



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LEONARDO LACERDA ROCHA

MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIO APOIADA NO MODELO BIM: estudo de caso
no LITPEG

Recife

2020

LEONARDO LACERDA ROCHA

**MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIO APOIADA NO MODELO BIM: estudo de caso
no LITPEG**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Rachel Perez Palha.

Recife

2020

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

R672m Rocha, Leonardo Lacerda.
Manutenção de edifício apoiada no modelo BIM: estudo de caso no LITPEG
/ Leonardo Lacerda Rocha. – 2020.
140 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Rachel Perez Palha.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2020.
Inclui Referências.

1. Engenharia Civil. 2. BIM. 3. Manutenção. 4. IFC. 5.
Interoperabilidade. 6. Cobie. 7. LOD. I. Palha, Rachel Perez. (Orientadora).
II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2020-82

LEONARDO LACERDA ROCHA

**MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIO APOIADA NO MODELO BIM: estudo de caso
no LITPEG**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 13/ 02 / 2020.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rachel Perez Palha (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

João Victor Oliveira de Albuquerque Malta (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

José Camillo Barbosa da Cunha (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Foi graças a todo o incentivo que recebi durante esses anos de graduação, que hoje posso celebrar este marco na minha vida, se tornar engenheiro civil, profissão que sempre sonhei exercer.

Agradeço primeiramente à Deus, porque se existe um ser à quem eu deva todas as minhas conquistas, esse é Deus. Pois o que era um sonho muito distante da minha realidade, em oração, pedi força de vontade e perseverança para mudar minha realidade e, ser o primeiro da minha família a ingressar em uma graduação.

Agradeço à minha família, que apesar de toda dificuldade que passamos me incentivaram e me apoiaram em momentos delicados que passei ao longo da graduação.

Agradeço aos amigos da graduação, por toda a dedicação nos estudos e nos trabalhos em equipe assim como pela parceria de todos esses anos.

Agradeço à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pelo suporte da bolsa permanência que tive em boa parte desses anos de graduação. Foi um auxílio muito importante, que colaborou significativamente financeiramente a conseguir manter a frequência das aulas.

Agradeço aos mestres da engenharia da Universidade Federal de Pernambuco por terem compartilhado comigo um pouco dos seus conhecimentos.

Agradeço ao professor Paulo Lyra e a equipe de infraestrutura do LITPEG pelo suporte com informações cruciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Quem me apoiou, me ajudou, quem me fez chegar até aqui, eu agradeço de coração, muito obrigado!

RESUMO

Com o surgimento do conceito *Building Information Modeling* (BIM) e a evolução tecnológica, um dos desafios explorados é encontrar soluções para dinamizar a troca de informações ao longo do ciclo de vida da construção entre as partes intervenientes. A colaboratividade entre os responsáveis é necessária ao longo dos processos de projeto e de construção, que são extensos e requerem inúmeras especificações e tomada de decisões. Sendo assim, a interoperabilidade é uma das possibilidades a ser exploradas pelos ativos, já que permite uma troca de informações eficaz e simplificada através de um modelo de formato aberto padrão e acessível à todas plataformas BIM. Devido à modelagem paramétrica, os *softwares* BIM geram projetos ricos em informações, criados a partir de parâmetros atribuídos, de relacionamentos entre os elementos do modelo e as diversas ferramentas do *software*. Essas informações podem ser extraídas através desse formato aberto, chamado IFC, que traduz o modelo paramétrico em linhas de código por meio de uma linguagem padrão. Para esse fim, emprega-se uma ferramenta que agrega as informações geradas ao longo das etapas de projeto e execução de uma construção chamada COBie, *Construction Operation Building information exchange*. O COBie é um meio de extrair informações relativas à construção, operação e manutenção da edificação. Para o gerenciamento da manutenção, a forma mais comum de coleta de dados para inserir nos *softwares* de gestão utilizado é realizado de forma manual e demanda esforços e tempo desnecessários. Por meio do COBie, esse processo pode ser realizado de forma automatizada e sistemática, através desse como fonte de dados procedentes diretamente do modelo. O trabalho desenvolveu-se através de um estudo de caso de um *AsBuilt* do LITPEG (Laboratório Integrado de Tecnologia em Petróleo, Gás e Biocombustível) sediado na UFPE (Universidade Federal de Pernambuco). O modelo foi feito através do *software* Revit da AUTODESK e utilizou-se do mesmo programa para mudar parcialmente o nível de desenvolvimento (LOD) do projeto executivo de um LOD 350 para o LOD 500 e atribuir dados aos elementos de projeto em suas propriedades e que estas serão extraídas do modelo através do COBie. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo principal extrair as informações do projeto do LITPEG através do COBie em formato de planilha. O método empregado visa fomentar o uso dessa ferramenta e auxiliar o usuário do *software* a configurar, classificar e atribuir informações aos elementos do projeto no modelo conforme as especificações do *as built*. O resultado obtido foram planilhas/COBie extraídas automaticamente do modelo em formato padronizado, com informações não geométricas adicionadas aos elementos do modelo e que servirão como fonte de dados para

trabalhos futuros aplicar estas informações em *softwares* que atuam no gerenciamento da manutenção.

Palavras-chave: BIM. Manutenção. IFC. Interoperabilidade. Cobie. LOD.

ABSTRACT

With the emergence of the Building Information Modeling (BIM) concept and technological evolution, one of the challenges explored is finding solutions to streamline the exchange of information throughout the construction life cycle between the intervening parties. Collaboration between those responsible is necessary throughout the design and construction processes, which are extensive and require numerous specifications and decision making. Thus, interoperability is one of the possibilities to be explored by assets, since it allows an efficient and simplified exchange of information through a standard open format model and accessible to all BIM platforms. Due to parametric modeling, BIM software generates projects rich in information, created from assigned parameters, relationships between model elements and the various software tools. This information can be extracted through this open format, called IFC, which translates the parametric model into lines of code using a standard language. For this purpose, a tool is used that aggregates the information generated during the design and execution stages of a construction called COBie, Construction Operation Building information exchange. COBie is a means of extracting information regarding the construction, operation and maintenance of the building. For maintenance management, the most common form of data collection to insert into the management software used is carried out manually and requires unnecessary effort and time. Through COBie, this process can be performed in an automated and systematic way, through this as a source of data coming directly from the model. The work was developed through a case study of an AsBuilt from LITPEG (Integrated Laboratory of Technology in Oil, Gas and Biofuel) based at UFPE (Federal University of Pernambuco). The model was made using AUTODESK's Revit software and used the same program to partially change the development level (LOD) of the executive project from a LOD 350 to LOD 500 and assign data to the design elements on their properties and that these will be extracted from the model through COBie. Thus, the present work has as main objective to extract information from the LITPEG project through COBie in spreadsheet format. The method employed aims to encourage the use of this tool and assist the software user in configuring, classifying and assigning information to the design elements in the model according to the as built specifications. The result obtained were spreadsheets / COBie automatically extracted from the model in a standardized format, with non-geometric information added to the model elements and that will serve as a data source for future work to apply this information in software that works in maintenance management.

Keywords: BIM. Maintenance. IFC. Interoperability. Cobie. LOD.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferentes tipos de parametrização no modelo BIM	24
Figura 2 - Representação 3D do projeto arquitetônico para fim de exemplificação	25
Figura 3 - Planta de piso com a localização do corte e janela selecionada	26
Figura 4 - Representação do corte	27
Figura 5 - Propriedades da família da janela selecionada	27
Figura 6 - Corte após alterações nos parâmetros da janela.....	28
Figura 7 - Planta de piso com nova localização do corte	28
Figura 8 - Representação atualizada do corte	29
Figura 9 - Nível de detalhamento vs nível de desenvolvimento.....	31
Figura 10 - Diferentes níveis de LOD de uma fundação em sapata rasa.....	35
Figura 11 - Cenário comum da aplicação do IFC entre dois softwares.....	39
Figura 12 - Evolução das versões do formato IFC até o ano de 2011	40
Figura 13 - Opção de leitura de arquivos IFC no software Revit.....	41
Figura 14 - Origens e exemplos de informações que compõem o formato padronizado COBie ...	44
Figura 15 - COBie no formato de planilha	45
Figura 16 - Vista 3D do LITPEG no Revit.....	48
Figura 17 - Fluxograma do trabalho	50
Figura 18 - Extensão COBie para Revit / Contatos.....	53
Figura 19 - Extensão COBie para Revit / Geral	54
Figura 20 - Extensão COBie para Revit / Spaces	55
Figura 21 - Extensão COBie para Revit/Tipo	56
Figura 22 - Extensão COBie para Revit/Componente.....	57
Figura 23 - Extensão COBie para Revit/Systems.....	58
Figura 24 - Extensão COBie para Revit /Atributos	59
Figura 25 - Extensão COBie para Revit / Coordenadas	60
Figura 26 - Extensão COBie para Revit / Schedules.....	61
Figura 27 - Extensão COBie para Revit / Mapeamento de parâmetros.....	62
Figura 28 - Extensão COBie para Revit / Zonas	63
Figura 29 - Informações COBie da Janela JE1 no Revit.....	64
Figura 30 - Extensão COBie para Revit / Criar planilha.....	65
Figura 31 - Inserção do estilo visual realista no Revit	67
Figura 32 - Especificações dos pisos	68

