as comprovações da manutenção (Nota Fiscal, fotos, relatórios, ART dos serviços, entre outros) a serem mantidas em poder dos responsáveis do imóvel;	5 anos
PPCI - Iluminação de emergência	Fazer teste de funcionamento do sistema por 1 hora;	1 mês
PPCI - Portas Corta-Fogo	Verificar visualmente o fechamento das portas e, se necessário, solicitar reparos;	1 mês
PPCI - Portas Corta-Fogo	Aplicar óleo lubrificante nas dobradiças e maçanetas para garantir o seu perfeito funcionamento;	3 meses
PPCI - Portas Corta-Fogo	Verificar abertura e fechamento a 45°. Se for necessário fazer regulagem, chamar empresa especializada;	3 meses
PPCI - Portas Corta-Fogo	Verificar as portas e, se necessário, realizar regulagens e ajustes;	6 meses
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Verificar o nível dos reservatórios, o funcionamento das torneiras de boia e a chave de boia para controle de nível;	Diária
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Verificar o status dos dispositivos de proteção contra surtos (DPS - Alarmes e Sensores de Incêndio), 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;	mensal
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Verificar a estanqueidade do sistema;	Mensal

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Acionar a bomba de incêndio (para tanto pode-se acionar o dreno da tubulação) ou por meio de botoeira ao lado do hidrante. Devem ser observadas as orientações da companhia de seguros do edifício ou do projeto de instalações específico;	mensal
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Mangueiras e Mangotinhos: desconectar e desenrolar as mangueiras de incêndio para uma inspeção visual. Tornar cuidado a enrolar ou dobrar de forma que se acomodem sem vincos ou torções reconectando-as ao registro;	4 meses
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Verificar a estanqueidade dos registros de gaveta;	6 meses
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Abrir completamente os registros dos subsolos e da cobertura (barrilete) evitando emperramento e os mantendo em condições de manobra;	6 meses
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Efetuar manutenção nas bombas de incêndio;	6 meses
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Realizar teste de estanqueidade da tubulação;	2 anos
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Realizar repinturas nas tubulações de incêndio expostas a cada 3 anos;	3 anos
PPCI - Sistema de Combate a Incêndio	Mangueiras e Mangotinhos: enviar para ensaio conforme preconiza a NBR-11.861. OBS: 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;	5 anos
Revestimento Cerâmico Interno	Inspeção geral do revestimento, para a verificação da integridade do sistema. Verificação, em especial, da integridade da aderência das peças cerâmicas ao revestimento argamassado e ao substrato e a integridade e a elasticidade dos selantes das juntas;	5 anos
Revestimento Cerâmico Interno e Externo	Verificar sua integridade e reconstituir os rejuntamentos internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, grelhas de ventilação e outros elementos;	1 ano
Revestimento de Pedras Naturais	Verificar a integridade e reconstituir, onde necessário, os rejuntamentos internos e externos, respeitando a recomendação do projeto original ou conforme especificação de especialista. Atentar para as juntas de dilatação, que devem ser preenchidas com mastic e nunca com argamassa para rejuntamento;	1 ano
Revestimento de Pedras Naturais	Na fachada, efetuar a lavagem e verificação dos elementos constituintes, rejuntas, mastic etc., e, se necessário, solicitar inspeção;	1 ano ou sempre que necessário
Revestimento Externo	Verificar a vedação, fixação, oxidação e estado geral de rufos e capas de muro, para-raios, antenas, esquadrias, elementos decorativos etc.;	1 ano
Revestimento Externo	Em fachada é recomendada a lavagem e verificação dos elementos, por exemplo, rejuntas, mastic etc., e se necessário solicitar inspeção;	1 ano
Revestimento Externo	As áreas com revestimento externo devem ter sua pintura revisada e, se necessário, repintada, evitando assim o envelhecimento, o descascamento e que eventuais fissuras possam causar infiltrações	3 anos

