



**Politécnico
de Viseu**

Escola Superior
de Tecnologia
e Gestão de Viseu

APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA MANUTENÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO

Eloísa Somavilla

Dissertação

Mestrado em Construção e Reabilitação

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Doutor António Manuel Figueiredo Freitas de Oliveira
Professor Doutora Heloiza Piassa Benetti

Janeiro de 2023



**Politécnico
de Viseu**

Escola Superior
de Tecnologia
e Gestão de Viseu

APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA MANUTENÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO

Eloísa Somavilla

Dissertação

Mestrado em Construção e Reabilitação

Trabalho efetuado sob a orientação de

Professor Doutor António Manuel Figueiredo Freitas de Oliveira
Professor Doutora Heloiza Piassa Benetti

Janeiro de 2023

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram com a minha jornada até aqui.

Aos meus pais, Cleonice e Odesio que me proporcionaram a oportunidade de vivenciar esta experiência. Por estarem ao meu lado em todas as ocasiões, pela força, compreensão e carinho ao longo de toda minha jornada acadêmica. Também por serem fonte de inspiração, incentivo e coragem.

Ao meu irmão, Maurício, por todo companheirismo, paciência, incentivo e compreensão pela ausência e afastamento.

As minhas avós, Otília e Iracema, que sempre estiverem em oração e ajudaram na manutenção da minha fé na busca pelos meus objetivos.

À toda minha família e amigos do Brasil, que, apesar da distância, sempre estiveram ao meu lado, dando suporte e motivação.

Aos amigos que fiz durante o programa de Dupla Diplomação em Portugal e compartilharam comigo rotina de estudos e experiências incríveis. Por todo incentivo, parceria, e por serem minha família nos momentos de maior saudade. Em especial Alice, Catarina, João e Thaila.

Ao meu orientador, Professor Doutor António Manuel Figueiredo Freitas de Oliveira, por todo apoio prestado, pela disponibilidade, motivação, tempo despendido, confiança e pela partilha de conhecimentos e sugestões ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho.

À minha coorientadora, Professora Doutora Heloiza Piassa Benetti, por todo apoio durante minha jornada acadêmica, pela disponibilidade, confiança e partilha de conhecimentos.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná por todo aprendizado, dentro e fora da sala de aula. E por proporcionar essa oportunidade através do programa de Dupla Diplomação. Ao Instituto Politécnico de Viseu por me receber e permitir viver essa experiência que vai muito além de conhecimentos acadêmicos.

A todos, meu muito obrigada!

RESUMO

Diante do rápido avanço da tecnologia no ramo da construção civil e das edificações com porte e complexidade cada vez mais elevados, surgem ferramentas de planejamento e gestão que podem auxiliar o setor a otimizar os processos, com influência nos custos da operação. É nesse contexto que o BIM (*Building Information Modeling*) vem ganhando espaço dentro do mercado, integrando todos os envolvidos no processo, desde as fases iniciais, e tornando a obra mais enxuta. A metodologia BIM permite a criação de modelos virtuais, ricos em informações gráficas e descritivas, possibilitando a compatibilização de diversas especialidades de projeto, além de facilitar a visualização de interferências. Além disso, com o BIM também é possível caracterizar elementos construtivos e sistemas técnicos existentes, essa informação oferece suporte para a aplicação de ações para manutenção adequada. Desse modo, esta dissertação tem como objetivo avaliar o funcionamento de uma edificação e o gerenciamento da manutenção. Isto será feito através da modelação de uma edificação e de análises das planilhas geradas a partir do *software* Revit através de ferramentas de interoperabilidade (COBie) e posteriormente esses dados serão importados por um *software Computerized Maintenance Management System (CMMS)*, que permitirá a todos os intervenientes na gestão do edifício analisar o estado das operações de manutenção. Por fim, será sugerido um modelo de fichas de manutenção, que serão preenchidas com os dados referentes ao edifício estudado.

ABSTRACT

Faced with the rapid advancement of tools in the field of civil construction and buildings with increasing size and complexity, planning and management tools arise that can help the sector to optimize processes, influencing costs of operation. It is in this context that BIM (Building Information Modeling) has been gaining space in the market, integrating all those involved in the process, since the early stages, and becoming a leaner work. BIM technology allows the creation of virtual models, rich in graphic and descriptive information, enabling the compatibility of different types of projects, in addition to facilitating the visualization of interferences. Besides that, with BIM it is also possible to characterize constructive elements and existing technical systems, this information supports the application of actions for adequate maintenance. Thus, this research aims to evaluate the functioning of building and maintenance. This will be done through the modeling of a building and analysis of spreadsheets generated from the Revit software through interoperability tools (COBie) and later these data will be imported by a Computerized Maintenance Management System (CMMS) software, which will allow all stakeholders in building management analyze the status of maintenance operation. Finally, a model of maintenance sheets will be suggested, which will be fill in with the data referring to the building studied.

PALAVRAS-CHAVE

BIM
Manutenção
BIM-FM
COBie
CMMS
Fichas de manutenção
Manwinwin

KEY WORDS

BIM
Maintenance
BIM-FM
COBie
CMMS
Maintenance sheets
Manwinwin

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GERAL	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento geral	1
1.2 Objetivo do trabalho	2
1.3 Organização e estrutura do trabalho	3
2. Metodologia BIM	5
2.1 História e definição	5
2.2 Dimensões do modelo	7
2.3 Conceitos	9
2.3.1 Relações paramétricas	9
2.3.2 Interoperabilidade	10
2.3.3 <i>Level of Development</i>	13
2.3.4 Níveis de maturidade	16
2.3.5 Sistemas de classificação	20
3. A Gestão e Manutenção de Edifícios	24
3.1 Definição	24
3.2 Gestão da manutenção	25
3.3 Tipos de manutenção	25
3.3.1 Manutenção corretiva	26
3.3.2 Manutenção preventiva	26
3.3.3 Manutenção preditiva	27
3.3.4 Manutenção detetiva	28
3.3.5 Engenharia de Manutenção	28
3.4 Requisitos para o sistema de gestão da manutenção	28

3.4.1	Manual de operação, uso e manutenção das edificações	28
4.	BIM-FM.....	32
4.1	Introdução.....	32
4.2	Facility Management.....	33
4.2.1	Enquadramento	33
4.2.2	Metodologia BIM-FM.....	34
4.2.3	COBie.....	35
4.3	Soluções CMMS.....	39
4.3.1	Softwares de gestão da manutenção.....	39
4.3.2	<i>Planon</i>	39
4.3.3	<i>UpKeep</i>	40
4.3.4	<i>Keepfy</i>	42
4.3.5	<i>Archibus</i>	46
4.3.6	<i>ManWinWin</i>	47
4.3.7	<i>YouBIM</i>	50
4.3.8	Comparativos das soluções BIM-FM	51
5.	Caso de estudo	54
5.1	Considerações iniciais	54
5.2	Caracterização do edifício	54
5.2.1	Estrutura	58
5.2.2	Envolvente vertical	58
5.2.3	Aberturas.....	59
5.2.4	Cobertura.....	59
5.2.5	Pavimentos	60
5.2.6	Equipamentos.....	60
5.3	Seleção da ferramenta BIM.....	61
5.3.1	Introdução	61
5.3.2	Escolha dos parâmetros e variáveis	61
5.3.3	Preenchimento dos parâmetros compartilhados.....	62
5.3.4	Criação dos ambientes	67
5.3.5	Criação de planilhas	68
5.4	Integração Revit – Ferramentas de interoperabilidade.....	71

5.4.1	Sistema de classificação	72
5.4.2	COBie	74
5.5	Fichas de manutenção	83
5.6	Aplicação de software de gestão de manutenção.....	85
6.	Análise de resultados	92
7.	Conclusões.....	96
7.1	Considerações finais	96
7.2	Desenvolvimentos futuros	97
	REFERÊNCIAS	98
	ANEXO A – DESENHOS DO PROJETO	106
	ANEXO B – ANÁLISE COMPARATIVA DOS PARÂMETROS DE MANUTENÇÃO E CRITÉRIO DE SELEÇÃO	119
	ANEXO C – FOLHAS DE TRABALHO COBIE.....	121
	ANEXO D – FICHAS DE MANUTENÇÃO	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Dimensões do BIM	8
Figura 2: Triângulo padrão desenvolvido pela BSI.....	11
Figura 3: Representação esquemática da MVD	13
Figura 4: Níveis de desenvolvimento	15
Figura 5: Níveis de maturidade BIM.....	17
Figura 6: Representações dos níveis de maturidade.....	17
Figura 7: Fases de um empreendimento segundo níveis de maturidade	19
Figura 8: Estrutura de classes segundo NBR 15965-1	22
Figura 9: Classes 3E - NBR 15965-5	22
Figura 10: Disposição dos conteúdos no manual, NBR 14037	31
Figura 11: Folhas do COBie.....	37
Figura 12: Folha de trabalho " <i>Instruction</i> ", código de cores.....	38
Figura 13: Exemplo de folha de trabalho, folha <i>Contact</i>	38
Figura 14: Criação de ordens de trabalho (<i>web</i>).....	41
Figura 15: Exemplo de adição de atividade de manutenção preventiva em ar condicionado ..	41
Figura 16: Calendário de manutenção	42
Figura 17: Interface aplicativo para celular <i>UpKeep</i>	42
Figura 18: <i>Follow-up</i> do <i>software Keepfy</i>	43
Figura 19: Informações a serem adicionadas ao serviço <i>Keepfy</i>	44
Figura 20: Cadastro de equipamentos <i>Keepfy</i>	45
Figura 21: Plano de manutenção <i>Keepfy</i>	45
Figura 22: Notificações de atividade <i>Keepfy</i>	46
Figura 23: Parametrização de dados <i>ManWinWin</i>	48
Figura 24: Criação de novo objeto <i>Manwinwin</i>	49
Figura 25: Criação de ordem de trabalho <i>Manwinwin</i>	49
Figura 26: Calendário de ordens de trabalho <i>Manwinwin</i>	50
Figura 27: Comparativos de softwares de gestão de manutenção	52
Figura 28: Edifício objeto de estudo	55
Figura 29: Localização do edifício no mapa do Brasil.....	56
Figura 30: Localização do edifício no mapa de Chopinzinho	57
Figura 31: Imagem 3D do edifício no Revit.....	58
Figura 32: Janelas de correr com quatro folhas e caixilharia de alumínio anodizado.....	59
Figura 33: Telhas térmicas trapezoidal.....	60
Figura 34: Tabela auxiliar para adição dos parâmetros relevantes a manutenção do edifício .	62
Figura 35: Criação de parâmetros compartilhados	63
Figura 36: Parâmetros compartilhados – Dados de manutenção.....	63
Figura 37: Seleção do parâmetro que será adicionado as categorias.....	64
Figura 38: Seleção das propriedades do parâmetro	65

Figura 39: Aba “Editar tipo” de uma janela de correr 4 folhas 200 x 100 mm	66
Figura 40: Tabela resumo de periodicidade do ciclo de limpeza dos elementos do edifício...	66
Figura 41: Aba "Arquitetura", Ambiente e Área	67
Figura 42: Comando para inserção de legenda com preenchimento de cor.....	67
Figura 43: Legenda com preenchimento de cores do piso Subsolo.....	68
Figura 44: Criação de tabelas de quantidade	69
Figura 45: Tabela de áreas internas do edifício em estudo	70
Figura 46: Exportação de tabelas para o excel.....	71
Figura 47: Página da Autodesk para instalação do COBie	72
Figura 48: Interface Revit após instalação do COBie.....	72
Figura 49: Botão para escolha dos sistemas de classificação a serem utilizados	73
Figura 50: Informações do projeto.....	73
Figura 51: Classificação dos componentes	74
Figura 52: Classificação dos espaços	74
Figura 53: Setups COBie Extension	74
Figura 54: <i>Setup – Contacts</i>	75
Figura 55: <i>Setup – General</i>	76
Figura 56: <i>Setup – Spaces</i>	77
Figura 57: <i>Setup – Types</i>	78
Figura 58: Folha de trabalho <i>Type</i>	78
Figura 59: <i>Setup – Components</i>	79
Figura 60: <i>Setup – Systems</i>	80
Figura 61: Folha de trabalho <i>Attributes</i>	80
Figura 62: <i>Setup – Attributes</i>	81
Figura 63: <i>Setup – Coordinates</i>	81
Figura 64: <i>Setup – Schedules</i>	82
Figura 65: <i>Setup – Parameter Mappings</i>	82
Figura 66: Sequência para criação das folhas de trabalho COBie	83
Figura 67: Modelo de ficha de manutenção.....	84
Figura 68: Parametrização dos dados da edificação	86
Figura 69: Árvore de organização funcional.....	87
Figura 70: Exemplo de criação de objeto.....	88
Figura 71: Lista de objetos.....	88
Figura 72: Criação de tipos de trabalho	89
Figura 73: Criação de plano de manutenção para cobertura inclinada do edifício em estudo .	89
Figura 74: Lista de ordens de trabalho para o ciclo de limpeza.....	90
Figura 75: Calendário de ordens de trabalho	91
Figura 76: Impressão dos relatórios das ordens de trabalho	91
Figura 77: Vantagens e desvantagens das estratégias de manutenção.....	94

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetos, Engenheiros e Construtores
AIA	American Institute of Architects
API	Application Programming Interface
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado
BDS	Building Description System
BIM	Building Information Modeling
BIM-FM	Building Information Modeling-Facility Management
BSI	BuildingSMART Internation
CAD	Computer Aided Design
CAFM	Computer Aided Facilities Management
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CMMS	Computerized Maintenance Management System
COBie	Constructions operations building information Exchange
EN	Norma Europeia
EUA/US	Estados Unidos da América
FM	Facility Management
FMP	Ficha de Manutenção Planeada
IAI	International Alliance for Interoperability
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDM	Information Delivery Manual
IFC	Industry Foundation Classes
IFD	International Framework for Dictionaries
IFMA	International Facility Management Association
ISO	International Organization for Standardization
IWMS	Integrated Workplace Management System
LOD	Level of Development
MVD	Model View Definition
MVS	Models Views
NBR	Norma Brasileira
NIBS	National Institute of Building Sciences
NP	Norma Portuguesa
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SISMICAT	Sistema Militar de Catalogação
SPDA	Sistema de Proteção de Descarga Atmosférica
UK	United Kingdom

1. Introdução

1.1 Enquadramento geral

A área da construção é uma indústria de grande influência no planeta e responsável pela geração de milhões de empregos, contribuindo para os avanços da sociedade. Em contrapartida, também é responsável pelo alto consumo de recursos naturais e energia. A tecnologia nesse setor vem se desenvolvendo com muita velocidade e é o diferencial na busca por eficiência e produtividade do setor. Estar atualizado quanto às novas ferramentas tecnológicas não é uma opção para uma empresa que pretende manter-se competitiva no mercado. Quanto maior o número de informações sobre o processo, mais fácil se torna a tomada de decisão. E é neste contexto que surgiu a metodologia *Building Information Modeling* (BIM).

O conceito BIM surgiu em 1975, intitulado como *Building Description System* (BDS), e foi usado pela primeira vez pela Autodesk (ALVES *et al.*, 2015). O *National Institute of Building Sciences* (NIBS) define BIM como a representação virtual das características físicas e funcionais de uma edificação para todo o seu ciclo de vida, servindo como um repositório compartilhado de informações para colaboração. Sendo um processo melhorado para realizar o planeamento, projeto, construção, operação e manutenção, que faz uso de um modelo de informação padronizado para cada edificação, nova ou antiga, que contém toda a informação necessária sobre a construção, e seja legível por computador, ou outro dispositivo, e disposto em um formato que pode ser transferido e utilizado por todos os intervenientes do projeto em cada etapa do ciclo de vida (PINHEIRO, 2016).

A metodologia BIM é uma filosofia de trabalho que integra Arquitetos, Engenheiros e Construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, o qual gera uma base de

dados que contém tanto informações topológicas como as medições necessárias para orçamento, cálculo energético e previsão das fases da construção (Eastman *et al.*, 2011). Além disso, permite a interoperabilidade e o uso de diversos softwares existentes no mercado ao longo de toda a vida útil do edifício/projeto, permitindo a todos os colaboradores o acesso à informação e a possibilidade de cometerem menos erros durante o processo (ALVES *et al.*, 2015).

A incorporação do uso do BIM na gestão da manutenção, de uma edificação, é um dos mais promissores usos desta metodologia, uma vez que pode ser usada durante todo o seu ciclo de vida. Neste contexto, para abrandar os processos de degradação dos edifícios, as entidades responsáveis pela gestão e manutenção devem estabelecer práticas e estratégias de manutenção de modo a prolongar a vida útil: período, após a construção, em que o edifício ou os seus elementos igualam ou excedem os requisitos mínimos de desempenho, mantendo as boas condições de funcionamento do edifício. Uma boa manutenção requer inspeções regulares, com elaboração de relatórios e diagnósticos sobre seu estado, juntamente com um plano de intervenção (ALVES *et al.*, 2015).

Esta Dissertação pretende contribuir para o avanço do conhecimento nesta área, através da modelação de uma edificação e posterior análise dos dados referente à manutenção da edificação, que será feito por meio de ferramentas de interoperabilidade e posterior importação dos dados para um *software Computerized Maintenance Management System* (CMMS), que permitirá analisar o estado do edifício.

1.2 Objetivo do trabalho

Esse trabalho tem como objetivo contribuir para o avanço do conhecimento sobre aplicação da metodologia Building Information Modeling-Facility Management (BIM-FM) na manutenção de uma edificação comercial ainda em processo de construção.

Assim, os objetivos parciais que deverão ser cumpridos são:

- Revisar bibliografia sobre BIM e sua aplicação para manutenção de edifícios;
- Modelar uma edificação existente em uma plataforma BIM, determinando parâmetros para gestão da manutenção;
- Usar sistemas de classificação;
- Preencher dados obrigatórios e não obrigatórios da Constructions Operations Building Informations Exchange (COBie);
- Exportar folhas COBie;
- Automatizar a gestão das operações e atividade de manutenção através de um *software* CMMS;
- Elaborar de Fichas de Manutenção tendo como base as folhas COBie e parâmetros compartilhados;

- Analisar os resultados obtidos.

No final desta Dissertação pretende-se ter organizado um plano de manutenção a ser desenvolvido na edificação em estudo.

1.3 Organização e estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado em sete capítulos distintos. No primeiro capítulo é feita uma introdução do tema da Dissertação e apresentados os objetivos principais do trabalho. Os capítulos dois, três e quatro são direcionados a pesquisa bibliográfica do tema. No capítulo cinco encontra-se um passo a passo da parte prática do trabalho (metodologia). Em sequência, no capítulo seis, são discutidos os resultados obtidos, e no capítulo sete apresentam-se as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Além dos capítulos acima descritos, o trabalho ainda conta com anexos referente à apresentação dos resultados e outras informações relevantes para a dissertação.

2. Metodologia BIM

2.1 História e definição

Os primeiros passos na área do BIM foram dados na década de 70 por Charles Eastman, professor do Instituto de Tecnologia da Geórgia, juntamente com uma equipe de estudiosos, criaram então o conceito BDS, que tinha como intuito comprovar que uma descrição de uma obra baseada em computador, poderia replicar ou melhorar todos os pontos fortes de desenhos, fortalecendo um meio para a elaboração de projeto, construção e operação, bem como eliminar a maioria de suas fraquezas (GONÇALVES, 2018).

Esse conceito de Eastman aliado a evolução do desenvolvimento de *softwares*, permitiu que os projetos e documentos então elaborados em papel, passassem a ser elaborados através da utilização de sistemas computacionais, os chamados *Computer Aided Design (CAD)* e funcionou como uma espécie de chave para as novas discussões de facilidades tecnológicas que viriam (GONÇALVES, 2018).

Em 1986, um artigo de Robert Aish tornou-se o primeiro uso documentado do termo *Building Modeling* no sentido que usamos hoje, estabelecendo características e argumentos que compõem o BIM, como modelagem tridimensional, componentes inteligentes e paramétricos, banco de dados relacionais e faseamento temporal dos processos de construção, entre outros conceitos (GONÇALVES, 2018).

A variação do termo “modelagem da construção” utilizado por Aish, para o termo *Building Information Model* ou BIM, foi realizado pelos professores Gilles van Nederveen e Frits Tolman em seu artigo denominado *Automation in Construction* em 1992, tendo sido este artigo o primeiro uso documentado do termo BIM como conhecemos hoje (GONÇALVES, 2018).

Ainda há equívocos em torno da definição do BIM. Existem modelos 3D que não possuem nenhuma associação de informações aos elementos geométricos, sendo utilizados apenas como visualização gráfica sem inteligência no nível do objeto, não fornecendo apoio para integração da informação essencial na concepção BIM. Outros modelos têm os objetos definidos, mas o posicionamento e a geometria deles são limitados por não usarem a inteligência paramétrica, tornando as mudanças muito manuais, além de não protegerem o usuário contra a visualização de modelos inconsistentes e ainda existem os que permitem alterações em uma vista que não são, automaticamente, corrigidos nas demais vistas, gerando erros no modelo difíceis de serem detectados (EASTMAN *et al.*, 2011). BIM é muito mais amplo que visualização 3D ou um *software*, ele é um novo conceito para construção civil, que agrega empoderamento ao projeto e facilita todo o fluxo de execução e gestão da obra (GONÇALVES, 2018).

Eastman *et al.* (2011) afirmam que a compreensão do conceito de objetos paramétricos é essencial na diferenciação do BIM para modelos tradicionais em 3D. Eles consistem em elementos geométricos com informações e regras associadas. Modificações em regras parametrizadas, automaticamente, alteram todos os objetos relacionados com a regra. É possível definir e gerenciar objetos em diferentes níveis hierárquicos, bem como, agregá-los em diferentes níveis. Dessa forma, alterando a espessura de um dos elementos de uma parede, por exemplo, a espessura total da parede também deve mudar automaticamente.

Segundo Eastman *et al.* (2011), BIM é uma filosofia de trabalho que integra AEC na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção.

O BIM é usado para criar e gerenciar dados durante o processo de projeto, construção e operações. Integra dados multidisciplinares para criar representações digitais detalhadas que são gerenciadas em uma plataforma aberta na nuvem para colaboração em tempo real. O uso do BIM oferece mais visibilidade, melhor tomada de decisões, opções mais sustentáveis e economia de custos em projetos de AEC (AUTODESK, 2022a).

De acordo com BIMDictionary (2021), BIM é um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permitem que várias partes interessadas projetem, construam e operem de forma colaborativa em uma instalação no espaço virtual.

O BIM é um novo método de trabalho em constante evolução e não pode ser caracterizada como uma ferramenta ou como uma solução única. Um modelo BIM nunca se dá por concluído, pois há sempre possibilidade de inserir nova informação ao longo de toda a vida útil do edifício, enriquecendo constantemente o modelo. Ou seja, não é um ato isolado, mas sim, um processo em constante desenvolvimento (RODAS, 2015).

2.2 Dimensões do modelo

O BIM possui uma aplicação em todo o ciclo de vida da edificação, indo muito além do projeto 3D, como para planejamento, orçamento, sustentabilidade e operação das edificações. E cada uma dessas etapas do ciclo está associada a uma dimensão, como vemos na Figura 1.

As dimensões de um modelo se referem à forma como este foi programado e, consequentemente, aos tipos de informação que serão extraídas (CAMPESTRINI *et al.*, 2015). As dimensões são:

- 2D – Representação ou documentação. É o detalhamento usando desenhos tradicionais em duas dimensões, em pranchas e detalhes;
- 3D – Modelo paramétrico. Segundo Gonçalves (2018), na dimensão 3D é onde ocorre a modelagem da edificação, em três dimensões. Nessa etapa já é possível efetuar uma análise de interferência entre os elementos das diversas disciplinas de projeto, antecipar imperfeições e buscar a melhor solução para uma execução de projeto mais assertiva;
- 4D – Tempo e planejamento de execução da obra. É possível associar o modelo elaborado ao cronograma da obra, vincular tarefas, tempos e gerar um planejamento visual de andamento da obra, proporcionando ao engenheiro de execução ou gerente de projeto acompanhar o avanço físico de cada etapa. Tudo na tela do computador, com riqueza de informações em tempo real. Essa etapa possibilita efetuar simulações de arranjo físico e deslocamento em canteiro (estaleiro) de obras, prever situações críticas e minimizar riscos com relação a equipamentos e caminhões no transporte de materiais (GONÇALVES, 2018);
O modelo 4D oferece ao cliente leigo uma visualização mais clara das etapas do processo construtivo, através de um filme que pode ser apresentado em conjunto com as informações de prazo e custo, as quais são mais relevantes para o mesmo que está investindo na construção (PINHEIRO, 2016);
- 5D – Orçamento. A quinta dimensão está associada à estimativa de custos, onde é adquirida a capacidade de atribuir valores aos elementos do projeto (PINHEIRO, 2016). Desta forma, o orçamentista ou gestor financeiro pode acompanhar e simular diversos cenários financeiros dos gastos da obra completa ou de etapas específicas, tendo uma previsibilidade assertiva dos gastos envolvidos no empreendimento. Assim evita surpresas e conta com informações pertinentes para auxiliar na tomada de decisão. A vantagem é que como as informações estão integradas, caso haja alteração de um elemento do modelo, o orçamento pode ser atualizado;
- 6D – Sustentabilidade. Nesta etapa são feitas as análises de eficiência energética da edificação, que auxilia na tomada de decisão durante o processo de concepção de um edifício para que seu resultado seja o mais sustentável possível. Através de *softwares*, os projetistas podem simular cenários para avaliar os impactos técnicos e financeiros de forma rápida e econômica (GONÇALVES, 2018);

- 7D – Manutenção e Operação. Esta é a fase mais relevante para a Dissertação. Ainda segundo GONÇALVES (2018), trata do modelo com informações de término de obra, ou seja, informações de equipamentos, com a possibilidade de gerar planos de manutenção, verificar informações de equipamentos, garantia de fabricantes, especificações técnicas e ainda, é possível adicionar novas informações que sejam pertinentes a gestão da edificação. Essa informação pode ser compartilhada com a empresa prestadora do serviço, para que esta, ao verificar que um equipamento esteja com defeito ou precisando de manutenção, possa intervir;
- 8D – Segurança. É a dimensão do BIM que enriquece o modelo geométrico da construção com informações referentes à segurança durante as fases de projeto e execução da obra. É possível modelar o canteiro de obras em todas as suas partes (cercas, armazenamento, andaimes, máquinas, sinalização, etc), obtendo-se uma visão geral do local já na fase de projeto, facilitando a prevenção de eventuais situações de risco e perigo para os trabalhadores (BIBLUS, 2021a);
- 9D – Construção enxuta. Esta dimensão visa eliminar desperdícios, minimizar os resíduos produzidos no canteiro, otimizar todos os recursos envolvidos no processo de execução de uma obra e aumentar a produtividade. O pensamento enxuto visa eliminar o máximo de desperdícios possíveis já na fase de gerenciamento de projetos. Esse gerenciamento é realizado em *softwares* BIM (BIBLUS, 2021b);
- 10D – Industrialização da construção. Funciona como uma ferramenta que centraliza todas as informações do projeto utilizando a tecnologia. Isso faz com que os gerentes de projeto possam dispor de recursos intuitivos para realizar o projeto da melhor maneira possível. A construção industrializada permite ter uma visão completa para o gerenciamento de ativos (nas fases de projeto, construção e manutenção). Portanto, pode ser utilizado para alinhar os setores financeiro, comercial, ambiental, assim como os da segurança e de análise de risco, entre outros (BIBLUS, 2022);

DIMENSIONS OF BIM

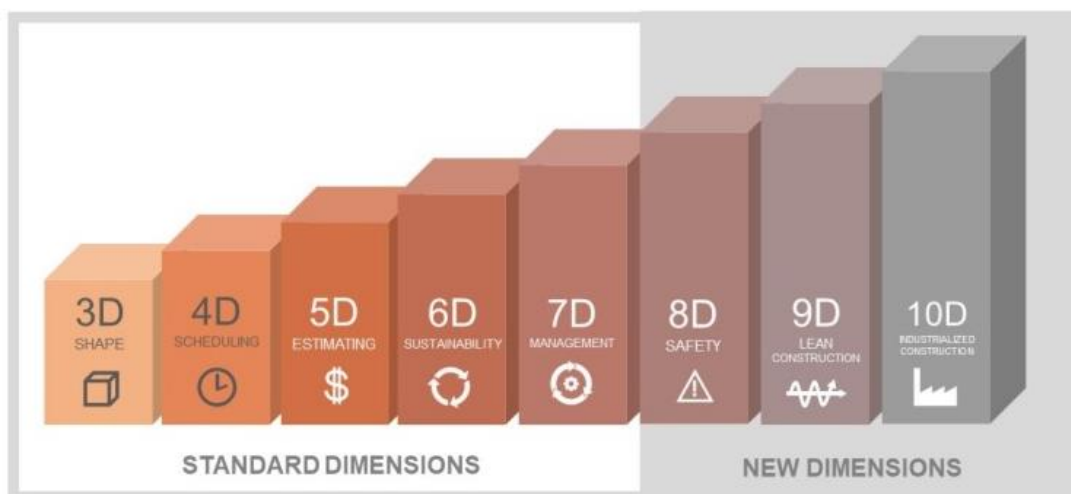


Figura 1: Dimensões do BIM

Fonte: BIBLUS, 2022

Neste trabalho pretende-se utilizar o BIM 7D - manutenção e operação.

2.3 Conceitos

2.3.1 Relações paramétricas

Embora a representação tridimensional seja importante, é a capacidade de gerar objetos paramétricos que caracteriza uma ferramenta como BIM. A parametricidade garante a geração de objetos editáveis, que podem ser alterados automaticamente, dando suporte a uma plataforma BIM (GONÇALVES, 2018).

As relações paramétricas são a base do conceito BIM e estas consistem na atribuição de relações de vizinhança aos vários elementos que compõem o modelo. É através destas relações que se torna possível especificar os vários parâmetros que caracterizam um objeto colocado no projeto, parâmetros estes que vão desde a sua geometria, materiais e camadas constituintes, família a que pertence, parâmetros térmicos e acústicos até ao preço dos materiais, e relaciona-os de um certo modo com os restantes objetos presentes no projeto. Assim, quando se adiciona nova informação a um elemento do projeto, graças às relações paramétricas existentes, todos os parâmetros automaticamente serão atualizados e adaptados a todos os elementos, transformando o modelo BIM num modelo mais inteligente. Com a introdução deste tipo de relações num modelo BIM irá providenciar uma melhoria na coordenação, qualidade, consistência e confiança facultada aos objetos e parâmetros criados (RODAS, 2015).

A modelagem paramétrica refere-se à relação entre todos os elementos em um projeto que permite a coordenação e o gerenciamento de alterações feitas no projeto. Estas relações podem ser criadas tanto automaticamente pelo software quanto pelo utilizador (AUTODESK, 2022b). De acordo com a Autodesk, estes são exemplos de relações paramétricas:

- Uma porta é uma cota fixa a partir de uma parede divisória adjacente. Ao mover a parede, a porta retém essa relação com a parede;
- A borda de um piso ou de um telhado está relacionada com a parede externa de tal maneira que quando a parede externa for movida, o piso ou telhado permanecerá unido a ela. Neste caso, o parâmetro é de associação ou conexão;
- O vergalhão é igualmente espaçado em uma determinada elevação. Se o comprimento da elevação for alterado, a relação de igualdade de espaçamento será mantida. Neste caso, o parâmetro não é um número, mas sim uma característica proporcional.

2.3.2 Interoperabilidade

2.3.2.1 Introdução

Segundo Eastman *et al.* (2011), a interoperabilidade corresponde ao processo de transferência de dados entre diferentes *softwares*, permitindo um intercâmbio de informações para que vários especialistas possam atuar no processo de modelagem da edificação. Um dos principais modelos de dados de que permite a interoperabilidade é o *Industry Foundation Classes* (IFC) usado para planejamento, projeto, construção e gerenciamento de edificações. Trata-se de um modelo de dados público e não proprietário.

A aplicação da interoperabilidade entre softwares visa idealmente evitar a acumulação de informação repetida, ou seja, com a alteração de algum dado num programa, essa modificação também deve ser refletida em todos os outros softwares em uso. Neste sentido, o American Institute of Architects (AIA) defende que todas as empresas dedicadas à produção de softwares de suporte à AEC devem desenvolver ferramentas de trabalho com formatos universais abertos, permitindo uma partilha fiável de informação entre aplicações diferentes e que nenhum tipo de dados seja perdido durante essas trocas (RODAS, 2015).

Para isso, existe uma linguagem padrão internacional para que todos esses *softwares* possam permitir a troca de modelos (permitirem a interoperabilidade) entre si, chamada IFC. De tal forma, independentemente do software utilizado por cada profissional envolvido, será possível gerar um modelo integrado, basta que seja “solicitado o IFC” do modelo para o profissional responsável (RODAS, 2015).

O BIM utiliza o IFC, um formato de arquivo de dados voltado para o objeto, baseado na definição de classes que representam elementos, processos, aparências, como uma linguagem comum para a troca entre modelos de diversos fabricantes (GONÇALVES, 2018).

A organização internacional *BuildingSMART International* (BSI), é responsável pela padronização dessas informações que representam o modelo de dados da edificação no IFC, e pelo desenvolvimento de fluxos de trabalho e informações para interoperabilidade de projetos em BIM. O fluxo de projeto onde o IFC é utilizado como ferramenta de interoperabilidade é definido como *OpenBim*. Quando o fluxo de projeto é baseado em uma única solução computacional BIM, onde todos os envolvidos trabalham em uma mesma plataforma e utilizam um arquivo proprietário fechado que não compartilha os dados com outros sistemas, é definido como *Closed BIM* (GONÇALVES, 2018).

2.3.2.2 Pilares da interoperabilidade

Existem três grandes pilares da interoperabilidade desenvolvidos pela BSI que dependem e interagem entre si: IFC, International Framework for Dictionaries (IFD) e Information Delivery Manual (IDM). Estes três formam um triângulo padrão (Figura 2) onde o IFC representa o modelo de dados, o IDM o manual de entrega de informação e finalmente o IFD funciona como um dicionário (RODAS, 2015).

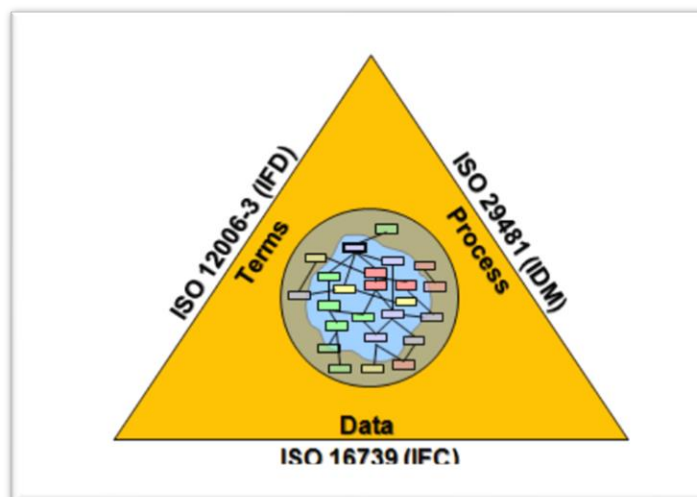


Figura 2: Triângulo padrão desenvolvido pela BSI
Fonte: RODAS, 2015

- ***Industry Foundation Classes***

Na década de 1990, foi criado um consórcio com entidades da construção civil americana, liderados pela Autodesk. Esse consórcio foi fundado para desenvolver um conjunto de estruturas de dados comuns para a indústria ficando conhecido como *Industry Alliance for Interoperability*. Um dos seus objetivos era desenvolver um formato comum e interoperável que agora é conhecido como IFC. Em 1997, o IAI foi renomeado como *International Alliance for Interoperability* (IAI), a fim de reafirmar o caráter internacional e a visão interoperável do consórcio. Por isso, a IAI se reformulou e fundou uma organização sem fins lucrativos que queria desenvolver formatos abertos para apoiar o ciclo de vida dos edifícios. Em 2005, o IAI foi renomeado para BSI. (CHAVES, 2020).

De acordo com Chaves (2020), a *BuildingSMART* contribui para o desenvolvimento da maioria das normas internacionais ISO (International Organization for Standardization) relacionadas ao BIM, sendo elas:

- ISO 16739 (ISO, 2013): esta norma diz respeito à normalização do IFC;
- ISO 12006-3 (ISO, 2022): esta norma se refere a uma estrutura de informações orientada a objetos para apoiar a interoperabilidade na indústria da construção;
- ISO 29481-1 (ISO, 2016) [(substitui a ISO 29481-1:2010) e ISO 29481-2 (ISO, 2012)]: essas normas especificam um método para coletar e especificar processos e fluxos de informações ao longo do ciclo de vida da instalação.

O IFC é um formato de dados que visa permitir a troca de modelos de informações sem perda ou distorção de dados. Trata-se de um formato de arquivo aberto e neutro, cujos direitos não são detidos por uma única fabricante, e sim criado para facilitar a interoperabilidade entre diferentes fabricantes (BIBLUS, 2021c).

O IFC é um modelo universal em constante atualização e a página de internet oficial para a sua publicação e consulta de especificações é a www.buildingsmart-tech.org, onde a

última versão lançada pela BSI, em 2013, corresponde à IFC4 (ou IFC 2x4) e onde também é indicado que a próxima versão, com a designação IFC5, já se encontra em desenvolvimento (RODAS, 2015).

A BSI definiu um processo de certificação que assegura a exatidão da importação e exportação de seus dados IFC, com a garantia de conformidade com as normas. Todo o software certificado IFC consegue ler, escrever e trocar informações com outros softwares. O padrão IFC é suportado por mais de 140 softwares (BIBLUS, 2021c). Existe uma lista com todos os softwares capazes de exportar e importar arquivos IFC disponível no site da BSI.

A criação do IFC foi de extrema importância para o desenvolvimento e disseminação da plataforma BIM, em especial no quesito de interoperabilidade, permitindo uma fácil troca de dados e, com isso, eliminando barreiras entre profissionais (CHAVES, 2020).

- ***Information Delivery Manual (IDM)***

O IDM, é um método formal desenvolvido e propagado pela BSI para estabelecer as Definições de Visualização de Modelos como um requisito padrão para a troca de dados de modelos na indústria da construção (BIMDICTIONARY, 2021). IDM é um padrão ISO destinado a “facilitar a interoperabilidade entre aplicativos de software usados no processo de construção, promover a colaboração digital entre os atores no processo de construção e fornecer uma base para troca de informações precisa, confiável, repetível e de alta qualidade” (ISO, 2016).

O IDM, representado na norma ISO 29481 (ISO, 2016), é uma metodologia criada com o objetivo de normalizar e especificar os processos e fluxos de informação criados durante o ciclo de vida de um empreendimento (IFCWIKI, 2008). Esta norma para além de descrever que informação é necessária durante cada fase do projeto, também indica que tipo de informação cada interveniente no projeto deve fornecer em determinada fase do mesmo e agrupa as informações que são necessárias em atividades associadas. A interoperabilidade não seria atingida se o IDM não fosse suportado por todos os softwares a serem usados durante um projeto e se estes não interpretassem de igual forma a informação trocada (RODAS, 2015).

- ***International Framework for Dictionaries (IFD)***

O último pilar da interoperabilidade é o IFD, que representa uma biblioteca aberta de estrutura própria derivada de padrões internacionalmente aceites, esta biblioteca irá permitir a flexibilidade entre um modelo BIM baseado em formato IFC e as variadas bases de dados. Este conceito é muito útil quando num ambiente de trabalho interagem intervenientes de diferentes nacionalidades, podendo assim comunicarem entre si na mesma língua e interpretarem a informação do mesmo modo (RODAS, 2015).

O IFD define tipos de coisas, não indivíduos ou instâncias. Registos IFD seriam tipos de portas, enquanto uma instância porta específica seria estabelecida pelo IFC. O IFD, portanto, comporta todas as classes ou tipos de conceitos que podem ser usados para identificar indivíduos por meio do IFC ou padrão equivalente. Esta publicação do NIBS afirma que esta instituição busca alcançar essa visão por meio de seu trabalho, em associação a outras instituições (OLIVEIRA, 2020).

2.3.2.3 *Model View Definition (MVD)*

Segundo o site Biblus (2020), as *Models Views (MVS)* representam subgrupos do esquema IFC definidos pela BSI e reúnem informações úteis para fluxos de trabalho ou finalidades específicas. Essas visualizações acabam sendo muito úteis, uma vez que agilizam a troca de dados e impedem compartilhar informações inúteis ou redundantes. O esquema seguinte dá bem a entender a complexidade do esquema IFC, e mostra como uma Model View Definition (MVD) específica consegue simplificar o esquema, utilizando as informações úteis para um determinado fim.

Portanto, a MVD é uma visualização filtrada que mostra uma parte (ou todas) as informações do esquema, como podemos ver na representação da Figura 3.