Figura 33 - Tipos de pisos e delimitações do pavimento térreo do LITPEG	69
Figura 34 - Tipos de pisos do pavimento térreo no Revit filtrado antes da aplicação das texturas.....	69
Figura 35 - Textura do piso 2	70
Figura 36 - Textura do piso 1	70
Figura 37 - Textura do piso 3	70
Figura 38 - Textura do piso 11	70
Figura 39 - Etapas para criar um piso.....	71
Figura 40 - Camadas e materiais iniciais aplicados no piso 1	71
Figura 41 - Criando novo material para piso no Revit	72
Figura 42- Editor de textura: Tamanho da amostra.....	72
Figura 43 - Inserindo detalhes do piso na área de jardim	73
Figura 44 - Piso na área de jardim após aplicação das texturas	74
Figura 45 - Entrada de serviço do projeto no LOD350	74
Figura 46 - Entrada de serviço do LITPEG	75
Figura 47 - Correção dos níveis das paredes, pisos e portas da entrada de serviço	75
Figura 48 - Resultado da correção dos níveis das paredes, portas e pisos da entrada de serviço...	76
Figura 49 - Tipos de pisos do pavimento térreo no Revit, filtrados após aplicação das texturas...	76
Figura 50 - Tipos de pisos e delimitações do primeiro pavimento do LITPEG.....	77
Figura 51 - Textura do piso 5	77
Figura 52 - Textura do piso 9	77
Figura 53 - Tipos de pisos do pavimento térreo no Revit antes da aplicação das texturas	78
Figura 54 - Delimitação errada do piso da circulação	79
Figura 55 - Tipos de pisos do primeiro pavimento no Revit, após aplicação das texturas.....	79
Figura 56 - Tipos de pisos e delimitações do segundo pavimento do LITPEG	80
Figura 57 - Textura do piso 10	80
Figura 58 - Tipos de pisos do segundo pavimento no Revit, antes da aplicação das texturas	81
Figura 59 - Tipos de pisos do segundo pavimento no Revit, antes da aplicação das texturas	81
Figura 60 - Tipos de pisos e delimitações do terceiro pavimento do LITPEG	82
Figura 61 - Tipos de pisos do terceiro pavimento no Revit, antes da aplicação das texturas	82
Figura 62 - Tipos de pisos do terceiro pavimento no Revit, após aplicação das texturas	83
Figura 63 - Tipos de pisos e delimitações do quarto pavimento do LITPEG	83
Figura 64 - Tipos de pisos do quarto pavimento no Revit, antes da aplicação das texturas	84
Figura 65 - Tipos de pisos do quarto pavimento no Revit, após aplicação das texturas	84

Figura 66 - Tipos de pisos e delimitações do quinto pavimento do LITPEG	85
Figura 67 - Tipos de pisos do quinto pavimento no Revit, antes da aplicação das texturas	85
Figura 68 - Tipos de pisos do quinto pavimento no Revit, após aplicação das texturas	86
Figura 69 - Tipos de pisos e delimitações do sexto pavimento do LITPEG	87
Figura 70 - Tipos de pisos do sexto pavimento no Revit, antes da aplicação das texturas	87
Figura 71 - Tipos de pisos do sexto pavimento no Revit, após aplicação das texturas	88
Figura 72 - Tipos de pisos do pavimento intermediário no Revit, antes da aplicação das texturas.....	89
Figura 73 - Tipos de pisos do pavimento intermediário no Revit, após aplicação das texturas.....	89
Figura 74 - Tipos de pisos da casa de máquinas no Revit, antes da aplicação das texturas.....	90
Figura 75 - Tipos de pisos da casa de máquina no Revit, após aplicação das texturas	90
Figura 76 - Especificações das paredes	91
Figura 77 - Quadro de divisórias	91
Figura 78 - Planta baixa do pavimento térreo.....	92
Figura 79 - Textura da parede do tipo 9	92
Figura 80 - Textura da parede do tipo 7	92
Figura 81 - Textura da parede do tipo 11	93
Figura 82 - Textura da parede do tipo 9 com acabamento branco	93
Figura 83 - Revestimento em painel metálico de alumínio composto acabamento natural line e vermelho	93
Figura 84 - Acabamentos da alvenaria aplicados na entrada de serviço	94
Figura 85 - Aplicação da divisória tipo painel cego no Revit	94
Figura 86 - Modelagem da bancada da recepção	95
Figura 87 - Acabamento final das paredes e divisórias do pavimento Térreo	95
Figura 88 - Planta baixa do primeiro pavimento	96
Figura 89 - Etapas para copiar propriedades das paredes para outro pavimento	97
Figura 90 - Localização da sala de apoio e do guarda corpo.....	98
Figura 91 - Sala de apoio não modelada e parede aplicada erroneamente	98
Figura 92 - Sala de apoio modelada e guarda-corpo aplicado.....	99
Figura 93 - Antes e Depois da correcao das divisórias.....	100
Figura 94 - Modelagem por extrusão da marquise	101
Figura 95 - Acabamento final das paredes e divisórias do primeiro pavimento	101
Figura 96 - Planta baixa do segundo pavimento.....	102
Figura 97 - Acabamento final das paredes e divisórias do segundo pavimento.....	102

Figura 98 - Planta baixa do terceiro pavimento.....	103
Figura 99 - Acabamento final das paredes e divisórias do terceiro pavimento.....	103
Figura 100- Planta baixa do quarto pavimento.....	104
Figura 101- Acabamento final das paredes e divisórias do quarto pavimento.....	104
Figura 102- Planta baixa do quinto pavimento.....	105
Figura 103- Acabamento final das paredes e divisórias do quinto pavimento.....	105
Figura 104- Planta baixa do sexto pavimento	106
Figura 105- Região do terraço aberto antes e depois da correção	107
Figura 106- Bancada da cozinha do sexto pavimento	107
Figura 107- Planta baixa do pavimento intermediário	108
Figura 108- Mudança da restrição superior das alvenarias	108
Figura 109- Paredes e divisórias do sexto e do pavimento intermediário	109
Figura 110- Acabamento final das paredes da casa de máquina	109
Figura 111- Tipos de portas.....	110
Figura 112- Tipos de janelas	111
Figura 113- Antes e depois da aplicação do acabamento da janela JE1.....	112
Figura 114- Janela da área técnica do pavimento térreo	112
Figura 115- Antes e depois da aplicação da janela na entrada de serviço.....	113
Figura 116- Propriedades da janela JE3	113
Figura 117- Aplicação das portas PE2 e PE3 da entrada de serviço	114
Figura 118- Antes e depois da aplicação das portas dos elevadores do pavimento térreo	115
Figura 119- Entrada do auditório com famílias de portas incorretas	116
Figura 120- Entrada do auditório após correção dos tipos das portas.....	116
Figura 121- Antes e depois da correção das portas e janelas do terraço aberto	117
Figura 122- Aplicação da escada de acesso de serviço	117
Figura 123- Comparativo entre a escada no LITPEG e a escada modelada no Revit.....	118
Figura 124- Detalhamento dos corrimões do guarda corpo da escada do pavimento térreo.....	119
Figura 125- Detalhamento dos balaústres do guarda-corpo da escada do pavimento térreo	119
Figura 126- Representação 3D da escada principal do pavimento térreo	120
Figura 127- Famílias de corrimões	121
Figura 128- Resultado da aplicação do guarda corpo da escada de emergência.....	121
Figura 129- Especificações dos forros.....	123
Figura 130- Planta de forro do pavimento térreo	124
Figura 131- Corte em 3D evidenciando forros nos WC's e no Hall do pavimento térreo.....	124