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Revestimento Externo	É recomendada a lavagem das paredes externas, por exemplo, terraços ou sacadas, para retirar o acúmulo de sujeira, fuligem, fungos e sua proliferação. Utilizar sabão neutro para lavagem;	3 anos
Revestimento Externo	Inspeção geral do revestimento, para a verificação da integridade do sistema. Esta inspeção deve ser registrada. Verificação, em especial, da integridade da aderência das pastilhas cerâmicas ao revestimento argamassado e ao substrato e a integridade e a elasticidade dos selantes das juntas;	5 anos
Revestimento Interno de Paredes e Teto	Verificação da integridade do revestimento argamassado (aparecimento de fissuras e falhas);	6 meses
Revestimento Interno de Paredes e Teto	Repintar os forros dos banheiros e áreas úmidas;	1 ano
Revestimento Interno de Paredes e Teto	Revisar a pintura das áreas secas e, se necessário, repintá-las evitando o envelhecimento, o descascamento e eventuais fissuras;	1 ano ou sempre que necessário
Revestimento Interno de Paredes e Teto	Repintar paredes e tetos das áreas secas;	1 ano ou sempre que necessário
Revestimento Interno de Paredes e Teto	Inspeção geral do revestimento, para a verificação da integridade do sistema;	5 anos
Revestimentos Internos de Pisos e Paredes	Verificar sua integridade e reconstituir os rejuntamentos e juntas internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, grelhas de ventilação e outros elementos;	1 ano
Revestimentos Internos de Pisos e Paredes	Inspeção geral do revestimento, para verificação da integridade do sistema. Verificação, em especial, da integridade da aderência das peças cerâmicas ao revestimento argamassado e ao substrato e a integridade e elasticidade dos selantes das juntas;	1 ano
Revestimentos Internos de Pisos e Paredes	Limpar os ralos dos banheiros;	Quinzenal
Sistema de Água Quente	Verificação e limpeza dos filtros de água e gás;	3 meses
Sistema de Água Quente	Limpeza dos Reservatórios;	6 meses
Sistema de Água Quente	Limpeza dos tubos externos com lava jato, de preferência antes do inverno, porém com muito cuidado para não prejudicar os anéis de vedação ou inundar os isolamentos das caixas coletoras;	1 ano
Sistema de Água Quente (Geradores)	Limpar e regular os sistemas de queimadores e filtros de água, conforme instruções dos fabricantes;	2 meses
Sistema de Água Quente (Geradores)	Verificar sua integridade e constituir o funcionamento do sistema de lavagem interna dos depósitos de água;	1 ano
Sistema de Água Quente (Geradores)	Verificar sua integridade e reconstituir o funcionamento do sistema de lavagem interna dos depósitos de água quente e limpeza das chaminés conforme instrução do fabricante;	1 ano
Sistema de Água Quente (Tubos Solares)	Lavar a superfície de vidro das placas coletoras;	3 meses

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Sistema de Água Quente (Tubos Solares)	Efetuar revisão dos componentes do sistema e, havendo qualquer acúmulo de compostos químicos ou dano, efetuar os ajustes necessários;	1 ano
Sistema de Água Tratada (Cisterna)	Colocar 2,0 gramas de cloro por m ³ , para prevenir a geração de ovos de mosquitos e larvas. O controle do cloro deve ser feito através de medidor de cloro utilizado para controle de cloro em piscinas, ou similar;	Semanal
Sistema de Água Tratada (Reservatório Inferior)	Realizar a limpeza do reservatório. Colocar hipoclorito de sódio mantendo um residual de 1,5 ppm. O controle do cloro deve ser feito através de medidor de cloro usado para controle de cloro em piscinas, ou similar;	3 meses
Sistema de Águas Pluviais (Ralos)	Inspeccionar a camada drenante do jardim e terraços. Caso haja obstrução na tubulação e entupimento dos ralos ou grelas, efetuar a limpeza;	2 meses
Sistema de Esgoto (Biodisco)	Lubrificar os mancais utilizando graxa patente com o uso de engraxadeira manual;	Quinzenal
Sistema de Esgoto (Biodisco)	Drenar parcialmente (50%) do biodisco, utilizando o dreno de fundo localizado ao lado do decantador;	1 ano
Sistema de Esgoto (Biodisco)	Trocar o óleo do motoredutor, de acordo com o manual de instruções do fabricante (SEW);	3 anos
Sistema de Esgoto (Caixa de Gordura)	Realizar a limpeza das caixas de gordura e enviar para destino ambientalmente correto. Caso a quantidade de resíduo seja muito grande, tornar a frequência semanal;	Quinzenal
Sistema de Esgoto (Fossa)	Remover parcialmente o lodo existente no fundo dos tanques, mantendo em torno de 20 cm de material. Também devem ser removidos os óleos e graxas sobrenadantes;	6 meses
Sistema de Exaustão Mecânica	Realizar a manutenção dos ventiladores que compõem os sistemas de exaustão, conforme manual do fabricante (Sicflux - Linha Sonora);	1 mês
Sistema de Gás	Verificar o estado da tubulação e condução do gás;	1 ano
Sistema de Gás	Verificar a validade dos equipamentos instalados;	1 ano
Sistema de Gás	Verificar se os dispositivos de segurança ainda estão adequados às normas vigentes (<i>Retrofit</i>);	1 ano
Sistema de Gás	Emitir um laudo técnico, certificando que as instalações estão seguras e operando conforme o projetado;	1 ano
Sistema de Gás	Realizar teste de estanqueidade;	1 ano
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA	Inspeccionar sua integridade e reconstituir o sistema de medição de resistência conforme legislação vigente;	1 ano
Sistema de Vedações Verticais	Realizar inspeção por profissional habilitado de todo o sistema de vedação interno e externo. Deve-se verificar a estanqueidade, a durabilidade e as eventuais falhas oriundas de desgaste natural ou causadas por fator externo;	5 anos
Telefonia e Sistema de Interfones	Verificar o funcionamento do equipamento;	Mensal
Telefonia e Sistema de Interfones	Vistoria completa no sistema instalado e realização de manutenções;	6 meses
Vedação Vertical	Realizar inspeção por profissional habilitado de todo o sistema de vedação interno e externo. Deve-se verificar a estanqueidade, a durabilidade e as eventuais falhas oriundas de desgaste natural ou causadas por fator externo.	5 anos