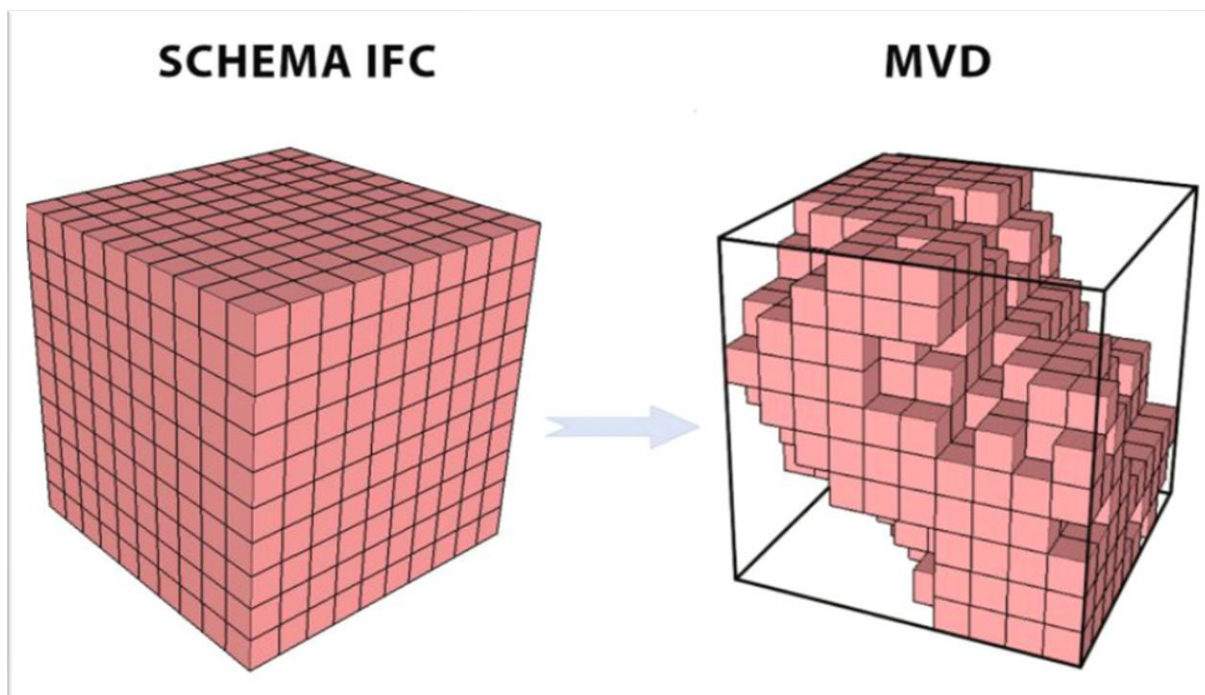


Figura 3: Representação esquemática da MVD
Fonte: BIBLUS, 2020

2.3.3 *Level of Development*

O nível de desenvolvimento, Level of Development (LOD), de um modelo BIM é um conceito associado ao nível de pormenor que um modelo possui. Abrange o detalhe da

representação gráfica e o nível de informação que o objeto contém, como, por exemplo, características físicas e mecânicas dos materiais, fornecedor e custo. Uma vez que o modelo deve ser criado, manipulado, atualizado e incrementado, de acordo com o estágio de desenvolvimento do projeto, é necessário que cada interveniente conheça o nível de informação que o modelo que lhe foi fornecido contém. Assim, os projetos (modelos) são classificados de acordo com a quantidade e tipo de informação que contém (COELHO, 2017). Essa especificação foi desenvolvida pelo AIA, para a Exposição de Dados Digitais BIM E202-2009 (UTILIZANDO BIM, 2019a).

O LOD as vezes é interpretado como Nível de Detalhe ao invés de Nível de Desenvolvimento. Segundo artigo publicado pelo BIMforum (2021), existem diferenças importantes nesses conceitos. O nível de detalhe é essencialmente a quantidade de detalhes incluída no elemento do modelo, enquanto nível de desenvolvimento é o grau em que a geometria do elemento foi pensada, o quanto os membros da equipe de projeto podem confiar nas informações ao usar o modelo. Em essência, o nível de detalhe pode ser pensado como uma entrada para o elemento, enquanto o nível de desenvolvimento é uma saída confiável (BEDRICK *et al.*, 2020). Pode-se dizer que LOD é derivado da união entre o nível de detalhe e o nível de informação, tendo como principal objetivo medir e classificar os níveis de informações geométricas ou não, de um projeto. É importante lembrar que LOD não tem ligação com a fase do projeto. Diferentes disciplinas estão em diferentes LOD com frequência. Em geral, LOD está relacionado com a necessidade de informações de cada disciplina e fase de projeto (NEOIPSUM, 2022).

Existem algumas classificações do LOD, a mais usada foi formulada pela AIA e interpretada pelo BIMforum (2021), a qual classifica o LOD em 5 estágios, sendo eles:

- LOD 100 – Neste nível de detalhe devem ser fornecidas informações sobre volumes e massas, tendo apenas informação básica acerca dos elementos. O uso deste tipo de modelo é limitado à revisão da disposição básica dos espaços e ao cálculo de volumes e áreas. Existem informações suficientes para uma estimativa geral do planejamento do projeto bem como da sua duração, porém esses dados devem ser considerações aproximados;
- LOD 200 – Neste LOD os elementos são espaços reservados genéricos. Eles podem ser reconhecíveis como os componentes que representam, ou podem ser volumes para reserva de espaço. Qualquer informação derivada de elementos LOD 200 deve ser considerada aproximada;
- LOD 300 – A quantidade, tamanho, forma, localização e orientação do elemento conforme projetado podem ser medidos diretamente do modelo sem fazer referência a informações não modeladas, como notas ou legendas de dimensões. A origem do projeto é definida e o elemento está localizado com precisão em relação à origem do projeto. Os objetos podem incluir informação adicional, como informação não geométrica, capaz de ser utilizada pela equipe de projeto ou construção. Este nível de desenvolvimento pode ser usado para a preparação de desenhos para fornecedores,

bem como para a elaboração de mapas de trabalhos e quantidades da obra e estimativas de custos;

- LOD 400 – A este nível já devem existir detalhes adicionais para todas as estruturas primárias e secundárias de suporte. Como tal, deve estar presente toda a informação sobre a fabricação, montagem ou construção. Este modelo deve ser uma representação virtual da estrutura que mais tarde pode vir a ser usada durante a construção. Atendendo a todo este detalhe é possível fazer uma estimativa de custos detalhada baseada nos elementos do modelo construído;
- LOD 500 – Todos os objetos e elementos são modelados de acordo com a construção, existindo uma enorme precisão em todos os detalhes. Este modelo tem os mesmos propósitos do que os LOD 400, no entanto pode ser utilizado para a manutenção, se assim for necessário. Alguns clientes podem exigir que se faça a gestão da manutenção, fazendo-se assim a modelação e posteriormente a manutenção através do COBie, sendo apenas possível realizá-la no LOD 500, pois é neste LOD que se colocam as informações de maior relevância para realizar a gestão da manutenção.

Para exemplificar os conceitos anteriores, na Figura 4 encontram-se de maneira resumida as características de cada nível de desenvolvimento citadas, estando destacados em vermelho o que contempla cada LOD.

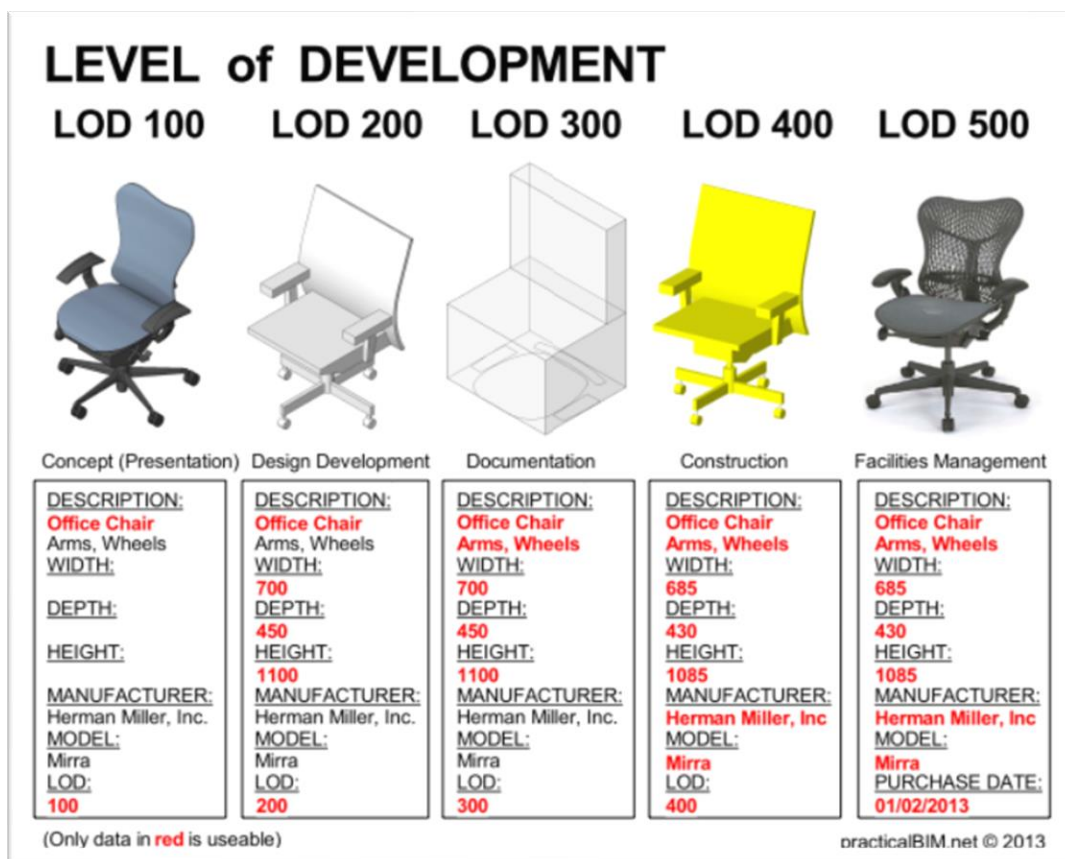


Figura 4: Níveis de desenvolvimento
 Fonte: RODAS, 2015

Rodas (2015) explica a imagem da seguinte forma:

- LOD 100 – Ali está uma cadeira;
- LOD 200 – Essa cadeira ocupa um certo espaço;
- LOD 300 – A cadeira apresenta certas funções e opções;
- LOD 400 – A cadeira é fabricada por X e apresenta número de série Y;
- LOD 500 – A cadeira é verificada, instalada no local e fornecida por Z em data específica.

2.3.4 Níveis de maturidade

2.3.4.1 Aspectos gerais

Os níveis de maturidade do BIM definem o progresso tecnológico alcançado no setor AEC de acordo com o grau de colaboração e compartilhamento de informações entre as diferentes partes interessadas envolvidas em um projeto. Ele parte de um nível básico onde não há colaboração para realizar atividades de trabalho e vai até o último nível, caracterizado por uma perfeita integração de informações e o uso de plataformas de nuvem e modelos BIM, representados na Figura 5 (BIBLUS, 2021d).

Existem quatro níveis de maturidade quando estamos a aplicar o BIM, e estes baseiam-se pelo nível de tecnologia usada na modelação do projeto, como também, pelo nível de colaboração usado no processo (NBS, 2018). De acordo com Succar (2009), os níveis são (Figura 6):

- Nível 0: Pré-BIM;
- Nível 1: Modelação;
- Nível 2: Colaboração;
- Nível 3: Integração.

Metodologia BIM

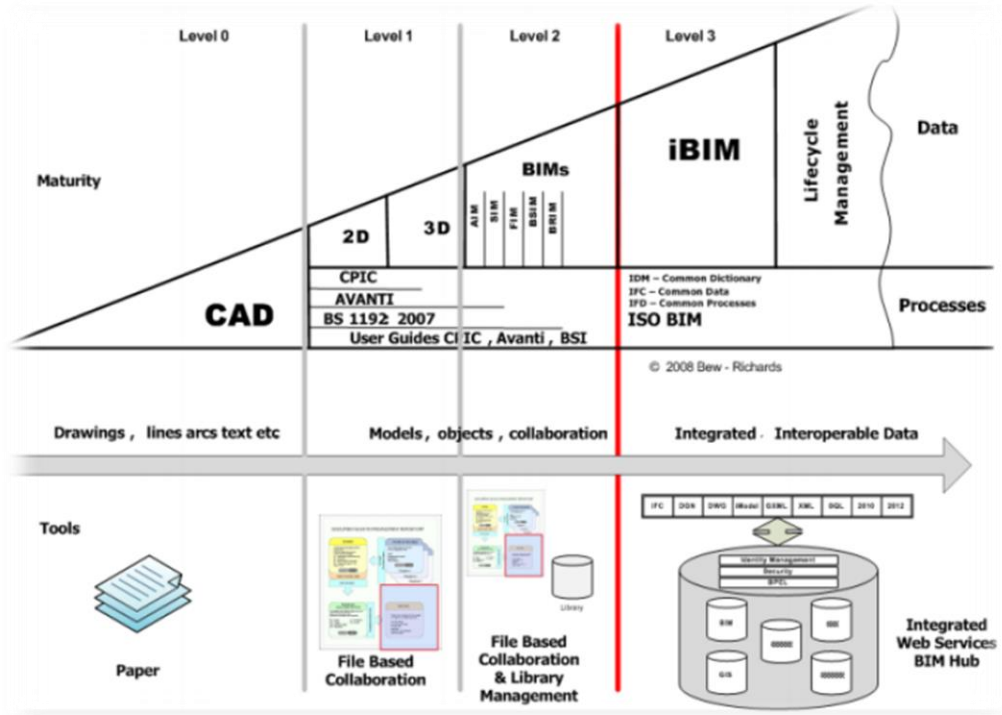


Figura 5: Níveis de maturidade BIM
 Fonte: UTILIZANDO BIM, 2019b

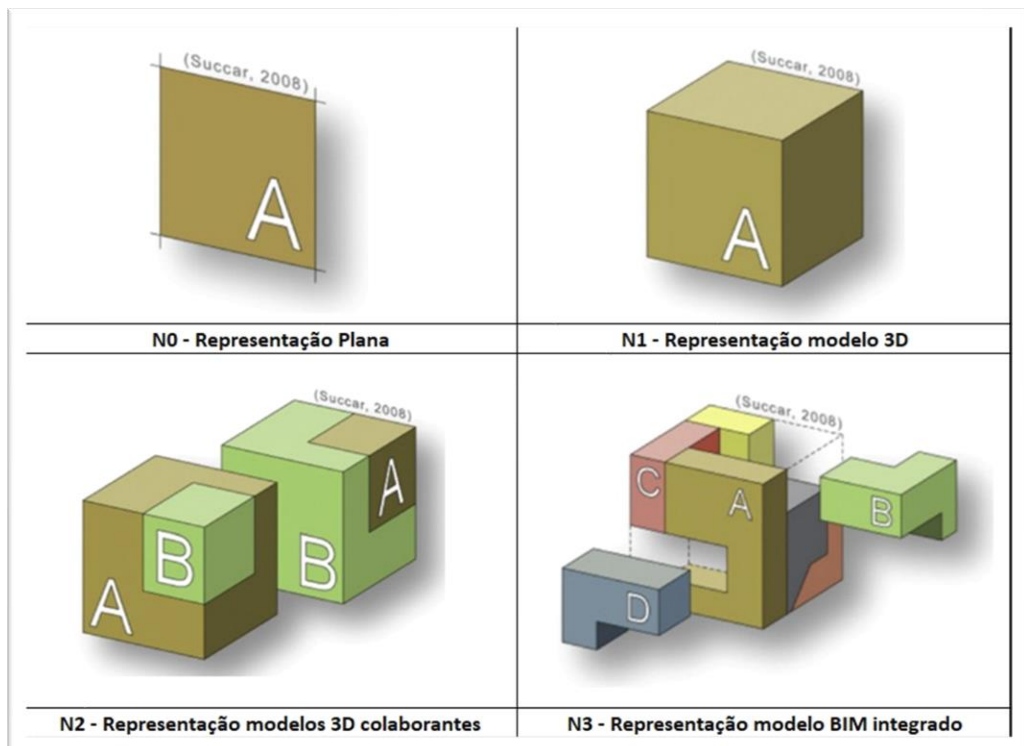


Figura 6: Representações dos níveis de maturidade
 Fonte: Adaptado de SUCCAR, 2009

Em sua forma mais simples, o nível 0 significa efetivamente nenhuma colaboração. O desenho CAD 2D é utilizado apenas, principalmente para informações de produção. A saída e

a distribuição são feitas em papel ou impressos eletrônicos, ou uma mistura de ambos (NBS, 2018).

Neste estágio, toda a informação é independente e requer uma associação e interpretação por parte dos diferentes intervenientes. A colaboração entre as diferentes partes ocorre de uma forma linear, o que se traduz numa demorada e dispendiosa troca de informação. Sob condições Pré-BIM, a indústria apresenta normalmente um baixo investimento em tecnologia e um défice de interoperabilidade (SUCCAR, 2009).

A modelação propriamente dita dá início à metodologia BIM. Nesta fase de implementação, existe um esforço por parte de cada disciplina de projeto em criar um modelo base de representação 3D com informação paramétrica associada (PONTES, 2016).

Embora cada modelo represente uma fonte potencialmente comum de informação para diferentes indivíduos, a colaboração entre diferentes disciplinas de projeto continua inexistente por falta de cruzamento de modelos. A troca de informação continua unidirecional e as comunicações permanecem dessincronizadas e dissociadas (SUCCAR, 2009).

No entanto, o potencial demonstrado pela modelação 3D dentro de cada especialidade incentiva os intervenientes a adotarem métodos e tecnologias que os encaminham para a fase seguinte, a da colaboração (PONTES, 2016).

No nível 2 começa a ser introduzida outra abordagem, na qual cada equipe desenvolve o seu projeto CAD-3D de forma individual. Assim, não existe um modelo único e partilhável. Todavia, toda esta informação criada é partilhada eletronicamente pelas restantes equipas num ambiente de trabalho que vai ser comum a todos. Esta informação é partilhável e é introduzido o uso de um formato comum que permite a verificação de erros entre projetos por qualquer equipe (RODAS, 2015). Refira-se que, independentemente do *software* BIM utilizado, este deve ter a capacidade de exportar / importar ficheiros em IFC (PONTES, 2016).

O último nível de maturidade quando aplicamos o BIM é o nível 3, que representa a aplicação ideal do BIM onde é posto em prática um processo aberto e integrado, com recurso a modelos partilhados por parte de todos os intervenientes do projeto disponíveis numa plataforma online. Assim, todas as equipas poderão aceder e alterar informações contidas no mesmo modelo e é deste modo eliminado por completo o risco de projetos conflituosos entre si. A este nível de maturidade já é discutida a utilização de modelos mais avançados, modelos que integrem o tempo e os custos no projeto como também modelos preenchidos com informações necessárias para se proceder à gestão e manutenção do edifício (RODAS, 2015).

2.3.4.2 Fases ciclo de vida do empreendimento

Definem-se três diferentes fases do ciclo de vida de um empreendimento (Figura 7) como: Projeto; Construção; Exploração, para além duma última fase que nem sempre existe e que se considera abrangida pela fase da Exploração: a Demolição (PONTES, 2016).

A influência da implementação dos diferentes níveis de maturidade nestas fases do ciclo de vida do empreendimento passa pela possibilidade de ocorrer sobreposição de diferentes fases ao longo do desenrolar do empreendimento (PONTES, 2016).

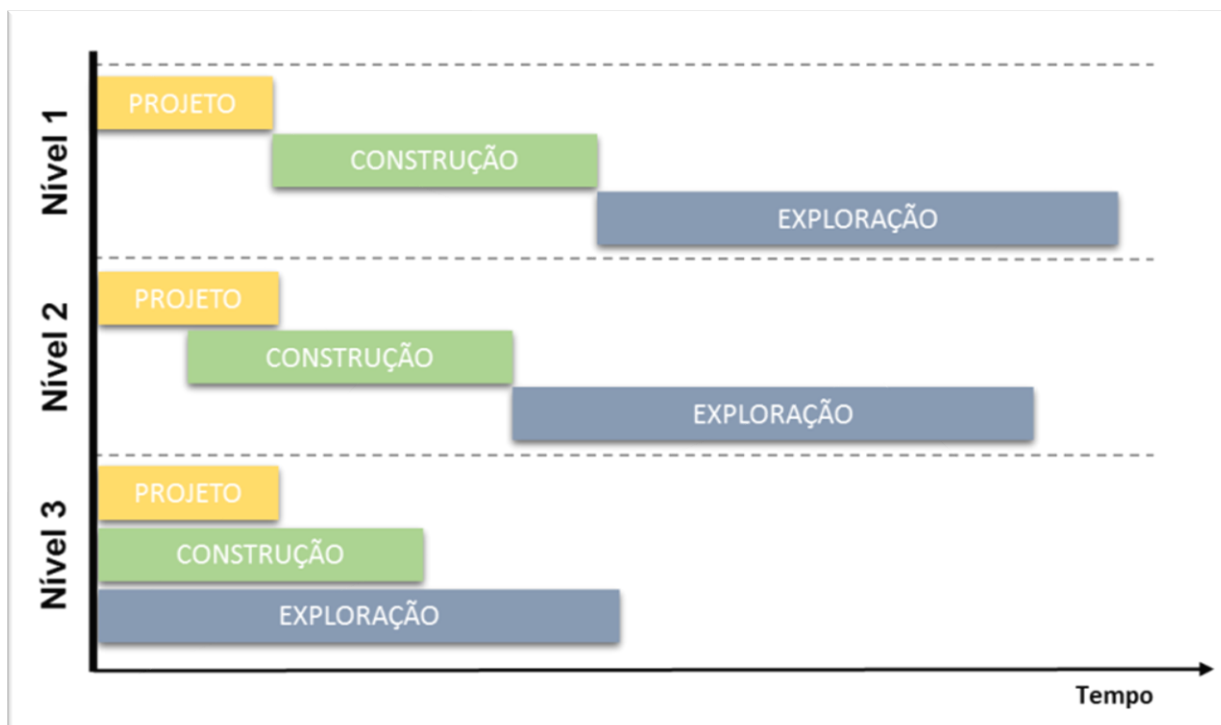


Figura 7: Fases de um empreendimento segundo níveis de maturidade

Fonte: PONTES, 2016

- Nível 1: não existe qualquer tipo de sobreposição temporal do desenvolvimento das diversas fases. Isto deve-se ao facto de a troca de informação se realizar unidireccionalmente e a comunicação permanecer dissociada entre entidades (PONTES, 2016);
- Nível 2: verifica-se que ocorre uma sobreposição temporal entre o final da fase de projeto e o início da fase de construção. Esta sobreposição advém, não só da colaboração entre diferentes especialidades num modelo comum ou na partilha de modelos, mas também no envolvimento dos agentes que podem intervir na definição da construção, uma vez que, as entidades prioritárias no desenvolvimento do BIM são, tendencialmente, as diretamente relacionadas com as fases de projeto e construção (PONTES, 2016);
- Nível 3: as diferentes fases do empreendimento tendem a ocorrer quase em simultâneo. A integração da informação e a criação de bases de dados em rede, acessíveis e sincronizáveis, permitem assim um constante ajuste das diferentes atividades, possibilitando que os agentes da construção e da exploração sejam parte integrante das decisões ainda em fase de projeto e implementação. É o nível do Projeto Integrado, que altera substancialmente o modo de operar tradicional da indústria da construção, um modelo de operação que implica, por um lado, uma alocação maior de

custos no início do processo, mas por outro um maior controlo e otimização dos custos e dos prazos do empreendimento na sua globalidade (PONTES, 2016).

2.3.5 Sistemas de classificação

O setor da construção envolve um conjunto muito vasto de informações, sendo importante que toda ela seja padronizada para obter um melhor desempenho na gestão de construção, usando para isso sistemas de código, de modo a classificar a informação técnica, tarefas e atividades em todas as fases da construção (JESUS, 2010).

Assim, surgem os sistemas de classificação como metodologias que promovem a organização e padronização da informação. A classificação permite a estabilização de termos, métodos e conceitos, isto é, sistemas de linguagem utilizados para comunicar, permitindo aos profissionais catalogar os dados em categorias homogêneas (MONTEIRO *et al*, 2014).

A ISO tem produzido normas com o objetivo de uniformizar a classificação e troca de informação, como é o caso da ISO 12006-2 (ISO, 2015) e ISO 12006-3 (ISO, 2007), cujo objeto é orientar a estruturação de sistemas de classificação. Assim ao organizar e classificar corretamente as informações geradas ao longo do processo construtivo, incluindo os objetos contidos num modelo BIM, será reforçado o conceito da interoperabilidade.

A classificação da construção é diferente entre países e reflete a herança construtiva de cada local. De tempos em tempos são geradas novas classificações, pois os métodos construtivos mudam. Relaciona-se a seguir exemplos de Sistemas de Classificação da Construção e local onde são utilizados (GAMBOA, 2015):

- OMNICLASS – Estados Unidos da America (EUA);
- UNIFORMAT- EUAe Canadá;
- MASTERFORMAT – EUA e Canadá;
- PRoNIC – Portugal;
- ECL@SS 9.1 – Europa;
- JCCS – Japão;
- UNICLASS – Reino Unido;
- STABU – Holanda;
- BSAB – Suécia.

No contexto brasileiro, foram analisados os sistemas de classificação adotados internacionalmente e levados em consideração os regionalismos e peculiaridades da indústria de construção do território brasileiro, baseando-se principalmente na ISO 12006-2 (ISO, 2015), que se desenvolveu a Norma Brasileira 15965 (ABNT, 2011b), sob o título geral “Sistemas de Classificação da Construção”, dividida em 7 partes:

- Parte 1: Terminologia e estrutura;
- Parte 2: Características dos objetos da construção;

- Parte 3: Processos da construção;
- Parte 4: Recursos da construção;
- Parte 5: Resultados da construção;
- Parte 6: Unidades da construção;
- Parte 7: Informação da construção.

A partir do esquema organizacional da ISO 12006-2 (ISO, 2015), que apresenta as seis grandes classes da construção (espaços, resultados, processos, recursos, propriedades/características e informações) e as relações gerais entre elas, como participantes do ciclo de vida de um empreendimento, elaborou-se um quadro de classes (Figura 8) que agrupa, em cada grande grupo identificado, os princípios de especialização constantes para cada um desses grupos, apresentados na primeira parte da norma:

- Grupo 0, referente as características dos objetos da construção:
 - 0M - Materiais de construção;
 - 0P - Propriedades da construção.
- Grupo 1, referente aos processos da construção:
 - 1F – Fases da construção;
 - 1S – Serviços da construção;
 - 1D – Disciplinas da construção.
- Grupo 2, referente aos recursos da construção:
 - 2N – Funções da construção;
 - 2Q – Equipamentos da construção;
 - 2C – Produtos das construções.
- Grupo 3, referente aos resultados da construção:
 - 3E – Elementos da construção;
 - 3R – Resultados de serviços da construção.
- Grupo 4, referente as unidades e espaços da construção:
 - 4U – Unidades da construção;
 - 4A – Espaços da construção.
- Grupo 5, referente as informações da construção:
 - 5I – Informações da construção.

Identificador de grupo	Tema	Assunto	Identificador do assunto	Classificação
0	Características dos objetos	Materiais	M	0M
		Propriedades	P	0P
1	Processos	Fases	F	1F
		Serviços	S	1S
		Disciplinas	D	1D
2	Recursos	Funções	N	2N
		Equipamentos	Q	2Q
		Componentes	C	2C
3	Resultados da construção	Elementos	E	3E
		Construção	R	3R
4	Unidades e espaços da construção	Unidades	U	4U
		Espaços	A	4A
5	Informação da construção	Informação	I	5I

Figura 8: Estrutura de classes segundo NBR 15965-1
 Fonte: ABNT, 2011b

Com bases nessa estrutura de classes foram adotados códigos que representam os elementos da construção, como é exemplificado na Figura 9.

Código	Termo
3E 02 00 00 00 00 00	Elementos de manejo do terreno
3E 02 02 00 00 00 00	Elementos de terrapleno
3E 02 02 02 00 00 00	Solo
3E 02 02 04 00 00 00	Camada de solo orgânico
3E 02 02 06 00 00 00	Platô
3E 02 02 08 00 00 00	Faixa terraplanada

Figura 9: Classes 3E - NBR 15965-5
 Fonte: ABNT, 2022

Oliveira (2020) relaciona alguns exemplos de sistemas de informação da construção: SISMICAT (Sistema Militar de Catalogação), criado entre 1968 e 1982, com objetivo de classificar suprimentos das Forças Armadas Brasileiras. O Governo Federal adotou o sistema como padrão de classificação, mas este não atendeu o setor da Construção; SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), realiza pesquisas que informam índices da construção civil, desde 1969. Se presta ao levantamento de custos para obras residenciais, comerciais, equipamentos comunitários, saneamento básico e emprego e renda, nos meios urbano e rural. Sob responsabilidade da Caixa Econômica Federal e do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

3. A Gestão e Manutenção de Edifícios

3.1 Definição

De acordo com a Norma Portuguesa (NP) 13306 (IPQ, 2007), Manutenção é “A combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”.

É destacado pela NBR 5674 (ABNT, 2012), que é inviável sob o ponto de vista econômico e inaceitável sob o ponto de vista ambiental pensar numa estrutura edificada como um produto descartável, que seja passível de substituição por novas construções quando seu desempenho não atinge as exigências dos usuários.

Conforme Oliveira e Cardoso (2009), a manutenção só cumpre realmente o seu papel quando chega antes e consegue prever possíveis acontecimentos que possam paralisar e prejudicar a produção, com consequente perda de volume, aumento das despesas da operação e redução das margens do negócio.

As operações de manutenção afetam o comportamento dos elementos ao longo do tempo, alterando os modelos de degradação (eventuais acréscimos de desempenho), os valores das vidas úteis e, por conseguinte, os custos de manutenção (FLORES, 2010). Economicamente relevante no custo global das edificações, a manutenção não pode ser feita de modo improvisado e casual. Ela deve ser entendida como um serviço técnico, cuja responsabilidade exige capacitação apurada. Para se atingir maior eficiência na administração de uma edificação ou de um conjunto de edificações, é necessária uma abordagem fundamentada em procedimentos organizados em um sistema de manutenção, segundo uma lógica de controle de custos e maximização da satisfação dos usuários com as condições

oferecidas pelas edificações (ABNT, 2012). A manutenção é, cada vez mais, um elemento decisivo na gestão dos edifícios e um peso importante nas despesas globais, durante o ciclo de vida (PINTO, 2010).

Flores *et al.* (2015), refere que o incentivo a gestão da manutenção deve partir da sensibilização dos vários intervenientes: gestor, proprietário, arquiteto, engenheiros, empreiteiro, fabricante, empresa de condomínio, e usuários. Além disso, também refere que se deve investir em suportes técnicos e científicos para obtermos informações técnicas sobre os elementos.

3.2 Gestão da manutenção

A gestão da manutenção estabelece metas e objetivos por meio de normas e procedimentos de trabalho, de modo a obter um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis sejam eles pessoais, equipamentos ou materiais (OLIVEIRA, 2017).

Numa economia globalizada e altamente competitiva, com mudanças rápidas, a manutenção é uma atividade fundamental do “processo produtivo”. A manutenção neste momento existe para que não ocorra a manutenção corretiva não planeada, o trabalho do pessoal da manutenção deve ser evitar falhas e não corrigi-las (HORMIGO, 2018).

Segundo Hormigo (2018), eficiência e eficácia são dois conceitos muito utilizados na gestão: a eficiência avalia como se faz. Diz-se que uma operação foi realizada de forma eficiente quando consumiu o mínimo de recursos na obtenção de um determinado resultado. A eficácia avalia até que ponto se alcançou um determinado resultado, independentemente da forma como se obteve esse resultado.

Para a gestão, é muito importante ser competitivo em termos de eficiência. Se uma empresa é mais eficiente do que os seus concorrentes, ela consegue normalmente produzir a custos inferiores. Além disso, obtém um grande nível de consistência da sua produção, ou seja, produz produtos homogêneos e perfeitos, o que conduz a um aumento da satisfação dos seus clientes. Por outro lado, a gestão não pode perder de vista o atingimento dos seus objetivos (a eficácia). Portanto de nada serve ser eficiente se não se é eficaz (HORMIGO, 2018).

3.3 Tipos de manutenção

Os diversos tipos de manutenção podem também ser considerados como políticas de manutenção, desde que a sua aplicação seja o resultado de uma definição da gestão ou da política global da organização. Embora não haja uniformidade de classificação, são correntemente considerados os seguintes tipos de manutenção (HORMIGO, 2018):

- Manutenção corretiva: planeada e não planeada;
- Manutenção preventiva;
- Manutenção preditiva;
- Manutenção detetiva;
- Engenharia de Manutenção.

3.3.1 Manutenção corretiva

Segundo a NBR 5674 (ABNT, 2012), a manutenção corretiva corresponde a atividades que “demandam ação ou intervenção imediata a fim de permitir a continuidade do uso dos sistemas, elementos ou componentes das edificações, ou evitar graves riscos ou prejuízos pessoais e/ou patrimoniais aos seus usuários...”. Neelamkavil (2011) esclarece que a manutenção corretiva deve ser uma estratégia de operação indicada para elementos não críticos na edificação. Se este tipo de manutenção for adotado para elementos críticos pode interromper linhas de produção, tornar as edificações inabitáveis ou causar acidentes.

A manutenção corretiva, segundo Hormigo (2018), pode ser dividida em dois tipos:

- Manutenção corretiva não planeada: caracteriza-se pela atuação em facto que já ocorreu (pode ser por falha ou por desempenho inferior ao esperado) de forma aleatória. Esta é mais praticada do que deveria o que tem implicações a nível económico. Uma falha inesperada pode conduzir a perdas de produção, perda de qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção. Quando uma empresa tem a maior parte da sua manutenção corretiva do tipo não planeada, o desempenho empresarial não se adequa à competitividade;
- Manutenção corretiva planeada: tal como a não planeada caracteriza-se pela correção devido a um desempenho inferior ou ocorrência de falha, com a diferença que nesta existe um acompanhamento preditivo ou uma decisão tomada pela gestão de manter o equipamento em funcionamento até que a quebra ocorra. Trata-se, portanto, de um trabalho planeado, que é sempre mais seguro e de maior qualidade que um não planeado (HORMIGO, 2018). Se a decisão tomada for a de deixar o equipamento funcionar até à quebra, pode planear-se o que fazer quando a falha ocorrer, como por exemplo: substituição do equipamento, ter um “kit” de reparação rápida ou preparar a intervenção.

3.3.2 Manutenção preventiva

Manutenção preventiva: é realizada de forma a reduzir ou a evitar a falha ou a quebra de desempenho, cumprindo um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo (CARVALHO, 2019).

Inspeções regulares são a base desse tipo de manutenção, não somente em elementos estruturais, mas também de todos os outros elementos da edificação (SANTOS, 2017). Santos

(2017), explica que geralmente ocorre o planejamento de substituições periódicas de elementos, cronograma de intervalos, independente se o componente apresenta desempenho satisfatório ou não. Este fato implica em custos consideráveis de manutenção. Além disso, Neelamkavil (2011) mostra que a manutenção preventiva geralmente necessita de paralisação dos serviços, com perda de produção.

Segundo Antonioli (2003, citado por Pinheiro, 2016), destaca-se que as rotinas que constituem a manutenção preventiva devem ser elaboradas a partir de informações e especificações fornecidas por fabricantes e instaladores, e devem ser gradativamente ajustadas pelo gerenciamento de edifícios, em função das informações coletadas ao longo da vida útil do sistema ou equipamento, devendo estar previsto para isso pessoal capacitado; ferramentas, material e suprimentos necessários à execução dos trabalhos e sistemas adequados de armazenamento e manipulação de dados, que podem ser organizados tanto em papel como em mídia eletrônica através do emprego de softwares específicos de computador. Ainda segundo o autor, a frequência das inspeções será determinada pelo planejamento operacional, que leva em conta fatores como idade, estado, valor do equipamento, severidade operacional, requisitos de segurança, horas de operação, condições de exposição, suscetibilidade de quebra, vibrações ou sobrecarga.

3.3.3 Manutenção preditiva

Manutenção preditiva: é aquela que tem por objetivo indicar as condições reais de funcionamento das máquinas com base em diagnósticos que informam o seu desgaste ou processo de degradação. A qual é capaz de prever o tempo de vida útil dos equipamentos e seus componentes.

Esta manutenção constituiu a 1ª alteração significativa de paradigma na manutenção e tanto mais se incrementa quanto mais vasta a tecnologia dos equipamentos, o que permite uma avaliação fiável dos mesmos e de sistemas em operação. O objetivo desta é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas, através do acompanhamento de diversos parâmetros, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível (HORMIGO, 2018).

A manutenção preditiva apresenta diversas vantagens com relação aos outros métodos, sendo abordado por Almeida (2008) que a sua aplicação promove a redução dos custos de manutenção, reduz as falhas nas máquinas, reduz o tempo parado para reparo, reduz o estoque de peças sobressalentes, aumenta a vida das peças, promove o aumento da produção e melhora a segurança do operador.

Os custos envolvidos na manutenção preditiva são devidos ao acompanhamento periódico através de aparelhos de medição e análise, em geral não muito elevados, e instalação de sistemas de monitorização em contínuo “online”, que em geral são elevados (HORMIGO, 2018).

3.3.4 Manutenção detetiva

Manutenção detetiva: é a atuação realizada em sistemas de proteção procurando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis pelo pessoal de manutenção e operação (CARVALHO, 2019).

Neste tipo de manutenção, os sistemas são verificados por especialistas, sem serem colocados fora de serviço. Caso sejam detetadas falhas ocultas são realizadas as correções necessárias mantendo sempre o equipamento em operação. Torna-se crescente a utilização por parte da manutenção detetiva de sistemas digitais de instrumentação e controle por computadores e *software* (HORMIGO, 2018).

3.3.5 Engenharia de Manutenção

Engenharia de manutenção, também designada de manutenção de melhoria, é a atuação baseada na aplicação de técnicas modernas de manutenção e a procura de *benchmarks*, com o objetivo de eliminar reparações repetidas, identificando as causas básicas. Inclui a modificação de situações permanentes de mau desempenho, a eliminação de problemas crônicos, a melhoria padrões e sistemáticas, o desenvolvimento da manutibilidade, dar retorno aos projetos e realizar o planeamento das atividades a custos compatíveis (KARDEC e LAFRAIA, 2002).

A engenharia da manutenção procura as causas de mau desempenho, intervém a montante no projeto e interfere tecnicamente no departamento de compras. Esta constitui a 2ª quebra de paradigma na manutenção e através de “*benchmarks*” procede a análise comparativa e seguimento das melhores práticas (HORMIGO, 2018).

3.4 Requisitos para o sistema de gestão da manutenção

A NBR 5674 (ABNT, 2012) estabelece requisitos para a gestão do sistema de manutenção de edificações, de modo a evitar a queda de desempenho devido à depreciação de seus sistemas, equipamentos e componentes. Os requisitos para manutenção são separados em três tópicos: organização; conteúdo básico do relatório de inspeção; e programa de manutenção.

A organização do sistema de manutenção deve considerar as características da edificação, como: tipologia da edificação; uso efetivo da edificação; tamanho e complexidade da edificação e seus sistemas.

3.4.1 Manual de operação, uso e manutenção das edificações

A NBR 14037 (ABNT, 2011a) é a norma que regulariza a forma como devem ser feitos os manuais de operação, uso e manutenção de uma edificação. De forma mais simples, é o

manual de como criar manuais de manutenção. A seguir apresenta-se um breve resumo sobre alguns tópicos relevantes da norma.

Esta norma estabelece os requisitos mínimos para elaboração e apresentação dos conteúdos a serem incluídos no manual de operação, uso e manutenção das edificações elaborado e entregue pelo construtor e/ou incorporador, conforme legislação vigente, de forma a:

- Informar aos proprietários e ao condomínio as características técnicas da edificação construída;
- Descrever procedimentos recomendáveis e obrigatórios para a conservação, uso e manutenção da edificação, bem como para a operação dos equipamentos;
- Em linguagem didática, informar e orientar os proprietários e o condomínio com relação às suas obrigações no tocante à realização de atividades de manutenção e conservação, e de condições de utilização da edificação;
- Prevenir a ocorrência de falhas ou acidentes decorrentes de uso inadequado; e contribuir para que a edificação atinja a vida útil de projeto.

Esta norma também sugere uma estrutura do manual formada por capítulos, como pode ser vista na Figura 10 (ABNT, 2011a). Sendo eles:

- Apresentação: sugere-se um índice alfanumérico sequencial; uma introdução com informações relevantes ao empreendimento e sobre o manual; e as definições importantes de certos termos técnicos e legais adotados no manual;
- Garantias e assistência técnica: o manual deve conter informação sobre os prazos de garantia dos principais equipamentos, tanto das áreas comuns como privativas; condições de perdas de garantia; e como o construtor/incorporador é obrigado a prestar serviço de atendimento ao cliente, para orientações, esclarecimentos e dúvidas referentes a manutenção, garantia e assistência técnica;
- Memorial descritivo: nesse capítulo é necessário apresentar uma descrição escrita seguida preferencialmente de desenhos esquemáticos de fácil compreensão. Na parte escrita é preciso evidenciar informações como propriedades especiais previstas em projeto e sistema construtivo empregado; apresentar desenhos esquemáticos, com dimensões cotadas, que apresentem a posição das instalações; descrição dos sistemas e equipamentos; informações dos projetos complementares como, cargas máximas admissíveis nos circuitos elétricos, cargas máximas admissíveis estruturais; sugestão ou modelo de programa de manutenção preventiva;
- Fornecedores: relação dos fornecedores dos materiais utilizados na construção; relação dos projetistas; relação dos serviços de utilidade pública (indicação das concessionárias e contacto);
- Operação, uso e limpeza: esse capítulo trata de procedimentos para operação, uso e limpeza dos componentes ou equipamentos mais importantes da edificação com o objetivo de prevenir danos que possam acarretar em consequências graves (Figura 10);

- **Manutenção:** o proprietário ou condomínio deve elaborar o programa de manutenção preventiva, o qual deve ser feito de acordo com a NBR 5674 (ABNT, 2012); deve conter informações sobre procedimentos e roteiros recomendáveis para a manutenção da edificação e descrever as condições de manutenibilidade previstas no projeto; é recomendável que o manual indique a realização de laudos de inspeção e manutenção uso e operação, a serem realizados periodicamente. Tais laudos podem ser solicitados pelo incorporador, construtor, proprietário ou condomínio;
- **Informações complementares:** o manual deve apresentar recomendações de sustentabilidade e meio ambiente, como por exemplo o uso racional de água, energia e gás; recomendações de segurança, como por exemplo o que fazem em situações de uma emergência (vazamento de gás, incêndio, falhas no sistema elétrico); recomendações sobre rota de fuga e saídas de emergência; informações sobre a execução de modificações na edificação que impliquem em mudança de cargas estruturais; consulta sobre limitações e impedimentos quanto ao uso da edificação; indicar que as modificações devem ser registradas e aprovadas em órgãos competentes; deve conter relação de documentos técnicos e legais, indicando a incumbência pelo fornecimento inicial, o responsável e a periodicidade da renovação; deve conter projetos como arquitetônico, estrutural, instalações elétricas, instalações hidráulicas, elevadores, paisagismo, Sistema de Proteção de Descarga Atmosférica (SPDA), e memorial descritivos desses respectivos projetos.