Figura 132- Resultado obtido da busca ao endereço do LITPEG no Google Earth	125
Figura 133- Caminho do sol e orientação de projeto no Revit	126
Figura 134- Caminho do sol e orientação verdadeira no Revit	126
Figura 135- Projeto de paisagismo inserido no Revit através de imagem para decalque	127
Figura 136- Vista 3D do modelo arquitetônico (Frente)	128
Figura 137- Vista 3D do modelo arquitetônico (Trás)	128
Figura 138- Formato COBie do LITPEG visualizado pelo bloco de notas	129
Figura 139- Arquivo COBie do LITPEG visualizado como planilha/Contact	129
Figura 140- Arquivo COBie do LITPEG visualizado como planilha/Facility	130
Figura 141- Arquivo COBie do LITPEG visualizado como planilha/Floor	130
Figura 142- Arquivo COBie do Litpeg visualizado como planilha/Space	131
Figura 143- Arquivo COBie do LITPEG visualizado como planilha/Zone	131
Figura 144- Arquivo COBie do LITPEG visualizado como planilha/Type	132
Figura 145- Arquivo COBie do LITPEG visualizado como planilha/Component	132
Figura 146- Softwares de gestão que incorporaram o padrão COBie	134
Figura 147- Softwares livres de gestão que incorporaram o padrão COBie	134

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	17
1.2	OBJETIVOS	19
1.2.1	Objetivo geral	19
1.2.2	Objetivos específicos	20
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	CONCEITO DE <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i> (BIM)	21
2.1.1	Definição	21
2.1.2	Modelagem paramétrica (ou Parametrização)	23
2.1.3	Análise comparativa do sistema CAD para o modelo BIM	24
2.1.4	Classificações dimensionais do BIM	29
2.1.5	Nível de desenvolvimento (LOD)	30
2.1.5.1	Definição	30
2.1.5.2	Classificações dos níveis de desenvolvimento	32
2.1.6	BIM e a manutenção	36
2.2	<i>BUILDING INFORMATION MODELING E FACILITY MANAGEMENT</i>	36
2.2.1	Interoperabilidade	37
2.2.1.1	<i>Industry Foundation Classes</i> (IFC)	39
2.2.1.2	<i>Construction Operations Building information exchange</i> (COBie)	42
3	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	48
3.1	ESTUDO DE CASO NO LITPEG	48
3.2	<i>SOFTWARE UTILIZADO</i>	49
3.3	PROCEDIMENTO	49
3.3.1	Considerações iniciais	49
3.3.2	Processo COBie no Autodesk Revit	51
3.3.3	Atribuição dos dados	51
3.3.3.1	Considerações iniciais	51
3.3.3.2	Preenchimento das informações	52
3.3.3.3	Exportação do COBie pelo Revit	64
4	RESULTADOS	66
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	66
4.2	ATUALIZAÇÃO DO MODELO ARQUITETÔNICO PARA O LOD 500	66

4.2.1	Pisos	66
4.2.1.1	Pavimento térreo.....	66
4.2.1.2	Primeiro pavimento	77
4.2.1.3	Segundo pavimento	79
4.2.1.4	Terceiro pavimento.....	81
4.2.1.5	Quarto pavimento	83
4.2.1.6	Quinto pavimento	85
4.2.1.7	Sexto pavimento	86
4.2.1.8	Pavimento intermediário.....	88
4.2.1.9	Casa de máquinas	89
4.2.2	Paredes e divisórias	90
4.2.2.1	Pavimento térreo.....	91
4.2.2.2	Primeiro pavimento	96
4.2.2.3	Segundo ao quinto pavimento	101
4.2.2.4	Sexto pavimento e pavimento intermediário	106
4.2.2.5	Pavimento casa de máquinas	109
4.2.3	Portas e janelas	110
4.2.3.1	Pavimento térreo ao pavimento intermediário.....	111
4.2.4	Escadas, guarda-corpo e corrimão	117
4.2.5	Forros	122
4.2.6	Georreferenciamento e caminho do sol	125
4.2.7	Paisagismo	127
4.3	ARQUIVOS COBie EXPORTADOS DO MODELO DO LITPEG	129
4.4	ANÁLISE DOS ARQUIVOS COBie EXPORTADOS DO MODELO	133
5	CONCLUSÃO	135
5.1	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	136
	REFERÊNCIAS	137

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção encontra desafios e dificuldades em todo o seu processo, desde a concepção do projeto até a manutenção da edificação. O *Building Information Modeling* (BIM), surge com o objetivo de colmatar os problemas da indústria da construção.

O setor da construção civil no Brasil está presenciando um cenário de transição cultural e transformações expressivas com a difusão do conceito BIM ou Modelagem da Informação da Construção. BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, concebem uma metodologia. Consiste em uma nova forma de projetar uma construção por meio de plataformas digitais - *softwares* BIM, que permitem o gerenciamento de informações e dados de projeto (CBIC, 2016). O impacto dessa metodologia não se limita a edificações, mas estende-se desde as indústrias de produtos e materiais, projetos, execução e segue até operação e manutenção, reforma, desmonte ou reuso das obras (KASSEM e AMORIM, 2015).

Blanco e Chen (2014) enfatizam as vantagens da adoção da metodologia ao afirmarem que BIM é o clímax da evolução de projeto, construção e técnicas de gerenciamento para desenvolver qualquer produto de infraestrutura. Comparado aos desenvolvimentos em *Computer Aided Design* (CAD), o BIM demonstra possuir mais produtividade. Migilinskas *et al* (2013), ao estudar o uso do BIM em um edifício no município de Vilnius, afirma que houve uma economia de aproximadamente 20% do tempo de desenho de plantas e vistas com o AutoCAD, bem como tempo de redesenho em casos de erros.

Uma das premissas básicas do conceito para um *software* estar de acordo com o conceito BIM é uso da inteligência paramétrica atrelada aos objetos. A modelagem paramétrica utiliza parâmetros pré-definidos para especificar um elemento qualquer. Correlaciona parâmetros e regras que se relacionam de acordo com a finalidade da modelagem para atribuir aos elementos configurações geométricas, funções e diversos outros tipos de informações, como a composição do material utilizado, coeficiente térmico, custos associados, etc (EASTMAN, *et al.*, 2011).

Para que o conjunto de medidas do conceito seja bem concretizado, necessita-se de meios para trocar informações entre si de forma coordenada e facilitada. Ao encontro disso, a interoperabilidade pode ser definida como a possibilidade de diversos sistemas e organizações de trabalhar conjuntamente sem perda de dados, retrabalho ou esforços desnecessários (BIM DICTIONARY, 2019). Com isso, permite-se que a troca de informações ao longo do projeto e da construção ocorra de forma eficaz e prática, através de um fluxo de trabalho simplificado e

sem a necessidade de retrabalho.

Com o objetivo de alcançar uma boa interoperabilidade entre plataformas distintas, a *buildingSMART* criou metodologias básicas padronizadas para troca de informações, à exemplo do IFC. *Industry Foundation Class* (IFC) representa uma especificação aberta e neutra para troca de dados em um formato modelo padrão acessível por diversos *softwares* aliados ao conceito BIM (BUILDINGSMART, 2019). O IFC consiste em um arquivo de extensão “.ifc” com uma estrutura padrão de dados para o qual o modelo BIM é traduzido pelo *software* utilizado. Por se tratar de um arquivo em formato aberto, poderá ser aberto por outras plataformas BIM para troca de dados e visualização do modelo. O objetivo primário desse formato é administrar os dados que são gerados ao longo das etapas de projeto através de uma estrutura própria, e para isso são atribuídos parâmetros IFC aos elementos inseridos no projeto (EASTMAN, *et al.*, 2011). Por meio do IFC é possível criar subconjuntos de dados, contendo apenas as informações requeridas para certa finalidade, como exemplo, o *Construction Operations Building information exchange* (COBie).

O COBie representa um subconjunto de dados extraídos do modelo essenciais para etapas de construção e operação da edificação, com o objetivo de eliminar custos adicionais para produção de dados e de documentação necessárias. Tem como propósito reunir e organizar as informações criadas ao longo das etapas de projeto e execução da obra para serem entregues posteriormente. O COBie é apresentado em arquivos de dados a serem utilizados por outros *softwares* de gestão de facilidades como fonte de dados (RODAS, 2015).