(conclusão)

Sistema	Atividades manutenção preventiva	Periodicidade
Vidros	Nos conjuntos que possuam vidros laminado, efetuar inspeção do funcionamento do sistema de molas e dobradiças e verificar a necessidade de lubrificação;	1 ano
Vidros	Verificar o desempenho das vedações e fixações dos vidros nos caixilhos;	1 ano

Fonte: Elaborado pela autora baseado no Quadro de Manutenção

APÊNDICE I – DESENVOLVIMENTO DA ROTINA A PARTIR DO QUADRO 16: MANUTENÇÃO CONSTANTE

Nas ações pertencentes ao item “A” do quadro 16 (ação 1), foram gerados os parâmetros que são visualizados nas propriedades dos elementos modelados no Revit para as categorias “Janela”, “Paredes” e “Peças hidrossanitárias”. Os parâmetros gerados foram: Atividade/Periodicidade; Atividade Prioritária e Periodicidade Prioritária. Foi necessário criar o nó “Parameter.CreateProjectParameter” para cada categoria e as entradas necessárias para essa ação.

No item B (ação 2) foi realizada a importação da planilha de identificação das necessidades de manutenção preventiva (Excel) a partir do nó "Data.ImportExcel". É necessário criar as entradas informando qual o endereço e o nome da aba que se encontra a planilha de referência. Este nó traz as informações contidas na planilha do Excel.

Para gerar as visualizações nos elementos das manutenções constantes, é necessário tratar os dados filtrados, conforme indicado no item C (ação 3 até a ação 9). São criados nós “Python Script” para separar os sistemas que apresentam periodicidade constante (mensal, quinzenal, semanal e diária); nó "List.GetItemAtIndex" para gerar uma lista que busca os sistemas que apresentam periodicidade constante; nó "List.UniqueItems" para criar uma lista que aponte uma única vez o nome dos sistemas com periodicidade constante; “Python Script” que define um dicionário relacionando para os sistemas com suas atividades e periodicidades; “Python Script” separando as informações referentes à atividade e periodicidade; gerar dois nós "List.GetItemAtIndex" para gerar uma lista de atividades e outra de periodicidade para cada sistema; adicionar um “Python Script” que define a estrutura da informação apresentada nos parâmetros Atividade/Periodicidade das propriedades dos elementos no Revit, buscando todas as atividades e separando as respectivas periodicidades (atividade 1- periodicidade 1 | atividade 2 – periodicidade 2).

Após a criação dos parâmetros a serem gerados no Revit, a importação dos dados da planilha do Excel e o tratamento dos dados, foi necessário importar os

elementos relacionados aos sistemas conforme identificado no item 6.2.1. que apresentam periodicidade constante.

No edifício educacional, em função de como o projeto foi modelado em conceito BIM, foram identificados três sistemas que apresentam manutenção constante, quais sejam: estruturas e paredes, esquadrias de alumínio, e louças e metais. Tanto o sistema de estruturas e paredes, quanto esquadrias de alumínio, puderam ser identificados nos elementos desse projeto através das suas categorias e materiais. Já para o sistema louças e metais, os elementos foram identificados a partir da sua categoria.

Foi necessário realizar a importação dos elementos relacionados aos sistemas, através da sua categoria ou categoria e material. No item D (ação 10 até a ação 12) foi efetuada a importação dos elementos a partir das categorias e materiais somente através da categoria. Para importar os elementos a partir das categorias e material (sistemas estrutura e paredes – categoria parede, material gesso ou tinta; sistema esquadrias de alumínio – categoria janela e parede, material alumínio) foram criados os nós "Categories", "All Elements of Category", "Element.GetMaterials" e "Material.Name". Para importar os elementos a partir das categorias foram criados os nós "Categories", "All Elements of Category" (sistema louças e metais – categoria peças hidrossanitárias). Foram importados do Revit, para cada categoria, todos os elementos modelados, os materiais relacionados a cada elemento e os nomes dos materiais relacionados.

Após a importação dos elementos relacionados aos sistemas, os mesmos foram associados às informações da planilha em Excel referente ao parâmetro "Atividade/Periodicidade". No item E (ações 13 a 15) são associadas as informações aos elementos identificados a partir da sua categoria. Foi criado um nó "List.GetItemAtIndex" para extrair a "Atividade/Periodicidade" para cada sistema, cujo elemento é identificado pela categoria, nesse caso para Louças e metais. Gerar um nó "Python Script" para replicar a informação "Atividade/Periodicidade" em todos os elementos identificados no Revit e após criar um nó "Element.SetParameterByName" para incluir as informações nos elementos.

Nas ações 16 a 22 do item E são associadas as informações aos elementos identificados a partir da categoria e material, o que ocorreu para o sistema de estrutura e paredes e esquadrias de alumínio. Para o caso de esquadrias e alumínio foi necessário incluir duas categorias: paredes e janelas e o material

alumínio. Para o caso do sistema de estrutura e paredes o elemento foi identificado através da categoria parede e dois materiais, gesso ou tinta.