A elaboração deste manual deve ser feita por empresa ou responsável técnico. A entrega do manual deve ser feita pela construtora ou incorporadora. Além disto o manual deve conter uma advertência explícita e grifada ao proprietário ou condomínio a respeito da sua responsabilidade pela atualização obrigatória do manual quando da realização de modificações na edificação em relação ao originalmente construído e documentado no manual original (ABNT, 2011a).

Tabela 1 – Disposição dos conteúdos

Capítulo	Subdivisões	Correlação com os itens desta Norma
1. Apresentação	Índice	5.1.1
	Introdução	5.1.2
	Definições	5.1.3
2. Garantias e assistência técnica	Garantias e assistência técnica	5.2
3. Memorial descritivo		5.3
4. Fornecedores	Relação de fornecedores	5.4.1
	Relação de projetistas	5.4.2
	Serviços de utilidade pública	5.4.3
5. Operação, uso e limpeza	Sistemas hidrossanitários	5.5
	Sistemas eletroeletrônicos	
	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas	
	Sistemas de ar-condicionado, ventilação e calefação	
	Sistemas de automação	
	Sistemas de comunicação	
	Sistemas de incêndio	
5. Operação, uso e limpeza	Fundações e estruturas	5.5
	Vedações	
	Revestimentos internos e externos	
	Pisos	
	Coberturas	
	Jardins, paisagismo e áreas de lazer	
	Esquadrias e vidros	
	Pedidos de ligações públicas	
6. Manutenção	Programa de manutenção preventiva	5.6.1
	Registros	5.6.2
	Inspeções	5.6.3
7. Informações complementares	Meio ambiente e sustentabilidade	5.7.1
	Segurança	5.7.2
	Operação dos equipamentos e suas ligações	5.7.3
	Documentação técnica e legal	5.7.4
	Elaboração e entrega do manual	5.7.5
	Atualização do manual	5.7.6

Figura 10: Disposição dos conteúdos no manual, NBR 14037
 Fonte: ABNT, 2011a

4. BIM-FM

4.1 Introdução

Seja na gestão global, manutenção de grandes complexos públicos, ou simplesmente na manutenção de edifícios habitacionais, o desenvolvimento do BIM, veio auxiliar as operações de manutenção e conservação de edifícios, realizadas pelos gestores da manutenção. De facto, o BIM torna as ações de manutenção mais rápidas, fiáveis e precisas, essencialmente devido ao fato de toda a informação relativa ao edifício estar concentrada apenas numa só plataforma e devido à grande capacidade de representação 3D. Durante a fase de operação do edifício, qualquer operador responsável pela manutenção pode aceder ao modelo digital com o objetivo de acessar a diversas informações, podendo ainda inserir novos dados, sendo garantido que qualquer alteração efetuada ao modelo é automaticamente atualizada. Assim, pode considerar que a manutenção de edifícios é um dos ramos da indústria da construção, que pode se beneficiar bastante com a implementação e uso do BIM. Todavia, conseguir uma atualização dos modelos de forma correta e isenta de omissões, é uma das principais dificuldades verificadas na utilização dos modelos BIM na fase de exploração de um edifício, fatos estes que não podem ser descurados já que é essencial que a informação contida no modelo, corresponda exatamente à realidade (GORDERT e MEADATI, 2008).

4.2 Facility Management

4.2.1 Enquadramento

Como já verificado, existe uma crescente preocupação e consciencialização na importância da fase de operação na vida de um edifício, e é nesse contexto que surge o *Facility Management* (FM), com o objetivo de melhorar e otimizar processos, produtos ou serviços das organizações.

De acordo com a *International Facility Management Association* (IFMA), *Facility* ou *Facilities Management* é uma profissão dedicada a apoiar as pessoas. Garantir a funcionalidade, conforto, segurança, sustentabilidade e eficiência do ambiente construído. A definição utilizada por essa organização segue a mesma aplicada pela NBR ISO 41001 (ABNT, 2020), que diz que o FM é uma função organizacional que integra pessoas, lugares e processos dentro do ambiente construído com o objetivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas e a produtividade do negócio principal (EXPERTSERVICE, 2022).

A área da Gestão de Edifícios abrange um vasto campo de aplicação podendo dividir-se em processos, atividades, instalações e serviços, que vão variar de acordo com a necessidade individual de cada empreendimento. Em síntese, a Gestão de Edifícios atua nos níveis: estratégico, tático e operacional (EUROPEAN STANDARD, 2006).

Na prática, uma grande quantidade de cargos e serviços é atribuída ao gestor, e por esse motivo é necessário que este tenha em mão o acesso a todas as informações referentes ao edifício. Essas informações são coletadas e armazenadas nas etapas de projeto e construção e entregues ao gestor para a fase de operação, onde surge uma dificuldade: armazenar todos os arquivos de projeto (arquitetónico, estrutural, térmico, complementares), contratos, garantias, fornecedores e dados de manutenção de forma organizada (PINHEIRO, 2016).

Com a evolução tecnológica, a crescente complexidade de edifícios e a responsabilidade associada à gestão dos mesmos, foram desenvolvidas novas tecnologias que apoiassem esta causa, e como tal, foram criados vários sistemas de dados informáticos que apoiam a função de um Gestor de Edifícios e apresentam aplicações diversas na área de Gestão de Edifícios, tais como (SOARES, 2013):

- CAFM (*Computer Aided Facilities Management*): permite a ligação entre softwares CAD de arquitetura e engenharia e um programa de base de dados especialmente dedicado à aplicação da gestão de edifícios;
- CMMS: permite a todos os intervenientes na gestão de edifícios analisar o estado das operações de manutenção dos seus ativos e os custos associados à mão de obra necessária à realização dos mesmos;
- IWMS (*Integrated Workplace Management System*): é uma plataforma de dados que permite agrupar e otimizar todos os processos envolvidos na gestão de edifícios.

Como já mencionado, a modelagem da informação permite entregar ao dono da obra um modelo integrado BIM contendo as modificações de projeto realizadas durante a construção, que irão compor um banco de dados completo e que será útil para o gestor da edificação determinar o planejamento da operação e manutenção dos sistemas construtivos e equipamentos, dando origem ao BIM-FM. Portanto, quantos mais completas e fiáveis forem as informações entregues no modelo, mais fácil será a tomada de decisão dos gestores.

4.2.2 Metodologia BIM-FM

Segundo Rodas (2015), a metodologia BIM-FM traduz-se simplesmente no recurso às funcionalidades apresentadas pelo modelo BIM por parte do Gestor de Edifícios, onde o mesmo pode recolher informações tanto geométricas como não geométricas do modelo e usá-las de forma organizada e eficiente para manter e gerir o seu edifício.

A gestão de um edifício pode ser feita sem a necessidade de um sistema como este, porém deve ser levado em consideração a evolução do setor construtivo, com o desenvolvimento de edifícios mais desafiantes e complexos e que originam uma maior quantidade de informação que deve ser devidamente estruturada de modo a facilitar a gestão. Além disso, o responsável por essa gestão é cada vez mais pressionado para cumprir maiores graus de exigência tanto a nível de conforto como a nível de sustentabilidade, e deste modo o setor da construção precisa de acompanhar as novas tecnologias e aproveitar as vantagens e mais-valias que estas podem oferecer. O Gestor de Edifícios deve então recorrer a soluções tecnológicas como as apresentadas que lhe apoiem na tomada de decisões em diferentes áreas, e, para além das vantagens apresentadas, esta metodologia também dá a oportunidade ao gestor de comunicar à equipe projetista que informação este irá precisar nas fases iniciais de desenvolvimento do projeto para a interligar com a fase de gestão e manutenção (RODAS, 2015).

Becerik (2012, citado por Pinheiro, 2016) aborda que o fator cultural pode dificultar a adoção de novos processos e tecnologias na indústria de FM, pois a mesma se trata de uma indústria rígida quanto a inserção de novas tecnologias, e precisa de comprovação clara de que a utilização do BIM é mais eficiente do que os métodos utilizados.

Embora se verifique um aumento significativo do interesse em utilizar o BIM no âmbito do FM e da sua utilização efetiva, ainda existem dificuldades na sua aplicação, devido a problemas de interoperabilidade entre os diferentes softwares que se tenha que utilizar, o que leva a perda de alguma da informação contida nos modelos gerados ao longo do processo (ALVES *et al.*, 2015).

Além da evolução das ferramentas, foram desenvolvidos padrões que permitem a especificação e a leitura das informações não geométricas contidas no modelo, independentemente do software de gestão de edifícios utilizado. A exemplo disso, se tem a especificação COBie, que será discutida a seguir.

4.2.3 COBie

O projeto de uma edificação, da mais simples a mais complexa, envolve a criação de uma quantidade muito grande de documentos, que abrange, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) (CBIC, 2014), os projetos executivos (preferencialmente o “as built”), os memoriais descritivos e memoriais de cálculo da obra, os projetos aprovados (projetos legais, alvará da construção e demais), os alvarás retirados na conclusão da obra (‘habite-se’, vistoria do Corpo de Bombeiros, entre outros), além das notas fiscais, manuais de operação e garantias dos principais equipamentos incorporados na edificação. E, usualmente, esses documentos são entregues ao usuário, numa condição desfavorável, em caixas com papéis contendo as descrições técnicas dos materiais, produtos, equipamentos e sistemas da obra, que na maioria dos casos são armazenados e nunca utilizados. Em uma situação menos desfavorável, os documentos são fornecidos em meio eletrônico numa mídia e arquivados em uma rede local.

Para regular tal situação, foi elaborado nos EUA um formato de dados padronizado que possui o objetivo específico de publicar um determinado subgrupo de informações não geométricas, voltadas para a operação e a manutenção de uma edificação (PINHEIRO, 2016), que depois de revisado e desenvolvido foi chamado de COBie, o qual está diretamente associado ao BIM, como uma ferramenta de interoperabilidade, seguindo a mesma abordagem de concepção, construção e gestão dos ativos construídos (CBIC, 2014).

Empregando o conceito da interoperabilidade, a informação COBie pode ser exibida em diferentes formatos, os utilizadores podem utilizar folhas de cálculo ou converter toda a informação importada do modelo em formato IFC e depois utilizar um programa próprio para converter em documentação (RODAS, 2015). Este formato permite arquivar a informação relevante para o modelo BIM em arquivo excel (xml), com a intenção de que essa informação permaneça numa base de dados atualizável e principalmente de fácil acesso por parte de todos os intervenientes do empreendimento. Esta versatilidade permite que o COBie seja utilizado em todos os projetos, independentemente do tamanho e sofisticação tecnológica (PINHEIRO, 2016).

A informação disponível no COBie não é inserida de uma só vez, esta é faseada, uma vez que os requisitos COBie também são faseados ao longo da vida do edifício onde cada interveniente no projeto deve só preencher a informação de que é responsável. O Gestor de Edifícios apenas requer a informação necessária para cumprir os seus objetivos e para isso precisa de especificar a mesma e definir limites para a quantidade que realmente quer que lhe seja entregue juntamente com a finalização da obra, sendo assim eliminado o processo atual de transferência exagerada e não organizada de documentos (RODAS, 2015).

Em traços gerais este processo pode ser explicado do seguinte modo. Na fase inicial, no anteprojecto, é onde arquitetos começam por criar e caracterizar os espaços necessários para satisfazer as exigências do Dono de Obra, informação esta apresentada por desenhos esquemáticos. Na fase seguinte, no projeto executivo, o arquiteto adiciona informação sobre

os acabamentos, portas, janelas, etc., e os engenheiros de diferentes especialidades contribuem projetando sistemas como redes elétricas, redes de abastecimento de água, Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), etc. É também nesta fase que os dados já introduzidos no COBie são utilizados para verificar se a instalação está a respeitar o programa traçado pelo Dono de Obra como também são definidas nos documentos para construção as informações dos ativos a serem fornecidas. Na construção, são preenchidas nas folhas de cálculo COBie essas informações previamente definidas sobre os ativos, como também é reunido um conjunto de manuais úteis para posteriormente serem utilizados na fase de manutenção e operação. O COBie requer que toda a informação mencionada seja recolhida e organizada, não precisando de adicionar qualquer informação geométrica, para de seguida o Dono de Obra possa transferir a mesma diretamente para o seu programa de manutenção compatível com o COBie dando assim início a uma gestão eficaz do edifício (RODAS, 2015).

O COBie é composto por uma série de campos de dados organizados em uma planilha e distribuídos em folhas de cálculo. Cada folha de cálculo corresponde a um conjunto de dados relacionados entre si. A versão mais recente do COBie é a 2.4 (AUTODESK, 2022c), a qual foi utilizada para o caso prático desta dissertação e é composta por 19 folhas de cálculo (Figura 11). Parte das informações são preenchidas pelo usuário e parte pelo sistema, depois de configurada com os dados do Revit, de maneira automática.

FOLHA	DESCRIÇÃO
<i>Contact</i>	Lista de pessoas referenciadas durante o projeto
<i>Facility</i>	Descrição do edifício
<i>Floor</i>	Divisão do edifício por pisos
<i>Space</i>	Descreve todos os espaços/salas criados no projeto, incluindo o piso, categoria, área, e outros
<i>Zone</i>	Os espaços indicados na folha anterior podem ser reunidos em zonas que se distribuem segundo a funcionalidade de cada uma
<i>Type</i>	Detalha cada tipo de equipamento ou mobiliário inserido no modelo, indicando o seu fabricante, número do modelo, garantia, cor, custo de substituição, etc. É nesta folha que se encontra toda a informação dos diversos ativos presentes na instalação que pode ser utilizada na manutenção e operação
<i>Component</i>	Lista todos os equipamentos, móveis e componentes do projeto, indicando o espaço em que estão localizados, o número de serie, código de barras, etc.
<i>System</i>	Anotação de todos os sistemas criados no modelo BIM, com respetiva categoria e os componentes que os constituem
<i>Assembly</i>	Utilizada para inserir informação de componentes que exigem diferentes planos de manutenção por serem constituídos por vários componentes
<i>Conection</i>	Conectores existentes entre os componentes
<i>Spare</i>	Peças sobresselentes existentes no local, que foram instaladas após a conclusão do empreendimento
<i>Resource</i>	Folha para identificar materiais, equipamentos e ferramentas a utilizar nas atividades de manutenção
<i>Job</i>	Identificar diferentes tipos de trabalhos ou tarefas necessários para a manutenção do edifício
<i>Document</i>	Utilizada para anexar documentos
<i>Attribute</i>	Quando são definidos requisitos específicos para um determinado espaço, piso ou componente, estes irão ser preenchidos nesta folha
<i>Coordinate</i>	Informação de coordenadas e geometria de elementos
<i>Issue</i>	Informação relativa a descrição de questões e decisões tomadas
<i>Picklist</i>	Aqui são apresentadas várias listas de seleção, nas quais são abrangidas as opções de preenchimento de diversos campos ao longo das folhas de trabalho COBie, disponibilizando assim várias colunas com listagens de unidades de medida, tipos de recursos, classificações OmniClass, etc

Figura 11: Folhas do COBie
 Fonte: Adaptada de RODAS, 2015

Em cada uma dessas folhas são adicionadas as informações necessárias para a fase de operação e manutenção. Existe uma folha inicial chamada “*Instruction*”, a qual fornece as informações necessárias para a correta utilização das folhas de trabalho e subdividida em: título, dados recolhidos em cada fase e o código de cores (Figura 12):

- Amarelo – informação requerida;
- Laranja – referência a outra planilha ou lista de seleção;
- Violeta – referência externa (preenchida automaticamente pelo sistema);
- Verde – informação requisitada caso seja especificada;
- Cinza – informação secundária;

- Azul – uma coluna com esta cor pode ser acrescentada do lado direito das folhas de trabalho para personalizar as propriedades da informação das folhas de trabalho e complementar dados;
- Preto – é utilizado para assinalar folhas de trabalho que não são preenchidas devido a não ter sido requisitada essa informação no contrato.

Legend	
Text	Required
Text	Reference to other sheet or pick list
Text	External reference
Text	If specified as required
Text	Secondary information when preparing product data
Text	Regional, owner, or product-specific data
Text	Not used

Figura 12: Folha de trabalho "Instruction", código de cores
 Fonte: Autoria própria, 2022

Todas as folhas de trabalho seguem o mesmo código de cores da Figura 12, como é possível visualizar na Figura 13.

	Email	CreatedBy	CreatedOn	Category	Company	Phone	ExSystem	ExObject	ExIdentifier	Department	OrganizationCode	GivenName	FamilyName	Street	PostalBox	Town	StateRegion	PostalCode	Country	
1	marcelo_smarcelo_s	marcelo_s	2022-07-23 11:20	11	Marcelo S	+55 46 9954	Autodesk	IfcPerson	5077beac	Arquiteto	n/a	Marcelo	Somavilla	Rua Casté	n/a	Chopinzi	Paraná	35560-000	Brasil	
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				
41																				
42																				
43																				
44																				
45																				
46																				
47																				
48																				
49																				
50																				

Figura 13: Exemplo de folha de trabalho, folha Contact
 Fonte: Autoria própria (2022)

4.3 Soluções CMMS

4.3.1 Softwares de gestão da manutenção

Uma das formas de otimizar a manutenção é através do seu planejamento. Um sistema informatizado de gestão de edifícios é uma ferramenta de auxílio no planejamento da manutenção. Este sistema se bem concebido deve fornecer informações de pedidos efetuados para vários tipos de trabalho, disponibilidade de materiais, tempos de reparação e de indisponibilidade devidos a manutenção e a avarias, cronogramas de manutenção preventiva, acompanhar os custos por trabalho e registo do histórico (MOBLEY *et al.*, 2008).

O programa de gestão da manutenção é uma ferramenta usada de forma a melhorar a manutenção e as atividades relacionadas com a mesma. Este contém arquivos com os dados que foram inseridos ou criados, que vão fornecer ao usuário um meio económico de gerir uma ampla quantidade de dados gerados por organizações de manutenção. Portanto o programa nada mais é que um recurso para auxílio da gestão da manutenção, não atuando na operação de manutenção em si. A decisão sobre como será feita a gestão da manutenção cabe ao responsável técnico da área ou ao proprietário do empreendimento, que deve levar em conta fatores como: custo-benefício; dificuldade da implementação; treinamento; colaboradores capacitados para utilização, entre outros (CARVALHO, 2019).

Atualmente, já se encontram facilmente no mercado softwares dedicados ao BIM e, separadamente, outras tecnologias que apoiam o trabalho do Gestor de Edifícios, no entanto, como já mencionado, ainda não existem muitas que apoiam a sua união num só programa. O que existem são softwares que permitem a troca de informações entre si. Habitualmente, esses softwares apresentam-se numa plataforma de trabalho online, o que facilita a utilização dos mesmo por não ser necessário possuir um computador com características elevadas, a nível de processador ou de armazenamento, para obter um bom desempenho destas aplicações (RODAS, 2015).

Existem diversos softwares disponíveis no mercado para a gestão da manutenção, entre eles: *Planon*, *UpKeep*, *Keefy*, *Archibus*, *Manwinwin*, *YouBim*, *EcoDomus*, *FM: Interact*, *Fractal*, *Valuekeep*, *Onuma System*. Algumas dessas soluções serão descritas a seguir.

4.3.2 *Planon*

Planon é um fornecedor global de software que ajuda as organizações a otimizar processos de negócios para os edifícios, pessoas e locais de trabalho (PLANON, 2022). Atualmente, conta com mais de 2000 clientes em 40 países. E é especializada em *software* IWMS e CAFM. Seu objetivo é auxiliar as organizações a otimizar seus portfólios imobiliários, assim como os processos de gestão de edifícios. Buscando melhorar o desempenho no trabalho através dos processos de negócios, simplificando e reduzindo os custos durante cada fase do ciclo de vida do imóvel, principalmente com aplicação na manutenção dos edifícios e gestão do espaço (PINHEIRO, 2016).

A solução *Planon* para gestão da manutenção ajuda a manter os edifícios e os bens contidos, em condições técnica e funcional necessárias para atender os objetivos das empresas. Recolhendo todas as informações acerca dos ativos e os dados de manutenção relevantes para todos os edifícios, e armazenando-os em um banco de dados central, o que permite reduzir a administração local e aumentar o controle sobre os custos. Permite ainda, fazer o planejamento e controlar a execução dos trabalhos de manutenção, incluindo a reativa e a preventiva (PINHEIRO, 2016).

4.3.3 *UpKeep*

O CMMS do *UpKeep* é uma solução moderna de gestão de ativos e manutenção para a equipe. Do computador ao telefone e até ao tablet, o *UpKeep* é facilmente acessível de qualquer lugar e a qualquer momento. Com ele é possível criar ordens de trabalho enquanto estiver no trânsito, e receber notificações quando as tarefas forem atualizadas e alertas diretamente do aplicativo quando os ativos forem desativados, tornando a empresa mais eficiente do que nunca (UPKEEP, 2022). O software é recomendado para fábricas, gestão de instalações, frotas, hotéis, petróleo e gás, construção, municípios, distribuição, armazenagens, restaurantes, utilidades, igrejas, educação, processamento de alimentos, embalagens (CAPTERRA, 2022a).

A solução pode ser implantada em vários locais: nuvem, baseado na *web*, *Windows* (local), *Linux* (local), *Android* (celular), *iPhone* (celular), *iPad* (tablet) (CAPTERRA, 2022a).

Com o *software* é possível a criar ordens de trabalho únicas e periódicas, e ainda destinar as ordens para um setor ou trabalhador específico. Depois de serem criadas as atividades de manutenção, com suas respectivas periodicidades, estas poderão ser vistas no menu principal das ordens de trabalho e também na aba *Calendar*.

Para cada ordem, é permitido a adição de *Tasks*, ou seja, pode ser feita uma lista de tarefas a serem cumpridas durante a execução do serviço. Este recurso é muito útil para a manutenção preventiva pois essa lista de tarefas pode ser ajustada ao longo do tempo com base nas informações coletadas ao longo da vida útil do equipamento ou sistema. Pode-se também, de forma muito rápida, ajustar a frequência das ordens de trabalho, dependendo do planejamento operacional.

Outra função do *software* é a possibilidade de adição de arquivos, associadas ou não, as ordens de trabalho. Neste local é possível colocar informações dos equipamentos, como por exemplo, manuais de utilização, manuais de inspeção, ficha de manutenção, registros em fotos, entre outros.

As Figuras a seguir (Figuras 14, 15, 16 e 17), mostram algumas imagens da utilização do teste grátis do *software*, no celular e na *web*.

The screenshot shows a web form for creating a work order. The form is organized into several columns. The first column on the left contains text input fields for 'Title', 'Description', 'Image', 'Due Date', 'Estimated Duration', and a radio button group for 'Priority' (None, Low, Medium, High). The second column contains dropdown menus for 'Category', 'Worker', 'Additional Worker', 'Team', 'Location', and 'Asset'. The third column contains a dropdown for 'Purchase Order' and a 'Tasks' section with an 'Add From Saved Files' button and an 'Upload' button. A 'Requires Signature' toggle is located below the 'Upload' button. At the bottom right, there are 'Cancel' and 'Submit' buttons.

Figura 14: Criação de ordens de trabalho (web)
Fonte: UPKEEP, 2022

The screenshot displays the details of a preventive maintenance work order. The page has a 'Back' button and a title 'HVAC Preventive Maintenance - AC'. Below the title are tabs for 'Details', 'Calendar', and 'History'. The main content area is divided into several sections: 'HVAC Monthly Preventive Maintenance - AC' with a description and a 'Medium' priority tag; 'Organization' with two entries: 'TRANE HVAC Suite B' (37828494569, Suite B) and 'Suite B' (10880 Wilshire Blvd, Los Angeles, CA 90024, USA); 'Assignee' with a profile for 'Eloisa Somavilla'; 'Schedule' with 'Repeats Every 1 month', 'Next work order on Aug 27, 2022', and 'Ends Sep 26, 2022'; and 'Creation Cadence' with the text 'New work orders are created 1 month before they're due'.

Figura 15: Exemplo de adição de atividade de manutenção preventiva em ar condicionado
Fonte: UPKEEP, 2022

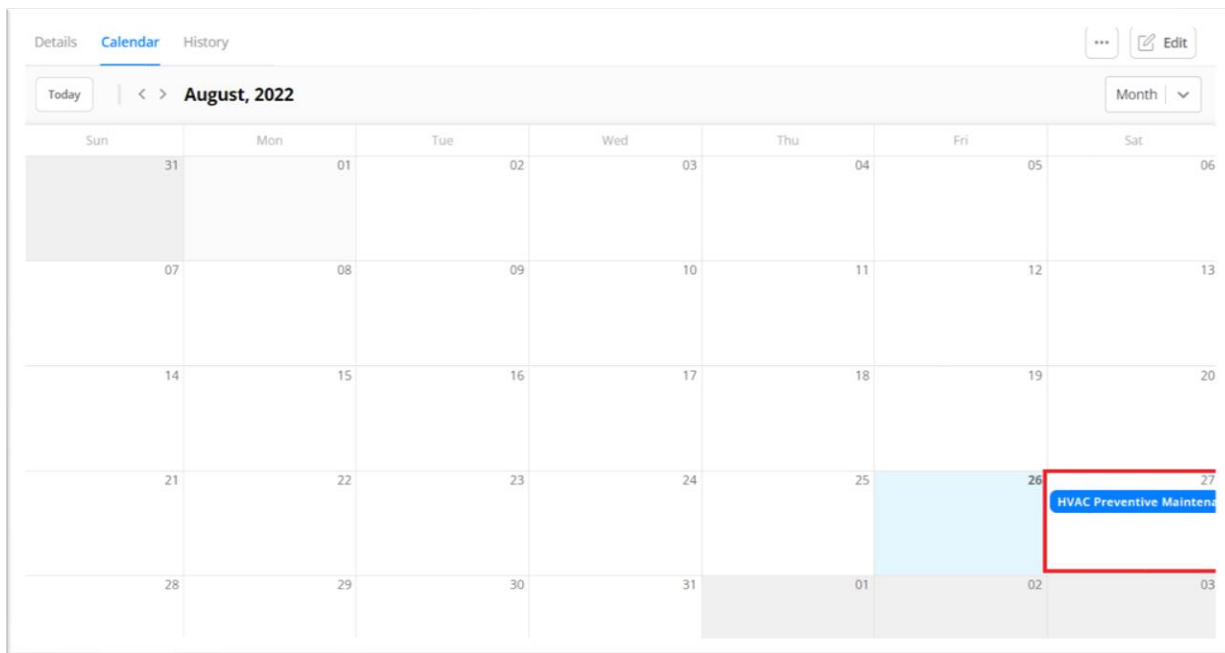


Figura 16: Calendário de manutenção
 Fonte: UPKEEP, 2022

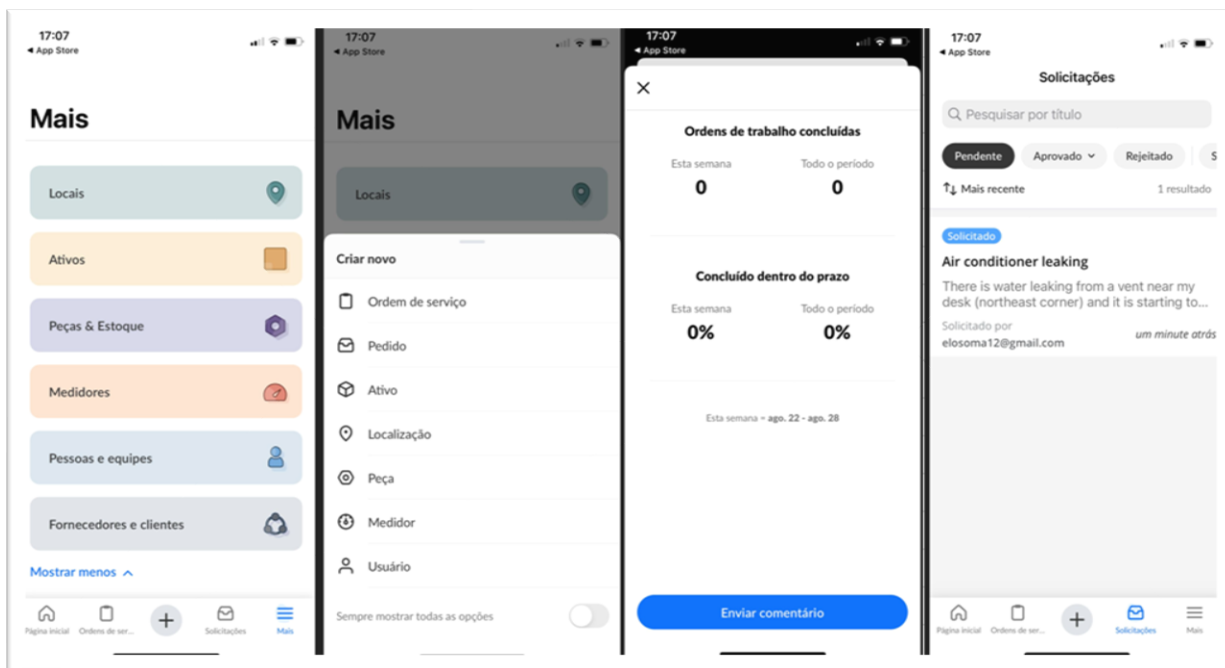


Figura 17: Interface aplicativo para celular *UpKeep*
 Fonte: UPKEEP, 2022

4.3.4 *Keepfy*

O Keepfy é um software de gestão de manutenção, brasileiro, desenvolvido pela empresa NG informática (CAPTERRA, 2022b). A empresa possui uma versão demonstrativa que funciona num período de 14 dias, após o qual o custo mensal do software é de R\$ 149,00.

O software conta com aplicativo para celular, gerenciamento de dados na nuvem e web. Com ele é possível gerenciar chamados de manutenção, controlar ordens de trabalho corretiva, criar planos de manutenção preventivo, distribuir e acompanhar as manutenções, apontar hora de início e fim de cada atividade. Um diferencial do aplicativo é o “follow-up” que permite que o solicitante da atividade converse com o executor durante a execução do serviço, como é mostrado na Figura 18, a seguir.



Figura 18: *Follow-up* do software *Keepfy*
Fonte: KEEPFY, 2022

Outra função é a verificação das etapas de manutenção, sendo possível a criação de uma “checklist” para cada atividade. Além disso, é possível apontar hora de início e fim de cada etapa e registrar os materiais que foram utilizados. Todas as alterações feitas nas ordens de trabalho são notificadas ao administrador por e-mail. Algumas dessas funções podem ser visualizadas nas Figuras 19, 20, 21 e 22.

000012 Ar condiciona... - Ar condic... 0% R\$ 5,00 | R\$ 0,00 Planejada

Dados do Serviço

Equipamento *
Ar condicionado Split - Localizado na parte posterior do edificio - dois equipa... ⚠


Serviço *
Preventivo

Manutenção
Limpeza dos filtros de ar

Motivo

Previsão de Início *
08/10/2022 08:10 Início da Parada

Prioridade *
Planejada



Imagens e Documentos

Recursos Previstos / Checklist

- Limpeza
 - Funcionário 1 08/10/2022 08:10 até 08/10/2022 08:30
 - Detergente neutro 10,00 mL
 - Ajudante de Manutenção 08/10/2022 08:10 até 08/10/2022 09:10
 - Pano Quantidade un
 - Aspirador de pó Quantidade un

Figura 19: Informações a serem adicionadas ao serviço *Keepfy*
Fonte: KEEPFY, 2022

Ar condicionado Split - Loca... Cadastro completo ?

Equipamento ativo Manutenção ativa

Identificação

Grupo *
Ar condicionado

Modelo *
Ar condicionado Split, marca LG, 16000BTU (LG)

Centro de Custo *
Administração

Calendário de Operação *
Comercial (seg-sex, 8h-18h)

Identificação *
Ar condicionado Split - Localizado na parte posterior do edifício - dois equip:

Série
X

Descrição *
Ar condicionado - Ar condicionado Split, marca LG, 16000BTU (LG)


Criticidade do Equipamento
 C Baixa
 B Média
 A Alta

Indicadores

Resumo ▾

Custo total	R\$ 2.827,00
Custo total de manutenção (out/22)	R\$ 0,00
Disponibilidade	100,00%
Confiabilidade	100,00%
MTBF	0:00h
MTTR	0:00h
RAV	0,00%

Imagens e Documentos



+

Figura 20: Cadastro de equipamentos *Keepfy*
 Fonte: KEEPFY, 2022

Ficha Técnica ▾

Plano de Manutenção

Descrição	A cada	Último Serviço	Próxima Manutenção
Inspeção geral do sistema	1 ano(s)	04/10/2022	08/10/2022 (OS 000011)*
Limpeza da unidade interior e da interface de utilizador	1 mês(es)	04/10/2022	07/10/2022 (OS 000010)*
Limpeza do painel frontal	14 dia(s)	04/10/2022	07/10/2022 (OS 000009)*
Limpeza dos filtros de ar	1 mês(es)	04/10/2022	08/10/2022 (OS 000012)*
Substituição do equipamento	15 ano(s)	07/10/2022 (OS 000005)	16/10/2022 (OS 000013)*

Figura 21: Plano de manutenção *Keepfy*
 Fonte: KEEPFY, 2022

<input type="checkbox"/>	☆	Keepfy 2	Solicitação de Serviço Cancelada - Solicitação de serviço cancelada Olá, Eloisa Somavilla! A solicitação de serviço abaixo foi cancelada: Motivo Abertura incorreta da SS - sdfs Distribuída em 07/10/2022 22:20...	22:20
<input type="checkbox"/>	☆	Keepfy 3	Solicitação de Serviço aberta - Inclusão de solicitação de serviço Olá, Eloisa Somavilla! Uma nova solicitação de serviço foi aberta e está em processo de análise: Código #000002 Aberta em 07/10/2022 14:29...	22:19
<input type="checkbox"/>	☆	Keepfy 2	Pesquisa de Satisfação da Solicitação de Serviço - Pesquisa de satisfação de SS Olá, Eloisa Somavilla! A Solicitação de Serviço #000002 foi encerrada e sua pesquisa de satisfação está disponível para ser ...	21:55
<input type="checkbox"/>	☆	Keepfy 4	Solicitação de Serviço alterada - Alteração de solicitação de serviço Olá, Eloisa Somavilla! A solicitação de serviço abaixo foi alterada. Código #000002 Aberta em 07/10/2022 14:29 Equipamento Envolvente - ...	21:55
<input type="checkbox"/>	☆	Keepfy 3	Geração de OS para Solicitação de Serviço - Ordem de serviço gerada Olá, Eloisa Somavilla! Uma nova Ordem de Serviço foi gerada e vinculada ao atendimento da Solicitação de serviço #000002 Ordem de ...	21:44
<input type="checkbox"/>	☆	Keepfy 7	Solicitação de Serviço Distribuída - Distribuição de solicitação de serviço Olá, Eloisa Somavilla! A solicitação de serviço abaixo foi distribuída e planejada para atendimento Executor Funcionário 1 Distribuída e...	21:44

Figura 22: Notificações de atividade *Keepfy*

Fonte: KEEPFY, 2022

4.3.5 Archibus

O Archibus é um software para a gestão de ativos, apoiado no conceito BIM, que tem por objetivo atender às necessidades gerenciais dos mais diversos tipos de indústria, sendo amplamente utilizado em locais como instituições de saúde, de educação, governo, imobiliárias, e outros diversos setores, que contam com tecnologias complementares e encontram no software mecanismos que tornam sua implantação indispensável e rentável. Oferecendo um portfólio abrangente e dotado de tecnologia, que promete atender as necessidades de qualquer tipo de empresa e atendendo aos mais variados públicos, que vai desde pessoas, lojas, até empresas multinacionais (ARCHIBUS, 2022). A empresa possui uma versão demo do software, sendo a única exigência é que o email inserido para requisição seja comercial.

Segundo Pinheiro (2016), as principais funcionalidades do *software* são:

- Gestão do portfólio imobiliário: fornece uma visão unificada, correlacionando o ativo imobiliário, infraestrutura e instalações com os respectivos custos, melhora a análise e gestão dos ativos imobiliários alinhando com a missão organizacional, centralizando e automatizando os processos administrativos;
- Gestão de projetos e Capital: gerencia os projetos, controlando o prazo e orçamento, coleta, coordena e partilha as informações da construção para identificar e o melhor cenário;
- Planejamento e gerenciamento de espaço: busca simplificar o planejamento estratégico do espaço, avaliar o uso para maximizar a eficiência e diminuir os custos totais de ocupação, otimizar as taxas de ocupação do espaço e melhorar a capacidade de planejamento, sendo utilizado para prever necessidades futuras de expansão, com base no histórico de uso;
- Gestão de mudanças: simplifica o processo de inserção, movimentação e mudança dos ativos, utilizando uma pessoa para todas as fases da mudança, reduzindo os custos da organização;
- Gestão de ativos: integra o planejamento estratégico imobiliário, planejamento de capital, gerenciamento de portfólio, finanças com as informações de operações, alinhando todos os recursos com os objetivos da organização, rastreia e gerencia os ativos físicos, monitora e controla o custo de ativos físicos;
- Gestão de ambiental e de riscos: controla e gerencia o uso de energia visando reduzir a emissão de carbono e permite traçar estratégias para alcançar a certificação de

sustentabilidade ambiental, garante a continuidade dos negócios e recuperação acelerada em caso de um desastre;

- Operações da edificação: determina o cronograma, gerencia e relata as tarefas de manutenção de forma eficiente, com suporte para o autoatendimento que reduz os custos operacionais e aumenta a satisfação do cliente, agiliza o processamento de ordem de serviço, simplifica e automatiza o processo de manutenção preventiva, minimizando o tempo de inatividade e custo com reparação;
- Serviços no local de trabalho: simplifica a programação e gestão do espaço de uso compartilhado para aumentar a eficiência e otimizar a utilização dos equipamentos e móveis, oferece um portal centralizado de pedidos de serviço comum, para promover a eficiência organizacional e reduzir os custos administrativos;
- Extensões tecnológicas: integra as informações geométricas com os dados não geométricos, possibilitando o gerenciamento do ciclo de vida desde a concepção, construção do imóvel, instalações e processos operacionais, acelera a prestação de serviços com acesso seguro, em tempo real aos dados *Archibus* a partir de celulares e *tablets*.

Os recursos citados por Pinheiro (2016), constituem os módulos que compõem o *Archibus* e esses podem ser adquiridos por completo ou separadamente, tornando-o mais acessível já que o cliente não tem a obrigação da aquisição por completo.

4.3.6 *ManWinWin*

O *Manwinwin* é um software de origem portuguesa de gestão de manutenção ideal para edifícios, frotas, fábricas, infraestruturas e qualquer tipo de equipamento. Com ele é possível avaliar o estado geral dos ativos, os custos de manutenção por ativo e as quantidades em estoque. Pode ser implantado em vários locais: nuvem, baseado na web, Windows (desktop), Windows (local), Linux (local), Android (celular), iPhone (celular), iPad (tablet) (CAPTERRA, 2022c).

A empresa possui versão demonstrativa, “*ManWinWin Express*”, que é de fácil acesso, sendo possível obtê-la através de um pedido no site da empresa. As informações para download são fornecidas por email e junto é cedido um manual de utilização do software. Esta versão pode ser utilizada pelo período de um ano, porém as informações adicionadas não ficam salvas quando o aplicativo é fechado, dificultando a utilização.

O primeiro passo na utilização do *Manwinwin* (Figura 23) é a parametrização da base de dados, que consiste na adição de todas as informações referentes a empresa ou ao edifício como por exemplo: dados de fornecedores, dados de clientes, colaboradores, objetos, tipo de trabalho, entre outros. Essas informações vão servir como base de dados para as atividades de manutenção e podem ser editadas a qualquer momento (MANWINWIN, 2022).