Este trabalho visa analisar o uso do COBie como uma forma de extração de dados referentes à operação e manutenção da edificação de um modelo BIM. Para isso, foi realizado um estudo a partir de um modelo do Laboratório Integrado de Tecnologia em Petróleo, Gás e Biocombustível (LITPEG) no Revit, com o intuito de realizar a preparação e configuração do *software* e do projeto para receber dados adicionais referentes à operação e manutenção, bem como comparar os dados do modelo com os extraídos por meio do COBie.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

O BIM encontra-se numa fase de implementação e desenvolvimento. Os âmbitos e as possibilidades oferecidas por esta tecnologia aumentam todos os dias, tornando-se assim necessário identificar possibilidades e criar as condições necessárias para as tornar uma realidade em nosso País. Um dos principais aspectos a ser desenvolvido na construção civil é a troca de informações simultânea de forma coordenada e facilitada entre ativos da construção

e relacionados. O setor precisa incentivar a evolução tecnológica e o uso de ferramentas inovadoras para promover a gestão de informação e a colaboração entre os profissionais (RODAS, 2015). A qualidade da informação recebida, aprimorada e padronizada, torna-se indispensável para aumentar a confiabilidade dos dados fornecidos para atender as necessidades operacionais e para a gestão da edificação (SABOL, 2008). Durante as etapas de projeto e de construção são gerados dados essenciais para o gerenciamento de facilidades – certificados de garantia, de operação, de manutenção, e demais especificações técnicas (EAST e CARRASQUILLO- MANGUAL, 2013). Esses documentos físicos ou digitais são frequentemente armazenados de forma desorganizada, em condições precárias ou até mesmo perdidos, o que demanda esforços desnecessários por parte dos gestores da edificação para reagrupar essas informações (AZIZ, NAWAWI e ARIFF, 2016).

Dito isso, a metodologia BIM passar a ser reconhecida atualmente como uma nova abordagem da construção para produzir meios de gerenciar as informações de projeto criadas ao longo da vida útil da edificação (SUCCAR, 2009). Os modelos BIM representam uma grande transição para a indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) devido a quantidade de informações que são atribuídas ao projeto através da modelagem paramétrica (EASTMAN, *et al.*, 2011). Os modelos aliam-se a simulações dinâmicas e tridimensionais de projeto, planejamento, orçamento, distribuídos ao longo de um espaço de tempo determinado para a construção (LOPEZ, *et al.*, 2016). Essas simulações são realizadas com o objetivo de aproximar o projeto com os resultados da construção entregue. A esse momento, as ferramentas BIM vão ao encontro da metodologia *Facility Management* (FM), os dados podem ser manuseados no próprio modelo e permitem a atribuição de informações requeridas pelos gestores da edificação. Portanto, ao longo da modelagem cria-se uma base de dados recheada com informações detalhadas para cada elemento de projeto, equipamentos, móveis, louças, e para cada espaço qual estão localizados (CZMOCH e PEKALA, 2014).

Sendo assim, o *Construction Operations Building information exchange* (COBie) representa aqui um papel importante para o uso das informações do modelo, como uma forma de extrair esses dados de projeto. O COBie consiste em um padrão internacional admitido para extração e troca de informações referentes ao Gerenciamento de Facilidades de um modelo BIM (EAST e CARRASQUILLO- MANGUAL, 2013).

A estruturação dos dados torna-se um dos maiores benefícios desse e provém consistência e uniformidade das informações, possibilitando o gerenciamento desses dados pelos gestores da edificação (MALLESON, MORDUE e HAMIL, 2012). Devido a sua estrutura, o COBie pode ser utilizado como fonte de dados para plataformas de *Facilities*

Management ou *softwares* similares de gestão, e até mesmo como planilhas Excel para consulta dos elementos de projeto. E ainda, pode ser gerado ao longo das diversas etapas de projeto e de construção, conforme a necessidade do proprietário de obra e dos gestores (SOUSA, 2013). Porém, constatou-se que o COBie ainda é pouco difundido no Brasil, tanto nos meios acadêmicos – poucas bibliografias nacionais encontradas, quanto no setor da construção.

Por meio da publicação do Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, o governo federal oficializou a Estratégia Nacional para a Disseminação do *Building Information Modeling* (BIM), ou Estratégia BIM BR, cuja finalidade é promover um ambiente adequado ao investimento na metodologia e sua difusão no Brasil. A partir de janeiro de 2028, passará a abranger todo o ciclo de vida da obra ao considerar atividades do pós-obra. Será aplicado, no mínimo, nas construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância, nos usos previstos na primeira e na segunda fases e, além disso, nos serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento após sua conclusão. Conforme descrito, BIM no Brasil agora é lei. Os projetos serão melhor desenvolvidos e as construções terão mais qualidade. O setor sofrerá com menos desperdício e retrabalho, o que vai fazer com que o uso do recurso público envolvido, seja melhor aproveitado. Os profissionais de arquitetura, engenharia e construção, devem iniciar um processo de adaptação a essa implantação do BIM no Brasil. Os profissionais que não acompanharem essa transição das ferramentas *Computer Aided Design* (CAD) para a modelagem BIM, perderão espaço no mercado de trabalho.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram separados em objetivo geral e objetivos específicos com o intuito respectivamente de destacar o que pretende-se atingir prioritariamente com o desenvolvimento deste trabalho assim como objetivos complementares que associam-se ao tema do trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

Realizar a extração de dados do projeto do LITPEG no modelo BIM com o uso do COBie para aplicação no Gerenciamento de Facilidades.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Contribuir para uma dinamização e formação das metodologias de modo a promover a expansão do conceito no Brasil;
- b) Demonstrar os procedimentos e ferramentas do *software* Revit;
- c) Elevar o nível de desenvolvimento do projeto arquitetônico para um LOD 500;
- d) Avaliar a praticidade de inserção de dados ao modelo BIM;
- e) Fomentar o uso do COBie como uma ferramenta útil para a etapa operação da edificação.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho divide-se em 5 capítulos, sendo o primeiro uma introdução ao tema, uma justificativa da escolha do mesmo, os objetivos almejados.

No 2º capítulo é apresentado o referencial teórico que foi dividido em etapas: na primeira, define-se o conceito *Building Information Modeling* (BIM), sua estrutura e sua abrangência como modelagem paramétrica, análise comparativa do sistema CAD para o modelo BIM, classificações dimensionais do BIM, Níveis de desenvolvimento (LOD) e BIM e a manutenção; na segunda, trata-se sobre a relação entre BIM e o *Facility Management* (FM), e o uso da ferramenta COBie como um aliado para o gerenciamento de facilidades.

Em seguida, no capítulo 3, é apresentado o estudo de caso no LITPEG assim como demonstra-se de forma prática a preparação do *software* para a ferramenta COBie através da extensão e a forma de extração das planilhas COBie do modelo do LITPEG. Para isso, o método é dividido entre etapas de configuração do *software* Revit, seguido da inserção de dados, e por fim, extração dos dados por meio da extensão COBie.

Já no 4º capítulo, serão apresentados a atualização do modelo arquitetônico para o LOD 500 e os resultados obtidos da extração do COBie do modelo. Será realizada uma análise dos dados extraídos nas planilhas comparados com as informações inseridas no modelo e a coerência das informações obtidas.

Por fim, no capítulo 5, serão apresentadas as conclusões e considerações finais do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo foi dividido em etapas: na primeira, define-se o conceito *Building Information Modeling* (BIM), sua estrutura e sua abrangência como modelagem paramétrica, análise comparativa do sistema CAD para o modelo BIM, classificações dimensionais do BIM, Níveis de desenvolvimento (LOD) e BIM e a manutenção; na segunda, trata-se sobre a relação entre BIM e o *Facility Management* (FM), e o uso da ferramenta COBie como um aliado para o gerenciamento de facilidades.

2.1 CONCEITO DE *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM)

A demanda pelo *Building Information Modeling* (BIM) tem crescido recentemente conforme as organizações internacionais, da construção, dos programas BIM e o próprio governo tomam iniciativas para promover o conceito ao longo de todo o ciclo de vida da indústria (AZIZ, NAWAWI e ARIFF, 2016). A natureza do trabalho tem mudado constantemente de modo que os profissionais passam menos tempo em suas mesas de escritório e passam a preferir serviços móveis, modelos de trabalho flexíveis e tecnologias de comunicação e trabalho colaborativo (EASTMAN, *et al.*, 2011).