Foi criado um nó "Python Script" para filtrar os elementos das categorias que apresentam o material de interesse. Para as esquadrias de alumínio foi necessário criar dois nós, um para a categoria Janela e material alumínio e outro para categoria Parede e material alumínio. Já para a estruturas e paredes foi criado um nó para a categoria parede e materiais gesso ou alumínio.

Para o sistema de esquadrias de alumínio foi necessário criar o nó "List Create" que recebe as listas de elementos geradas para as duas categorias e o nó "List.Flatten" para tratar os dados deixando em um único nível. Gerar um nó "Python Script" para replicar a informação "Atividade/Periodicidade" em todos os elementos identificados no Revit e após criar um nó "Element.SetParameterByName" para incluir as informações nos elementos.

No item F (ação 23 a 35) são geradas as ações para possibilitar as visualizações nos elementos dos parâmetros referentes à Atividade Prioritária, Periodicidade Prioritária e a associação das cores para as periodicidades prioritárias. Esse item foi realizado para os três sistemas de forma separada, no quadro 7 são apresentadas as suas diferenças para cada sistema.

Inicialmente foi gerado um nó "List.GetItemAtIndex" para selecionar os sistemas que irão ser trabalhados (louças e metais, esquadrias de alumínio, e estruturas e paredes). Foi criado dois nós "Code Block" para filtrar as atividades e periodicidades nos sistemas.

Após, foi gerado um nó "Python Script" que identifica qual é a atividade prioritária. Neste nó são atribuídas pontuações as periodicidades, considerando 4 para periodicidade diária, 3 para semanal, 2 para quinzenal e 1 para mensal. É extraído o valor máximo referente à periodicidade apresentado na lista, identificando assim a atividade prioritária.

É gerado um nó "Code Block" que separa as informações referentes às atividades prioritárias e a periodicidade prioritária, e após um nó "Python Script" para replicar as informações referentes à prioridade nos elementos referentes. Essas informações são incluídas nos parâmetros Atividades prioritárias dos elementos a partir do nó "Element.SetParameterByName".

Para atribuição das cores inicialmente é criado um nó "Python Script" que indica os códigos RGB referentes às cores atribuídas às periodicidades constantes,

sendo: semanal - roxo [112,48,160], mensal - azul [0,176,240], quinzenal - bege [255,204, 153] e diária – rosa [255,0,255]. É criado um nó "List.Flatten" para tratar os dados gerados referentes às cores, um nó "Code Block" para filtrar cada número referente ao código RGB e um nó "Color.ByARGB" para construir as cores baseados nos códigos.

Foi gerado um nó "Python Script" para replicar as informações referentes à Periodicidade nos elementos referentes. Essas informações são incluídas nos parâmetros Periodicidades Prioritárias dos elementos a partir do nó "Element.SetParameterByName". E para gerar a visualização das cores nos elementos a partir da "Periodicidade Prioritária" foi criado o nó "Element.OverrideColorInView"

Para gerar a visualização no projeto em Revit das manutenções constantes é necessário rodar a rotina (ação 35). Essa ação ocorre no Revit, selecionado na guia "Gerenciar" a opção "Reprodutor do Dynamo" e rodar a rotina desenvolvida "Manutenção Constante".

APÊNDICE J – DESENVOLVIMENTO DA ROTINA A PARTIR DO QUADRO 17: SITUAÇÃO DAS MANUTENÇÕES

Nas ações pertencentes ao item “A” do quadro 17 (ação 1), foram gerados, além dos parâmetros de manutenção constante, mais dois parâmetros que podem ser visualizados nas propriedades dos elementos modelados em Revit para as categorias “Janela”, “Paredes”, “Peças hidrossanitárias”, “Piso” e “Portas”. Os parâmetros gerados foram: Atividade/Periodicidade; Atividade Prioritária e Periodicidade Prioritária, Data da última Manutenção e Data da próxima manutenção. Foi necessário criar o nó “Parameter.CreateProjectParameter” para cada categoria e as entradas necessárias para essa ação.

No item B (ação 2) foi realizada a importação dos dados contidos na planilha de identificação das necessidades de manutenção preventiva (Excel) a partir do nó “Data.ImportExcel”. Neste nó é fornecido o endereço e o nome da aba que se encontra a planilha de referência.

No item C são tratados os dados (ação 3 até a ação 9). São criados os seguintes nós: “Python Script” (ação 3) para separar os sistemas que não apresentam periodicidade constante (em número de meses); “List.GetItemAtIndex” (ação 4) para gerar uma lista que busca os sistemas que apresentam periodicidade em meses; “List.UniqueItems” (ação 5) para criar uma lista que aponte uma única vez o nome dos sistemas com periodicidade em meses; “Python Script” (ação 6) que define um dicionário tendo como chave os sistemas e como valor as atividades, periodicidades, data da última manutenção, data da próxima manutenção, cores relacionadas à situação da manutenção para cada sistema; “Python Script” (ação 7) separando as informações referentes à atividade e periodicidade; gerar dois nós “List.GetItemAtIndex” (ação 8) para gerar uma lista de atividades e outra de periodicidade para cada sistema; adicionar um “Python Script” (ação 9) que define a estrutura da informação apresentada nos parâmetros Atividade/Periodicidade das propriedades dos elementos no Revit, buscando todas as atividades e separando as respectivas periodicidades (atividade 1- periodicidade 1 | atividade 2 – periodicidade 2).