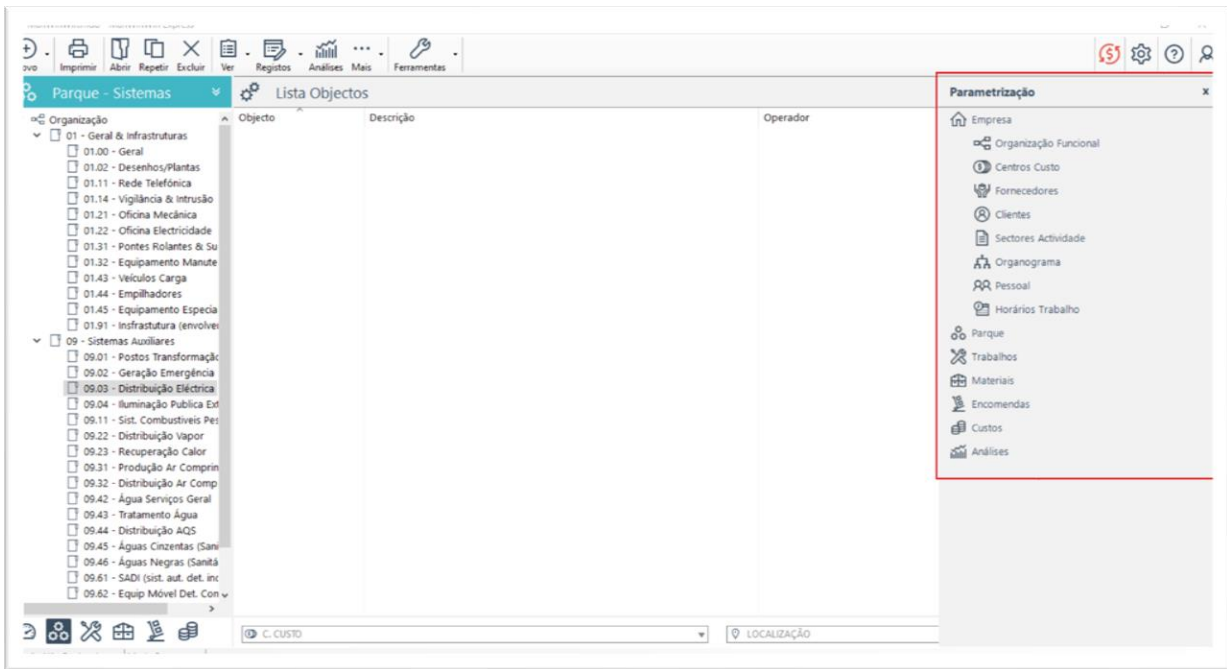


Figura 23: Parametrização de dados *ManWinWin*
 Fonte: MANWINWIN, 2022

Em sequência, podem ser adicionados os equipamentos que serão fonte de manutenção e todas as informações referentes a eles (Figura 24). Para cada um desses equipamentos existem algumas ferramentas: registo de funcionamento, consulta de materiais aplicados ao equipamento; registo de parâmetros de leitura (temperatura e pressão); criação de planos de manutenção. Esta última é a mais importante para o caso de estudo. Os planos de manutenção dos equipamentos centralizam todas as ações que se pretendem realizar e podem também incluir uma previsão de custos de material, mão de obra e outros. Os planos tomam formato através de ordens de trabalho (Figura 25), que após executadas podem ser reportadas pelo técnico que realizou através do celular, onde o técnico poderá adicionar detalhes sobre o serviço executado.

Figura 24: Criação de novo objeto *Manwinwin*
 Fonte: MANWINWIN, 2022

Figura 25: Criação de ordem de trabalho *Manwinwin*
 Fonte: MANWINWIN, 2022

As ordens de trabalho criadas podem ser visualizadas no menu principal com alerta visual na forma de semáforo (verde, amarelo e vermelho) ou ainda podem ser vistas sob a forma de calendário (Figura 26). Esta última é mais útil quando se quer reagendar algum

serviço, visto que é apenas necessário arrastar a ordem de uma data para outra e escrever o motivo da troca.

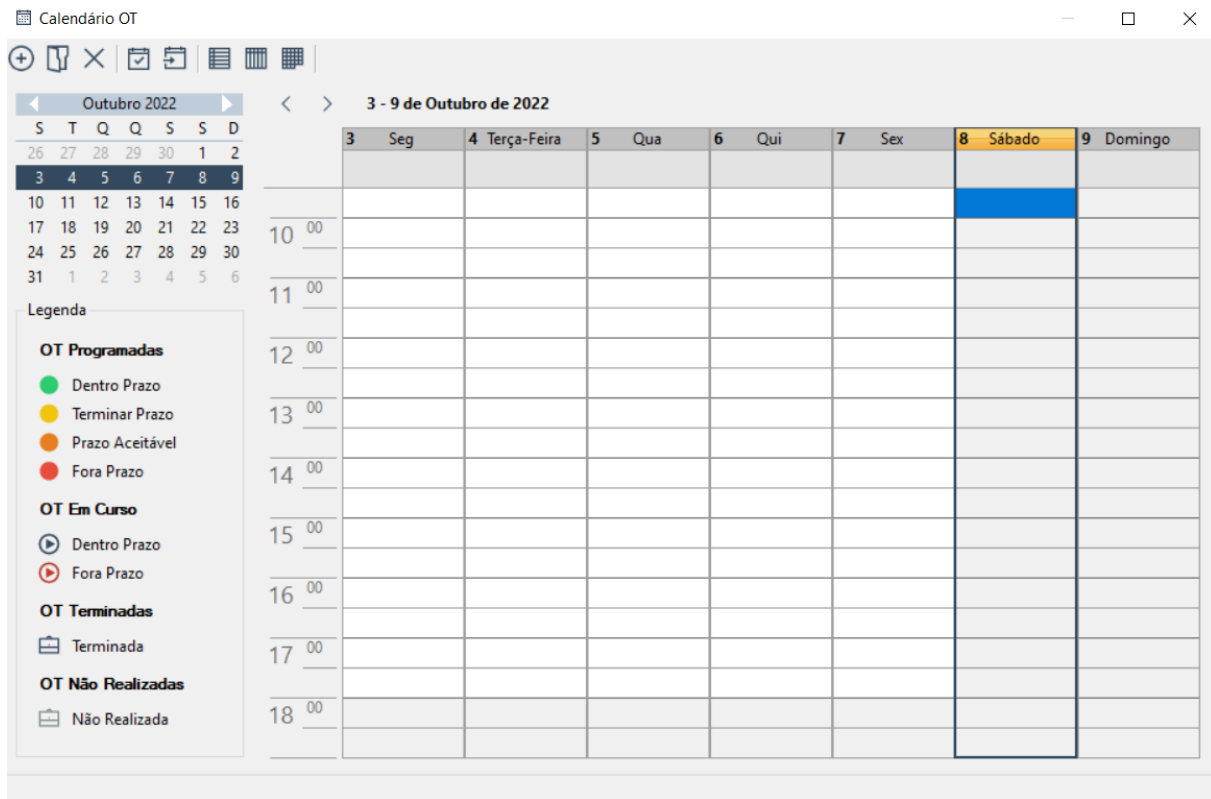


Figura 26: Calendário de ordens de trabalho *Manwinwin*
 Fonte: MANWINWIN, 2022

Para empresas prestadoras de serviço de manutenção que utilizam o software para gerir o parque de equipamentos dos seus clientes, pode criar-se uma ficha de cliente com toda a informação administrativa e contatos do mesmo. Pode também associar-se documentos a cada cliente e observações adicionais.

4.3.7 *YouBIM*

YouBIM é um *software* com base online que desenvolve o BIM através de *Facilities Management*, integrando informações e tornando-se instantaneamente disponível na forma de modelos online de dados (SOUSA, 2016).

O *YouBIM* oferece aos usuários um banco de dados integrado, que pode ser acessado a qualquer momento para obter informações sobre as instalações, através de uma interface 3D que opera na *internet* e que pode ser acessada de maneira rápida com o nome de usuário e senha devidamente habilitado (YOUBIM, 2022). As informações podem ser vistas na tela ao selecionar um determinado objeto. Dessa forma, é possível consultar informações como fabricante, contato de fornecedor, data de instalação, última manutenção, manual de utilização e outras (PINHEIRO, 2016).

Com o *YouBIM* é possível criar um calendário associado as rotinas de manutenção preventiva, marcando os equipamentos desejados. Esse calendário fica armazenado no aplicativos e pode ser revisto a qualquer instante. Os serviços podem ser solicitados através de ordens de trabalho, atribuindo tickets em equipamentos, áreas específicas ou ambientes. Cada ticket criado gera uma vista e permite que a equipe e o prestador de serviço encontre a área exata que precisa passar por intervenção (PINHEIRO, 2016).

Uma das vantagens do *YouBIM* reside no fato da sua plataforma ser baseado na nuvem. Dessa forma, o modelo pode ser acessado a partir de qualquer computador com acesso à internet, dispensando a aquisição de máquinas com grande capacidade de processamento e a atualização anual que ocorre normalmente com os softwares convencionais. Trata-se de uma solução viável e prática para o gerenciamento de edifícios (PINHEIRO, 2016).

4.3.8 Comparativos das soluções BIM-FM

De forma a complementar a pesquisa anterior, a autora realizou um estudo comparativo de seis softwares de gestão de manutenção, tendo como base a pesquisa realizada por Pinheiro (2016), avaliando sete aspectos relevantes para a escolha de um software para gestão de um empreendimento. Sendo eles:

- Aplicabilidade: verifica quais os setores principais de aplicação de cada software;
- Trabalhabilidade: avalia a interface do *software* e se é de fácil utilização;
- Operação: quais os dispositivos em que o software opera;
- Interoperabilidade: avalia se o *software* é capaz de operar em conjunto com outros *softwares* e sistemas;
- Versão demonstrativa: verifica se o *software* possui ou não versão demonstrativa;
- Suporte: verifica em quais locais a empresa responsável presta assistência;
- Custo: verifica qual o valor mensal ou anual para aquisição do *software*.

Os resultados do estudo encontram-se na Figura 27.

	Aplicabilidade	Trabalhabilidade	Operação	Interoperabilidade	Versão demonstrativa	Suporte	Custo
Planon	Abrange serviços específicos para a gestão das instalações. Não envolvendo a gestão empresarial.	Oferece um ambiente interativo e de fácil utilização.	Desktop, núvem e Smartphone.	Sim, através de APIs (Application Programming Interface).	Não.	Oferece suporte na internet e pessoal.	Não encontrado.
UpKeep	Abrange serviços específicos para a gestão das instalações, frotas, hotéis, petróleo e gás, construção, municípios, distribuição, armazenagens, restaurantes, utilidades, igrejas, educação, processamento de alimentos, embalagens.	Interface amigável e fácil utilização.	Desktop, núvem e smartphone.	Sim, através de APIs.	Sim.	Oferece suporte na internet e pessoal.	R\$ 45,00 ao mês.
Keepfy	Abrange serviços de gestão de equipamento de diversos segmentos, gestão de instalações prediais, entre outros.	Interface amigável e fácil utilização	Desktop, núvem e smartphone.	Não identificado.	Sim.	Oferece suporte na internet e pessoal.	R\$ 149,90 ao mês.
Archibus	Possui uma ampla gama de recursos que permite seu emprego em diversos mercados.	Oferece uma interface amigável e facilidade de uso.	Desktop, núvem e smartphone.	Sim, através de APIs.	Sim.	Oferece suporte na internet e pessoal.	Não encontrado.
Manwinwin	Manutenção de navios e aeronaves, prefeitura, portos, qualquer tipo de edifício, frota, veículo militar, prestador de serviço de manutenção.	Oferece uma interface amigável e facilidade de uso.	Desktop.	Não identificado.	Sim.	Oferece suporte na internet e pessoal.	599€ uma única vez.
YouBIM	Tem seu emprego apenas para a gestão de manutenção de edificações.	Oferece uma interface amigável e facilidade de uso.	Smartphone e internet.	Não identificado.	Não.	Oferece suporte na internet e pessoal.	Não encontrado.

Figura 27: Comparativos de softwares de gestão de manutenção
 Fonte: Adaptado de PINHEIRO, 2016

Destaca-se do comparativo a forma como os softwares realizam a interoperabilidade, através de Application Programming Interface (APIs). Segundo o site Techtudo (2022), API é um conjunto de normas que possibilita a comunicação entre plataformas por meio de uma série de padrões e protocolos. Por meio de APIs, desenvolvedores podem criar softwares e aplicativos capazes de se comunicar com outras plataformas. A função de uma API é, basicamente, facilitar e simplificar o trabalho dos desenvolvedores, além de oferecer um padrão para criação de novas plataformas.

Outra informação relevante é que a maior parte dos softwares, apesar de realizarem a gestão da manutenção dos elementos construtivos de edifícios, não são específicos para este fim, acabam por focar a maior parte dos recursos a gestão da manutenção de equipamentos em geral.

5. Caso de estudo

5.1 Considerações iniciais

No presente capítulo será descrito o método de trabalho proposto para a execução de um plano de gestão da manutenção de uma edificação utilizando a integração dos conceitos discutidos ao longo da Dissertação. Isso será feito nas seguintes etapas principais:

- Determinação da ferramenta para realizar a modelação *as-built* utilizando um programa BIM;
- Recolha da informação do empreendimento;
- Pesquisa e inserção dos dados relevantes a manutenção;
- Sincronização de toda a informação não geométrica com a folha de cálculo COBie;
- Exportação das folhas de cálculo para o Excel;
- Aplicação de software CMMS;
- Elaboração de fichas de manutenção.

5.2 Caracterização do edifício

O objeto de estudo trata de uma edificação que durante o desenvolvimento da presente Dissertação encontra-se em fase de acabamento, como pode ser observado na Figura 28. O prédio possui quatro pavimentos, sendo os três pavimentos acima do solo destinados a arrendamento. Os pavimentos são divididos em:

- Subsolo – Garagem;

Caso de estudo

- Pavimento térreo – Área comercial I e mezanino;
- Primeiro pavimento – Área comercial II;
- Segundo pavimento – Área comercial III.



Figura 28: Edifício objeto de estudo

Fonte: Autoria própria (2022)

O edifício está localizado na Avenida XV de novembro, n.º 4068, Centro, na cidade de Chopinzinho, Paraná, Brasil (Figuras 29 e 30). O referido prédio possui aproximadamente 2320,99 m² de área de construção e 569,94 m² de área de projeção, o terreno possui uma área de 1200,00 m². Esses dados são observados nas folhas de implantação, que foram apresentadas pelo responsável técnico da obra ao cliente e fornecidos a autora (Anexo A).

Caso de estudo

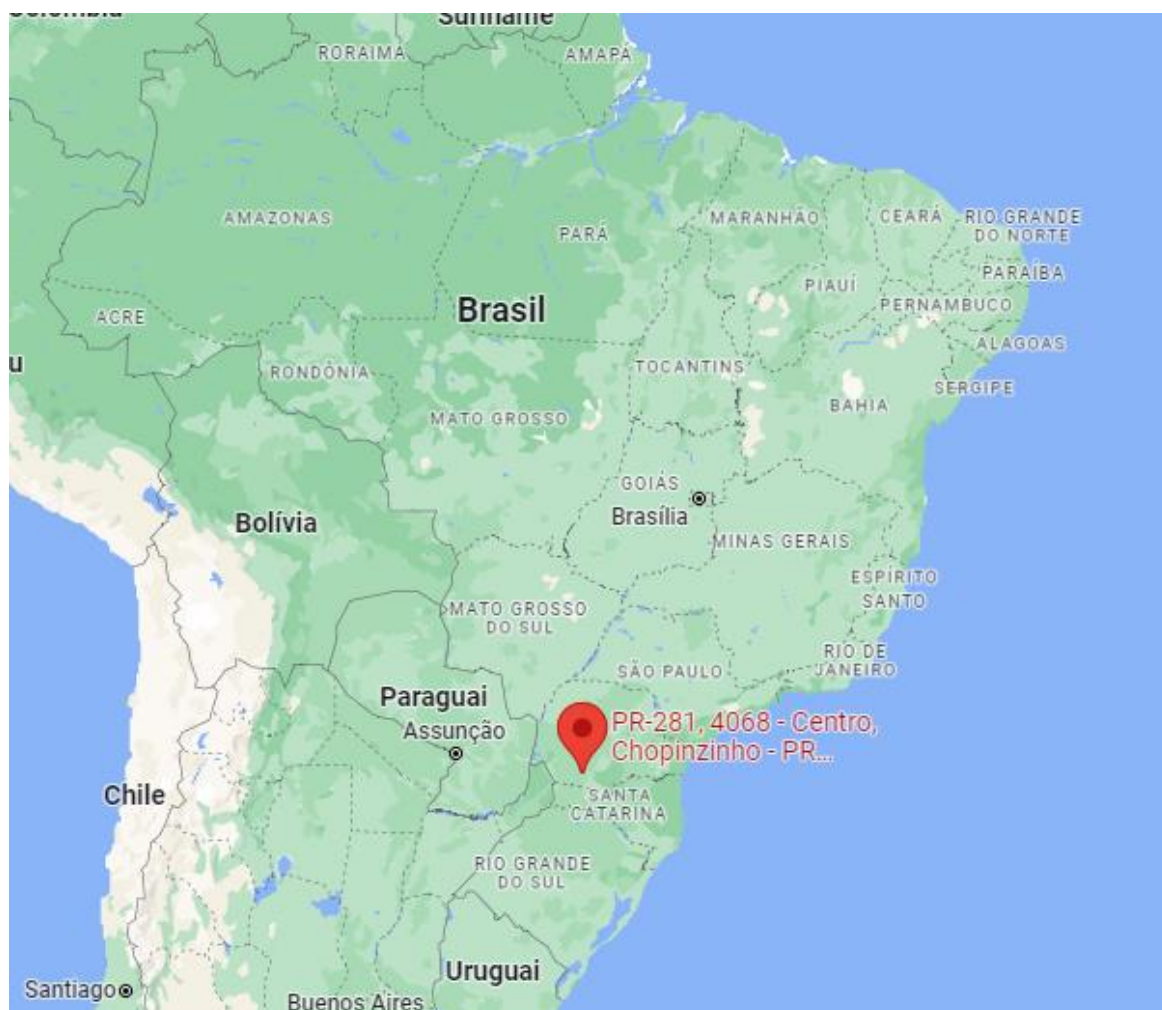


Figura 29: Localização do edifício no mapa do Brasil
Fonte: GOOGLE MAPS, 2022



Figura 31: Imagem 3D do edifício no Revit
Fonte: Arquivo .rvt disponibilizado pelo responsável técnico da obra

Ao projeto original foram adicionados dois equipamentos importantes: um ar condicionado (AVAC) e um elevador, ambos disponíveis em forma de bloco, encontrados na plataforma Família BIM (FAMILIABIM, 2022). Estes elementos serão detalhados no tópico 5.2.6.

5.2.1 Estrutura

O edifício é estruturado com pilares e vigas pré-fabricados de betão armado, lajes do tipo alveolar protendidas de betão armado.

As fundações são do tipo sapata com cálice para recebimentos dos pilares, compostas por betão armado.

5.2.2 Envolvente vertical

A envolvente vertical das fachadas do edifício em estudo é constituída por paredes de alvenaria com espessura total de 15,0 cm, composta por tijolos cerâmicos furados com dimensões de 9,0 cm de largura, 14,0 cm de altura e 24,0 cm de comprimento. A fachada é revestida em ambas as faces, de argamassa tradicional (areia, cal e cimento) com aproximadamente 2,9 cm de espessura, e pinturas, interna e externa, em tinta acrílica, com aproximadamente 1mm de espessura, sem cor especificada no projeto. Além disso, no

Caso de estudo

pavimento do subsolo, a vedação vertical é feita por placas de contenção pré-fabricadas em betão armado de 12,0 cm de espessura, e acabamento da parte interna com pintura do tipo texturada, com aproximadamente 3,0 mm de espessura.

5.2.3 Aberturas

5.2.3.1 Portas

As portas de entrada presentes no edifício são compostas por caixilharia em alumínio anodizado na cor preta e vidro simples incolor temperado de 10,0 mm, sendo uma de abrir com duas folhas, e uma de correr com quatro folhas (duas móveis e duas fixas). As demais portas, internas, são de abrir com uma folha, em madeira.

5.2.3.2 Janelas

As janelas da fachada frontal são compostas por caixilharia de alumínio anodizado na cor preta e vidro simples incolor temperado de 8,0 mm, do tipo maxim-ar. As demais janelas são de correr com quatro folhas, sendo duas fixas e duas móveis, e possuem a mesma composição de materiais das anteriores. A imagem real e a imagem modelada desses elementos podem ser vistas na Figura 32.



Figura 32: Janelas de correr com quatro folhas e caixilharia de alumínio anodizado
Fonte: autoria própria (2022)

5.2.4 Cobertura

O suporte da estrutura da cobertura é composto por tesouras metálicas pintada com esmalte sintético e o revestimento composto por telhas trapezoidais do tipo “sanduíche”, com espessura total de 3,0 cm, compostas por uma camada de poliestireno expandido revestido com duas chapas de aço (Figura 33). A inclinação é de 13,84%, sendo superior ao mínimo exigido pelo fabricante da telha (ISOESTE, 2023a).



Figura 33: Telhas térmicas trapezoidal
Fonte: ISOESTE, 2023b

5.2.5 Pavimentos

O pavimento do subsolo é composto por uma camada de solo compactado, seguido por camada de 10,0 cm de brita e capa de betão armado polido de 12,0 cm.

Os demais pavimentos são apoiados sobre laje pré-fabricada do tipo alveolar, com 20,0 cm de espessura, nivelados com contrapiso de betão armado de aproximadamente 8,0 cm e posteriormente recebem revestimento em porcelanato rejuntado.

5.2.6 Equipamentos

Foram adicionados ao projeto dois tipos de equipamentos:

- Elevador: equipamento obrigatório em edificações com mais de quatro pavimentos ou com altura superior a quatorze metros, contada do nível do piso térreo até o nível do piso do último pavimento atendido, com dispositivo a cabos e com capacidade máxima de 600 kg ou 8 pessoas (LEI COMPLEMENTAR, 2019);
- Ares-condicionados: foram inseridos os dispositivos AVAC em todos os pavimentos, com exceção do subsolo. Os dispositivos têm potência de 20000 BTUs e são do tipo “split”, ou seja, são compostos por duas partes: uma unidade externa e uma unidade interna. A unidade externa é instalada no exterior da edificação e é responsável por dissipar o calor para o ambiente externo (condensadora). A unidade interna, que é instalada dentro da edificação, é responsável por retirar o calor do ar interno e dissipá-lo para a unidade externa.

5.3 Seleção da ferramenta BIM

5.3.1 Introdução

Tendo conhecimento das necessidades para a gestão de edifícios, foi feita a escolha por ferramentas BIM capaz de produzir e transmitir as informações necessárias para realizar o gerenciamento do ambiente construído, e outra que fosse capaz de receber e organizar essas informações para auxiliar o gestor nas suas tarefas.

Nesse momento foi necessário identificar as características de algumas plataformas e *softwares*, observando principalmente os aspectos relacionados com o campo de aplicação e investimento que deveriam ser feitos para a aquisição da ferramenta. Optando-se por utilizar a versão mais atualizada do software Revit da Autodesk (2022) devido ao fato de que a modelação original foi feita com esse mesmo programa, versão 2021, aliada ao fato de que o Instituto Politécnico de Viseu possui a licença para a utilização do mesmo.

5.3.2 Escolha dos parâmetros e variáveis

Para a fase de manutenção, é importante aprofundar LOD dos principais elementos e equipamentos sujeitos a deterioração. Os elementos selecionados para estudo foram as vedações verticais (aberturas e paredes), sistema de cobertura e equipamentos. Com base na revisão bibliográfica, procurou-se identificar as tarefas que deveriam ser mais frequentes no campo de atuação da manutenção. A partir dessa definição, foi feita uma seleção dos parâmetros mais relevantes para o projeto em questão. A tabela auxiliar para coleta dos dados pode ser visualizada a seguir, na Figura 34.

Para cada item descrito anteriormente, foram adicionados os seguintes parâmetros:

- Vedações verticais: ciclo de inspeção (anos), ciclo de limpeza (anos), ciclo de manutenção pró-ativa (anos), vida útil (anos), garantia (anos), cor RGB do caixilho, data de instalação (dd/mm/aaaa), instalador, data da última intervenção (dd/mm/aaaa);
- Sistema de cobertura: ciclo de inspeção (anos), ciclo de limpeza (anos), ciclo de manutenção pró-ativa (anos), vida útil (anos); garantia (anos), data de substituição (dd/mm/aaaa);
- Equipamentos: ciclo de inspeção (anos), ciclo de limpeza (anos), ciclo de manutenção pró-ativa (anos), vida útil (anos), garantia (anos), data de instalação (dd/mm/aaaa), instalador, data de substituição (dd/mm/aaaa).

Os primeiros três procedimentos, inspeção, limpeza e manutenção pró-ativa, caracterizam-se como medidas preventivas, que evitam a degradação dos componentes instalados no empreendimento. A vida útil é o período em que o elemento pode ser usado sem perder suas características essenciais, após o qual devem ocorrer as substituições. Garantias, são as garantias obrigatórias e não obrigatórias aplicadas sobre o elemento.

Caso de estudo

Segundo Torres (2009), a inspeção é um mecanismo de avaliação do estado de desempenho e que permite determinar onde, quanto e como atuar, adaptando-se assim a planejamento das restantes operações preconizadas no plano de manutenção. Inspeccionar é uma forma de controlar o comportamento dos elementos construtivos e materiais do edifício desde a fase de construção.

As operações de limpeza, embora sejam frequentemente negligenciadas, assumem um caráter fundamental na prevenção de outras situações anômalas decorrentes de sujidades e de acumulação de detritos, e em geral possuem custos mais reduzidos do que outros procedimentos de manutenção. Pode ser considerada como uma ação pró-ativa de rotina, beneficiando esteticamente o elemento construtivo, a limpeza pode ainda estar associada a uma operação de manutenção corretiva (TORRES, 2009).

As medidas pró-ativas são fundamentais para que os elementos se mantenham em serviço com condições de segurança e funcionalidade (TORRES, 2009).

ELEMENTOS SUJEITOS A MANUTENÇÃO - DADOS A SEREM ADICIONADOS AO PROJETO NO SOFTWARE REVIT					
	Elemento	Ciclo de Inspeção	Ciclo de Limpeza	Ciclo de Manutenção Pró-Ativa	Vida Útil
Aberturas	Porta - Madeira				
	Porta - Janela - Alumínio				
	Janela basculante - Alumínio				
Equipamentos	Ar - Condicionado (AVAC)				
	Elevador				
Paredes	Parede revestida com Pintura				
Cobertura	Cobertura Inclinação - Telha metálica				

Figura 34: Tabela auxiliar para adição dos parâmetros relevantes a manutenção do edifício
Fonte: Autoria própria, 2022

5.3.3 Preenchimento dos parâmetros compartilhados

Após seleção dos parâmetros, descritos no item 5.3.2, eles foram adicionados ao projeto no Revit através do comando “Parâmetros compartilhados” na aba “Gerenciar”. A utilização dos Parâmetros Compartilhados tem muito interesse devido à possibilidade de transmitir informação entre diferentes famílias, ou entre a família e o projeto, o que permite que a informação apareça nas tabelas e seja possível de exportar (Soares, 2013). A seguir, nas Figura 35 e 36, vemos os passos para a criação dos parâmetros compartilhados nos elementos.

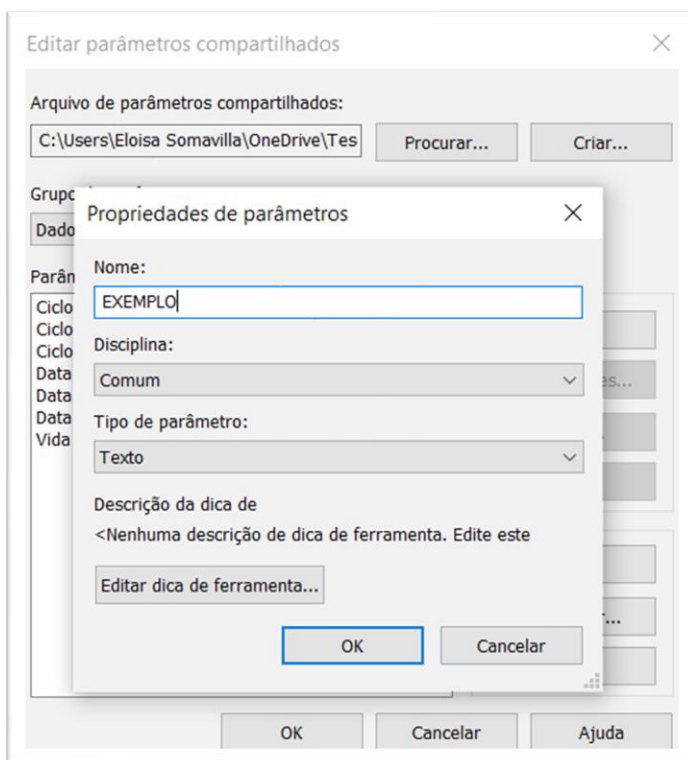


Figura 35: Criação de parâmetros compartilhados
Fonte: Autoria própria, 2022

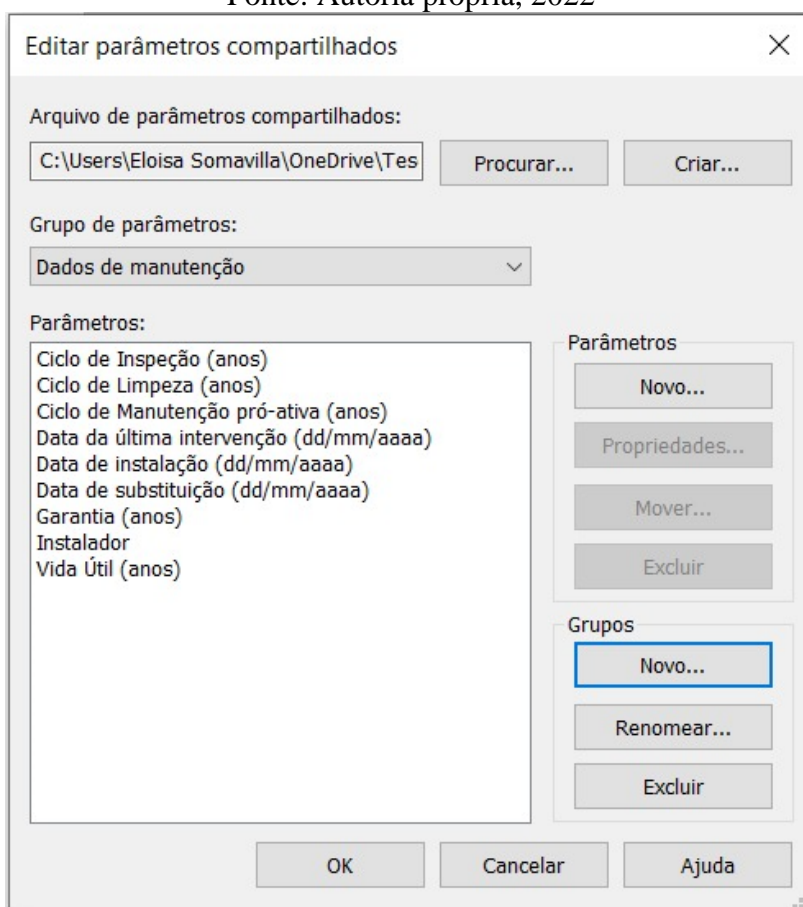


Figura 36: Parâmetros compartilhados – Dados de manutenção
Fonte: Autoria própria, 2022

Caso de estudo

Em seguida, os Parâmetros compartilhados foram adicionados às categorias do projeto, pelos comandos: aba “Gerenciar”, “Parâmetros de projeto”, selecionar o parâmetro que se deseja adicionar, “Adicionar”, escolher o tipo de parâmetro que será utilizado, “Parâmetros compartilhados”. A modificação das características em relação ao “Tipo” significa que os parâmetros que, no projeto, estarão contidos na janela de edição do tipo de família, em caso de alteração de algum desses parâmetros, todas as famílias do mesmo tipo sofrerão essa mesma alteração. E para concluir essa etapa deve ser selecionada as instâncias que serão aplicadas o parâmetro e concluir em “OK”. As etapas descritas estão exemplificadas nas Figura 37 e Figura 38.

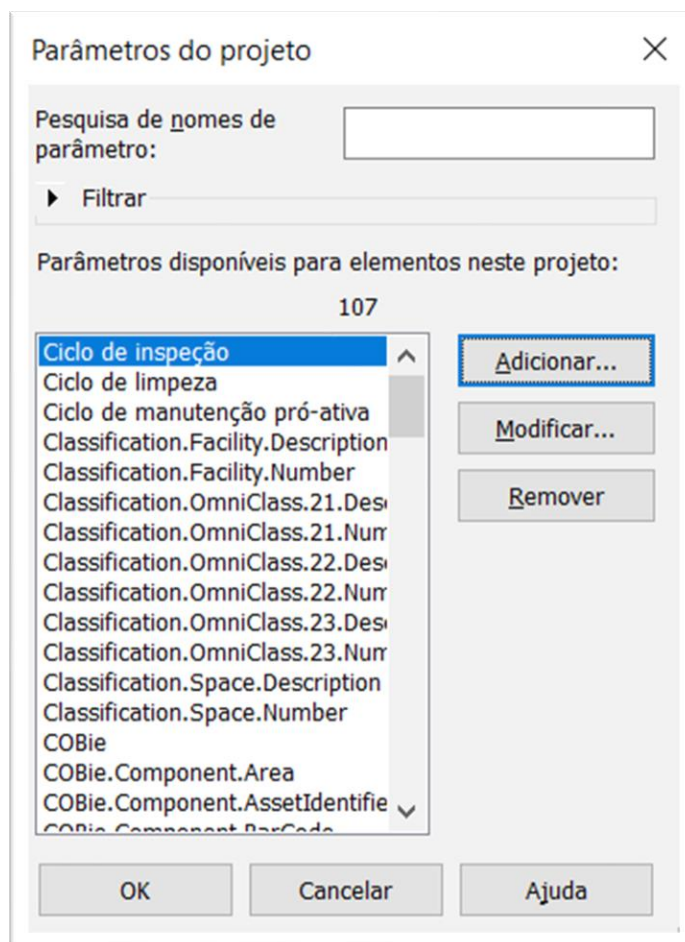


Figura 37: Seleção do parâmetro que será adicionado as categorias
Fonte: Autoria própria, 2022

Caso de estudo

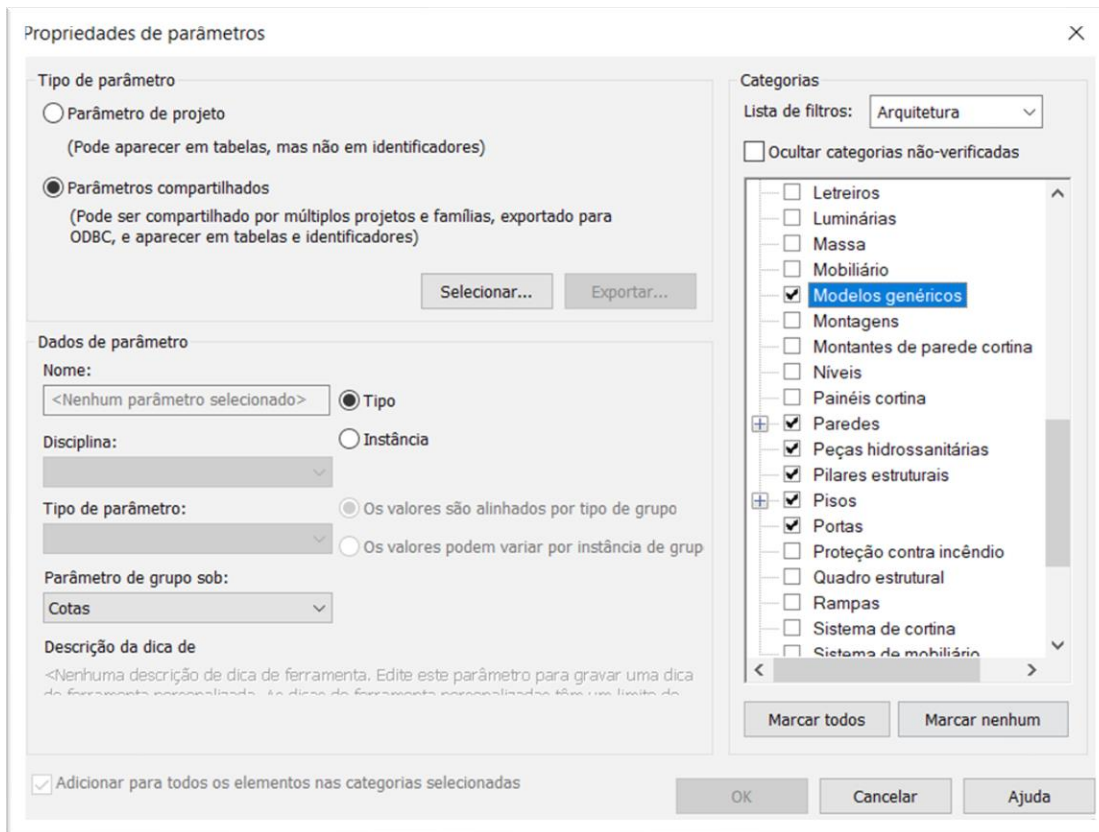


Figura 38: Seleção das propriedades do parâmetro

Fonte: Autoria própria, 2022

Depois de realizada as etapas anteriores as propriedades dos elementos ficam com o seguinte aspecto (Figura 39).

Caso de estudo

Propriedades de tipo

Família: JANELA

Tipo: Correr 4 folhas 200x100

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
Construção	
Peça horizontal	<input checked="" type="checkbox"/>
Panel 2	<input checked="" type="checkbox"/>
Panel 1	<input checked="" type="checkbox"/>
Peça vertical	<input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de construção	Esquadria
Fechamento da parede	Por hospedeiro
Cor RGB Janela - Vidro	Incolor
Data da última intervenção	18/01/2023
Data de instalação	18/01/2023
Cor RGB caixilho	0 0 0 (preto)
Data de substituição	18/01/2057
Ciclo de Inspeção (anos)	1 ano (ABNT, 2012)
Ciclo de Limpeza (anos)	3 meses (ABNT, 2012)
Ciclo de Manutenção pró-ativa (anos)	1 ano (ABNT, 2012)
Vida Útil (anos)	37 anos (SILVA, 2021)
Garantia (anos)	
Data da última intervenção (dd/mm/aaaa)	18/01/2023
Data de instalação (dd/mm/aaaa)	18/01/2023
Data de substituição (dd/mm/aaaa)	18/01/2057
Instalador	
Materiais e acabamentos	
Peça - Material	.Alumínio
Panel - Material	.Vidro transparente

O que fazem estas propriedades?

<< Visualizar

OK Cancelar Aplicar

Figura 39: Aba “Editar tipo” de uma janela de correr 4 folhas 200 x 100 mm
Fonte: Autoria própria, 2022

Para o preenchimento dos parâmetros compartilhados foi revisado a bibliografia de diversos autores com relação as fases do ciclo de manutenção de uma edificação. De forma a sintetizar todos os dados no que se refere a periodicidade dos itens de manutenção, ciclo de inspeção, ciclo de limpeza, ciclo de manutenção pró-ativa e vida útil, apresentam-se um resumo de cada atividade. As tabelas resultantes encontram-se no anexo B. A seguir, para exemplificar, na Figura 40, podemos ver o resumo do ciclo de limpeza para os elementos escolhidos. Os dados selecionados para serem adicionados ao projeto encontram-se na última coluna, “Fonte escolhida – justificada”.

Elemento	Ciclo de Limpeza			
	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	Fonte escolhida - justificativa
Porta - Alumínio	Quando necessário (TORRES, 2009)	3 Meses (ABNT, 2012)	3 meses (MOTA, 2010)	Fonte 2- Dados iguais e estudo mais recente
Janela - Alumínio	Quando necessário (TORRES, 2009)	3 Meses (ABNT, 2012)	3 meses (MOTA, 2010)	Fonte 2- Dados iguais e estudo mais recente
Porta - Madeira	Quando necessário (TORRES, 2009)	-	-	Fonte 1
Parede revestida com Pintura	1 Ano (MOTA, 2010)	3 Anos (ABNT, 2012)	1 Ano (LEITE, 2009)	Fonte 2 - Estudo mais recente
Cobertura Inclinada - Telha metálica	1 Ano (TORRES, 2009)	1 Ano (ABNT, 2012)	1 Ano (MOTA, 2010)	Fonte 2- Dados iguais e estudo mais recente
Ar condicionado (AVAC)	3 Meses (DAIKIN, 2019)	1 semana (DAIKIN, 2019)	-	Fonte 1 - Dados iguais
Elevador	6 Meses (AVANTI, 2019)	-	-	Fonte 1

Figura 40: Tabela resumo de periodicidade do ciclo de limpeza dos elementos do edifício
Fonte: Autoria própria, 2022

5.3.4 Criação dos ambientes

Para criar um ambiente no programa Revit, é necessário que o local esteja cercado por delimitadores, que podem ser as paredes da construção, outro elemento de fechamento ou utilizar o comando “separador de ambiente”. O ambiente é criado na aba “Arquitetura”, comando “Ambiente”, conforme Figura 41. Através desse comando é possível capturar automaticamente algumas informações, tais como área, perímetro e volume, além de informações não geométricas como por exemplo a “função” de cada ambiente. E dessa forma foram criados 35 ambientes e nomeados de acordo com a sua funcionalidade.