A mudança de paradigma do processo ainda é a maior dificuldade encontrada para implementação do BIM. As partes responsáveis pelos projetos ainda resistem a aceitação do uso do BIM e seus conceitos devido aos investimentos necessários (KASSEM e AMORIM, 2015). Além de investimento em *softwares*, tecnologias e adaptações ao conceito BIM, a capacitação da equipe e contratação de profissionais competentes nesses quesitos representa outro entrave no setor.

Adotar o BIM e seus conceitos poderá acarretar em um impacto significativo em questões como melhorias na eficiência e sustentabilidade de projetos e na construção civil como um todo, melhorias na previsibilidade de resultados em projetos e retorno de investimentos, além de estimular o crescimento econômico. Estes são os principais motivadores de iniciativas BIM que estão sendo implementados pelo governo, grandes clientes e agências ao redor do mundo (KASSEM e AMORIM, 2015).

2.1.1 Definição

BIM não corresponde a uma definição unânime. Apesar de ser frequentemente

referido na indústria da construção de edifícios, diferentes entidades e autores, fornecem distintas definições. Para leigos, muitas vezes confunde-se o modelo Bim com um *software*, ou com os *softwares* que dispõem ao usuário uma representação tridimensional do que se está projetando. O termo BIM foi primeiramente introduzido pela indústria da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), e em cerca de 7 anos passou de apenas um novo termo para algo fundamental na tecnologia voltada para a AEC, envolvendo todos os aspectos de design, construção e operação de uma edificação (EASTMAN, *et al.*, 2011). Se trata de um conjunto de políticas, processos e tecnologias interativas que resultam em uma metodologia para gerenciar dados de projeto e design por meios computadorizados ao longo da vida útil da construção (PENTTILÄ, 2006). BIM é atualmente a denominação mais comum para prover uma nova abordagem da construção, design, manutenção e operação de edifícios. Pode ser definido como um conjunto de políticas, tecnologias e processos interativos que produz uma metodologia para gerenciar os dados de projeto em um formato digital, ao longo da vida útil da construção (SUCCAR, 2009).

Adotar o BIM e seus conceitos poderá acarretar em um impacto significativo em questões como melhorias na eficiência e sustentabilidade de projetos e na construção civil como um todo, melhorias na previsibilidade de resultados em projetos e retorno de investimentos, além de estimular o crescimento econômico. Estes são os principais motivadores de iniciativas BIM que estão sendo implementados pelo governo, grandes clientes e agências ao redor do mundo (KASSEM e AMORIM, 2015).

À medida que o BIM começa a ganhar mais importância e relevância no mercado, surgem também muitas definições errôneas do BIM. Ou seja, se para alguns o BIM é um *software*, para outros a definição mais correta será um modelo virtual do edifício a três dimensões. Revit é BIM? Ou Bim é Revit? Se é 3D, é BIM? Ou nem tudo 3D, é BIM? Por esses motivos é importante atentar para alguns pontos que podem ajudar no processo de discernimento entre o que é BIM e o que não é BIM. O uso isolado de alguns princípios não representam o todo. Para esclarecer, Eastman *et al.* (2011) descrevem algumas situações em que são utilizadas tecnologias similares, mas não são BIM.

- a) Nem tudo que é 3D é BIM. Mas, se for BIM, será 3D. Soluções que possibilitam apenas a modelagem e a visualização gráfica em 3D de uma edificação ou instalação, que utilizam objetos que não incluem outras informações além da sua própria geometria, não podem ser consideradas como soluções BIM. Os dados de inteligência a nível dos objetos são necessários para complementarem na integração de dados e análise do projeto.

- b) Soluções que, utilizando múltiplas referências 2D, simulam modelos tridimensionais. Estes tipos de *softwares* que não permitem a extração automática de quantidades, não realizam atualizações automáticas, nem tampouco possibilitam a realização de simulações e análises não podem ser considerados como soluções BIM. Modelos que necessitam de diversos arquivos 2D de CAD combinados para criar uma representação da construção não possuem confiabilidade no modelo 3D devido à falta de inteligência atrelada aos objetos representados.
- c) Soluções 3D que não são baseadas em objetos paramétricos e inteligente. Modelos com objetos definidos, mas não utilizam inteligência paramétrica, impedindo que sejam alterados ou reposicionados. Isso dificulta possíveis modificações e pode gerar inconsistências nas vistas criadas do modelo. Embora esses modelos tenham uma aparência.
- d) *Softwares* e soluções 3D que não atuam como gestores de banco de dados integrados não são BIM. Modelos que não possuem vistas interligadas e não carregam automaticamente as mudanças nas dimensões realizadas em uma das vistas.

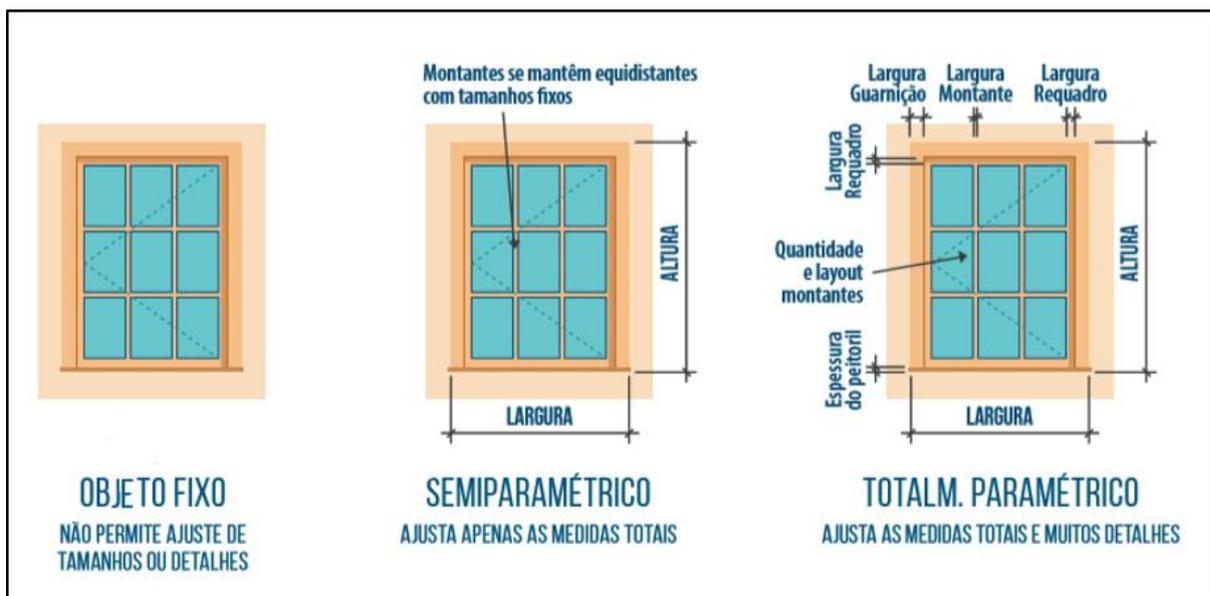
2.1.2 Modelagem paramétrica (ou Parametrização)

A parametrização utiliza parâmetros pré-definidos necessários para especificação completa de um objeto ou um modelo qualquer. Sem engessar as características de um determinado objeto, a parametrização correlaciona parâmetros e regras que dependem e se correlacionam de acordo a finalidade da modelagem. Essa correlação permite que os objetos sejam atualizados conforme surjam novas alterações (EASTMAN, *et al.*, 2011). Esses parâmetros não atrelam apenas configurações geométricas e funções ao elemento ou objeto, diversos tipos de informações podem ser vinculados a ele para atribuir dados com diferentes finalidades – materiais, camadas constituintes, a quais famílias pertencem, parâmetros térmicos, custos associados, entre outros. Como são dados pré-definidos, essas informações são inseridas concomitantemente com a modelagem dos elementos, os dados relativos a eficiência energética dos componentes de uma parede e seu revestimento são atribuídos ao mesmo tempo em que a parede é modelada no *software*, por exemplo (AUTODESK, 2007). Os *softwares* contam com uma série de parâmetros pré-definidos atrelados aos diversos componentes disponíveis, e quando são inseridos novos parâmetros criados pelo usuário, estes, vinculam-se automaticamente aos existentes, em função das relações paramétricas existentes (IGNATOVA, *et al.*, 2015).