Deve ser realizada a importação dos elementos projetados no Revit (item D – ação 10 a 14) que puderam ser relacionados aos sistemas elencados no manual do

usuário (quadro 2 do item 6.2.1) e apresentam periodicidade sistemática (em meses). Para o EE foram identificados nove sistemas que apresentam manutenção sistemática: estruturas e paredes; esquadrias de madeira; esquadrias de ferro; esquadrias de alumínio; revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso; revestimento cerâmico interno; piso cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso; vidros; e louças e metais. Neste último sistema os elementos foram identificados somente pela categoria, os demais sistemas foram identificados a partir da sua categoria e material.

Para importar os elementos a partir das categorias e material (ação 10, 12, 13 e 14) foram criados os nós "Categories", "All Elements of Category", "Element.GetMaterials" e "Material.Name". Para importar os elementos a partir das categorias foram criados os nós "Categories", "All Elements of Category" (ação 11). Para os elementos que apresentavam as categorias janela, parede, portas e piso, nesse projeto, também foi necessário buscar a lista dos materiais que estão associados, para posteriormente filtrar cada sistema a partir da categoria e material específico. Já para os elementos que apresentavam categoria peças hidrossanitárias, foi necessário identificar a partir da categoria. No modelo do EE não houve elemento associado ao sistema identificado pela categoria e tipo - caso isso ocorra, o elemento deve ser identificado somente pela categoria como ocorre na ação 11.

No item E são associadas as informações da planilha em Excel referente as atividades e periodicidade aos elementos identificados por categoria ou categoria e material. Inicialmente é criado um nó "Code Block" (ação 15) que busca os sistemas com periodicidades em meses, conforme os números gerados na ação 5.

Para o sistema em que os elementos são identificados somente pela categoria (item E ações 15 a 17) foram criados os nós: "List.GetItemAtIndex" (ação 15) para extrair a "Atividade/Periodicidade para cada sistema, cujo elemento é identificado pela categoria, nesse caso para Louças e metais; "Python Script" (ação 16) para replicar a informação "Atividade/Periodicidade" em todos os elementos identificados no Revit; e "Element.SetParameterByName" (ação 17) para incluir as informações nos elementos.

Para os demais sistemas, os elementos foram identificados a partir de sua categoria e material. No EE ocorreram caso em que o sistema foi identificado por: uma categoria e material (estruturas e paredes, revestimento cerâmico interno, piso

cimentado/piso acabado em concreto / contrapiso, vidros); duas categorias e material (esquadrias de madeira; esquadrias de ferro; esquadrias de alumínio; revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso). Além disso para os elementos que apresentam a categoria “parede” e material “gesso ou tinta” são identificados em dois sistemas (estrutura e parede e revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso). Nos itens a seguir, são identificados na criação dos nós a suas necessidades conforme o sistema ou elemento.

Para todos os sistemas, em que os elementos são identificados por categoria e o material, gerar os seguintes nós: "Python Script" (ação 18 e 19) para filtrar os elementos das categorias que apresentam o material de interesse; "List.GetItemAtIndex" (ação 20) para buscar a Atividade/Periodicidade referente a cada sistema (Estruturas e paredes, esquadrias de madeira, esquadrias de ferro, esquadrias de alumínio, revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso, revestimento cerâmico interno, piso cimentado/piso acabado em concreto, vidros) em que o elemento é identificado; "List Create" (ação 21), para os sistemas que são identificados a partir de duas categorias (esquadria de ferro), é preciso receber as listas de elementos que foram geradas para as duas categorias; "Python Script" (ação 22), para sistemas que são identificados a partir do mesmo elemento (esquadria de alumínio, esquadria de madeira, estruturas e paredes, revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso ou forro); "List.Flatten" (ação 23) tratar os dados gerados para o caso de duas categorias, deixando a lista de elementos em um único nível (esquadrias de madeira, esquadrias de ferro, esquadrias de alumínio, revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro de gesso); "Python Script" (ação 24) para gerar a informação de Atividade/Periodicidade em todos os elementos que devem receber essas informações para cada sistema; "Element.SetParameterByName" (ação 25) para incluir a informação referente a atividade/periodicidade no parâmetro de cada elemento que o sistema que é identificado a partir da categoria e material; "Element.SetParameterByName" (ação 26) Inclui a informação referente à atividade/periodicidade no parâmetro de cada elemento em que são identificados a partir de mais de um sistema (esquadria de alumínio, esquadria de madeira, estruturas e paredes e revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro).