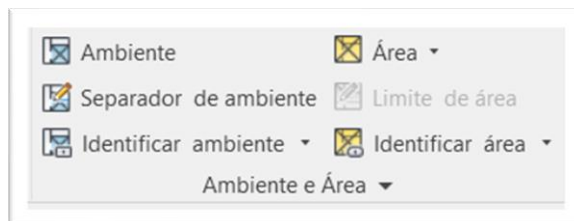


Figura 41: Aba "Arquitetura", Ambiente e Área
Fonte: Autoria própria, 2022

Após, para facilitar a leitura de um piso, foi adicionado uma legenda que diferencia por cor cada ambiente adicionado utilizando o comando “esquema de cores”, conforme Figura 42. O aspecto da vista fica conforme a Figura 43.

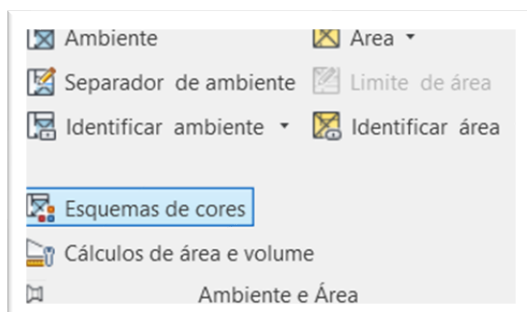


Figura 42: Comando para inserção de legenda com preenchimento de cor
Fonte: Autoria própria, 2022

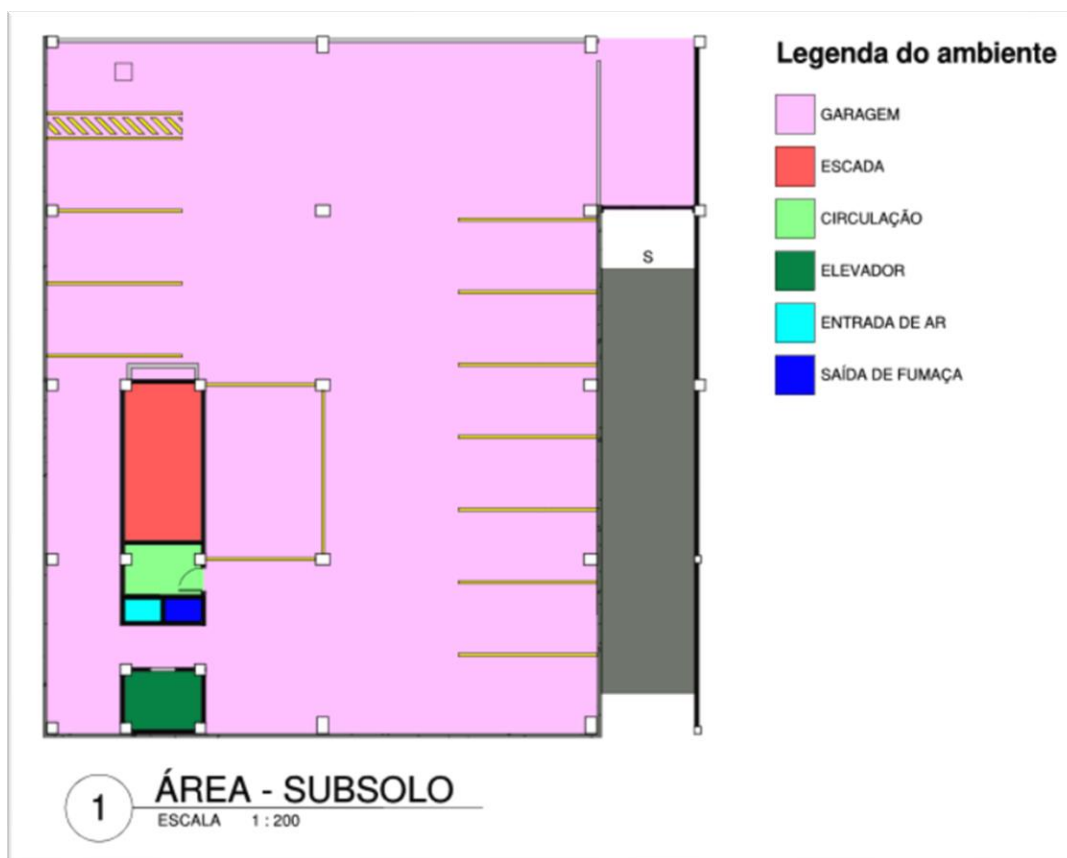


Figura 43: Legenda com preenchimento de cores do piso Subsolo
Fonte: Autoria própria, 2022

5.3.5 Criação de planilhas

Para tornar o trabalho mais organizado, ainda no software *Revit*, é possível criar diversas planilhas para agrupar qualquer elemento do projeto por tipo e com as suas respectivas características como: área, nível, perímetro, volume, entre outras informações. Para executar essa ação é preciso ir até a aba “Analisar”, em Relatórios e Tabela, comando “Tabela/Quantidades” e selecionar o tipo de tabela desejado (Figura 44). Em seguida é selecionado as informações pretendidas e a tabela é criada automaticamente, como mostra a Figura 45.

Caso de estudo

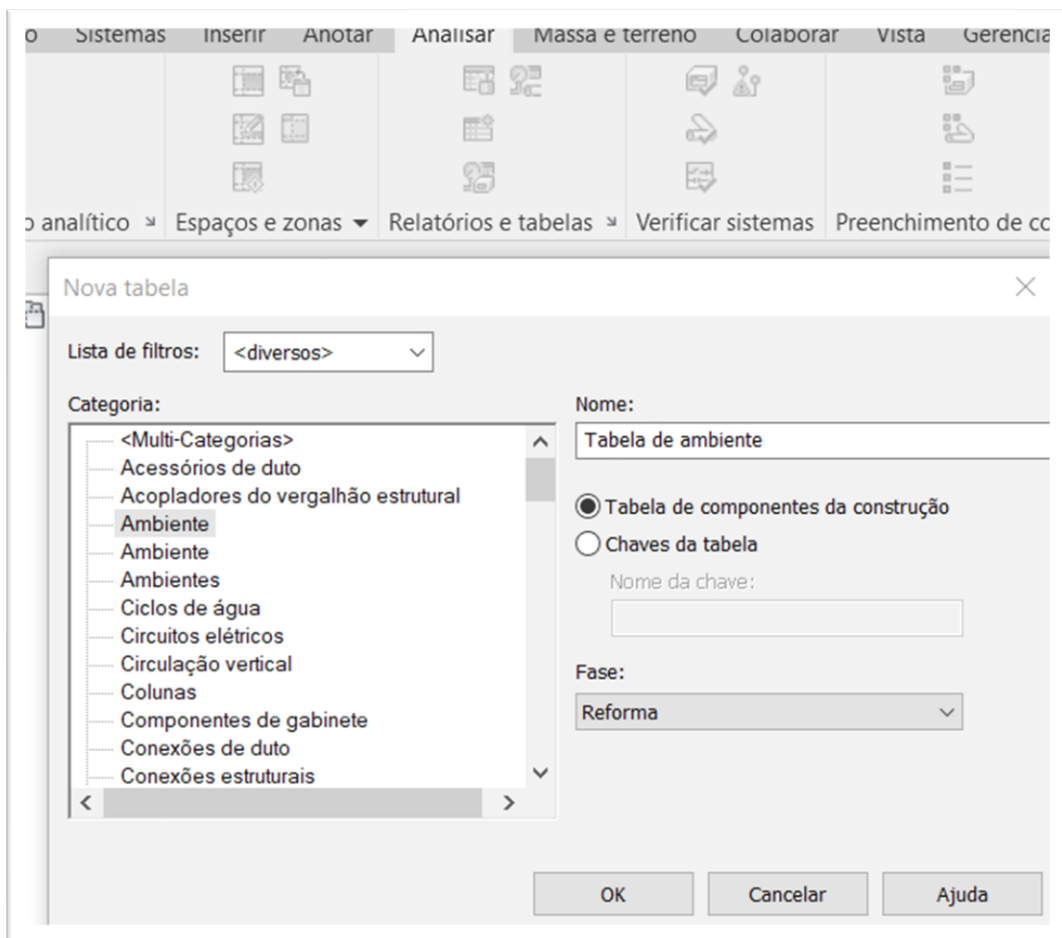


Figura 44: Criação de tabelas de quantidade
Fonte: Autoria própria, 2022

Caso de estudo

<QUADRO GERAL DE ÁREAS INTERNAS>				
A	B	C	D	E
NOME	NÍVEL	ÁREA	PERÍMETRO	Classification.Spa
CIRCULAÇÃO	PAV. SUBSOLO	4,74 m ²	1009,00	Circulation Space
ELEVADOR	PAV. SUBSOLO	5,52 m ²	965,00	Elevator Shaft
ENTRADA DE AR	PAV. SUBSOLO	1,04 m ²	420,00	Air Shaft
ESCADA	PAV. SUBSOLO	15,36 m ²	1676,00	Stairway
GARAGEM	PAV. SUBSOLO	476,30 m ²	11036,22	Interior Vehicle S
SAÍDA DE FUMAÇA	PAV. SUBSOLO	1,04 m ²	420,00	Air Shaft
CIRCULAÇÃO	PAV. TÉRREO	4,74 m ²	1009,00	Circulation Space
COMERCIAL I	PAV. TÉRREO	406,69 m ²	12075,00	Office Spaces
ELEVADOR	PAV. TÉRREO	5,52 m ²	965,00	Elevator Shaft
ENTRADA DE AR	PAV. TÉRREO	1,04 m ²	420,00	Air Shaft
ESCADA	PAV. TÉRREO	15,36 m ²	1676,00	Stairway
ESCADA MEZANINO DIR.	PAV. TÉRREO	7,06 m ²	1302,00	Stairway
ESCADA MEZANINO ESQ.	PAV. TÉRREO	6,28 m ²	1271,00	Stairway
HALL DE ENTRADA	PAV. TÉRREO	13,25 m ²	1849,37	Circulation Space
SAÍDA DE FUMAÇA	PAV. TÉRREO	1,04 m ²	420,00	Air Shaft
WC 1	PAV. TÉRREO	3,55 m ²	780,00	Men's Restroom
WC 2	PAV. TÉRREO	3,55 m ²	780,00	Women's Restroom
MEZANINO	MEZANINO	139,66 m ²	6050,00	Office Spaces
CIRCULAÇÃO	1º PAVIMENTO	3,24 m ²	790,00	Circulation Space
CIRCULAÇÃO	1º PAVIMENTO	40,02 m ²	4490,00	Circulation Space
COMERCIAL II	1º PAVIMENTO	479,27 m ²	10360,00	Office Spaces
ELEVADOR	1º PAVIMENTO	5,52 m ²	965,00	Elevator Shaft
ENTRADA DE AR	1º PAVIMENTO	1,04 m ²	420,00	Air Shaft
ESCADA	1º PAVIMENTO	16,93 m ²	1795,00	Stairway
SAÍDA DE FUMAÇA	1º PAVIMENTO	1,04 m ²	420,00	Air Shaft
WC 1	1º PAVIMENTO	3,55 m ²	780,00	Men's Restroom
WC 2	1º PAVIMENTO	3,55 m ²	780,00	Women's Restroom
CIRCULAÇÃO	2º PAVIMENTO	3,24 m ²	790,00	Circulation Space
COMERCIAL III	2º PAVIMENTO	411,79 m ²	10685,00	Office Spaces
ELEVADOR	2º PAVIMENTO	5,52 m ²	965,00	Elevator Shaft
ENTRADA DE AR	2º PAVIMENTO	1,04 m ²	420,00	Air Shaft
ESCADA	2º PAVIMENTO	16,93 m ²	1795,00	Stairway

Figura 45: Tabela de áreas internas do edifício em estudo

Fonte: Autoria própria, 2022

É possível exportar as tabelas criadas para o excel clicando no “R” ao canto esquerdo da tela, depois comando “Exportar”, “Relatórios”, “Tabelas”, em seguida escolher o tipo do arquivo como txt, após o arquivo poderá ser aberto em excel sem problemas (Figura 46). No entanto essa etapa será dispensada pois já serão geradas tabelas similares utilizando a extensão COBie.

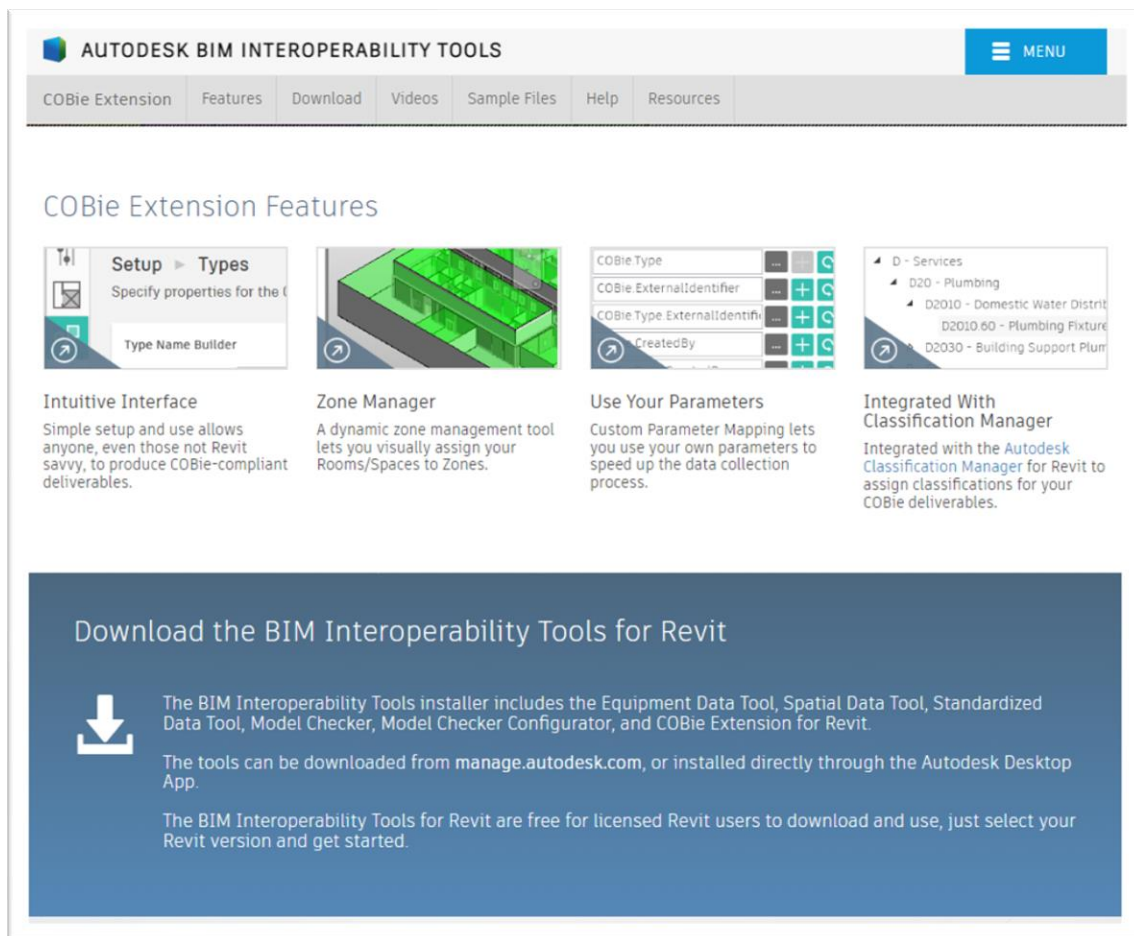


Figura 47: Página da Autodesk para instalação do COBie
 Fonte: Autodesk, 2022c

Após a instalação estar concluída, o aspecto do *add in* do COBie no Revit é o que se pode ver na Figura 48.

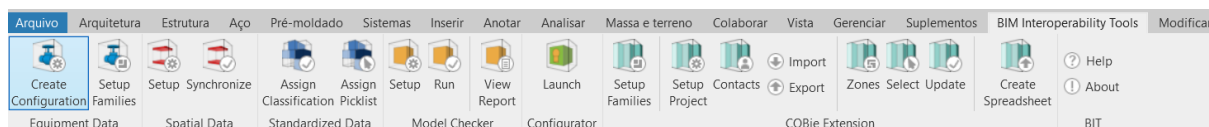


Figura 48: Interface Revit após instalação do COBie
 Fonte: A autoria própria, 2022

5.4.1 Sistema de classificação

Para a escolha do sistema de classificação (Figura 49) levou-se em conta os sistemas mais usuais entre Brasil e Portugal, principalmente pela quantidade de informações relativas ao sistema de classificação. Nesta dissertação irá ser dado prioridade a classificação OmniClass™, OmniClass Construction Classification System, esta é designada pela NBIMS-US (National BIM Standard-United States) como o sistema de classificação a usar se nenhum outro método for especificado pelo Dono de Obra.

Caso de estudo



Figura 49: Botão para escolha dos sistemas de classificação a serem utilizados
Fonte: Autoria própria, 2022

A primeira etapa de classificação é a do edifício em estudo, que contém a denominação de acordo com o sistema de classificação OmniClass como 11-27 38 11 – Commercial Office Building. Essas informações serão exportadas posteriormente para a folha de trabalho Facility do COBie. Essa etapa é feita através da aba “Gerenciar”, “Informações de Projeto”, e então é preenchido algumas informações do projeto como por exemplo: nome do edifício, nome do autor do projeto, nome do dono da obra, unidade de medida, entre outros, como pode ser observado na Figura 50.

Informações do projeto

Família: Família do sistema: Informações do proj

Tipo:

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

Parâmetro	Valor
Dados de identidade	
Nome da organização	VADE EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS LTDA
Descrição da organização	
Nome da construção	EDIFÍCIO COMERCIAL BADALOTTI
Autor	MARCELO SOMAVILLA
Opção de desenho	Modelo principal
Dados	
Classification.Facility.Descripti	Commercial Office Building
Classification.Facility.Number	11-27 38 11
COBie.CreatedBy	marcelo_somavilla@hotmail.com
COBie.CreatedOn	2022-07-23T18:16:17
COBie.Facility.Name	EDIFÍCIO COMERCIAL BADALOTTI
COBie.Facility.Category	
COBie.Facility.ProjectName	PROJETO ARQUITETÔNICO

Figura 50: Informações do projeto
Fonte: Autoria própria, 2022

A segunda etapa de classificação foi realizada com relação aos componentes do edifício (vedação vertical, cobertura e equipamentos). Através do botão “Assign Classification” os

Caso de estudo

elementos foram classificados de acordo com seu devido fim. A figura a seguir (Figura 51) mostra de forma resumida as classificações dos componentes aplicadas ao projeto.

Classificação dos componentes		
Componente	OmniClass Number	OmniClass Description
Aberturas com caixilharia em alumínio	21-02 20 20 10	Exterior Operating Windows
Cobertura	21-02 10 20	Roof Construction
Paredes	21-02 20 10	Exterior Walls
AVAC	21-04 30 30 10	Central Cooling
Elevador	21-04 10 10 10	Elevators

Figura 51: Classificação dos componentes
Fonte: A autoria própria, 2022

A terceira etapa de classificação foi quanto aos ambientes, descritos nos itens 5.3.4. Para cada ambiente criado é selecionado uma classificação condizente com a função do local. A Figura 52 mostra a classificação dos espaços do primeiro pavimento do projeto.

Classificação dos espaços do primeiro pavimento (OmniClass table 13)		
Local	OmniClass Space Number	OmniClass Space Description
Comercial II	13-55 11	Office Spaces
Escada	13-23 11 13	Stairway
Circulação	13-25	Circulation Spaces
Elevador	13-23 11 11 11	Elevator Shaft
Entrada de ar	13-13 13	Air Shaft
Saída de fumaça	13-13 13	Air Shaft
WC 1	13-23 17 11	Men's Restroom
WC 2	13-23 17 13	Womens's Restroom

Figura 52: Classificação dos espaços
Fonte: A autoria própria, 2022

5.4.2 COBie

Com a instalação desta extensão, pode-se observar na aba BIM Interoperability Tools os seguintes menus adicionados (Figura 53): Setup Families, Setup Project, Contacts, Zones, Select, Update, Create Spreadsheet. Estes menus devem ser configurados de acordo com o caso de estudo a ser aplicado.

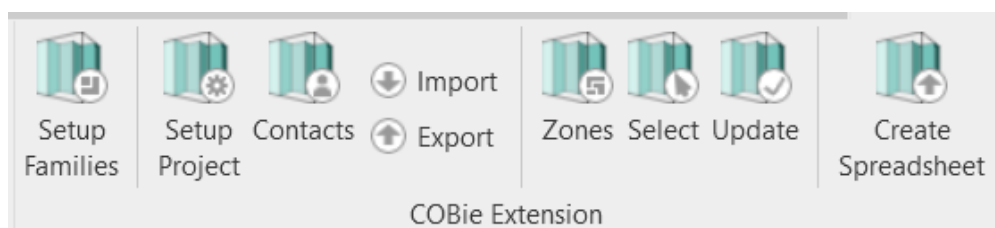
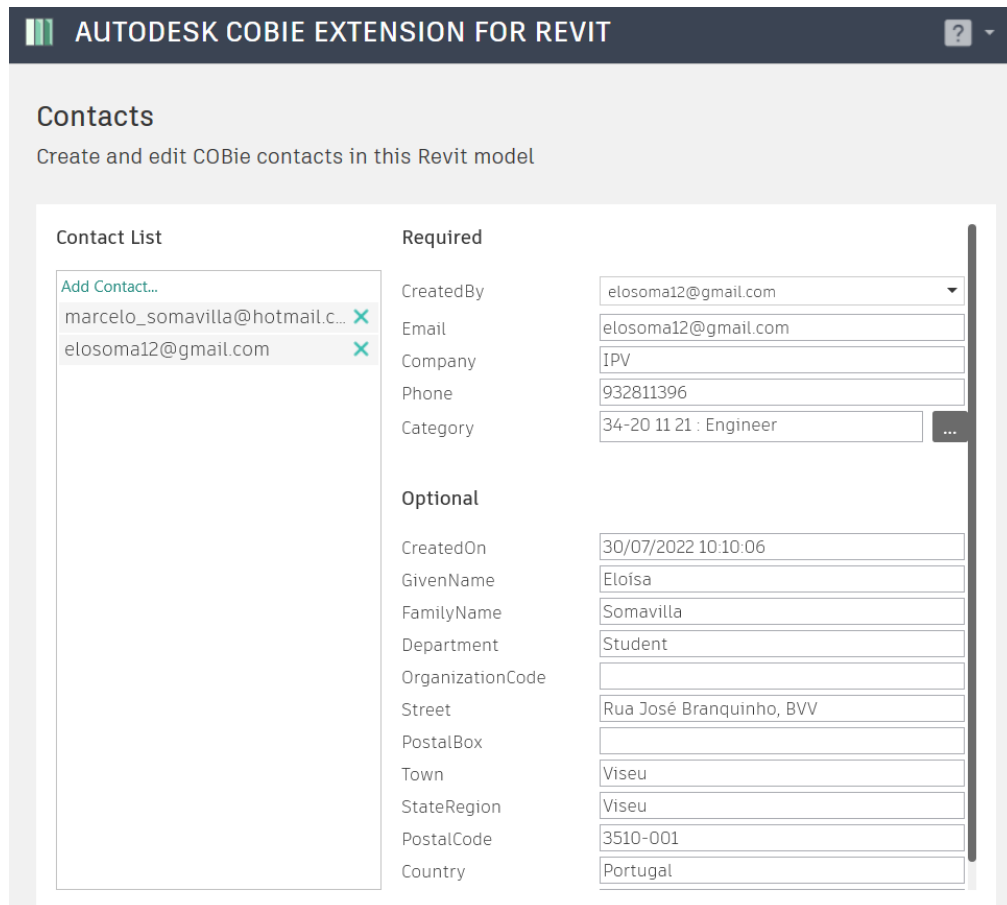


Figura 53: Setups COBie Extension
Fonte: A autoria própria, 2022

5.4.2.1 Setup – Configurações gerais

O primeiro passo na elaboração do Setup é criar a lista de contatos dos envolvidos no projeto (Engenheiro, Arquiteto, Construtora, Fornecedores, entre outros) (Figura 54). Esta lista pode ser importada de um projeto anterior, caso exista essa base de dados, sendo possível reduzir consideravelmente o tempo necessário neste passo. Estes campos serão extraídos para a primeira folha de trabalho COBie, a Contact.

Existe uma separação entre a informação obrigatória e a opcional. As obrigatórias para cada contato são: quem criou a informação, e-mail, nome da organização, número telefónico e código do sistema de classificação da especialidade. Aqui, já terá de ser utilizado o sistema de classificação em uso no projeto para categorizar a especialidade do contato. Neste caso, a classificação utilizada foi a OmniClass com o código 34-20 11 21 para Engenheiro.



Required	
CreatedBy	elosoma12@gmail.com
Email	elosoma12@gmail.com
Company	IPV
Phone	932811396
Category	34-20 11 21 : Engineer

Optional	
CreatedOn	30/07/2022 10:10:06
GivenName	Eloísa
FamilyName	Somavilla
Department	Student
OrganizationCode	
Street	Rua José Branquinho, BVV
PostalBox	
Town	Viseu
StateRegion	Viseu
PostalCode	3510-001
Country	Portugal

Figura 54: Setup – Contacts
Fonte: Autoria própria, 2022

Na opção *Setup Project* são definidas as várias preferências de trabalho onde existem vários aspectos essenciais a ter em atenção antes de se iniciar qualquer exportação COBie. O primeiro parâmetro é relativo à localização, existindo duas possibilidades, EUA e UK. Esta limitação do país não é muito significativa, já que a principal função é atribuir uma

Caso de estudo

classificação, que podem ser alteradas mais à frente, no caso dos EUA é a *OmniClass* e do UK a *Uniclass*. A seguir serão descritos os parâmetros selecionadas para o estudo (Figura 55):

- *Locality* – neste ponto, selecionou-se a opção US já que se baseia na categoria *OmniClass*.
- *Identification* – Poderá optar-se pela identificação de cada elemento por Revit *Element ID*. Cada elemento tem a sua própria identificação, ID, tornando-se único em todo o projeto e assim todos os campos em *COBie.Component.Name* serão diferentes. Uma das razões para tal opção, e bastante valorizada, é a facilidade com que se pode localizar um objeto em todo o modelo utilizando esta identificação. Se quisermos localizar o elemento com o nome 832558 listado na coluna *COBie.Component.Name*, simplesmente, utilizando o comando *Select by ID*, localizado no menu *Manage*, inserimos esse nome e o programa identificará geometricamente o mesmo em todo o projeto (Rodas, 2015). Para este projeto foi utilizado a identificação por ID.

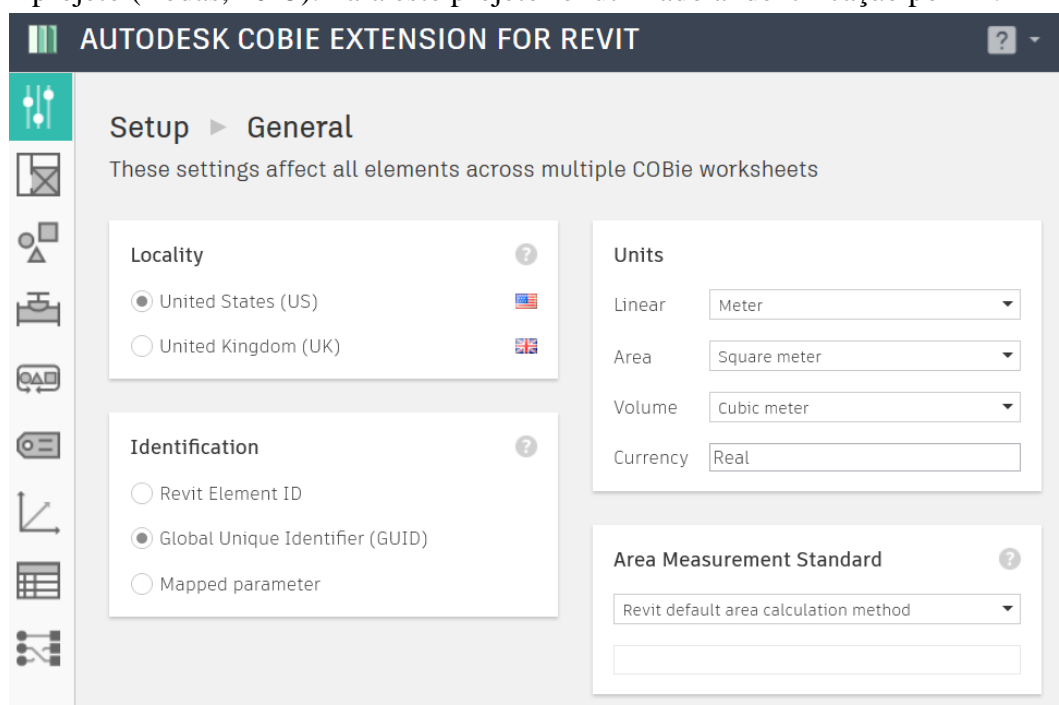


Figura 55: *Setup – General*
Fonte: Autoria própria, 2022

Ao contrário do Revit que utiliza Ambientes e Espaços para identificação espacial, o COBie apenas utiliza um identificador espacial, denominado por Spaces (Figura 56). Em regra geral, os Ambientes são utilizados pelos arquitetos e os Espaços por engenheiros.

É preciso ter atenção que no Revit pode dar o mesmo nome para Ambientes e Espaços uma vez que este os considera como dois elementos distintos. No entanto, quando exportamos para as folhas de trabalho COBie, como este os interpreta de igual forma, iríamos obter duas linhas em Spaces com o mesmo nome, o que tornaria pouco viável. Esse não será um problema para o estudo, uma vez que o projeto fornecido é o arquitetónico, e irão ser trabalhados com Ambientes (Room).

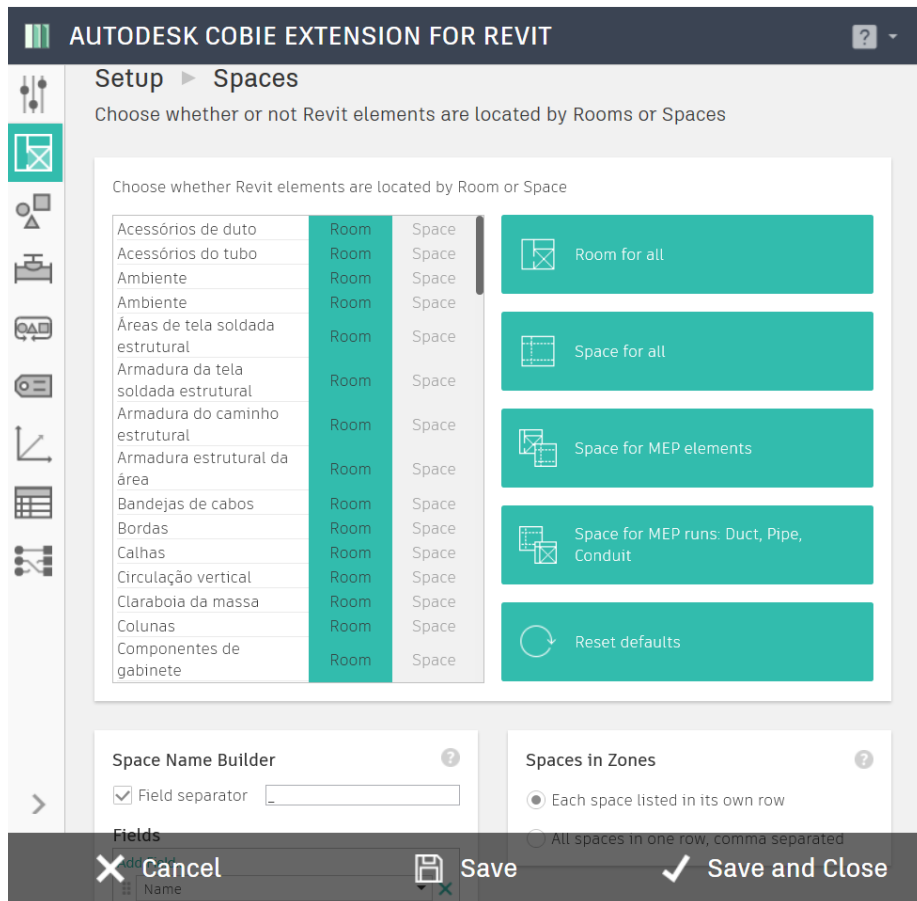


Figura 56: *Setup – Spaces*
 Fonte: Autoria própria, 2022

Em *Setup – Types* (Figura 57) pretende-se definir como será preenchida a informação da COBie correspondente à categoria que existe em praticamente todas as abas da COBie. É usual dar prioridade à classificação *OmniClass* e assim, com os campos *OmniClass* de cada tipo dos elementos já corretamente preenchidos, após a atualização dos parâmetros COBie, essa informação irá então ser copiada para a coluna *Category* da folha *Type* (Rodas, 2015), como pode ser visto na Figura 58.

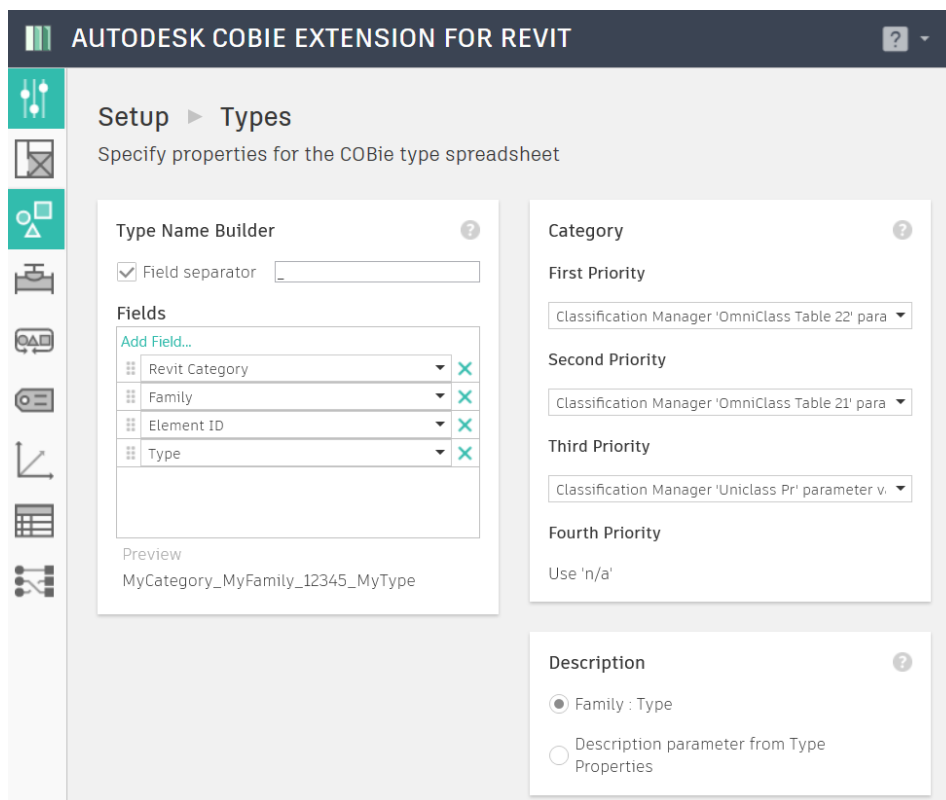


Figura 57: Setup – Types
 Fonte: Autoria própria, 2022

Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	Description
Portas_PORTA_2862930	marcelo	2022-07-21-03 10 30 20	Interior Entrance Doors	PORTA_Simples - 0, n/a
Portas_Produtos_Arq_Bib_4-Pane_Sliding	marcelo	2022-07-21-02 20 50 20	Exterior Utility Doors	Produtos_Arq_Bib n/a
Portas_Porta pivotante dupla sem revestimen	marcelo	2022-07-21-02 20 50 20	Exterior Utility Doors	Porta pivotante dupla n/a

Figura 58: Folha de trabalho Type
 Fonte: Autoria própria, 2022

O *Setup* do *Component Name Builder*, representado na primeira coluna da folha de trabalho *Component*, indica o nome de cada elemento presente no projeto. Por exemplo, existem várias portas adicionadas ao projeto, que estarão listadas na folha *Component* e é preciso nomeá-las da melhor forma para que possam ser identificadas facilmente no projeto (Figura 59).

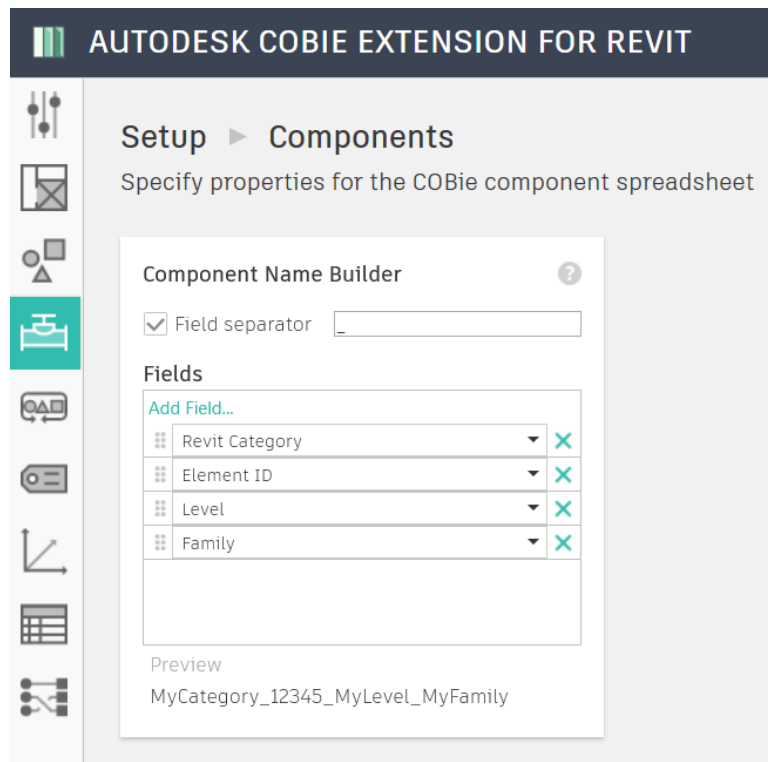


Figura 59: *Setup – Components*

Fonte: Autoria própria, 2022

Um sistema é um grupo de componentes que trabalham juntos para fornecer um serviço específico, como ventilação ou proteção contra incêndio. Essa configuração permitirá que todos os sistemas criados no modelo BIM, com respectiva categoria e os componentes que os constituem, estejam nas folhas de trabalho. No projeto fornecido não existia nenhum sistema, portanto as configurações referentes ao *Setup Systems* representado na Figura 60, é irrelevante, já que a folha de trabalho se encontrará em branco.

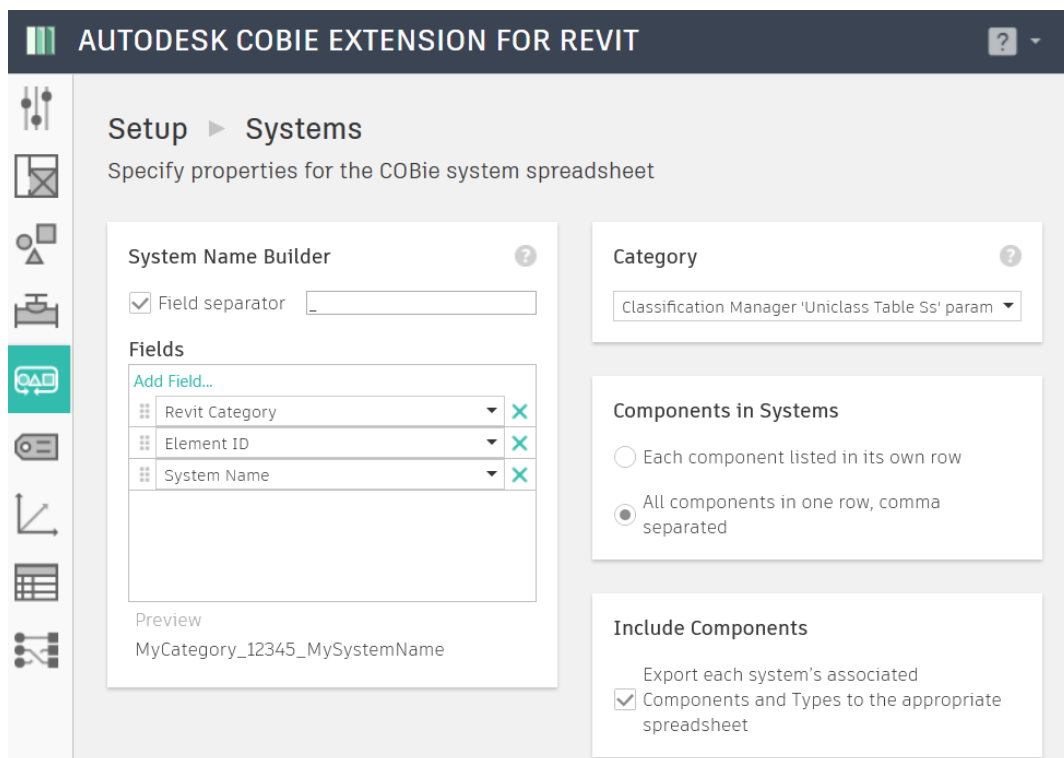


Figura 60: *Setup – Systems*
 Fonte: Autoria própria, 2022

No *Setup Attributes* (Figura 62), é possível seleccionar requisitos específicos para um determinado espaço, piso ou componente, estes irão ser preenchidos na folha *Attribute*. Assim, pode sempre exportar-se a informação que se pretender, apesar de estar condicionada à introdução manual por parte do utilizador no programa Revit (GAMBOA, 2015). Os resultados obtidos podem ser observados na Figura 61.