A modelagem paramétrica representa uma grande transformação para a indústria da construção, auxilia bastante o usuário na modelagem e o modelo paramétrico é digitalmente legível para os *softwares*, pode ser interpretado facilmente e compartilhado com outras aplicações (EASTMAN, *et al.*, 2011).

Os objetos BIM podem ser fixos, semiparamétricos ou paramétricos. Quando são fixos, não é possível ajustar medidas totais ou de seus componentes constituintes. Nos objetos semiparamétricos, algumas dimensões podem ser ajustadas, mas existem grandes limitações de variabilidade. Mas, naqueles totalmente paramétricos, a maioria das dimensões pode ser mudada e ajustada, inclusive da configuração dos principais componentes, bem como dos correspondentes materiais constituintes (CBIC, 2016). A Figura 1 ilustra os diferentes tipos de parametrizações que podem ser encontradas no modelo BIM.

Figura 1 - Diferentes tipos de parametrização no modelo BIM



Fonte: CBIC (2016).

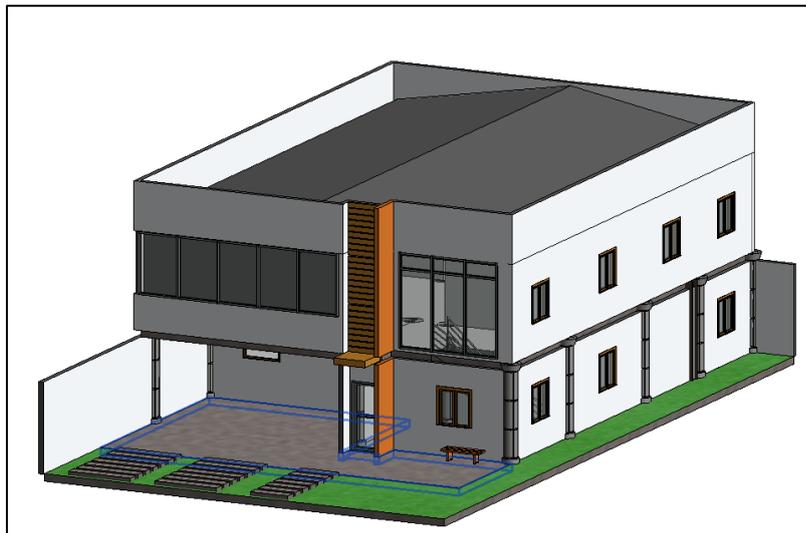
2.1.3 Análise comparativa do sistema CAD para o modelo BIM

Uma das características do BIM que demonstra superioridade ao *Computer Aided Design* (CAD) é o fato de que os objetos no primeiro são parametrizados, carregam consigo não apenas um traço, mas também todo um conjunto de informações inerentes aos mesmos. Nunes e Leão (2018) definem CAD consistindo basicamente em linhas geométricas, sem especificações não dimensionais como: volume, cor, custo ou propriedades térmicas dos materiais, analogamente. Além disso, segundo Souza *et al* (2009), A tecnologia BIM permite

que as modificações de projeto sejam realizadas facilmente através da parametrização dos objetos. Aliado a isso, a geração automática de vistas e cortes indica uma possível redução de trabalho. O modelo deixa de ser apenas um modelo digital para a representação da configuração e passa a ser um modelo paramétrico, possuindo a informação que o utilizador determinar na sua criação.

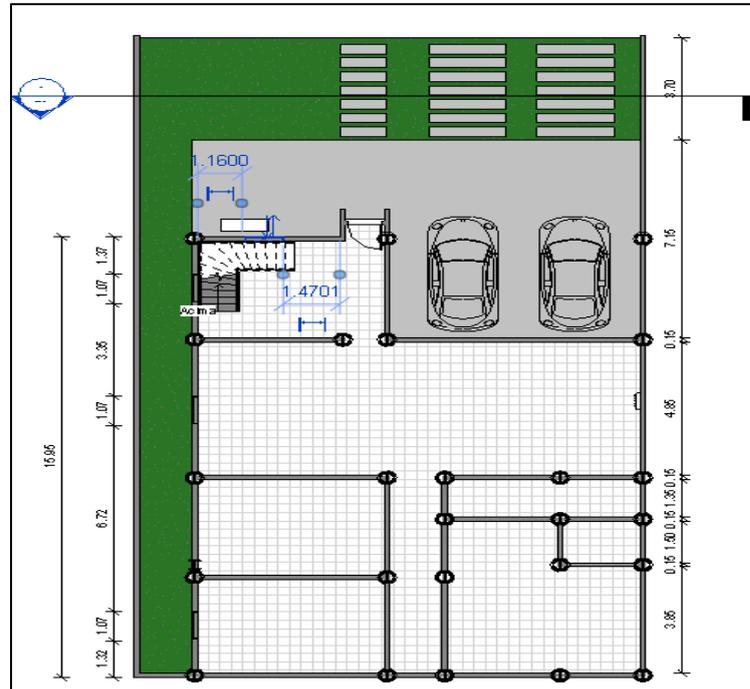
Para demonstrar essas características do modelo BIM, utilizaremos apenas para fins de exemplificação dessa propriedade do modelo, o projeto arquitetônico de uma casa desenvolvido no Revit pelo autor do trabalho. As Figuras 2 e 3, representam respectivamente a visualização em 3D e a planta baixa da casa. Na Figura 2, observa-se a localização do corte e a janela selecionada.

Figura 2 – Representação 3D do projeto arquitetônico para fim de exemplificação



Fonte: O Autor (2019).

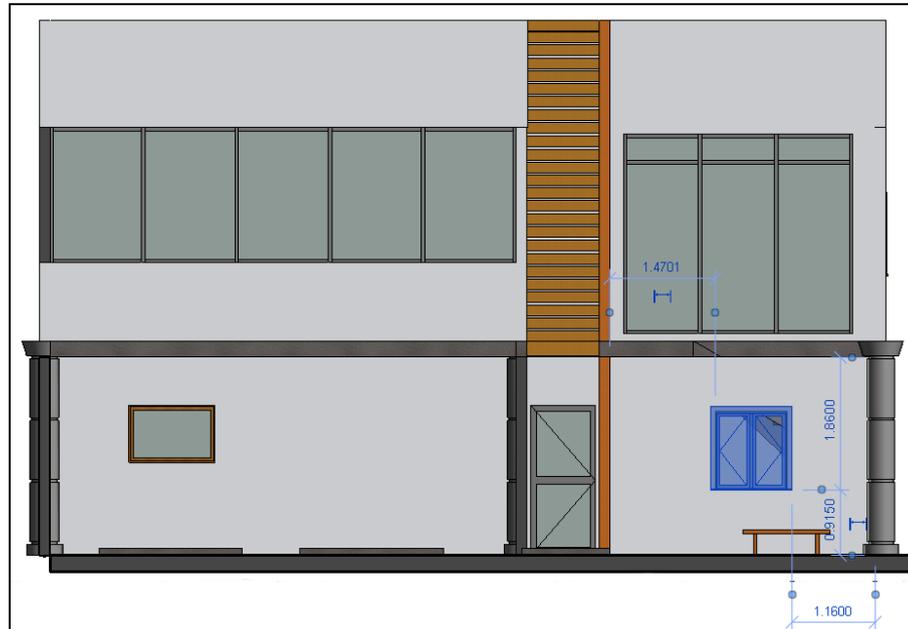
Figura 3 - Planta de piso com a localização do corte e janela selecionada



Fonte: O Autor (2019).