No item F são associadas as informações da planilha em Excel referente às "Data da última manutenção" e "Próxima manutenção" aos elementos identificados no projeto em Revit. Em relação às informações referente à "Data da última manutenção", para todos os sistemas gerar os seguintes nós: "Code Block" (ação 27) para buscar a data da última manutenção dos sistemas; "Python Script" (ação 28) para gerar a informação da data da última manutenção em todos os elementos que devem receber essas informações para cada sistema; "Element.SetParameterByName" (ação 29) para incluir a informação referente a data da última manutenção no parâmetro de cada elemento que o sistema é identificado; "Python Script" (ação 30) que agrega as informações referentes à Data da última manutenção dos sistemas que são identificados no mesmo elemento (esquadria de alumínio, esquadria de madeira, estruturas e paredes e revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro); "Element.SetParameterByName" (ação 31) para incluir a informação referente à data da última manutenção no parâmetro de cada elemento identificados a partir de mais de um sistema (esquadria de alumínio, esquadria de madeira, estruturas e paredes e revestimento de paredes e tetos em argamassa ou gesso e forro).

Em relação às informações referentes à "Data da próxima manutenção", para todos os sistemas, as ações 27 a 31 do item F são repetidas gerando as ações 32 a 36, buscando a informação para a data da próxima manutenção.

No item G (ação 37 a 52) são geradas as ações para possibilitar as visualizações nos elementos dos parâmetros referentes à "Atividades Prioritárias", "Periodicidades Prioritárias", e a associação das cores atribuídas às situações das manutenções. Foram criados os seguintes nós neste item: "List.GetItemAtIndex" (ação 37) para selecionar os sistemas que irão ser trabalhados; dois nós "Code Block" (ação 38) para filtrar a atividade prioritária e a periodicidade prioritária nos sistemas.

Para periodicidade prioritária foram gerados os seguintes nós: "Python Script" (ação 39) para gerar a informação da periodicidade prioritária em todos os elementos que devem receber essas informações para cada sistema; "Element.SetParameterByName" (ação 40) para incluir a informação referente à periodicidade prioritária no parâmetro de cada elemento que o sistema é identificado; "Python Script" (ação 41) que agrega as informações referentes à periodicidade prioritária dos sistemas que são identificados no mesmo elemento;

"Element.SetParameterByName" (ação 42) para incluir a informação referente à periodicidade prioritária no parâmetro de cada elemento identificados a partir de mais de um sistema;

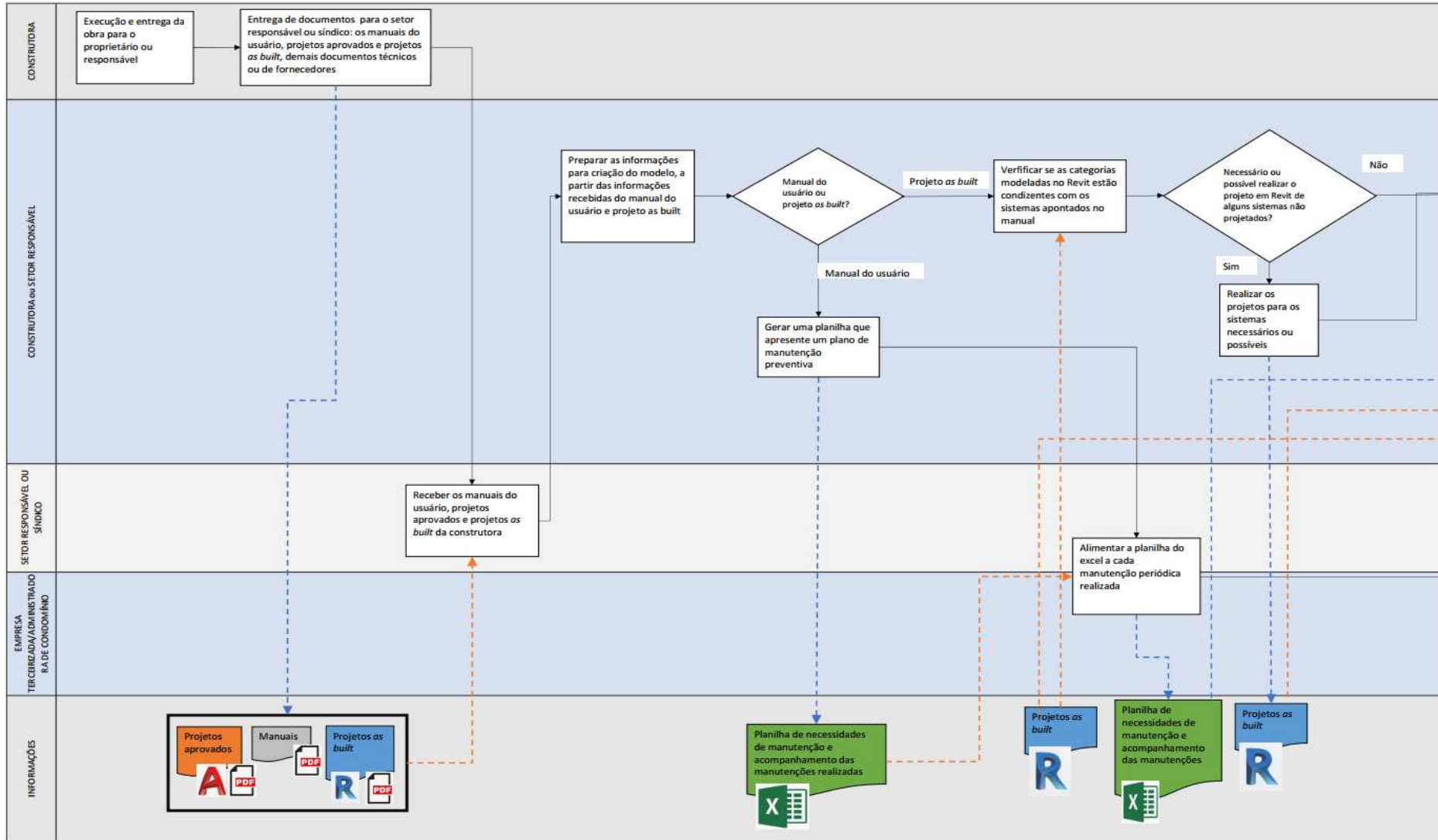
Para o parâmetro atividade prioritária gerados para todos os sistemas, as ações 39 a 42 do item G são repetidas gerando as ações 44 a 47, buscando a informação para atividade prioritária.