	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	SheetName	RoomName	Value	Unit	System	UObject	Identifier	Description	AllowValues
1	Nome do projeto	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Facility	EDIFICIO COMERCIAL BADALOTTI	PROJETO ARQUIT	n/a	Autodesk	Autodesk	-1008317	n/a	n/a
17	Nome do tipo	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Facility	EDIFICIO COMERCIAL BADALOTTI	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk	-1002001	n/a	n/a
18	Número do projeto	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Facility	EDIFICIO COMERCIAL BADALOTTI	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk	-1008318	n/a	n/a
19	Opção de desenho	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Facility	EDIFICIO COMERCIAL BADALOTTI	Modelo principal	n/a	Autodesk	Autodesk	-1013200	n/a	n/a
20	Status do projeto	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Facility	EDIFICIO COMERCIAL BADALOTTI	APROVADO	n/a	Autodesk	Autodesk	-1006320	n/a	n/a
21	Andar acima	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk	-1007110	n/a	n/a
22	Andar da construção	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	1	n/a	Autodesk	Autodesk	-1007111	n/a	n/a
23	Caixa de escopo	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk	-1012201	n/a	n/a
24	Cálculo da altura	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	n/a	Meter	Autodesk	Autodesk	-1006939	n/a	n/a
25	Categoria	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	Niveis	n/a	Autodesk	Autodesk	-1140363	n/a	n/a
26	Elevação	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	-0.1	Meter	Autodesk	Autodesk	-1007102	n/a	n/a
27	Estrutural	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk	-1007112	n/a	n/a
28	Familia	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	1/4" Head	n/a	Autodesk	Autodesk	-1002051	n/a	n/a
29	Familia e tipo	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	1/4" Head	n/a	Autodesk	Autodesk	-1002052	n/a	n/a
30	ID de tipo	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	1/4" Head	n/a	Autodesk	Autodesk	-1002000	n/a	n/a
31	Nome	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	PAV. TERREO	n/a	Autodesk	Autodesk	-1008000	n/a	n/a
32	Nome da familia	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk	-1002002	n/a	n/a
33	Nome do tipo	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk	-1002001	n/a	n/a
34	Opção de desenho	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	Modelo principal	n/a	Autodesk	Autodesk	-1013200	n/a	n/a
35	Tipo	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PAV. TERREO	1/4" Head	n/a	Autodesk	Autodesk	-1002050	n/a	n/a
36	Andar acima	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk	-1007110	n/a	n/a
37	Andar da construção	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO	1	n/a	Autodesk	Autodesk	-1007111	n/a	n/a
38	Caixa de escopo	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk	-1012201	n/a	n/a
39	Cálculo da altura	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO	n/a	Meter	Autodesk	Autodesk	-1006939	n/a	n/a
40	Categoria	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO	Niveis	n/a	Autodesk	Autodesk	-1140363	n/a	n/a
41	Categoria	marcelo.somavilla@...	2022-07-23T18:16:17	Approved	Floor	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO	Niveis	n/a	Autodesk	Autodesk	-1140363	n/a	n/a

Figura 61: Folha de trabalho *Attributes*
 Fonte: Autoria própria, 2022

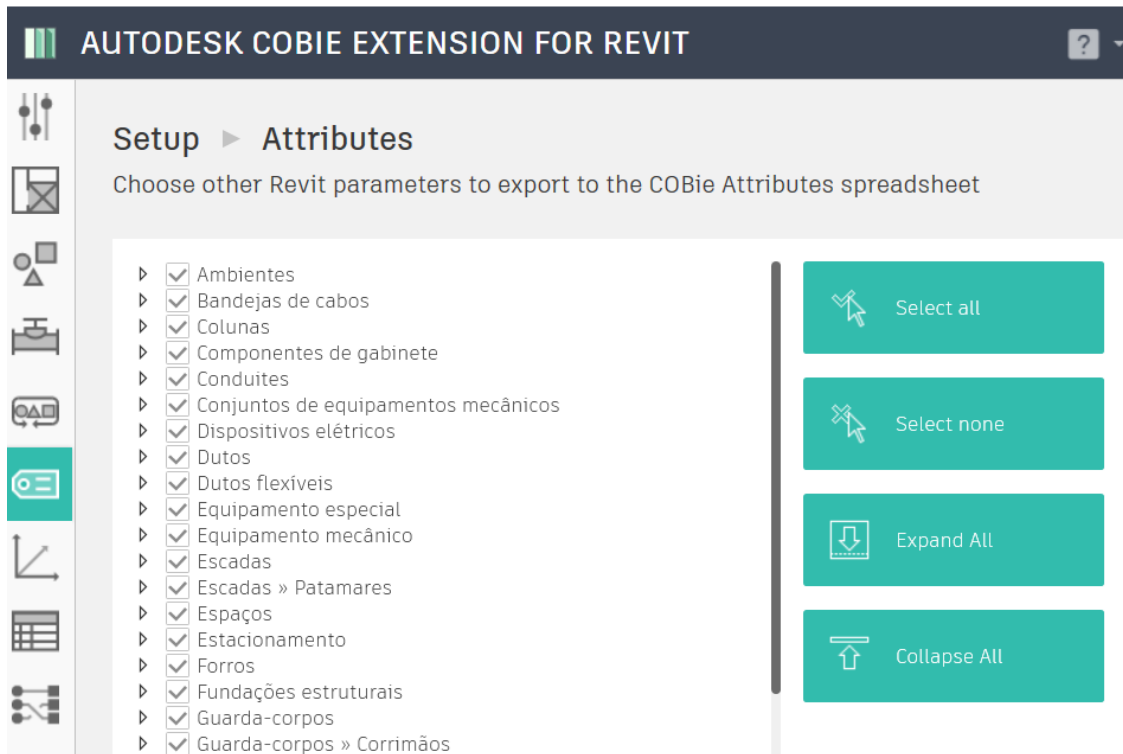


Figura 62: *Setup – Attributes*
Fonte: Autoria própria, 2022

Para encerrar a etapa de *setups* é preciso selecionar as opções referentes as “*Coordinates*” (Figura 63), que contém as coordenadas dos elementos do projeto; “*Schedules*” (Figura 64) que irá especificar os dados usados ao documentar as coordenadas dos itens nas planilhas COBie; e por último o *Setup* “*Parameter Mappings*” (Figura 65) que serve para definir quais os parâmetros são usados e exportados para os campos COBie.

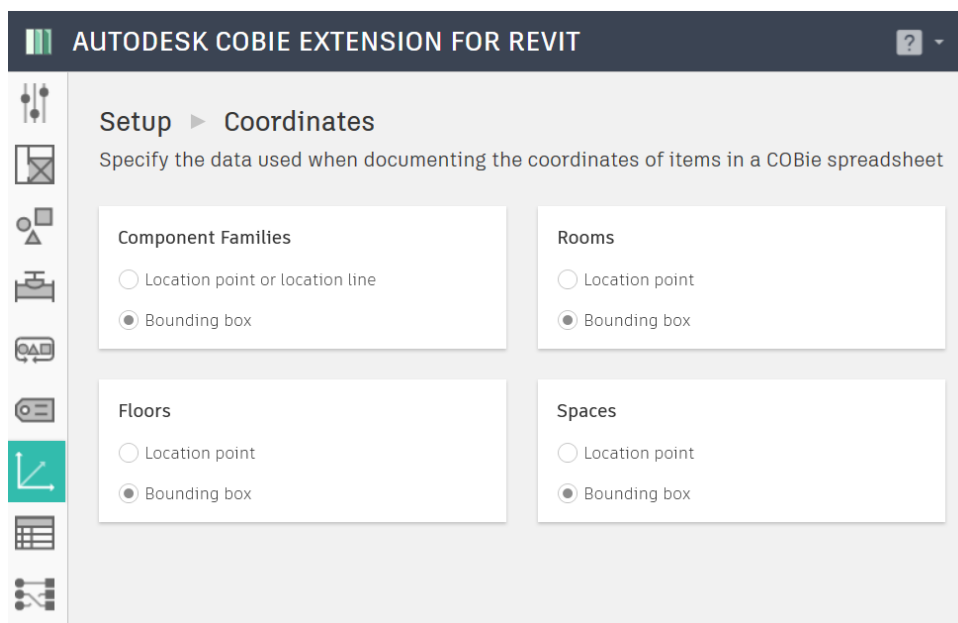


Figura 63: *Setup – Coordinates*
Fonte: Autoria própria, 2022

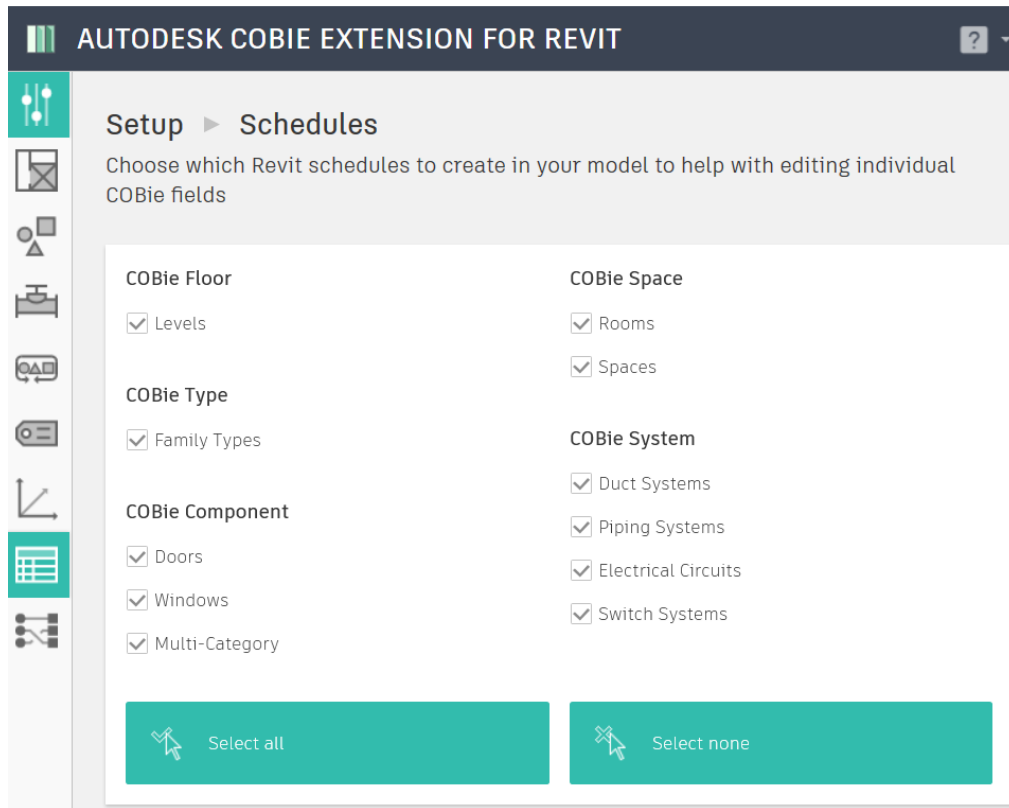


Figura 64: *Setup – Schedules*
 Fonte: Aatoria própria, 2022

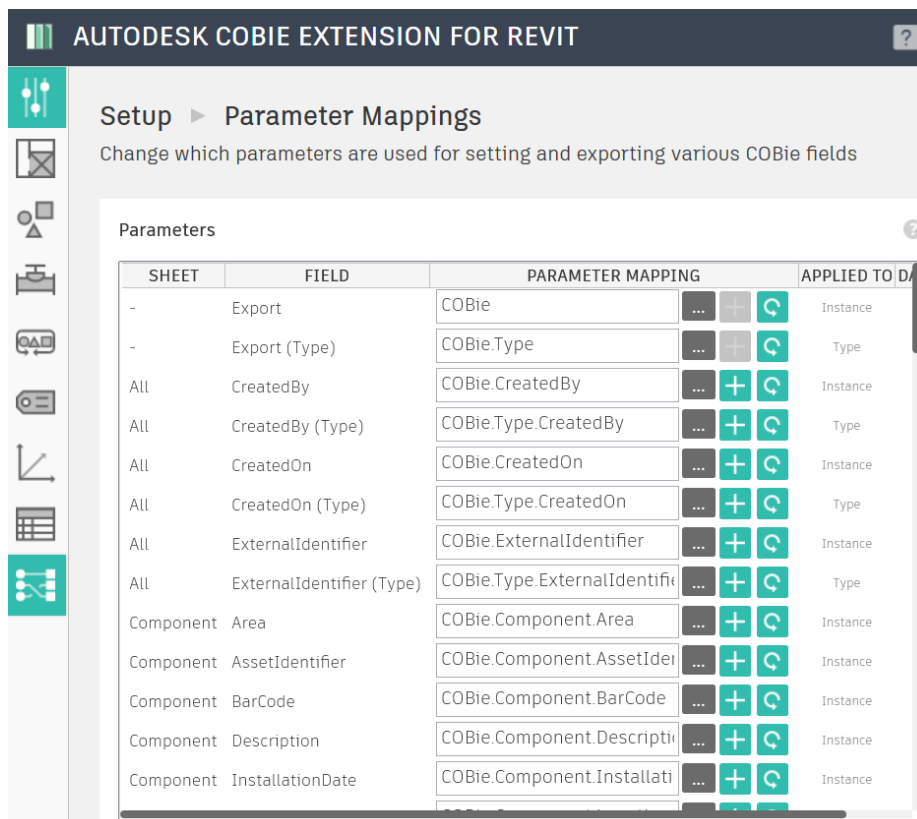


Figura 65: *Setup – Parameter Mappings*
 Fonte: Aatoria própria, 2022

5.4.2.2 Exportação das folhas de cálculo COBie

Com todas as configurações realizadas, é hora da exportação das folhas de cálculo. Para isso é necessário ir até o menu “BIM Interoperability Tools”, no botão “Create Spreadsheets”, em seguida selecionar quais as folhas que se deseja exportar, e clicar em “Creat Spreadsheet”. Esse processo pode demorar alguns minutos, dependendo da quantidade de informações existentes no projeto. Por fim, clicar em “Yes” e em seguida será aberto um arquivo excel com as folhas selecionadas. Os processos descritos são exemplificados na Figura 66.

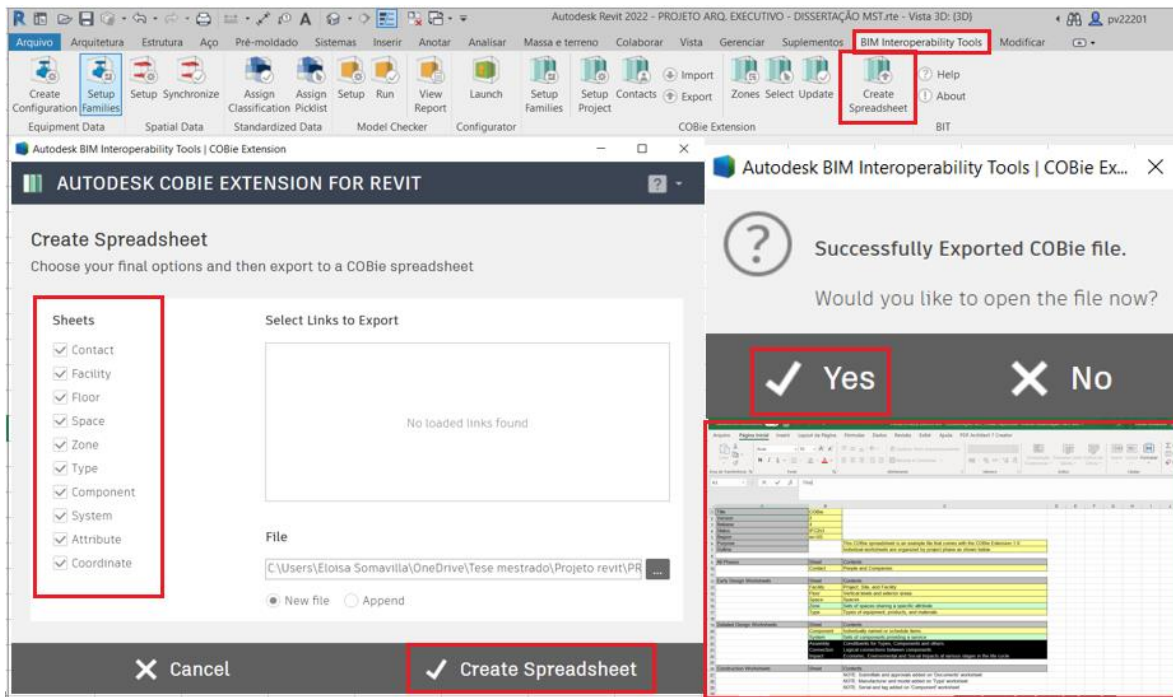


Figura 66: Sequência para criação das folhas de trabalho COBie

Fonte: Autoria própria, 2022

O resultado das folhas de cálculo COBie mais relevantes as manutenções podem ser visualizadas no Anexo C.

5.5 Fichas de manutenção

A fichas de manutenção pretendem reunir toda a informação necessária para a orientação da execução das operações de manutenção. Ter uma ficha de manutenção preventiva com inspeções regulares ajudará a manter os principais sistemas e equipamento em pleno funcionamento, evitando problemas maiores ou reparos com valores mais expressivos. A aplicação das fichas a cada elemento de manutenção do edifício pretende originar os manuais de serviço, que podem/devem ser atualizadas de acordo com a utilização do mesmo.

A ideia é de sempre que o responsável pelo serviço de manutenção vá executar algo, tenha em mãos as fichas de manutenção, onde estarão contidas todas as informações do elemento e checklists para facilitar o trabalho, além de evitar esquecimentos.

Caso de estudo

Para o desenvolvimento da ficha de manutenção foram estudadas as fichas sugeridas por 2 autores: Barros (2008) e Ferreira (2009), e por fim desenvolvida um modelo próprio (Figura 67).

FICHA DE MANUTENÇÃO :					
Ficha N.º:					
Informação Geral do Edifício					
Nome:					
Localização:					
Número de pisos:			Caracterização funcional:		
Ano de construção:			Tipo da envolvente:		
Ficha de manutenção:			Possíveis patologias:		
Solução de proteção:					
Solução do suporte:					
Descrição técnica:					
Operação	Serviços	Periodicidade	Meios necessários	Responsável	Doc. de apoio
Inspeção					
Limpeza					
Pró-ação					
Corretiva					
Substituição					
Notas:					
Desenho esquemático:					
Registro fotográfico:					

Figura 67: Modelo de ficha de manutenção
 Fonte: Autoria própria, 2022

Caso de estudo

Na parte superior das fichas estão contidas informações gerais sobre o edifício, como por exemplo, nome do edifício, localização, número de pisos, ano de construção. Em sequência são adicionados os dados do elemento sujeito a manutenção, qual o elemento, solução da proteção, solução do suporte. As colunas são compostas por:

- Operação: refere-se qual a etapa de execução do serviço;
- Serviços: refere-se ao serviço a ser realizado;
- Periodicidade: refere-se à periodicidade em que deve ser executado o serviço;
- Meios necessários: ferramentas necessárias para a realização do serviço, por exemplo, trena, martelo, lixa, etc;
- Responsável: quem é responsável pela execução do serviço, por exemplo, proprietário ou construtor;
- Documento de apoio: Documentos que auxiliam a realização do serviço, por exemplo normas, manuais do utilizador, etc.

Na parte inferior das fichas contem os itens “Notas”, onde podem ser adicionadas alguma informação adicional com relação ao elemento, “Desenho esquemático”, onde podem ser colocados pormenores do elemento que facilitam a execução de algum serviço, e “Registro fotográfico”, onde podem ser adicionadas imagens do elemento.

Dessa forma foram desenvolvidas fichas de manutenção para os mesmos elementos citados no item 5.3.3. Os resultados encontram-se no anexo D.

5.6 Aplicação de software de gestão de manutenção

A escolha do software se deu através de pesquisa bibliográfica e utilização de versões demonstrativas de alguns softwares de manutenção, sendo escolhido o software Manwinwin, como a melhor dentre as opções, devido principalmente pelo contato e suporte fornecido a autora. A versão utilizada foi a “Manwinwin Express”, esta versão possui algumas limitações quando comparada com a versão paga, como por exemplo a gravação das informações, não sendo possível nesta versão.

Para dar início a utilização, é feita a parametrização da base de dados, que consiste na adição das informações referentes a empresa ou ao edifício, isso é feito através do menu “Parametrização”, “Empresa”, “Organização Funcional” e por último são selecionadas as opções de controle do projeto. Esta ação é visualizada na Figura 68.

Caso de estudo

The figure consists of three screenshots from the ManWinWin Express software, illustrating the parametrization process for building data in three steps:

- 1º PASSO ->** The main window titled "Lista Ordens Trabalho" (Work Order List). The settings icon (gear) in the top right toolbar is highlighted with a red box.
- <- 2º PASSO** The "Parametrização" (Parametrization) dialog box. The "Empresa" (Company) option is selected and highlighted with a red box.
- <- 3º PASSO** The "Organização Funcional" (Functional Organization) dialog box. The "Organização" (Organization) option is selected and highlighted with a red box.
- <- 4º PASSO** The "Organização Funcional" dialog box with the "Organização" tree expanded. The "01 - Geral & Infraestruturas" (General & Infrastructures) option is selected and highlighted with a red box.

OT	Descrição	Entidade	Interventor	Estado	Programada	Início	Fim

- Tipos Trabalho
 - A - Preventivo Sistemático
 - B - Preventivo Condicionado
 - C - Correctivo
 - M - Melhoria
 - Q - Qualidade

- Organização
 - 01 - Geral & Infraestruturas
 - 01.00 - Geral
 - 01.02 - Desenhos/Plantas
 - 01.11 - Rede Telefónica
 - 01.14 - Vigilância & Intrusão
 - 01.21 - Oficina Mecânica
 - 01.22 - Oficina Electricidade
 - 01.31 - Pontes Rolantes & Suspensões
 - 01.32 - Equipamento Manutenção
 - 01.43 - Veiculos Carga
 - 01.44 - Empilhadores
 - 01.45 - Equipamento Especial
 - 01.91 - Insfrastutura (envolvente)
 - 09 - Sistemas Auxiliares

Figura 68: Parametrização dos dados da edificação
Fonte: Autoria própria, 2022

Caso de estudo

O Manwinwin sugere um tipo de organização funcional, porém esta sugestão não é obrigatória. A árvore de organização pode ser personalizada pelo utilizador, da forma que for mais coerente para o empreendimento. Para o caso de estudo foram adicionados alguns itens para organização em “Infraestrutura”, Cobertura, Parede e Aberturas, “Equipamento Manutenção”, Equipamento AVAC e Elevador, e “Desenhos/Plantas”, Planta baixa e Planta de cobertura, como pode ser visto na Figura 69. Os itens com “x” (Rede Telefônica, Vigilância & Intrusão, e demais itens) foram removidos da organização sugerida pois não seriam utilizados, porém continuam na árvore de forma “offline”. Através desses itens é possível notar que o software tem maior foco em sistemas e equipamentos.

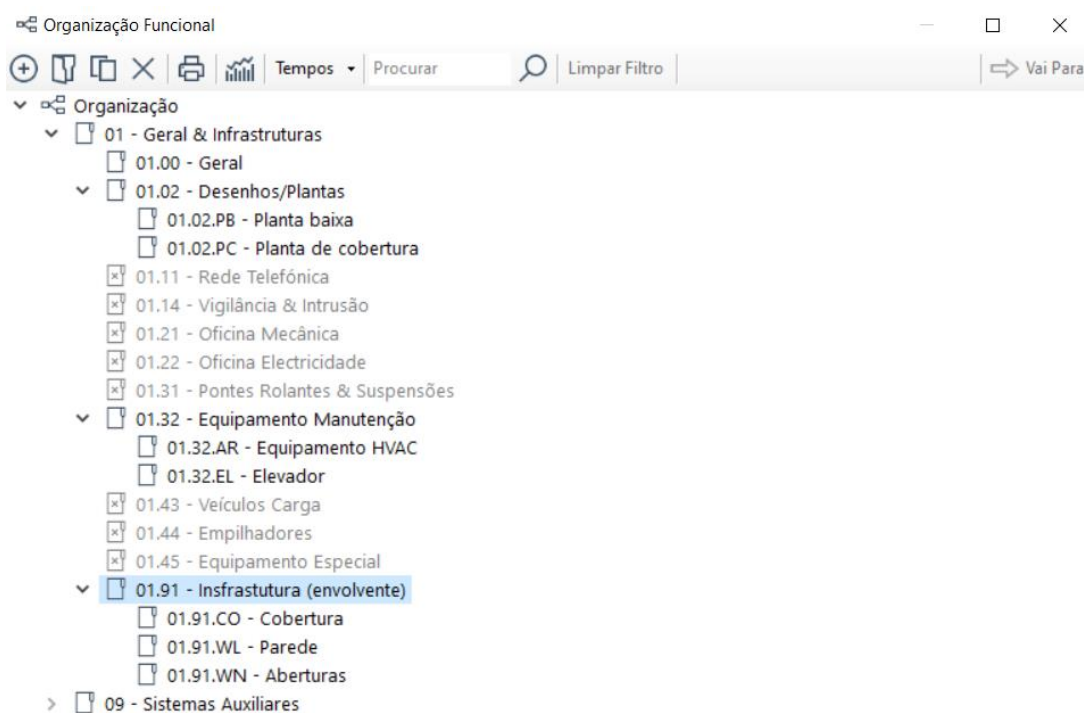


Figura 69: Árvore de organização funcional
Fonte: Autoria própria, 2022

A criação de objetos se dá através do menu “Parametrização”, “Parque” e “Tipos de objeto”, e novamente, existe uma lista de objetos sugerida pelo *Manwinwin* que pode ser facilmente editada. Existe ainda uma opção para complemento dos dados dos objetos, onde podem ser adicionadas informações sobre horário de funcionamento do elemento, garantias, contratos, e outras informações. Para o estudo foram excluídos os objetos que não faziam parte dos elementos fonte de manutenção e adicionados os faltantes. Como exemplo, a Figura 70 representa a criação do objeto “Cobertura inclinada”.

Caso de estudo

Novo Objecto

Estrutura: COB - 0002 Tipo Objecto: COB - COBERTURA INCLINADA **DISPONÍVEL**

Código: COB-0002 Descrição: Cobertura com inclinação de 13,84%, suporte em tesoura metálica, revestimento com telha metálica do

Identificação Características Dados Operacionais Info. Complementares Notas

Pai

Sistema 01.91.CO - COBERTURA

C. Custo 9999 - ORGANIZAÇÃO "MODELO"

Localização 4 PAV - QUARTO PAVIMENTO

Operador FUNC2 - FUNCIONÁRIO MANUTENÇÃO 2

Desde: 08/10/2022 11:29

Fornecedor

Fornecedor TL - BRASTELHA

Data: 08/10/2022 Registo (H): 0 Vida Útil: 33 Investimento:

Valor Actual: 0.00

Figura: C:\Users\Eloisa Somavilla\Downloads\WhatsApp-Ima

Ficheiro: C:\Users\Eloisa Somavilla\Downloads\Catálogo-Brast

OK Cancelar Aplicar

Figura 70: Exemplo de criação de objeto
Fonte: Autoria própria, 2022

Após a criação de todos os objetos do estudo, a tela principal fica com o seguinte aspecto (Figura 71).

Objecto	Descrição	Operador	Entidade
AC-0002	Sistema de aquecimento e arrefecimento do tipo "split" com potência de 16000 ...	FUNC - Funcionário manutenção 1	BAD - Edifício Badalotti
COB-0002	Cobertura com inclinação de 13,84%, suporte em tesoura metálica, revestimento ...	FUNC - Funcionário manutenção 1	BAD - Edifício Badalotti
EL-0002	Elevador com capacidade para 8 pessoas	FUNC - Funcionário manutenção 1	BAD - Edifício Badalotti
JAN-0001	Janelas de correr de duas folhas com caixilharia em alumínio na cor branca e vid...	FUNC - Funcionário manutenção 1	BAD - Edifício Badalotti
PAR-0001	Parede de pano simples composta por tijolo cerâmico de 11,5x14x19 (cm), cama...	FUNC - Funcionário manutenção 1	BAD - Edifício Badalotti

Figura 71: Lista de objetos
Fonte: Autoria própria, 2022

O próximo passo é a criação dos planos de manutenção. Antes da criação, é necessário definir os tipos de trabalho que existem no empreendimento, isso é feito através do menu "Parametrização", "Trabalhos" e "Tipos de trabalho" (Figura 72). Para este caso, foram criados os itens "Ciclo de inspeção", "Ciclo de limpeza", "Reparações" e "Substituição", os demais itens foram sugeridos pelo *software*.

Caso de estudo

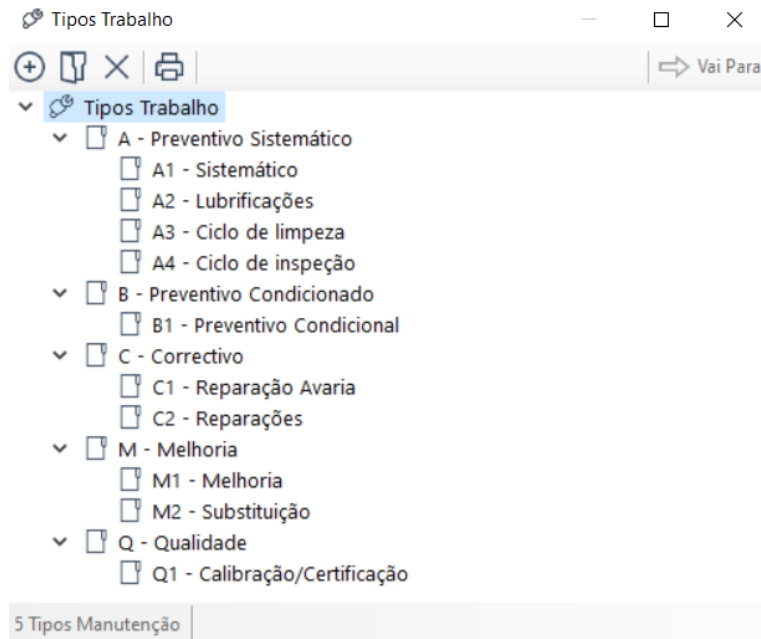


Figura 72: Criação de tipos de trabalho

Fonte: Autoria própria, 2022

Para a criação do plano de manutenção é necessário seleccionar o equipamento, clicar com o botão direito e ir até o botão “Planos de manutenção”. Depois, devem ser preenchidas algumas informações referentes a execução da manutenção como por exemplo: tipo do trabalho, a descrição da atividade, previsão de horas para realização, periodicidade em que irá acontecer, quem irá realizar o serviço, os artigos e ferramentas necessárias, entre outros. Os serviços adicionados ao plano de manutenção são os mesmos adicionados as fichas de manutenção. A exemplo a Figura 73 mostra o plano de manutenção da cobertura do edifício. Vale ressaltar que quando é seleccionado o tipo de trabalho “Corretivo” não é permitido adicionar uma periodicidade ao serviço.

Objecto	Código	Descrição	TDM (H)	Período	HH	Custo
COB-0002	A3-01	Limpeza das telhas de areias, ...	3,00	3 H / 12 M	0,00	0,00
COB-0002	A3-02	Limpeza do sistema de drena...	3,00	3 H / 12 M	0,00	0,00
COB-0002	A3-03	Limpeza superficial das telhas ...	4,00	4 H / 60 M	0,00	0,00
COB-0002	A4-01	Inspeção do estado das telha...	1,00	1 H / 24 M	0,00	0,00
COB-0002	A4-02	Inspeção do sistema de drena...	1,00	1 H / 12 M	0,00	0,00
COB-0002	A4-03	Inspeção de água estagnada	1,00	1 H / 12 M	0,00	0,00
COB-0002	A4-04	Inspeção das impermeabiliza...	1,00	1 H / 12 M	0,00	0,00
COB-0002	A4-05	Inspeção da estrutura de sup...	2,00	2 H / 120 M	0,00	0,00
COB-0002	M2-01	Substituição total do sistema ...	8,00		0,00	0,00
COB-0002	M2-02	Reparação ou substituição da ...	8,00		0,00	0,00
COB-0002	M2-03	Substituição do revestimento	0,00		0,00	0,00
COB-0002	PR-01	Aplicação de proteção contra ...	4,00	4 H / 180 M	0,00	0,00

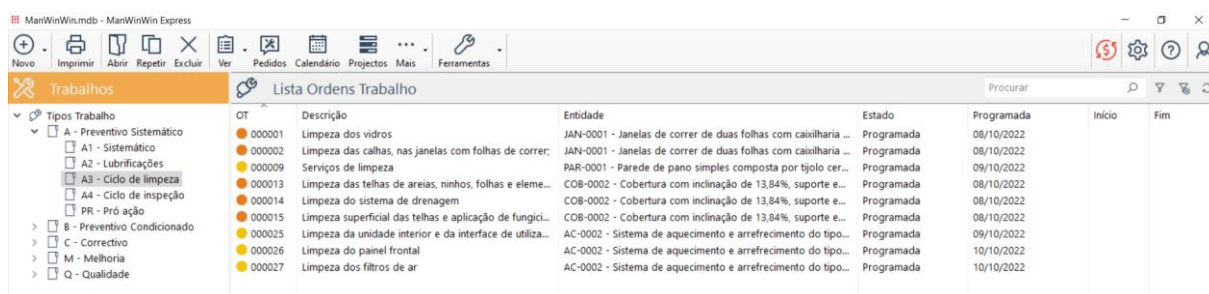
Figura 73: Criação de plano de manutenção para cobertura inclinada do edifício em estudo

Fonte: Autoria própria, 2022

Caso de estudo

O próximo passo é a criação das ordens de trabalho com base nos planos de manutenção dos elementos. Isso é feito selecionando o elemento, em seguida clicar com o botão direito e selecionar “Ordens de Trabalho”, nesta janela, no botão “+” são criadas as ordens. O primeiro botão que devemos carregar na ordem de trabalho é o “FMP” (Ficha de Manutenção Planeada), para que possamos associar as fichas previamente criadas. Feito isso, todas as informações de manutenção registradas anteriormente serão automaticamente puxadas para a ordem de serviço. Em sequência já é possível visualizar no menu “Ordens de Trabalho” todas as atividades a serem realizadas.

O programa possui um sistema de alertas sob a forma de semáforo que é atualizado dinamicamente de acordo com a data prevista para o início dos trabalhos (Figura 74). Sempre que se termina uma ordem de trabalho sistemática, a aplicação criará automaticamente a próxima etapa do plano de manutenção definido. As ordens de trabalho passam pelos seguintes estados: Programada, Em Curso, Terminada, Encerrada. Adicionalmente existe o estado Não Realizada.



OT	Descrição	Entidade	Estado	Programada	Início	Fim
000001	Limpeza dos vidros	JAN-0001 - Janelas de correr de duas folhas com caixilharia ...	Programada	08/10/2022		
000002	Limpeza das calhas, nas janelas com folhas de correr;	JAN-0001 - Janelas de correr de duas folhas com caixilharia ...	Programada	08/10/2022		
000009	Serviços de limpeza	PAR-0001 - Parede de pano simples composta por tijolo cer...	Programada	09/10/2022		
000013	Limpeza das telhas de areias, ninhos, folhas e eleme...	COB-0002 - Cobertura com inclinação de 13,84%, suporte e...	Programada	08/10/2022		
000014	Limpeza do sistema de drenagem	COB-0002 - Cobertura com inclinação de 13,84%, suporte e...	Programada	08/10/2022		
000015	Limpeza superficial das telhas e aplicação de fungici...	COB-0002 - Cobertura com inclinação de 13,84%, suporte e...	Programada	08/10/2022		
000025	Limpeza da unidade interior e da interface de utiliza...	AC-0002 - Sistema de aquecimento e arrefecimento do tipo...	Programada	09/10/2022		
000026	Limpeza do painel frontal	AC-0002 - Sistema de aquecimento e arrefecimento do tipo...	Programada	10/10/2022		
000027	Limpeza dos filtros de ar	AC-0002 - Sistema de aquecimento e arrefecimento do tipo...	Programada	10/10/2022		

Figura 74: Lista de ordens de trabalho para o ciclo de limpeza

Fonte: Autoria própria, 2022

Outra forma de visualizar as ordens de trabalho é através do calendário (Figura 75), este recurso permite a visualização dos trabalhos e, com o recurso “*drag and drop*”, possibilita a movimentação dos trabalhos entre datas. O calendário permite visualização em vista diária, semanal ou mensal e exibe os trabalhos com simbologia relativa ao seu estado sendo a cor verde para atividades “Dentro Prazo”, amarela para “Terminar Prazo”, laranja para “Prazo Aceitável” e vermelho para “Fora Prazo”.

Caso de estudo

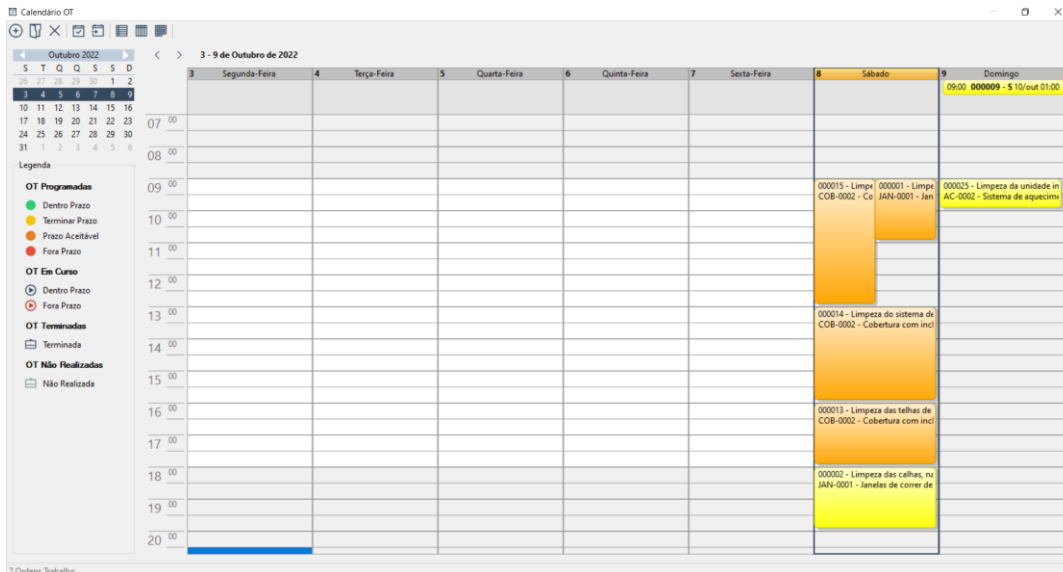


Figura 75: Calendário de ordens de trabalho

Fonte: Autoria própria, 2022

Segundo o manual disponibilizado, é possível realizar a impressão das ordens de trabalho e de relatórios de manutenção, porém as fichas demoravam muito tempo para serem visualizadas ou nem abriam. A aba para impressão destes relatórios pode ser vistas na Figura 76.

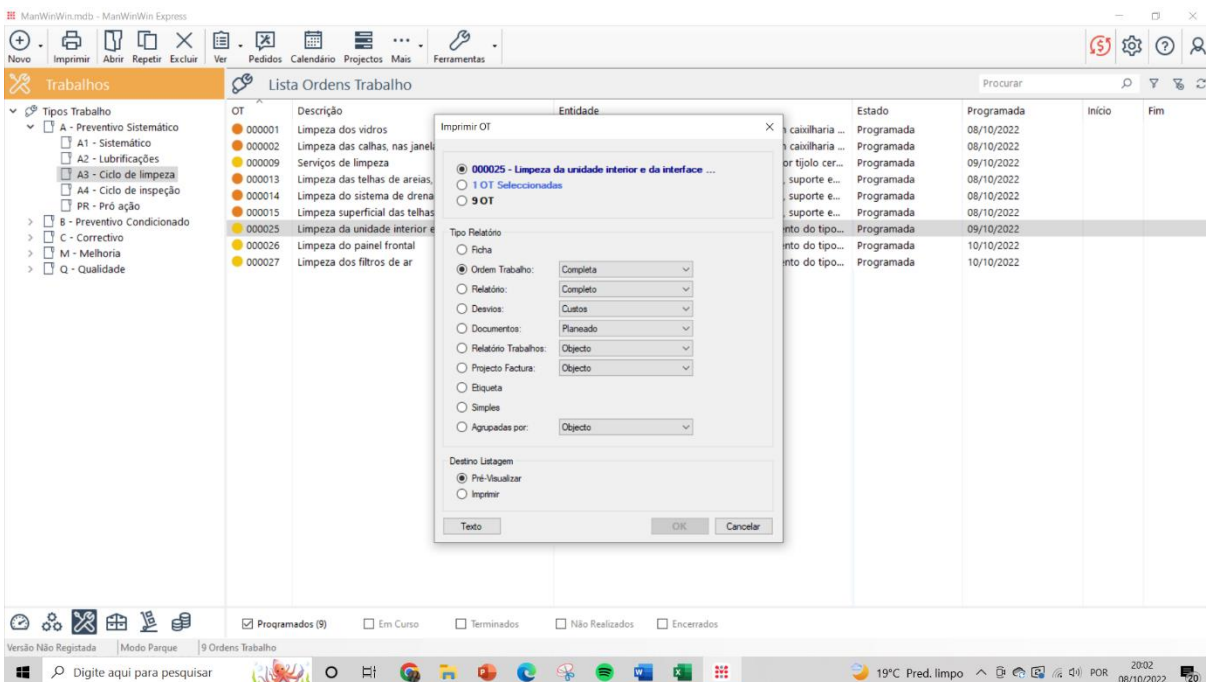


Figura 76: Impressão dos relatórios das ordens de trabalho

Fonte: Autoria própria, 2022

6. Análise de resultados

Os resultados obtidos giram em torno de formas para facilitar a gestão da manutenção de um edifício. Para alcançar os resultados, a ferramenta BIM utilizada foi o software Revit, onde foi realizada a modelagem do edifício e inserção dos parâmetros e periodicidades de manutenção encontrados em pesquisa bibliográfica. Esses dados podem ser vistos no anexo B.