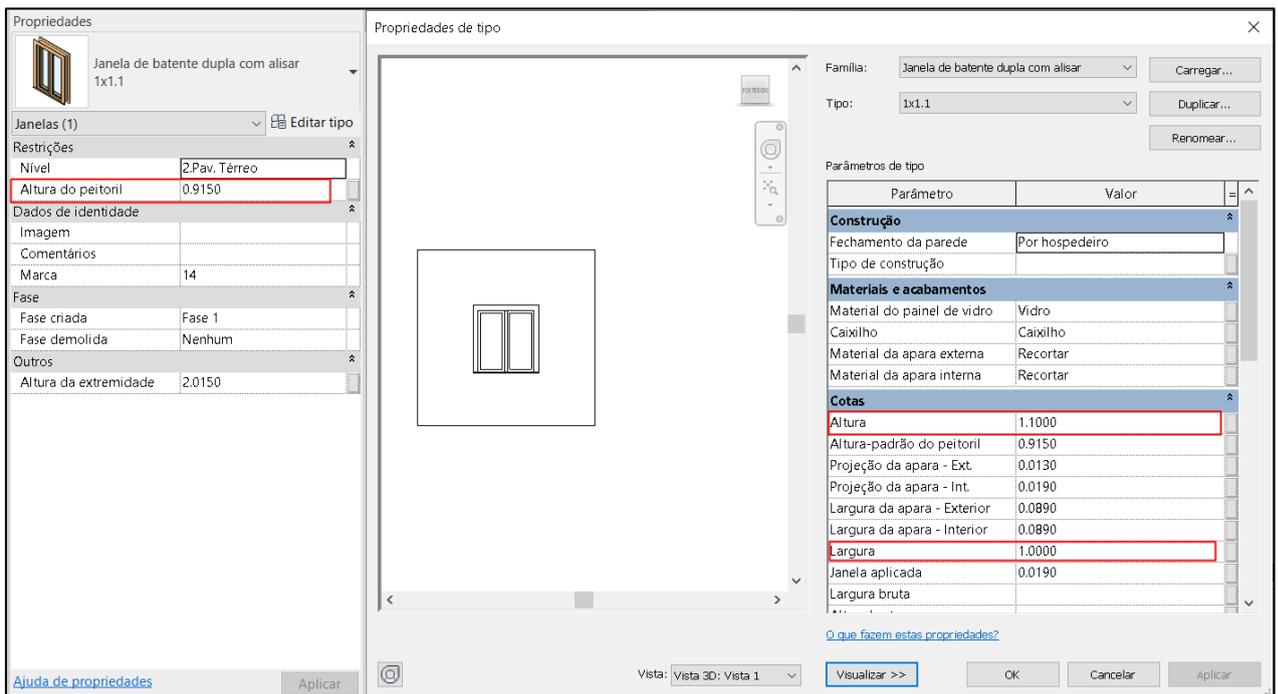
A Figura 4, ilustra a visualização do corte realizado na planta baixa. Nela, pode-se observar a janela selecionada, assim como alguns parâmetros de distâncias/posicionamento referentes a sua aplicação. No menu propriedades e propriedades de tipo da janela selecionada, encontram-se mais parâmetros referentes a sua aplicação observada na Figura 5. Na Figura 5, pode-se notar que é possível editar as medidas totais assim como muitos detalhes da janela, classificando-se em uma família totalmente paramétrica no modelo. Note que a altura e largura da janela estar com valores de 1,1m e 1m e o peitoril estar com uma altura de 0,915m.

Figura 4 – Representação do corte



Fonte: O Autor (2019).

Figura 5 – Propriedades da família da janela selecionada



Fonte: O Autor (2019).

Realizando-se a alteração do peitoril para 1.00m , Altura para 1.50m e Largura para 2m e dando um *Aplicar*, a representação da mesma, atualiza-se automaticamente ficando conforme ilustra a Figura 6.

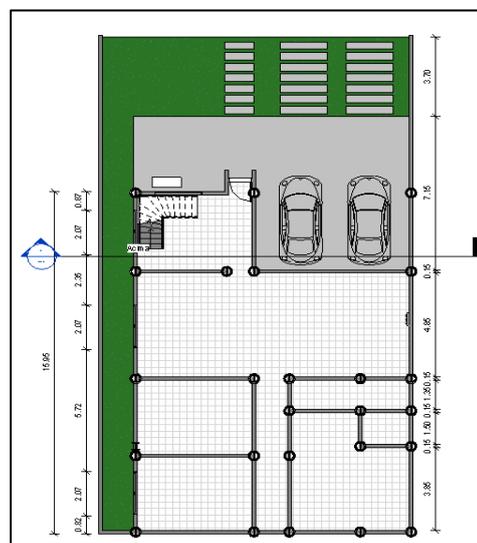
Figura 6 – Corte após alterações nos parâmetros da janela



Fonte: O Autor (2019).

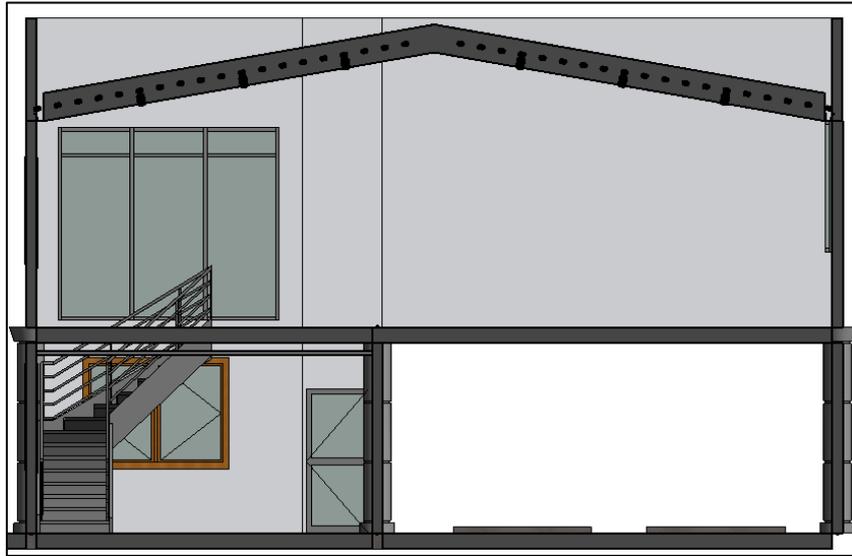
Outra característica importante do modelo BIM, que gera muita produtividade em comparação ao sistema CAD, é a atualização automática do corte, caso seja alterado sua localização na planta de piso. Movendo-se a localização do corte observado na Figura 3, para a localização ilustrada na Figura 7, a representação do corte atualiza-se automaticamente, obtendo a nova visualização do corte conforme ilustra a Figura 8. Característica essa que não ocorre no sistema CAD, que para este, deve-se refazer manualmente do zero toda a representação do corte.

Figura 7 – Planta de piso com nova localização do corte



Fonte: O Autor (2019).

Figura 8 – Representação atualizada do corte



Fonte: O Autor (2019).

Verifica-se assim, que mesmo com uma integração apenas parcial do BIM, isto é, sem a utilização plena dos atributos paramétricos ou, mesmo, não considerando as capacidade de integração das fases de planeamento e orçamentação, o BIM consegue superar a vários níveis os sistemas CAD.

2.1.4 Classificações dimensionais do BIM

Com o crescimento frequente uso do BIM e da modelagem 3D em projetos as dimensões seguintes e suas variáveis logo se tornaram necessárias (CHAREF, ALAKA e EMMITT, 2018). E conforme necessidade, novas dimensões foram sendo agregadas ao modelo tridimensional, à respeito das variáveis tempo (4D), custo (5D), e *facilities management* (6D) (OLIVEIRA, SCHEER e TAVARES, 2015). Em relação à sexta dimensão, existem algumas diferenças e controvérsias quanto à definição e sua abrangência, e inclusive, alguns autores citam outras dimensões, 7D e 8D.

Mattos (2014) descreve em artigo publicado no blog da Pini o que define cada uma das aplicações do BIM:

- **BIM 3D:** Consiste na consolidação dos projetos da obra em um mesmo ambiente virtual, em três dimensões e com todos os elementos necessários para sua caracterização e posicionamento espacial. Uma das grandes vantagens do BIM 3D é o *clash detection* (detecção de conflitos).

- **BIM 4D:** No BIM 4D, os elementos gráficos da edificação podem ser atrelados ao cronograma da obra. Esta correlação torna possível ao gestor acompanhar o avanço físico da construção e, com o simples arrasto de um cursor do computador sobre o cronograma, ver a obra sendo paulatinamente construída como num filme.
- **BIM 5D:** No BIM 5D agrega-se a dimensão custo ao modelo tridimensional. Cada elemento do projeto passa a ter vinculação a dados de custo. Assim, a alvenaria mostrada no pavimento fica ligada a seu orçamento e a seus respectivos insumos de produção. Uma alteração de dimensão na planta torna possível a atualização do orçamento.
- **BIM 6D:** Constitui a *facilities management*, ou seja, o gerenciamento do ciclo de vida do bem em questão. Com o BIM 6D, pode-se controlar a garantia dos equipamentos, planos de manutenção, dados de fabricantes e fornecedores, custos de operação e até mesmo fotos. De acordo com (CZMOCH e PEKALA, 2014; YUNG e WANG 2014), a sexta dimensão trata de sustentabilidade, quando os *softwares* são compatíveis com esta, permitem a integração dos dados relacionados a absorção energética dos materiais utilizados na modelagem com extensões ou programas de análise do consumo energético do modelo. Porém, para Oliveira, Scheer e Tavares (2015) essa dimensão representa o gerenciamento da edificação ao longo do seu ciclo de vida, ou seja, a gestão de *facilities*, operação e manutenção da edificação. Em um panorama geral, a definição para a sexta dimensão ainda encontra-se em debate. Portanto, para fins práticos deste trabalho, optou-se por se adotar a perspectiva de manutenção.