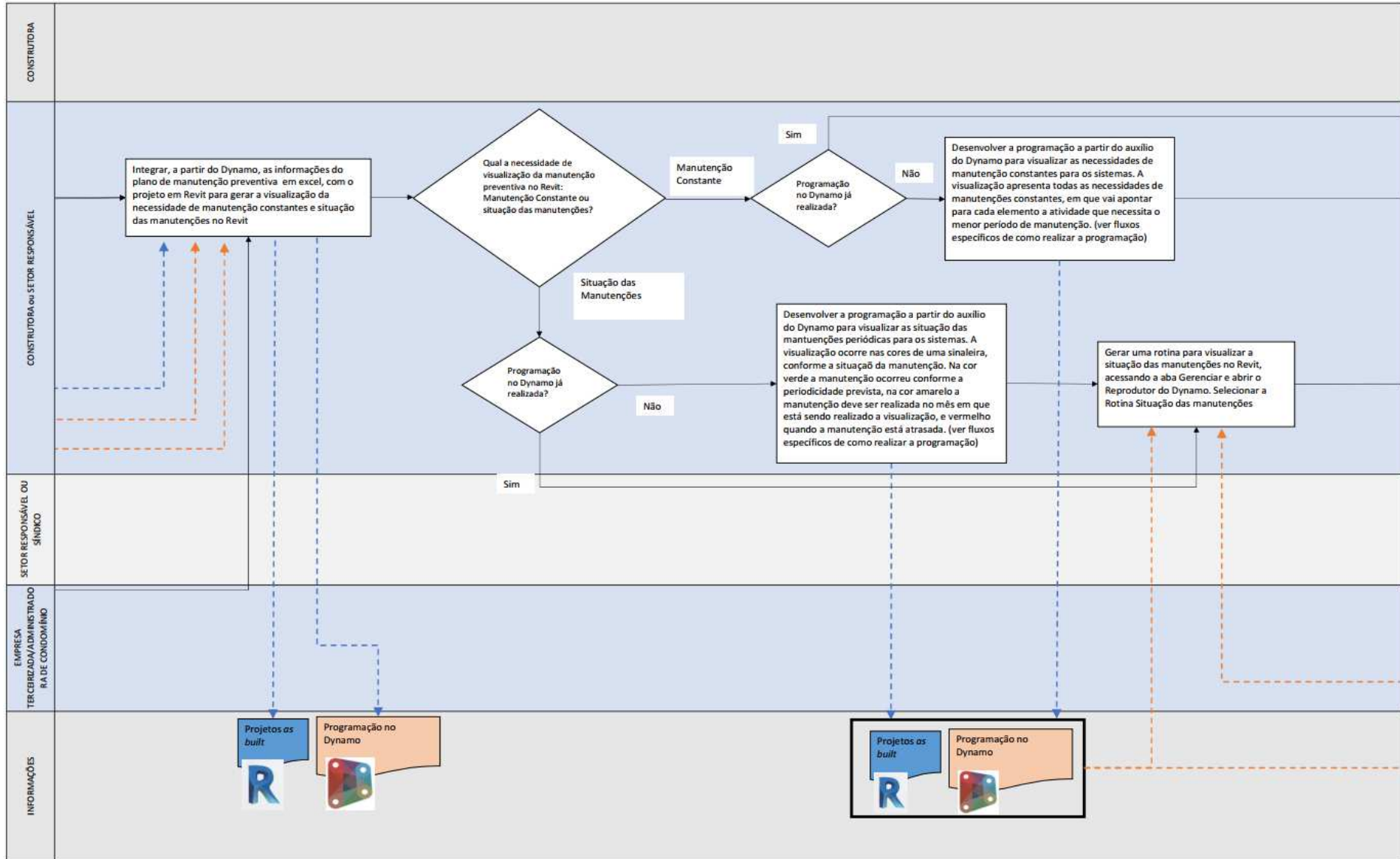
Para buscar as cores relacionadas à situação das manutenções para os sistemas é preciso criar os seguintes nós: "Code Block" (ação 43), essas cores já foram definidas no dicionário da ação 6; para atribuir os códigos das cores relacionadas à situação das manutenções, criar um nó "Python Script" (ação 48) que indica os códigos RGB referente as cores atribuídas, sendo: atividades de manutenções não realizadas dentro do prazo previsto da manutenção - vermelho [255,0,0]; atividades de manutenções não está atrasada, mas devem ser realizadas nos próximos 30 dias - amarelo [255,255,0]; e dentro do prazo previsto da manutenção - verde [112,173,71]; "Code Block" (ação 49) para filtrar cada número referente ao código RGB; "Color.ByARGB" (ação 50) para construir as cores baseados nos códigos; "Element.OverrideColorInView" (ação 51) para gerar a visualização das cores nos elementos a partir da "Periodicidade Prioritária"; "Element.OverrideColorInView" (ação 52) para gerar a visualização das cores nos elementos a partir da "Periodicidade Prioritária" dos sistemas que são identificados no mesmo elemento.