Além disso, ainda utilizando o *software* Revit, foi instalado uma ferramenta de interoperabilidade, a COBie, através da qual foram geradas folhas de trabalho que contém todas as informações referentes ao projeto. Porém, devido a grande quantidade de informações essas folhas acabam sendo confusas, tornando difícil a interpretação, impossibilitando a apresentação desses dados a um cliente ou ao gestor do empreendimento. As folhas mais relevantes para a gestão da manutenção são apresentadas no Anexo C.

Para que a gestão seja facilitada foram retiradas as informações relevantes a manutenção das folhas de trabalho e a partir delas desenvolvidas fichas de manutenção que contém as operações, periodicidades, ferramentas necessárias, documentos de apoio e de quem é a responsabilidade de execução. Essas fichas podem ser anexadas aos arquivos dos elementos fonte de manutenção e consultadas antes da execução das intervenções. Desse processo foram geradas fichas para os elementos discutidos no caso de estudo. No Anexo D são apresentados exemplos de fichas de manutenção aplicáveis ao edifício em estudo.

Além das fichas, outra forma de auxílio a gestão da manutenção foi a utilização do software de gestão da manutenção, o Manwinwin, onde foram adicionadas as mesmas atividades contidas nas fichas, gerando um sistema informado e estruturado com todas as informações referentes ao edifício. A partir das periodicidades colocadas foi gerado um cronograma dentro de um calendário com as manutenções a serem realizadas. *Softwares* como o *Manwinwin* facilitam, e muito, a gestão da manutenção, porém não é ideal para o caso de

Análise de resultados

estudo, visto que são poucos elementos e atividades para controlar durante o ano, não sendo justificável o pagamento mensal de um sistema como este para gerir um edifício deste porte.

A diversidade de softwares de manutenção é um ponto extremamente positivo para os gestores, que podem escolher a melhor alternativa para aplicação no empreendimento.

As duas formas de gestão, por fichas e com o auxílio de um software, facilitam a organização do empreendimento e do gestor. A estratégia de gestão a ser aplicada dependerá da necessidade e complexidade do edifício. Ambas possuem vantagens e desvantagens em sua aplicação, como por exemplo com relação a segurança de dados, enquanto o software apresenta um sistema seguro para armazenamento dos dados, as fichas acabam por serem susceptíveis a danos e percas, tornando o armazenamento inseguro. Em contrapartida, enquanto as fichas são extremamente fáceis de utilizar, podendo ser preenchidas manualmente, os softwares podem ser complexos e exigir habilidades técnicas a seus usuários. Um resumo com as vantagens e desvantagens de cada estratégia será apresentado a seguir (Figura 77).

Vantagens e desvantagens das estratégias de manutenção		
	Vantagens	Desvantagens
Fichas de manutenção	Registro detalhado. As fichas permitem registrar informações detalhadas sobre cada elemento;	Falta de automação. Precisam ser preenchidas manualmente, o que pode ser trabalhoso e sujeito a erros;
	Facilidade de uso. São fáceis de usar e podem ser preenchidas manualmente, o que é uma vantagem para equipes que não possuem habilidades técnicas para utilizar softwares de gerenciamento de manutenção;	Dificuldade de compartilhamento. Fichas em papel podem ser difíceis de compartilhar entre equipes ou com outros departamentos;
	Melhoria da organização. Permitem manter as informações de manutenção organizadas e fáceis de encontrar;	Falta de análise de dados. Não oferecem recursos para análise de dados, o que pode dificultar a identificação de tendências e problemas comuns;
	Estabelecimento de rotinas. Permitem estabelecer uma rotina para realizar inspeções regulares e atualizar as informações de manutenção;	Acessibilidade limitada. Fichas em papel são difíceis de acessar fora do local da manutenção;
		Falta de segurança. Podem ser perdidas ou danificadas, e não oferecem segurança para os dados armazenados;
Software de gestão da manutenção	Automatização de tarefas. Pode automatizar tarefas como o agendamento de intervenções, envio de lembretes e a geração de relatórios, o que pode economizar tempo e reduzir erros;	Custo. Esse pode ser um fator condicionante para a utilização do software;
	Melhoria da comunicação. Permite que os usuários compartilhem informações, o que pode melhorar a comunicação e a colaboração entre a equipe de manutenção e outros departamentos;	Complexidade. Alguns softwares podem ser complexos e exigir habilidades técnicas para seus usuários;
	Análise de dados. Pode fornecer relatórios e recursos para análise de dados, permitindo que a equipe de manutenção identifique tendências e problemas comuns, o que pode ajudar a melhorar a eficiência e a eficácia da manutenção;	Dificuldade de adaptação. Pode ser difícil adaptar o software às necessidades específicas de cada edifício visto que a maior parte dos recursos dos softwares de gestão são voltados a equipamentos e não para elementos da construção;
	Acessibilidade. Pode ser acessado de qualquer lugar, permitindo que os usuários acessem as informações de manutenção de qualquer dispositivo conectado à internet;	Dependência da tecnologia. Dependência de conexão à internet e de equipamentos compatíveis, o que pode ser um problema em caso de falha no sistema.
	Segurança. Oferece segurança para os dados armazenados, protegendo-os de perda ou danos.	

Figura 77: Vantagens e desvantagens das estratégias de manutenção

Fonte: Autoria própria, 2022

Análise de resultados

Pode-se notar que qualquer uma das estratégias terá vantagens e desvantagens, portanto é necessário que seja analisado qual o tipo de estratégia mais adequada para cada empreendimento. Para o caso de estudo, a melhor opção seria o controle por fichas de manutenção visto que as intervenções e elementos são facilmente gerenciados por elas, sem a necessidade de investimento em software para sua gestão.

7. Conclusões

7.1 Considerações finais

A implementação de planos de manutenção em edifícios é uma das medidas essenciais para a manutenção do património edificado, a qual deve ser de preocupação dos vários intervenientes no processo construtivo (fase de estudo, projeto e utilização). Porém, essas medidas geralmente não são adotadas. Neste contexto, a metodologia BIM associada a gestão da manutenção ainda é uma prática pouco utilizada.

O presente trabalho teve como objetivo geral identificar e avaliar recursos que permitam a utilização da metodologia BIM na gestão da operação e manutenção de edifícios. Para alcançar este objetivo, todos os objetivos específicos elaborados na metodologia do trabalho foram atendidos.

Dos objetivos, a revisão bibliográfica sobre BIM e a aplicação na manutenção de edifícios, foram desenvolvidas nos capítulos dois, três e quatro. Os demais objetivos sobre modelação, utilização dos sistemas de classificação, utilização do add-in COBie, softwares CMMS e fichas de manutenção, foram cumpridos através do estudo de caso apresentado.

O incentivo ao desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao comportamento a longo prazo e de vida útil dos diversos materiais da construção civil é de extrema importância, em especial para questões de segurança e confiabilidade de dados além de questões de sustentabilidade. Sendo esta uma das dificuldades detectadas na elaboração do trabalho: encontrar valores coerentes de ciclos de inspeção, limpeza e de vida útil para adicionar aos parâmetros dos elementos. Além disso e como forma de incentivo a manutenção preventiva, é válido o desenvolvimento de estudos com relação a comparativos de custos relacionados a

Conclusões

manutenção preventiva versus manutenção corretiva, que comprovem as vantagens financeiras da manutenção preventiva.

A metodologia BIM para gestão da manutenção, apesar de desenvolvida, ainda precisa de estudos e, principalmente, de maior incentivo para que seja realmente consolidada nesse tipo de aplicação, e cabe aos intervenientes (gestores, proprietários, engenheiros, arquitetos, fabricantes) a busca por conhecimento e divulgação dessa tecnologia.

Os softwares de manutenção, em geral, apresentam interface amigável e de fácil aplicação, entretanto boa parte deles não priorizam a manutenção de edifícios, tendo maior enfoque a manutenção de fábricas e equipamentos.

Dado o exposto, essa dissertação é válida para a continuidade do estudo sobre BIM aplicado a manutenção de edifícios.

7.2 Desenvolvimentos futuros

Por fim, são apresentadas sugestões para trabalhos futuros relacionados com o tema:

- Elaboração do manual completo, com recomendações para a fase de utilização da construção a partir das informações geradas neste trabalho;
- Aplicação de novos *softwares* que sejam capazes de ler as informações contidas na COBie e a partir disso gerar fichas ou controles de manutenção;
- Análise de aplicabilidade da gestão com base nos custos do gerenciamento a partir das informações desta Dissertação;
- Estudo comparativo de custos para uma gestão feita apenas com manutenções corretivas e outra com manutenções preventivas/planeadas;
- Análise de mercado sobre a procura por cada uma das estratégias de manutenção.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2011a). **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 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2012). **NBR 5674: Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2022). **NBR 15965-1: Sistemas de classificação da informação da construção. Parte 5: Resultados da Construção.** Rio de Janeiro.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2011b) **NBR 15965-1: Sistemas de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura.** Rio de Janeiro.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2013a), **NBR 15575-1: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2013b) **NBR 15575-2: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.** Rio de Janeiro.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2013c) **NBR 15575-3: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos.** Rio de Janeiro.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2013d). **NBR 15575-4 - Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas.** Rio de Janeiro.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2013e). **NBR 15575-5 - Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 5: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas.** Rio de Janeiro.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2013f) **NBR 15575-6 - Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 6: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.** Rio de Janeiro.

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2020). **NBR ISSO 41001:2020 Facility Management - Sistemas de Gestão - Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro.

ALMEIDA, M. (2008). **Manutenção preditiva: benefícios e lucratividade**. Material de aula do autor como professor na Escola Federal de Engenharia de Itajubá - Minas Gerais.

ALVES, A., RODRIGUES, F., VICENTE, R., COSTA, A., & GUEDES, M. (2022). **BIM-FM na manutenção do parque de habitação social**. XV Safety, Health and Environment World Congress, 2015. Disponível em: <https://copec.eu/congresses/shewc2015/proc/works/38.pdf>. Acesso em: 4 de agosto de 2022.

ARCHIBUS. (2022) **Archibus**. Disponível em: <https://archibus.com/>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

AUTODESK. (2022a). **Quais São os Benefícios da BIM**. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/bim/benefits-of-bim> Acesso em 5 de abril de 2022.

AUTODESK. (2022b). **Sobre os relacionamentos da modelagem paramétrica**. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2022/PTB/Revit-GetStarted/files/GUID-71F2C8EE-2A90-4076-A6C7-702082566DDF-htm.html>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

AUTODESK. (2022c). **Autodesk Cobie Extension for Revit**. Disponível em: <https://interoperability.autodesk.com/cobieextensionrevit.php>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

AVANTI. **Manual de instalação e manutenção de elevador de serviço**. 2019.

BARROS, P. (2008). **Processos de manutenção técnica de edifícios - plano de manutenção**. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto. Porto.

BIBLUS. (2020). **Model View Definition (MVS) e intercâmbio de dados BIM**. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/model-view-definition-mvs-e-intercambio-de-dados-bim/> Acesso em 4 de julho de 2022.

BIBLUS. (2021a). **BIM 8D: o que é e quais seus benefícios?** Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/bim-8d-o-que-e-e-quais-seus-beneficios/>. Acesso em: 04 de junho de 2022.

BIBLUS. (2021b). **Construção industrializada: conheça o BIM 9D**. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/lean-construction-conheca-o-bim-9d/>. Acesso em: 15 de setembro de 2022.

Referências

BIBLUS. (2021c). **O que é um modelo IFC? Que relação tem entre BIM e IFC?** Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/o-que-e-um-modelo-ifc-que-relacao-tem-entre-bim-e-ifc/> Acesso em 16 de julho de 2022.

BIBLUS. (2021d). **Level BIM: nível de maturidade de 0 a 3.** Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/level-bim-nivel-de-maturidade-de-0-a-3/>. Acesso em 16 de julho 2022.

BIBLUS. (2022) **Construção industrializada: conheça o BIM 10D.** Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/construcao-industrializada-conheca-o-bim-10d/>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

BIMDICTIONARY. (2021a). **Building Information Modelling (BIM).** Disponível em: <https://bimdictionary.com/en/building-information-modelling/2>. Acesso em 13 de maio de 2022.

BIMDICTIONARY. (2022b). **Building Information Modelling (BIM).** Disponível em: <https://bimdictionary.com/en/information-delivery-manual/1>. Acesso em 18 de maio de 2022.

BIMFORUM. (2021). **Level of Development Specification.** Disponível em: [https://bimforum.org/resource/%EF%BF%BC%EF%BF%BClevel-of-development-specification/#:~:text=The%20Level%20of%20Development%20\(LOD,the%20design%20and%20construction%20process](https://bimforum.org/resource/%EF%BF%BC%EF%BF%BClevel-of-development-specification/#:~:text=The%20Level%20of%20Development%20(LOD,the%20design%20and%20construction%20process). Acesso em: 8 de setembro de 2022.

CAMPESTRINI, T., GARRIDO, C., SCHEER, S., & FREITAS, M. (2015). **Entendendo BIM.** 1ª Edição Versão 1.9. Curitiba.

CAPTERRA. (2022a). **UpKeep.** Disponível em: <https://www.capterra.com.br/software/145635/upkeep>. Acesso em 10 de setembro de 2022

CAPTERRA. **Keepfy.** (2022b). Disponível em: <https://www.capterra.com.br/software/1026841/keepfy>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

CAPTERRA. **Manwinwin.** (2022c). Disponível em: <https://www.capterra.com.br/software/109248/manwinwin>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

CARVALHO, A. (2019). **Gestão da manutenção de edifícios.** Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. (2014). **Guia nacional para elaboração do manual de uso, operação e manutenção das edificações.** Brasília.

Referências

- CHAVES, H. (2020). **O que é o formato IFC e como ele funciona?** Disponível em: <https://neoipsum.com.br/o-que-e-ifc-e-como-ele-funciona/>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.
- COELHO, E. (2017). **Estabelecimento de objetos paramétricos em BIM de pavimentos aplicados em edifícios Engenharia Civil**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto Técnico de Lisboa.
- DAIKIN. (2019). **Manual de operações: Ar condicionado de sala Daikin**.
- EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R., & LISTON, K. (2011). **BIM Handbook, a Guide to Building Information Modelling** 2nd ed.
- EUROPEAN STANDARD. (2006). **EN 15221-1 Facility Management – Part 1: Terms and definitions**.
- EUROPEAN STANDARD. (2007). **EN 13306 Terminologia da manutenção**.
- EXPERTSERVICE. (2022). **Gestão de Facility**. Disponível em: <https://www.exPERTSERVICE.com.br/gestao-de-facility>. Acesso em 2 de julho de 2022.
- FAMÍLIA BIM. (2022). **Família BIM**. Disponível em: <https://www.familiabim.com.br/>. Acesso em 10 de setembro de 2022.
- FERREIRA, R. (2009). **METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS – REVESTIMENTO DE PAVIMENTOS INTERIORES CERÂMICOS**. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto.
- FLORES, I., MORGADO, J., & BRITO, J. **Planos de Manutenção Pró-activa da Envolvente de Edifícios**. (2015). Artigo publicado no XIII Congresso Latinoamericano de Patología de la Construcción / XV Congreso de Control de Calidad en la Construcción (CONPAT 2015) em Lisboa.
- GAMBOA, M. (2015). **Contribuição para o desenvolvimento de uma norma BIM nacional**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto Superior Técnico de Lisboa. Lisboa.
- GOEDERT, J., & MEADATI, P. (2008). **Integrating Construction Process Documentation into Building Information Modeling**.
- GONÇALVES, F. (2018). **BIM: tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber>. Acesso em: 12 de setembro de 2022.

Referências

GOOGLE MAPS. (2022). **Google maps**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

HORMIGO, J. (2018). **Exploração e Manutenção de Edifícios**. Elementos de estudo da unidade curricular do curso de mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

IFCWIKI. (2008). **Information Delivery Manual (IDM)**. Disponível em: <https://www.ifcwiki.org/index.php/IDM>. Acesso em 26 de junho de 2022.

IPQ - Instituto Português da Qualidade. (2007). **Terminologia da manutenção NP 13306: 2007**.

ISO - International Organization for Standardization. (2010). **ISO 29481-1:2010: Building information models - Information delivery manual - Part 1: Methodology and format**. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/60553.html>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

ISO - International Organization for Standardization. (2012). **ISO 29481-2:2012 Building information models - Information delivery manual - Part 2: Interaction framework**. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/55691.html>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

ISO - International Organization for Standardization. (2013). **ISO 16739:2013: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries**. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/51622.html>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

ISO - International Organization for Standardization. (2015). **ISO 12006-2:2015 Building construction — Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification**. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/61753.html>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

ISO - International Organization for Standardization. (2016). **ISO 29481-1:2016: Building information models - Information delivery manual - Part 1: Methodology and format**. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/60553.html>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

ISO - International Organization for Standardization. (2022). **ISO 12006-3:2022 Building construction — Organization of information about construction works — Part 3: Framework for object-oriented information**. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/38706.html>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

Referências

ISOESTE. (2023a). **Telha metálica trapezoidal TP40**. Disponível em: <https://www.isoestemetalica.com.br/wp-content/uploads/2021/01/Tabela-Tecnica-Telha-TP40-1.pdf>. Acesso em 08 de janeiro de 2023.

ISOESTE. (2023b). **Telhas térmicas Isotelha Trapezoidal**. Disponível em: https://kingspan-isoeste.com.br/lp-ligacao-60-min-longa/?gclid=CjwKCAiA8OmdBhAgEiwAShr400PJ1871TuijF1BqMefu4p2r8t6uB9owxZp69XxdFIMF_isKQ_CqlhoCMJQQA_vD_BwE. Acesso em 08 de janeiro de 2023.

JESUS, S. (2010). **Análise e Alinhamento de Tecnologias de Construção**. Dissertação de mestrado apresentada a Universidade do Minho.

KEEPFY. (2022). **Keepfy**. Disponível em: <https://keepfy.com/>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

LEIS MUNICIPAIS. (2019). **Lei complementar Nº 104/2019**. Código de Obras do município de Chopinzinho. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/codigo-de-obras-chopinzinho-pr>.

LEITE, C. (2009). **Estrutura de um plano de manutenção de edifícios habitacionais**. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto.

MADUREIRA, S., FLORES-COLEN, I., BRITO, J., PEREIRA, C. (2017). **Maintenance planning of facades in current buildings**. Construction and Building Material, vol. 147.

MANWINWIN. **Manwinwin**. (2022). Disponível em: <https://www.manwinwin.com/pt/>. Acesso em 10 de setembro de 2022

MOBLEY, R., HIGGINS, L., & WIKOFF, D. (2008) **MAINTENANCE ENGINEERING HANDBOOK**.

MONTEIRO, A., MEDA, P., & MARTINS, J. (2014). **Automation in Construction**. Dissertação apresentada a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

MORGADO, J. (2012). **Plano de inspeção e manutenção de coberturas de edifícios correntes**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

MOTA, P. (2010). **Gestão de habitação social - Proposta de um manual de serviço das zonas comuns**. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto.

NBS. (2018). **BIM Levels explained**. Disponível em: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>. 14 de agosto de 2022.

Referências

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

NEOIPSUM. (2022). **O que é LOD, para que serve e como funciona?** Disponível em: <https://neoipsum.com.br/o-que-e-lod/> Acesso em 07/01/2023.

OLIVEIRA, M. & CARDOSO, I. (2009). **Simplificando o gerenciamento da manutenção usando o MMS.** M&Q - Revista Manutenção e Qualidade. Rio de Janeiro, Ed. 78.

OLIVEIRA, M. (2017). **Sistema de gestão da manutenção baseada no grau de maturidade da organização no âmbito da manutenção.** Tese de doutoramento apresentada a Universidade do Minho.

OLIVEIRA, G. (2020) **Classificação da informação da construção em BIM: panorama e normalização.** Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo.

PINHEIRO, I. (2016). **Aplicação da tecnologia BIM na gestão de facilidades.** Monografia apresentada ao Curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal da Bahia.

PINTO, G. (2010). **A Gestão de Serviços de Manutenção em Edifício de Serviços.** Dissertação de mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

PONTES, J. (2016). **Modelo de Maturidade BIM para a Indústria Nacional.** Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto Superior Técnico de Lisboa. Lisboa.

RODAS, I. (2015). **Aplicação da metodologia BIM na gestão de edifícios.** Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto.

SANTO, K. (2017). **Gestão da Manutenção de Edificações com o BIM. Enfoque nas manifestações patológicas de elemento de construção.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo.

SILVA, A., & BRITO, J. (2021). **Service life of building envelopes: A critical literature review.** Building Engineering, vol 44. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710221005040>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

SOARES, J. (2013). **A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático.** Relatório de Estágio para obtenção de Grau de Mestre apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto.

SOUSA, A. (2016). **Aplicação da metodologia BIM-FM a um caso prático.** Relatório de Estágio para obtenção de Grau de Mestre apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto.

Referências

SUCCAR, B. (2009). **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders.** Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580508001568>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

TECHTUDO. (2022). **O que é API e para que serve.** Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/listas/2020/06/o-que-e-api-e-para-que-serve-cinco-perguntas-e-respostas.ghml>. Acesso em 15 de janeiro de 2023

TORRES, J. (2009). **Manutenção técnica de edifícios - Vãos exteriores portas e janelas.** Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto.

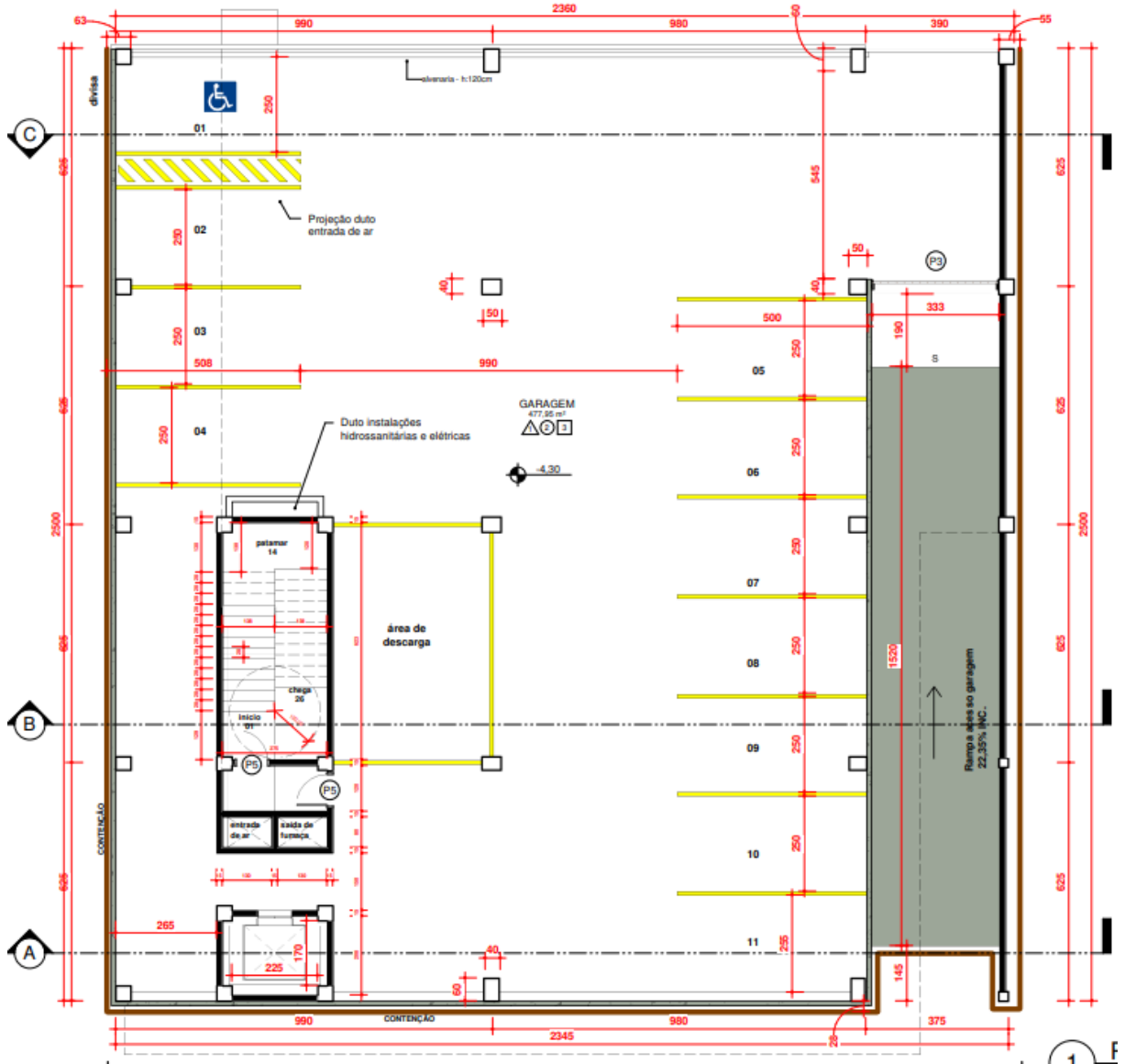
UPKEEP. (2022). **Upkeep.** Disponível em: <https://www.upkeep.com/>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

UTILIZANDO BIM. (2019a). **Conheça os níveis de maturidade BIM.** Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/niveis-de-maturidade-bim/>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

UTILIZANDOBIM. (2019b). **O que é LOD em um projeto BIM?** Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/o-que-e-lod-bim/>. Acesso em 26 de junho de 2022.

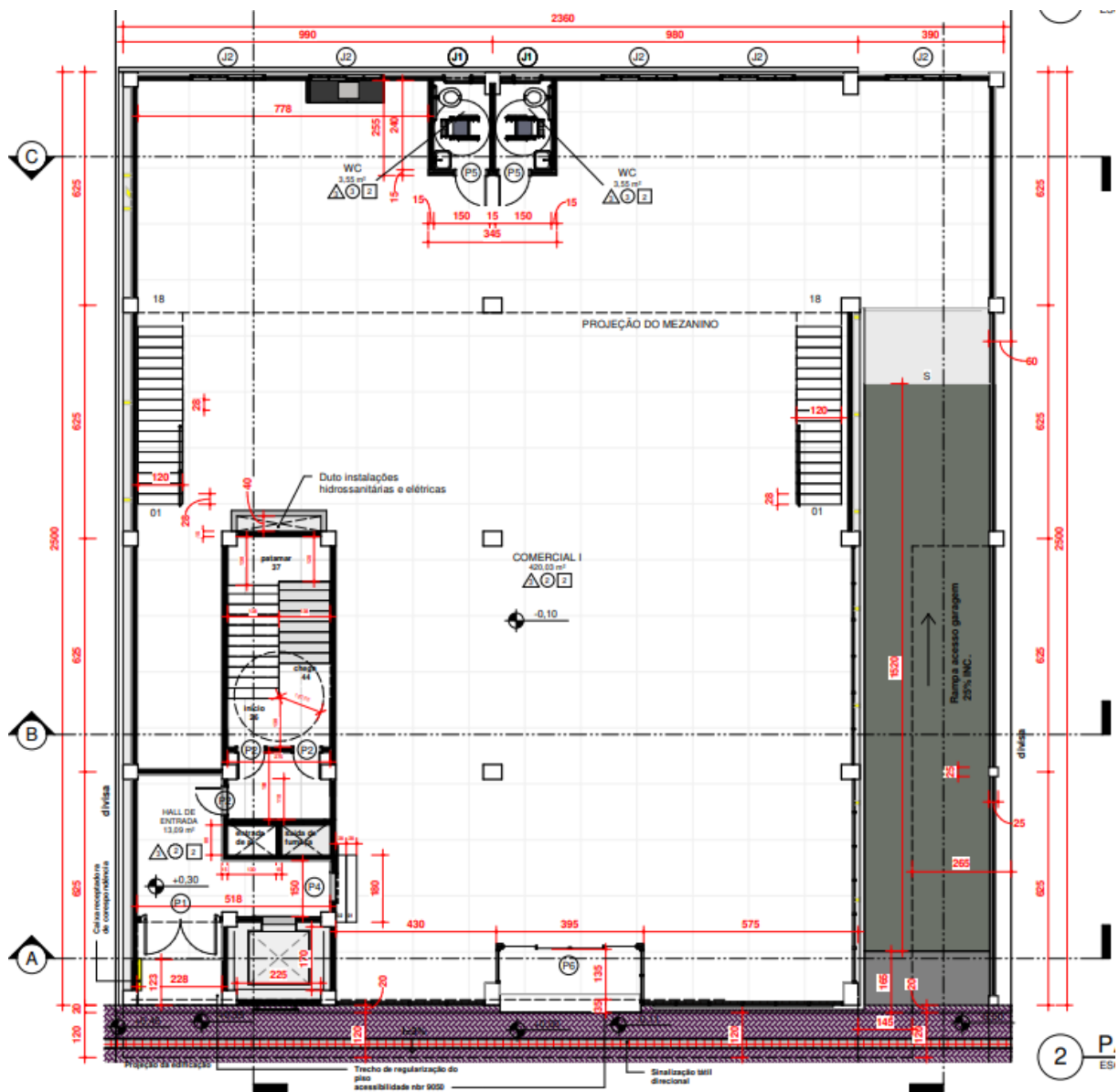
ANEXO A – DESENHOS DO PROJETO

A.1 – Planta baixa em Revit do pavimento subsolo



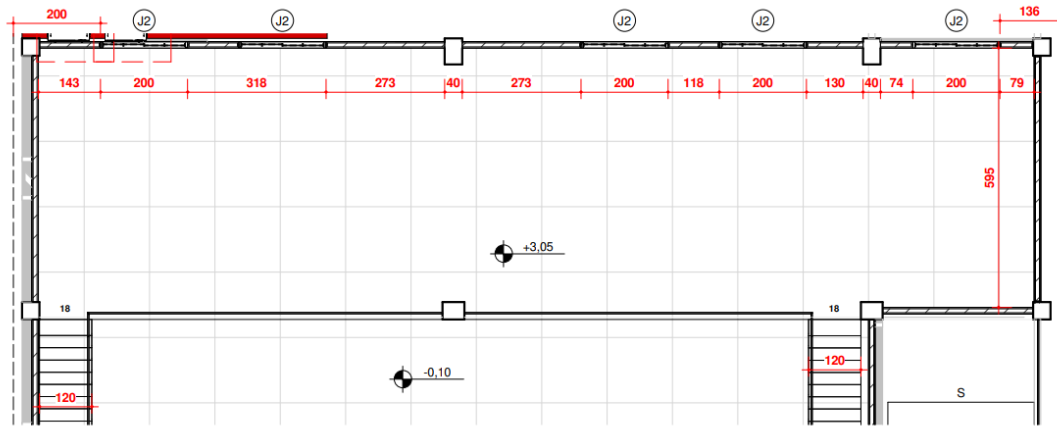
ANEXO A

A.2 – Planta baixa em Revit do pavimento térreo

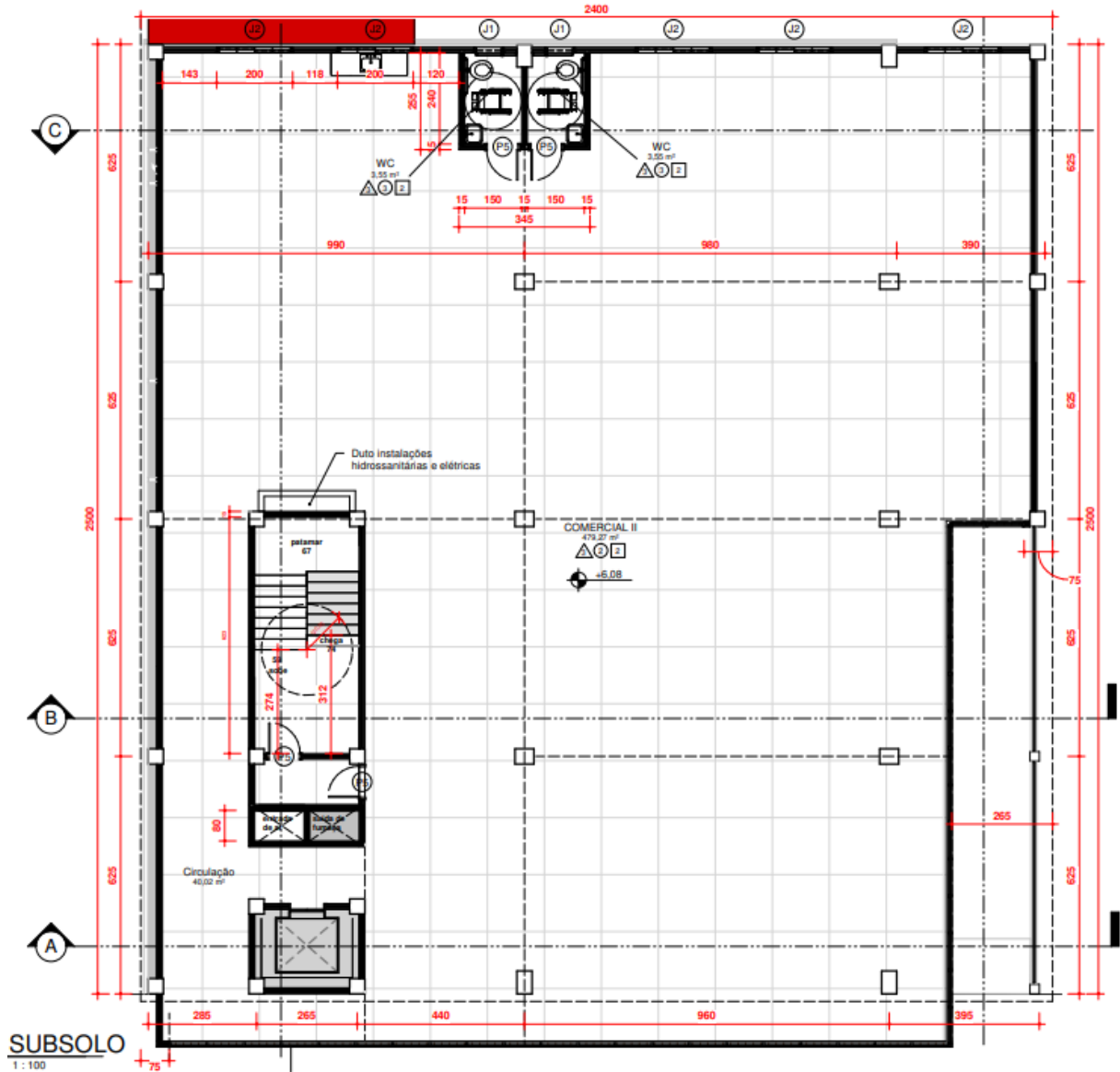


ANEXO A

A.3 – Planta baixa em Revit do pavimento mezanino

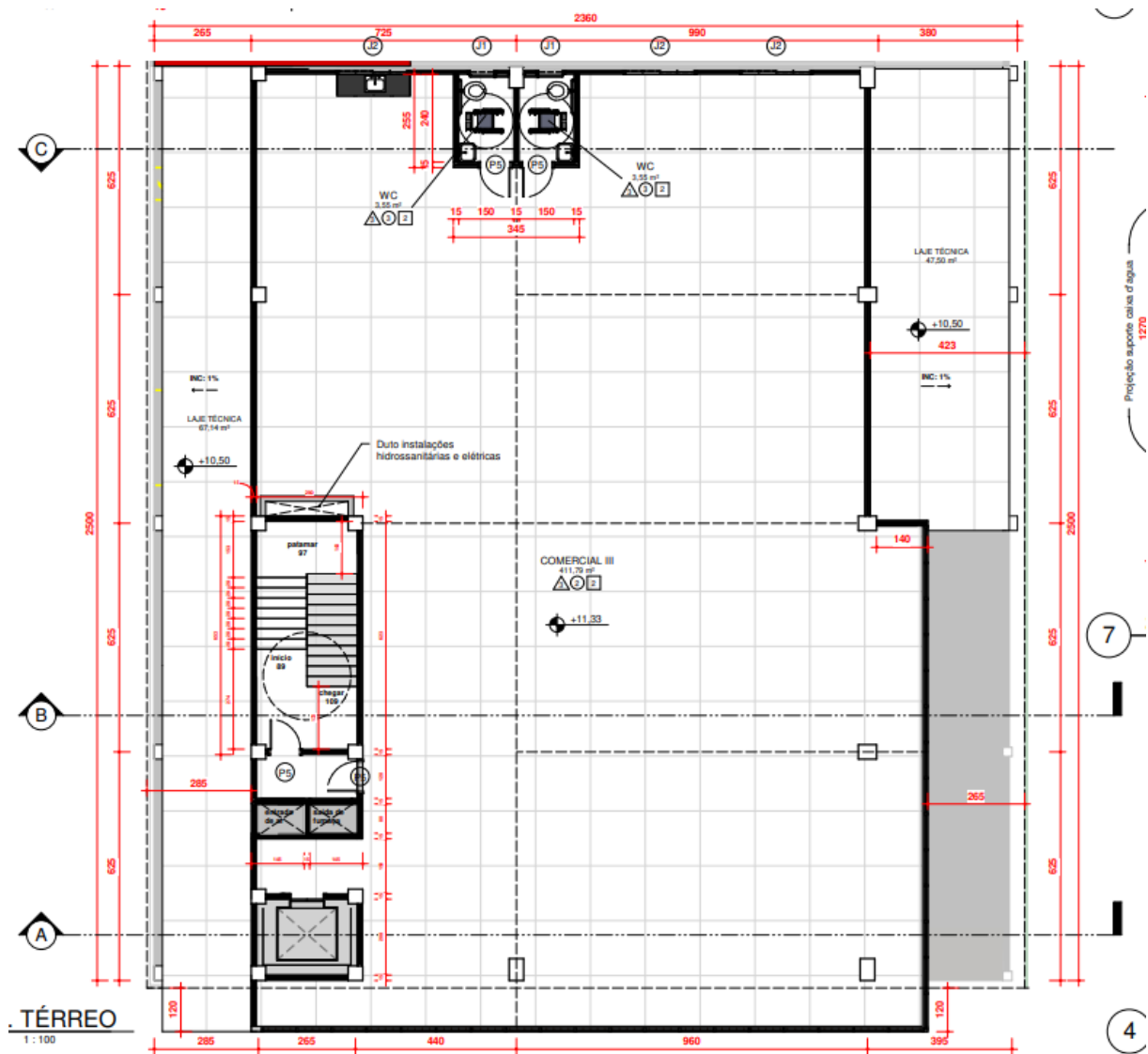


A.4 – Planta baixa em Revit do primeiro pavimento



ANEXO A

A.5 – Planta baixa em Revit do segundo pavimento



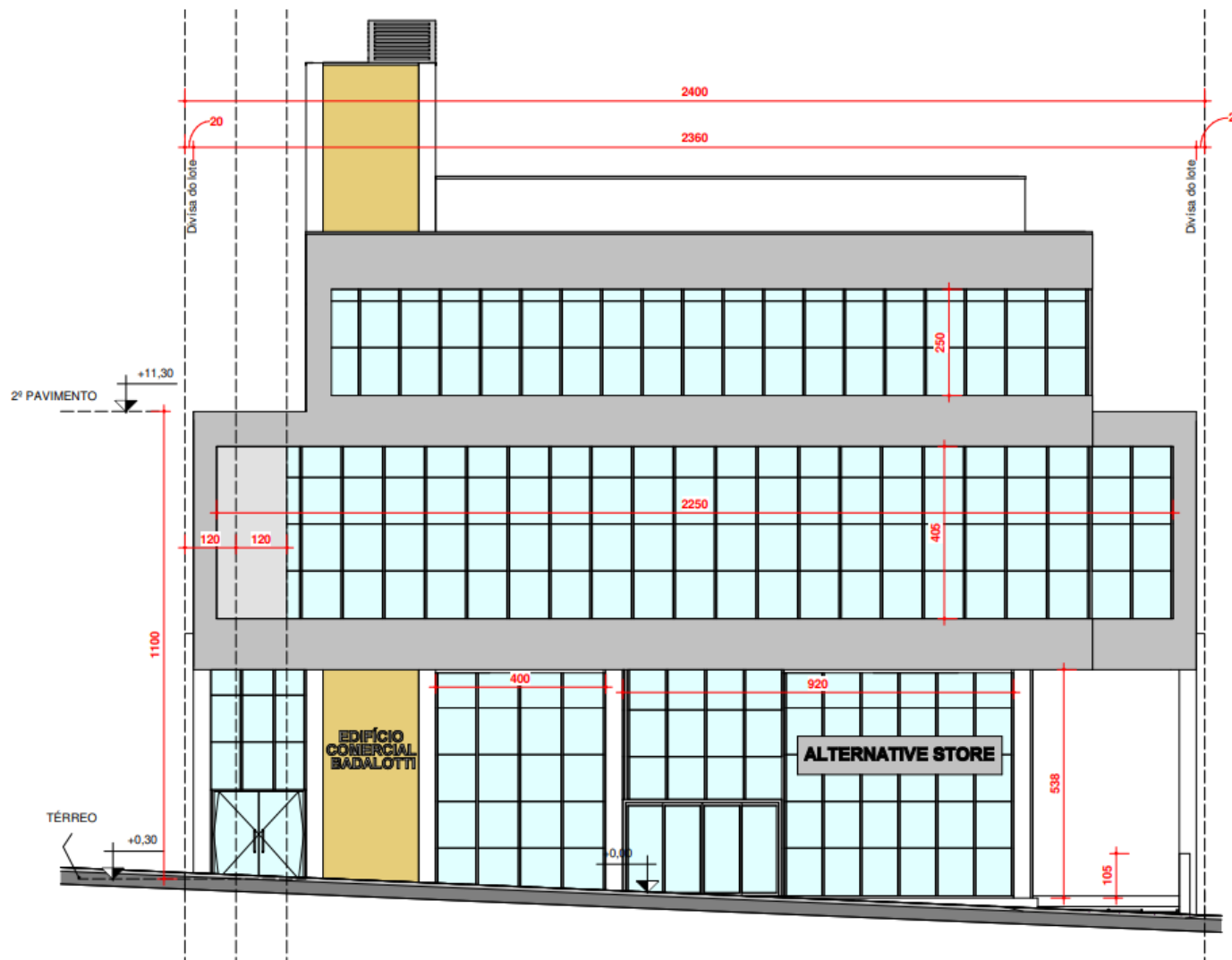
ANEXO A

A.6 – Planta baixa com áreas dos quatro pavimentos



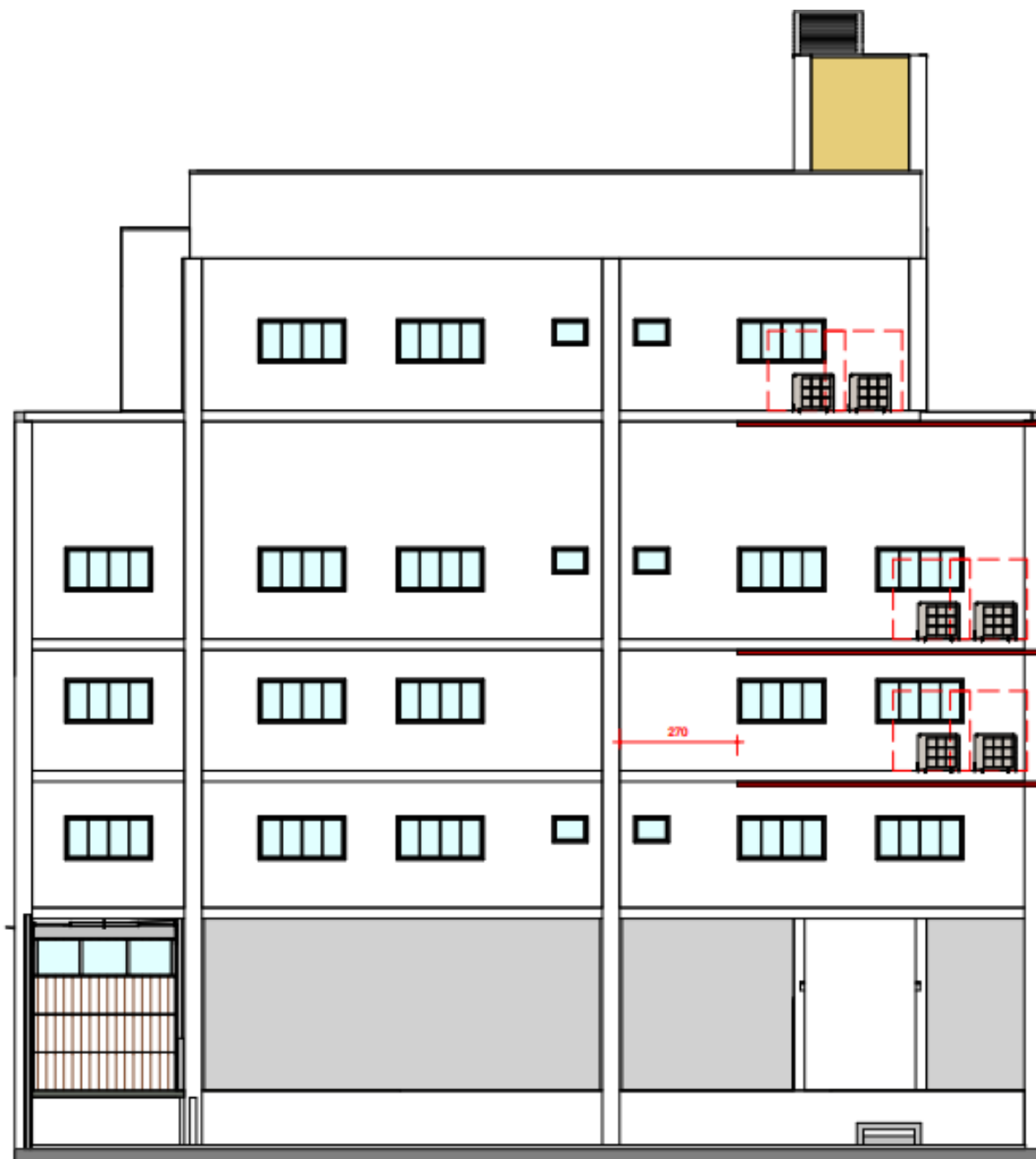
ANEXO A

A.7 – Vista frontal do modelo do edifício em Revit



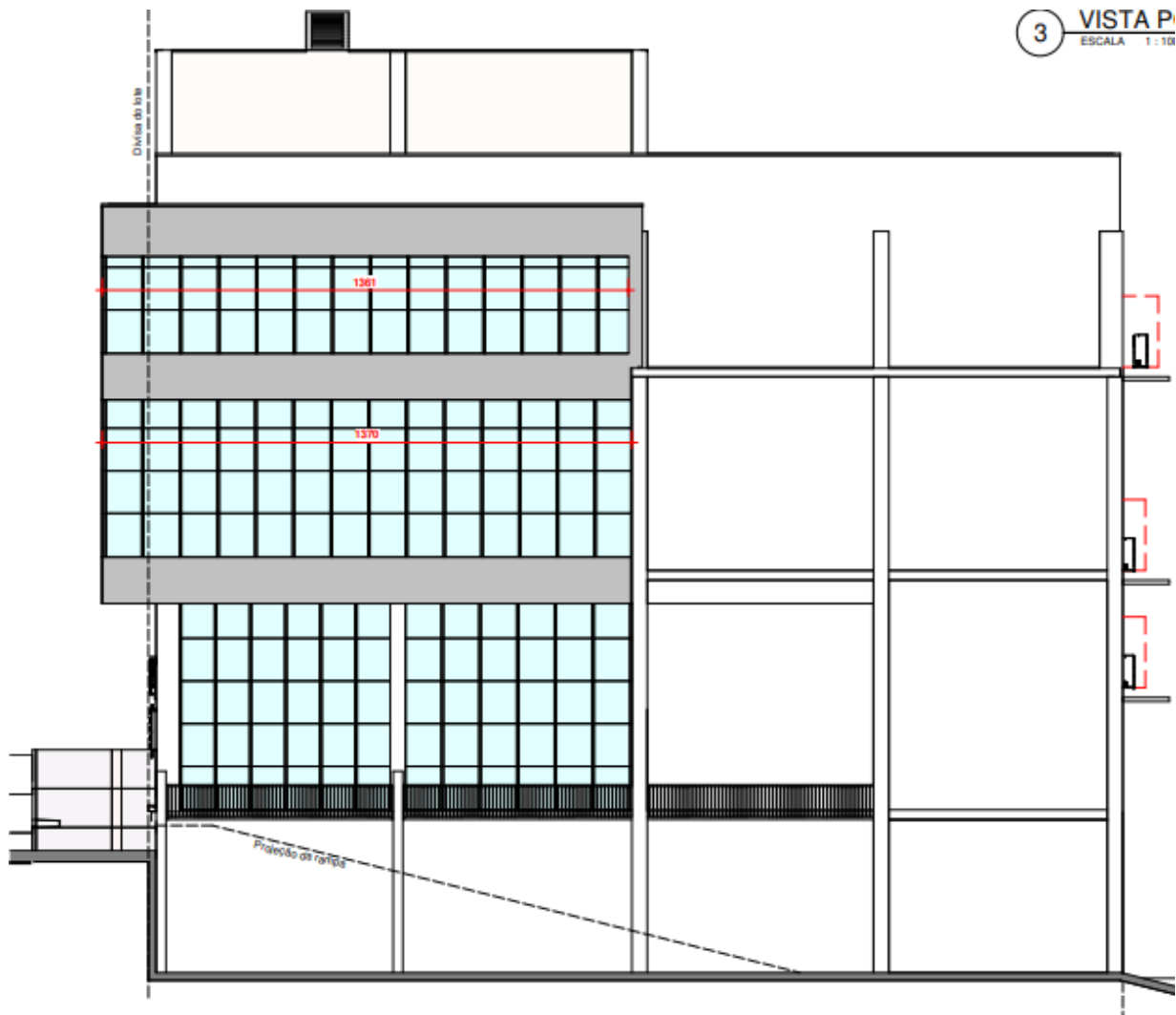
ANEXO A

A.8 – Vista posterior do modelo do edifício em Revit



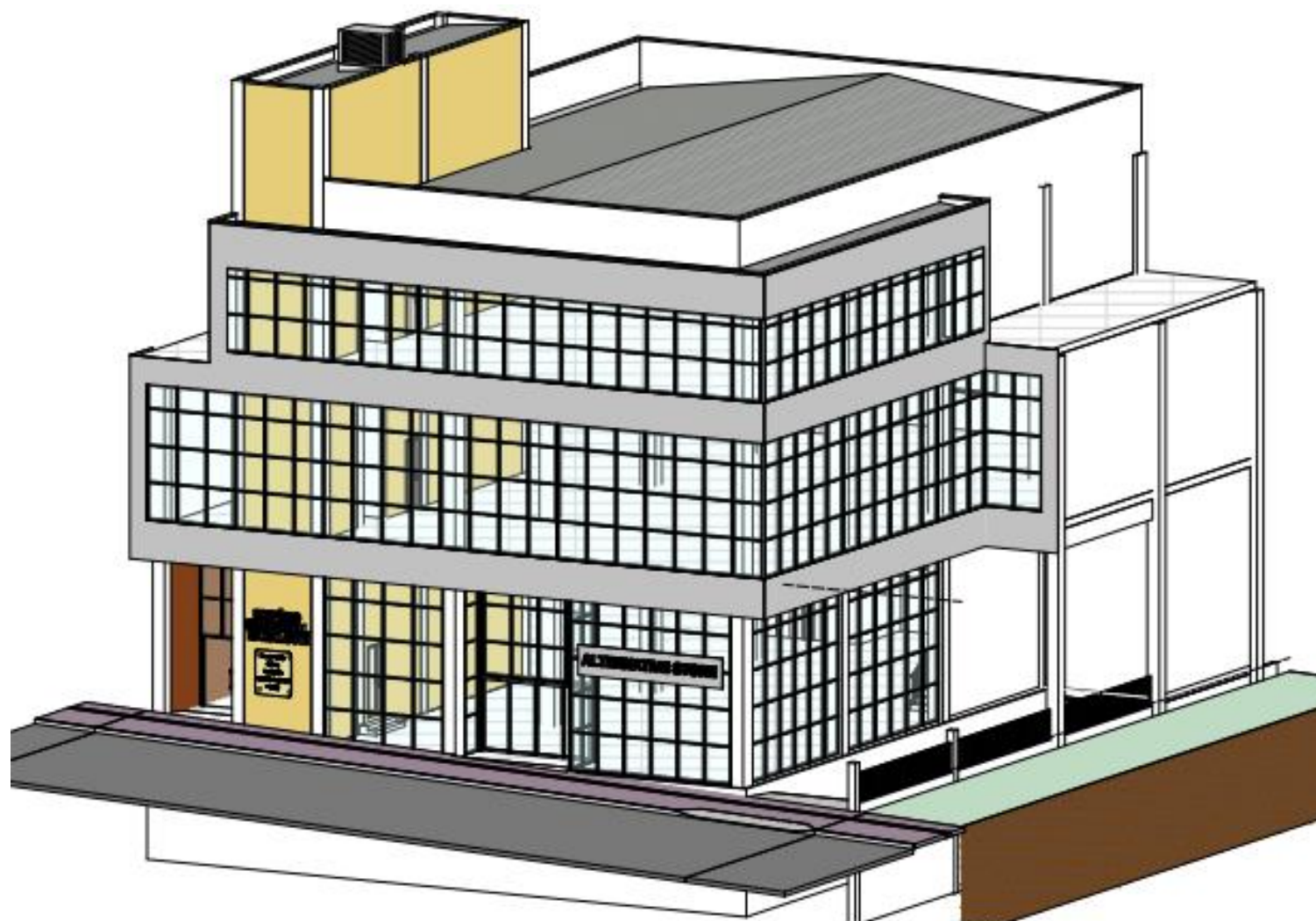
ANEXO A

A.9 – Vista lateral direita do modelo do edifício em Revit



ANEXO A

A.10 – Maquete eletrônica do edifício em Revit



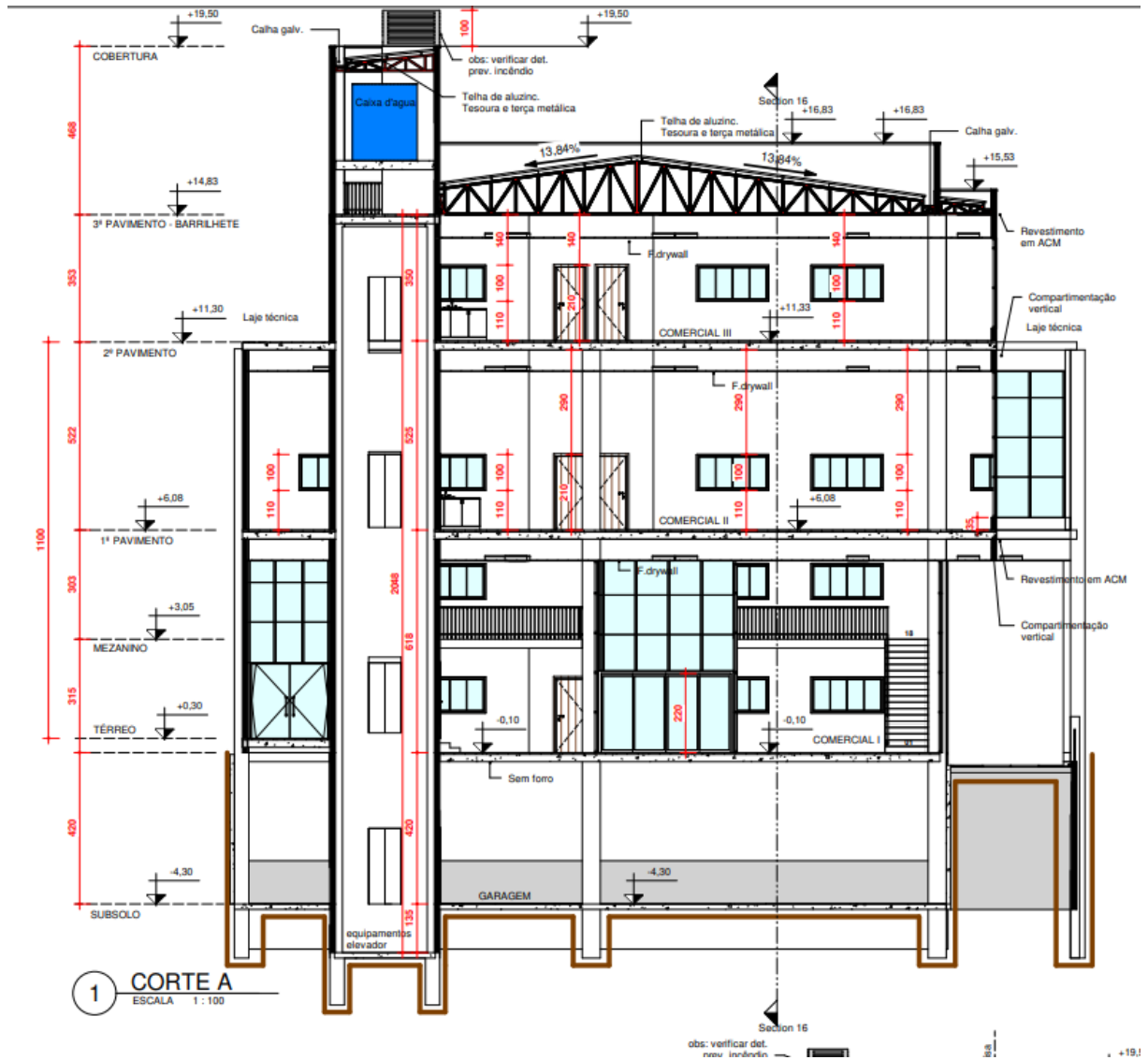
ANEXO A

A.11 Perspectivas renderizadas do edifício



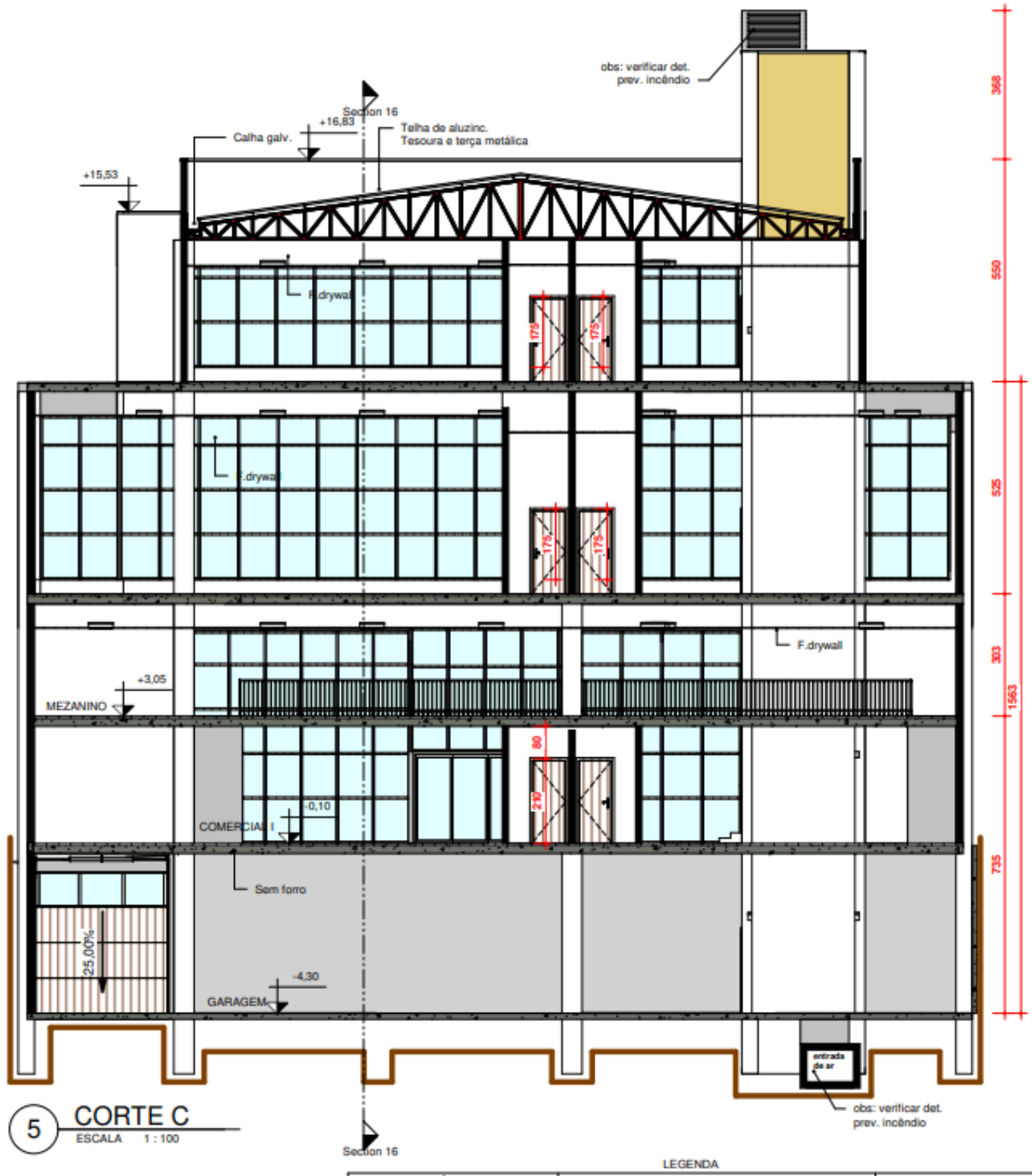
ANEXO A

A.12 Corte A



ANEXO A

A.14 Corte C



ANEXO B – ANÁLISE COMPARATIVA DOS PARÂMETROS DE MANUTENÇÃO E CRITÉRIO DE SELEÇÃO

B.1 Tabela comparativa das fontes referentes ao ciclo de inspeção

Elemento	Ciclo de Inspeção			Fonte escolhida - justificativa
	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	
Porta - Alumínio	1 Ano (TORRES, 2009)	1 Ano (ABNT, 2012)	1 Ano (MOTA, 2010)	Fonte 2- Dados iguais e estudo mais recente
Janela - Alumínio	1 Ano (TORRES, 2009)	1 Ano (ABNT, 2012)	1 Ano (MOTA, 2010)	Fonte 2- Dados iguais e estudo mais recente
Porta - Madeira	1 Ano (TORRES, 2009)	1 Ano (ABNT, 2012)	-	Fonte 2 - Dados iguais e estudo mais recente
Parede revestida com Pintura	10 Anos (SILVA, 2021)	1 Ano (ABNT, 2012)	3 Anos (MOTA, 2010)	Fonte 1 - Estudo mais recente
Cobertura Inclinada - Telha metálica	2 Anos (BARROS, 2008)	1 Ano (ABNT, 2012)	1 Ano (LEITE, 2009)	Fonte 2 - Estudo mais recente
Ar condicionado (AVAC)	1 Ano (DAIKIN, 2019)	1 ano (DAIKIN, 2019)	-	Fonte 1 - Fonte mais confiável
Elevador	1 Ano (AVANTI, 2019)	-	-	Fonte 1

B.2 Tabela comparativa das fontes referentes ao ciclo de limpeza

Elemento	Ciclo de Limpeza			Fonte escolhida - justificativa
	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	
Porta - Alumínio	Quando necessário (TORRES, 2009)	3 Meses (ABNT, 2012)	3 meses (MOTA, 2010)	Fonte 2- Dados iguais e estudo mais recente
Janela - Alumínio	Quando necessário (TORRES, 2009)	3 Meses (ABNT, 2012)	3 meses (MOTA, 2010)	Fonte 2- Dados iguais e estudo mais recente
Porta - Madeira	Quando necessário (TORRES, 2009)	-	-	Fonte 1
Parede revestida com Pintura	1 Ano (MOTA, 2010)	3 Anos (ABNT, 2012)	1 Ano (LEITE, 2009)	Fonte 2 - Estudo mais recente
Cobertura Inclinada - Telha metálica	1 Ano (TORRES, 2009)	1 Ano (ABNT, 2012)	1 Ano (MOTA, 2010)	Fonte 2- Dados iguais e estudo mais recente
Ar condicionado (AVAC)	3 Meses (DAIKIN, 2019)	1 semana (DAIKIN, 2019)	-	Fonte 1 - Dados iguais
Elevador	6 Meses (AVANTI, 2019)	-	-	Fonte 1

B.3 Tabela comparativa das fontes referentes ao ciclo manutenção pró-ativa

Elemento	Ciclo de Manutenção Pró-Ativa			Fonte escolhida - justificativa
	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	
Porta - Alumínio	6 meses (TORRES, 2009)	1 ano (ABNT, 2012)	6 meses (MOTA, 2010)	Fonte 2 - Estudo mais recente
Janela - Alumínio	6 meses (TORRES, 2009)	1 ano (ABNT, 2012)	6 meses (MOTA, 2010)	Fonte 2 - Estudo mais recente
Porta - Madeira	5 Anos (TORRES, 2009)	1 ano (ABNT, 2012)	-	Fonte 2 - Estudo mais recente
Parede revestida com Pintura	10 Anos (LEITE, 2009)	1 ano (ABNT, 2012)	8 anos (MADUREIRA et al., 2017)	Fonte 3 - Estudo mais recente
Cobertura Inclinada - Telha metálica	15 Anos (BARROS, 2008)	2 Anos (LEITE, 2009)	-	Fonte 2 - Estudo mais recente
Ar condicionado (AVAC)	1 Mês (DAIKIN, 2019)	-	-	Fonte 1
Elevador	1 Mês (AVANTI, 2019)	-	-	Fonte 1

ANEXO B

B.4 Tabela comparativa das fontes referentes a vida útil

Elemento	Vida útil			Fonte escolhida - justificativa
	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	
Porta - Alumínio	37 Anos (SILVA, 2021)	≥ 25 Anos (ABNT, 2013a)	-	Fonte 1 - Estudo mais recente
Janela - Alumínio	37 Anos (SILVA, 2021)	≥ 25 Anos (ABNT, 2013a)	-	
Porta - Madeira	37 Anos (SILVA, 2021)	≥ 25 Anos (ABNT, 2013a)	-	
Parede revestida com Pintura	12 Anos (SILVA, 2021)	≥ 17 Anos (ABNT, 2013a)	-	
Cobertura Inclínada - Telha metálica	33 Anos (SILVA, 2021)	40 Anos (Abate et al., 2009)	45 a 55 anos (Barros, 2008)	
Ar condicionado (AVAC)	15 Anos (DAIKIN, 2019)	-	-	Fonte 1
Elevador	20 Anos (AVANTI, 2019)	-	-	Fonte 1

ANEXO C

C.4 Folha Space

Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	FloorName	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Room Tag	UsableHeight	GrossArea	NetArea
GARAGEM_198	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. SUE	n/a	Autodesk	IfcSpace	4412247	n/a	n/a	476.295	476.295
ESCADA_199	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. SUE	n/a	Autodesk	IfcSpace	4412251	n/a	n/a	15.3575	15.3575
CIRCULAÇÃO_200	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. SUE	n/a	Autodesk	IfcSpace	4412254	n/a	n/a	4.7362	4.7362
ENTRADA DE AR_201	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. SUE	n/a	Autodesk	IfcSpace	4412257	n/a	n/a	1.04	1.04
SAÍDA DE FUMAÇA_202	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. SUE	n/a	Autodesk	IfcSpace	4412260	n/a	n/a	1.04	1.04
ELEVADOR_203	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. SUE	n/a	Autodesk	IfcSpace	4412263	n/a	n/a	5.5187	5.5187
ESCADA_206	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. TÉR	n/a	Autodesk	IfcSpace	4415246	n/a	n/a	15.3575	15.3575
ELEVADOR_208	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. TÉR	n/a	Autodesk	IfcSpace	4415252	n/a	n/a	5.5187	5.5187
ENTRADA DE AR_209	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. TÉR	n/a	Autodesk	IfcSpace	4415255	n/a	n/a	1.04	1.04
SAÍDA DE FUMAÇA_210	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. TÉR	n/a	Autodesk	IfcSpace	4415258	n/a	n/a	1.04	1.04
CIRCULAÇÃO_212	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. TÉR	n/a	Autodesk	IfcSpace	4415613	n/a	n/a	4.7362	4.7362
MEZANINO_215	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	MEZANIN	n/a	Autodesk	IfcSpace	4415806	n/a	n/a	139.6594	139.6594
COMERCIAL I_216	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. TÉR	n/a	Autodesk	IfcSpace	4423221	n/a	n/a	406.6851	406.6851
WC 1_217	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. TÉR	n/a	Autodesk	IfcSpace	4423230	n/a	n/a	3.5531	3.5531
WC 2_218	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. TÉR	n/a	Autodesk	IfcSpace	4423233	n/a	n/a	3.5531	3.5531
ESCADA MEZANINO ESQ_219	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. TÉR	n/a	Autodesk	IfcSpace	4423243	n/a	n/a	6.2843	6.2843
ESCADA MEZANINO DIR_220	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. TÉR	n/a	Autodesk	IfcSpace	4423246	n/a	n/a	7.0606	7.0606
HALL DE ENTRADA_223	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	PAV. TÉR	n/a	Autodesk	IfcSpace	4423338	n/a	n/a	13.2478	13.2478
COMERCIAL III_250	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	2º PAVIM	n/a	Autodesk	IfcSpace	4439148	n/a	n/a	411.7938	411.7938
ESCADA_251	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	2º PAVIM	n/a	Autodesk	IfcSpace	4439152	n/a	n/a	16.9312	16.9312
ELEVADOR_252	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	2º PAVIM	n/a	Autodesk	IfcSpace	4439155	n/a	n/a	5.5187	5.5187
ENTRADA DE AR_253	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	2º PAVIM	n/a	Autodesk	IfcSpace	4439158	n/a	n/a	1.04	1.04
SAÍDA DE FUMAÇA_254	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	2º PAVIM	n/a	Autodesk	IfcSpace	4439161	n/a	n/a	1.04	1.04
CIRCULAÇÃO_255	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	2º PAVIM	n/a	Autodesk	IfcSpace	4439164	n/a	n/a	3.2375	3.2375
COMERCIAL II_256	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	1º PAVIM	n/a	Autodesk	IfcSpace	4439171	n/a	n/a	479.2713	479.2713
ESCADA_257	marcelo_s	2022-07-23T	n/a	1º PAVIM	n/a	Autodesk	IfcSpace	4441452	n/a	n/a	16.9312	16.9312

Instruction	Contact	Facility	Floor	Space	Zone	Type	Component	System	Assembly	Connection	Spare	Resource
-------------	---------	----------	-------	-------	------	------	-----------	--------	----------	------------	-------	----------

ANEXO D – FICHAS DE MANUTENÇÃO

D.1 Ficha de manutenção de uma cobertura inclinada com revestimento de telha metálica

FICHA DE MANUTENÇÃO : COBERTURA INCLINADA					
Ficha N.º: 1					
Informação geral do edifício					
Nome: Edifício Badalotti					
Localização:		Avenida XV de novembro, 00000, 35560-000, Chopinzinho - Paraná			
Número de pisos:		4		Ano de construção: 2022	
Caracterização funcional:		Comercial		Tipo da envolvente: Urbana	
Ficha de manutenção:	Cobertura		Possíveis patologias: <ul style="list-style-type: none"> •Sujidade superficial •Entupimento dos elementos de drenagem •Deficiente escoamento ou água estagnada •Acumulação superficial de vegetação parasitária ou colonização biológica •Degradação de impermeabilizações, mástiques, rufos e elementos de fixação •Telhas soltas ou deslocadas •Telhas fissuradas, fraturadas ou com descasque 		
Solução de proteção:	Telha metálica				
Solução do suporte:	Tesoura metálica				
Descrição técnica:	Cobertura com inclinação de 13,84%, suporte em tesoura metálica, revestimento com telha metálica do tipo "aluzinc"				
Operação	Serviços	Periodicidade	Meios necessários	Responsável	Doc. de apoio
Inspeção	Inspeção do estado das telhas e da argamassa de assentamento	2 anos	Visual	Proprietário	ABNT 2013a
	Inspeção do sistema de drenagem	Quando necessário / 1 ano			
	Inspeção de água estagnada	1 ano		Técnico responsável	
	Inspeção das impermeabilizações, mástiques, rufos e elementos de fixação				
	Inspeção da estrutura de suporte	Quando necessário / 10 anos			
Limpeza	Limpeza das telhas de areias, ninhos, folhas e elementos similares	1 ano	Escova e/ou jato de água	Proprietário	ABNT 2013a
	Limpeza do sistema de drenagem	1 ano			
		Limpeza superficial das telhas e aplicação de fungicida e hidrofugante	*5 anos	Ferramenta adequada (água sanitária, pulverizador, etc)	Técnico responsável
Pró-ação	Verificar posicionamento e fixação de telhas e rufos	4 anos	Ferramenta adequada (Trena, chave de fenda)	Técnico responsável	Manual do fabricante do produto aplicado
	Verificar o sistema de drenagem	4 anos	Ferramenta adequada (Trena)		
	Aplicação de proteção contra a corrosão	Quando necessário / 15 anos	Ferramenta adequada (produto)		
	Aperto das fixações	Quando necessário / 7 anos	Ferramenta adequada		
	Verificar as impermeabilizações e mástiques	4 anos			
Corretiva	Reposicionamento de telhas, rufos e fixações metálicas	Quando necessário	Ferramenta adequada	Técnico responsável	Manual do fabricante do produto aplicado
	Substituição local de rufos, ripas e fixações metálicas com indícios de corrosão				
	Substituição local de impermeabilizações e mástiques que evidenciem perda de elasticidade				
	Reparação de deficiente escoamento e sistema de drenagem				

ANEXO D

Substituição	Substituição total do sistema de drenagem - metálico	40 anos	Ferramenta adequada (serradeira, martelo, lixa, etc)	Técnico responsável	SILVA, 2021
	Reparação ou substituição da estrutura de suporte	50 anos			
	Substituição do revestimento	33 anos			
Notas: *Depende do fabricante					
Desenho esquemático:					
Registro fotográfico:					
Documentos de apoio					

ANEXO D

D.2 Ficha de manutenção de aberturas com caixilharia em alumínio

FICHA DE MANUTENÇÃO : ABERTURAS					
Ficha N.º:					
Informação geral do edifício					
Nome: Edifício Badalotti					
Localização: Avenida XV de novembro, 00000, 35560-000, Chopinzinho - Paraná					
Número de pisos: 4			Ano de construção: 2022		
Caracterização funcional: Comercial			Tipo da envolvente: Urbana		
Ficha de manutenção:	Aberturas		Possíveis patologias:		
Solução de proteção:	Janelas e portas		• Fraturas, fissuras, fendas da caixilharia e dos vidros		
Solução do suporte:	Alumínio (cor branca)		• Deterioração de pintura		
Descrição técnica:	Janelas de correr de duas folhas com caixilharia em alumínio na cor branca e vidro laminado duplo com 4mm cada. Portas de abrir compostas por vidro temperado e caixilharia em alumínio		• Deterioração de elementos mecânicos		
			• Desajustes mecânicos: fechos e dobradiças		
			• Falta de estanquidade		
			• Presença de sujidades como terra, poeira, areia e/ou manchas diversas		
			• Oxidações		
			• Condensações		
Operação	Serviços	Periodicidade	Meios necessários	Responsável	Doc. de apoio
Inspeção	Inspeção dos mecanismos de fecho e Inspeccionar em busca de fraturas, fissuras e fendas da caixilharia e dos vidros Auscultar possíveis ruídos anómalos provenientes do fecho ou manobra da	1 ano	Visual	Proprietário	ABNT, 2012 LEITE, 2009 BARROS, 2008
	Verificar a estanquidade dos perfis	3 anos	Observação visual em condições desfavoráveis (dia de chuva intensa)		
Limpeza	Limpeza dos vidros	Quando necessário	Ferramenta adequada (água, detergente não alvalino, pincel, esponja, pano ou escova suave, espátula, balde, luva, máscara)	Proprietário	
	Limpeza das calhas, nas janelas com folhas de correr;		"		
	Limpeza profunda - produtos de base solvente, que eliminam gorduras e óleos, tintas e sujidades difíceis;		Ferramenta adequada (esponja, pano ou escova suaves)		
Pró-ação	Lubrificar as ferragens;	1 ano	Ferramenta adequada (óleo, pincel)	Técnico responsável	ABNT, 2012
	Reajustar os elementos de fecho e fixação (apertos de folgas);		Ferramenta adequada (Chave de bocas, chave de parafusos, martelo)		
	Limpeza das calhas, nas janelas com folhas de correr;		Ferramenta adequada (água, detergente não alvalino, pincel, esponja, pano ou escova suave, espátula, balde, luva, máscara)	Proprietário	
Corretiva	Reajuste dos elementos de fecho e fixação (aperto de folgas);	1 ano	Ferramenta adequada (chave de bocas, chave de parafusos, martelo)	Proprietário	
	Renovação do elemento isolante e dos vedantes da caixilharia;	5 anos	Ferramenta adequada		

ANEXO D

TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO					
Substituição	Reposição do elemento fonte de manutenção	34 anos	Ferramenta adequada (martelo, chave de bocas, berbequim, elementos de fixação, material de tinturaria, máscara, cavaletes para suporte)	Técnico responsável	SILVA, 2021 ABNT, 2013a
	Elementos de fecho e fixação	25 anos			
Notas:					
Desenho esquemático:					
Registro fotográfico:					

ANEXO D

D.3 Ficha de manutenção de ar condicionado split

FICHA DE MANUTENÇÃO : AR-CONDICIONADO					
Ficha N.º:					
Informação Geral do Edifício					
Nome: Edifício Badalotti					
Localização: Avenida XV de novembro, 00000, 35560-000, Chopinzinho - Paraná					
Número de pisos: 4			Ano de construção: 2022		
Caracterização funcional: Comercial			Tipo da envolvente: Urbana		
Ficha de manutenção:	Equipamento		Possíveis patologias:		
Solução de proteção:	Ar-condicionado		<ul style="list-style-type: none"> •O funcionamento do sistema é interrompido subitamente •O sistema funciona mas a refrigeração ou o aquecimento são insuficientes •Durante o funcionamento ocorrem anomalias •A unidade não recebe sinais da interface de utilizador •O visor da interface de utilizador está em branco •As unidades libertam cheiros •Ouve-se um ruído de sopro 		
Solução do suporte:					
Descrição técnica:	Sistema de aquecimento e arrefecimento do tipo "split" com potência de 16000 BTU				
Operação	Serviços	Periodicidade	Meios necessários	Responsável	Doc. de apoio
Inspeção	Inspeção geral do sistema	1 ano	Visual	Proprietário	
Limpeza	Limpeza da unidade interior e da interface de utilizador	2 semanas	Limpe com um pano macio. Caso seja difícil remover as manchas, use água ou um detergente neutro	Proprietário	Manual do utilizador
	Limpeza do painel frontal	2 semanas			
	Limpeza dos filtros de ar	2 semanas	Lave os filtros de ar com água ou limpe-os com um aspirador. Caso o pó NÃO saia facilmente, lave os filtros de ar com um detergente neutro diluído em água morna. Seque os filtros de ar à sombra.		
Pró-ação	Manutenção antes de um longo período de tempo sem funcionar: deixe as unidades interiores trabalhar durante meio dia, apenas com ventoinha funcionando, pra secar o interior do equipamento; Limpe os filtros de ar e as caixas das unidades interiores.	Ao fim da estação	Ferramenta adequada	Proprietário	
	Manutenção antes de um longo período de tempo sem funcionar: inspecione e descubra as entradas e saídas de ar das unidades interiores e de exterior; Ligue a corrente pelo menos 6 horas antes de iniciar o funcionamento da unidade, para assegurar um funcionamento mais suave; Verifique a existência de fios partidos	Ao início da estação			
Corretiva	Conserto de partes do equipamento	Quando necessário	Ferramenta adequada	Técnico responsável	
Substituição	Substituição do equipamento	15 anos	Ferramenta adequada	Proprietário	
Notas:					
Desenho esquemático:					
Registro fotográfico:					

ANEXO D

D.4 Ficha de manutenção da envolvente exterior, parede de alvenaria com 15cm de espessura

FICHA DE MANUTENÇÃO : PAREDES EXTERIORES					
Ficha N.º:					
Informação geral do edifício					
Nome: Edifício Badalotti					
Localização: Avenida XV de novembro, 00000, 35560-000, Chopinzinho - Paraná					
Número de pisos: 4			Ano de construção: 2022		
Caracterização funcional: Comercial			Tipo da envolvente: Urbana		
Ficha de manutenção:	Paredes exteriores		Possíveis patologias:		
Solução de proteção:	Reboco pintado		<ul style="list-style-type: none"> • Pintura fissurada • Falta de planeza das superfícies • Desagregação tijolo/argamassa de ligação • Manchas de Humidade • Fissuração por retração da argamassa • Empolamento do reboco • Formação de eflorescência na superfície da tinta ou entre a tinta e reboco 		
Solução do suporte:	Alvenaria				
Descrição técnica:	Parede de pano simples composta por tijolo cerâmico de 9x19x24 (cm), camada de 2,9cm de argamassa em ambos os lados e revestimento em tinta acrílica branca (1mm).				
Operação	Serviços	Periodicidade	Meios necessários	Responsável	Doc. de apoio
Inspeção	Inspeção da superfície controlando manchas de umidade e sujeira.	1 ano	Visual	Técnico responsável	ABNT 2012
	Verificar a existência de eflorescências e rachaduras				
	Verificar a existência de água estagnada				
	Verificar se houve perda de adesão				
Limpeza	Limpeza com jato de água	Quando necessário	Escova e jato de água	Proprietário	ABNT 2012 TORRES (2009)
	Limpeza com detergente líquido nas regiões de sujidade e/ou eflorescência				
Pró-ação	Aplicação de solução anti-grafiti, anti-fungico/biocida	Quando necessário	Ferramenta adequada (Rolo, pincel, bandeja)	Técnico responsável	ABNT 2012
Corretiva	Repintar	Quando necessário	Ferramenta adequada (Rolo, pincel, bandeja)	Técnico responsável	
	Reparo de rachaduras				
Substituição	Remoção e aplicação de novo revestimento e pintura	>17 anos	Ferramenta adequada (Cortador de concreto, lixa, argamassa, tinta)	Técnico responsável	ABNT 2013a
Notas:					
Desenho esquemático:					
Registro fotográfico:					