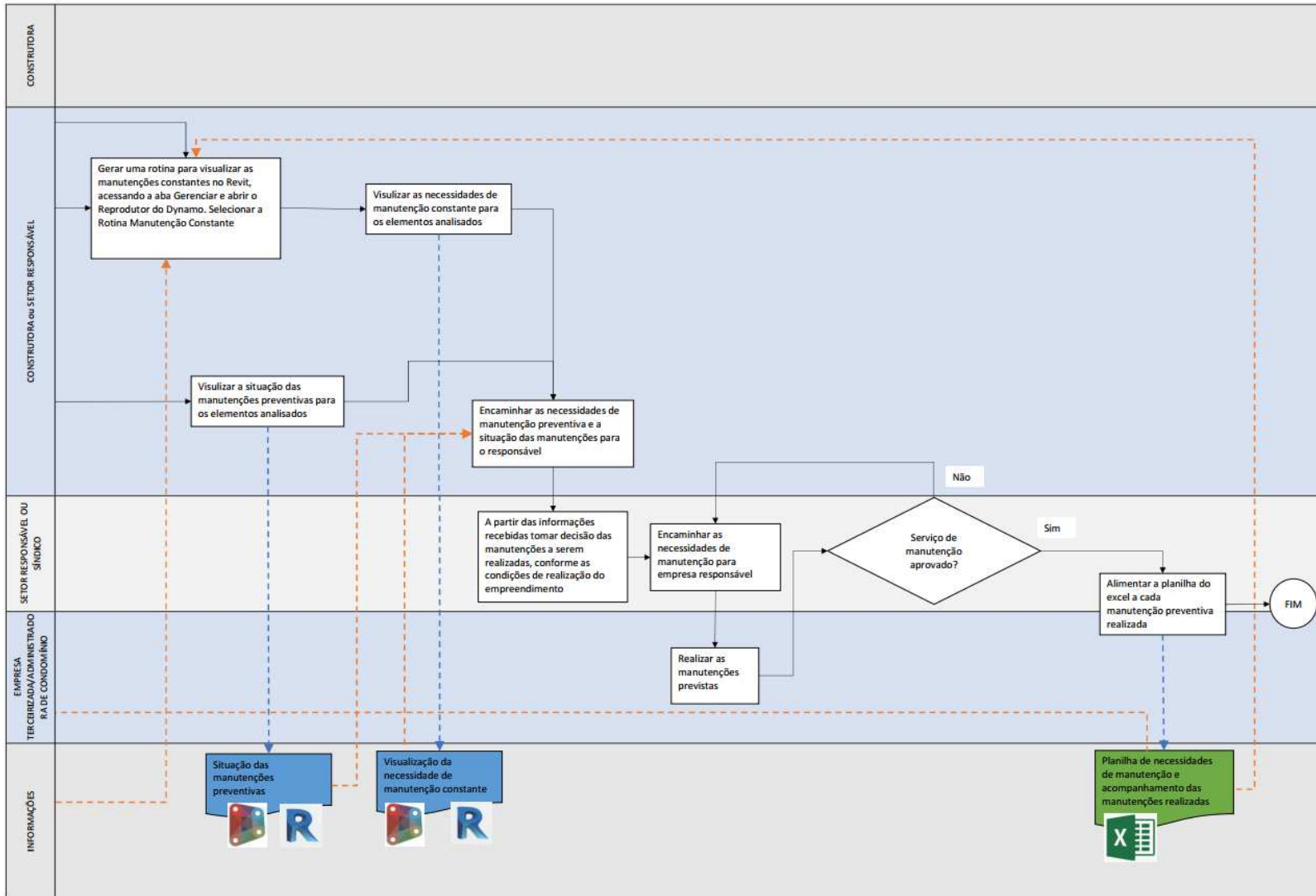
Para gerar a visualização no projeto em Revit das "Situação das manutenções" é necessário rodar a rotina (ação 53). Essa ação ocorre no Revit, selecionado na guia "Gerenciar" a opção "Reprodutor do Dynamo" e rodar a rotina desenvolvida "Situação das Manutenções".

APÊNDICE L – PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO COM O USO DO CONCEITO BIM

(continua)







Fonte: Elaborado pela autora