2.1.5 Nível de desenvolvimento (LOD)

Nessa seção será descrita a definição do conceito LOD.

2.1.5.1 Definição

O conceito de LOD especificamente utilizado na tecnologia BIM foi inicialmente entendido como nível de detalhamento (*Level Of Detail*). Atualmente, o termo tem sido mais citado como nível de desenvolvimento (*Level Of Development*), o que significa uma ampliação do conceito inicial. A Figura 9 mostra um comparativo entre esses dois conceitos.

Figura 9 - Nível de detalhamento vs nível de desenvolvimento



Fonte: CBIC (2016).

O LOD endereça várias questões que surgem quando BIM é utilizado como ferramenta de comunicação ou colaboração, ou seja, quando outros usuários que não sejam os próprios autores de um modelo BIM extraem informações dele:

a) Durante o processo de projeto, os sistemas construtivos e componentes evoluem de vagas ideias conceituais para uma descrição completa e precisa. Os autores dos modelos sabem qual o nível de desenvolvimento dos seus modelos, mas outras pessoas não.

b) É frequente e comum que o nível de precisão de um elemento seja mal interpretado. Em um modelo, um componente genérico inserido apenas como uma primeira referência tem a mesma aparência de um componente específico, localizado com absoluta precisão, portanto, é preciso algo mais que a simples aparência para comunicar essas diferenças.

c) Um usuário de um modelo que não seja seu autor pode inferir erroneamente que algumas informações já tenham sido estudadas e definidas com precisão pelo autor – algumas medidas podem ser retiradas e algumas informações sobre montagens, com frequência, já são mostradas nos modelos, mesmo antes de terem sido finalizados. O LOD permite que o autor especifique claramente qual é a confiabilidade dos elementos de um modelo.

d) Num ambiente de trabalho colaborativo, onde diversos usuários precisarão utilizar informações extraídas de modelos gerados por outros autores, é fundamental definir claramente quais os níveis de confiabilidade dos elementos, nas suas várias etapas de desenvolvimento. Assim todos os envolvidos poderão planejar seus trabalhos já considerando os momentos futuros quando as informações mais detalhadas e confiáveis serão disponibilizadas.

Portanto, o LOD é uma referência que possibilita que os agentes atuantes na indústria da construção civil especifiquem e articulem, com clareza, os conteúdos e níveis de confiabilidade de modelos BIM, nos vários estágios do processo de projeto e construção. Possibilita que os autores de Modelos BIM definam os usos e níveis de confiabilidade dos seus modelos para que outros usuários que estejam mais a jusante no fluxo de desenvolvimento possam compreender com clareza quais os limites de utilização dos modelos que eles estão recebendo (CBIC, 2016).

2.1.5.2 Classificações dos níveis de desenvolvimento

No LOD 100, os elementos de um modelo podem ser representados graficamente por um símbolo ou outra representação genérica. Informações relacionadas aos elementos do modelo (ex. custo/m², Ton Resfriamento, etc) podem ser derivadas de outros elementos. Os elementos LOD 100 são extremamente úteis no início da fase de projeto, estes permitem ao projetista incorporar uma grande quantidade de informações, tais como, custos aproximados. Alguns elementos de modelo podem permanecer em LOD 100 até ao final do projeto (BUILDINGSMART, 2019). Exemplos de elementos LOD 100 do modelo:

- Estruturais: A quantidade de aço em quilos por metro quadrado de laje.
- Arquitetônicos: Os elementos de arquitetura não são geometricamente modelados. A informação está na forma de documentos escritos, incluindo os elementos que constituem cada espaço, a sua utilização e a área. Os elementos como escadas e elevadores podem ser incorporados nos modelos através de símbolos não geométricos, esta abordagem permite obter uma contagem aproximada de cada elemento e a sua localização aproximada.
- Construção interior: É atribuído um custo por metro quadrado de área útil associado aos elementos.

No LOD 200, os elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um sistema genérico. Objeto ou montagem com tamanhos, formas, quantidades e orientações aproximadas. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos, por exemplo: características térmicas dos componentes da envolvente, peso, fabricante, entre outras (CBIC, 2016). Exemplos de elementos LOD 200 do modelo :

- Estruturais: A malha estrutural deve ser aproximada, os elementos normalmente são selecionados a partir de bibliotecas existentes por exemplo para um pilar com um tipo de perfil estrutural que provavelmente possuirá o perfil definitivo. Contudo a designação de LOD 200 diz que os elementos são genéricos apesar do seu nível de detalhe, ou seja, ainda podem

surgir modificações na sua geometria.

- Arquitetônicos: As paredes e lajes devem ser modeladas como objetos 3D, mas de espessura, composição e localização que podem ser eventualmente alteradas. As aberturas, como janelas e portas devem ser modeladas mas com dimensão e localização aproximada.

- AVAC (Aquecimento, Ventilacao e Ar condicionado) : Os elementos em LOD 200 têm como principal objetivo a verificação precoce dos espaços, como por exemplo, verificar a dimensão das salas das máquinas. Os equipamentos e tubagens são modelados com tanta precisão quanta for necessária para reservar o espaço, contudo ainda é uma modelação aproximada pois a localização poderá ser alterada com o decorrer do projeto. Frequentemente, apenas os itens de grandes dimensões são modelados em LOD 200, ficando assim adiada a modelação dos de menores dimensões para níveis de desenvolvimento mais elevados.

No LOD 300, os elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico. Objeto ou montagem com tamanhos, formas, quantidades e orientações específicos. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos (CBIC, 2016). Exemplos de elementos LOD 300 do modelo :

- Estruturais: As vigas e os pilares devem ser representados com os seus tamanhos, formas e localização reais. Toda a malha estrutural deve ser modelada para a coordenação espacial com todos os outros elementos, tais como tubagens.

- Arquitetônicos: As paredes e os telhados são representados com a espessura real. Os componentes de menores dimensões que não podem ser representados, neste caso devem ser incluídos como informação não geográfica ligada ao elemento.

Geralmente, no LOD 300 não são incluídos detalhes das ligações, tais como cantoneiras e chapas, que podem afetar a coordenação com as outras especialidades. Se houver algum conflito perto de uma ligação, esta deve ser modelada com um nível superior de detalhe de modo a que se possa assegurar a coordenação. Outros tipos de elementos de menores dimensões necessários nas ligações como os parafusos também não deverão ser modelados neste nível. Dados como o peso do aço e o volume de betão podem ser obtidos com grande rigor, uma vez que os elementos estruturais são modelados com os tamanhos efetivos.

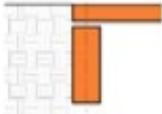
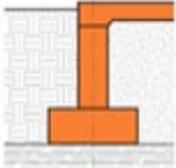
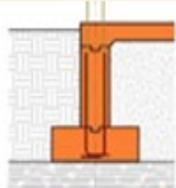
No LOD 350, os elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico. Objeto ou montagem com tamanhos, formas, quantidades, orientações e interfaces com outros sistemas também específicos. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos (CBIC, 2016). Os elementos são conjuntos específicos do modelo, tais como tipos de parede, elementos estruturais e componentes do

sistema. A construção e coordenação dos componentes de construção podem exigir a alteração neste nível de detalhe, no entanto estas modificações devem ser minimizadas tanto quanto possível. No LOD 350 são incluídos detalhes das ligações.

No LOD 400, os elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico. Objeto ou montagem com tamanhos, formas, quantidades, orientações com informações detalhadas sobre fabricação, montagem e instalação. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos (CBIC, 2016).

No LOD 500, a representação gráfica dos elementos de um modelo são verificadas em campo, em termos de tamanho, formas, localização, quantidades e orientações. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos. O modelo de elementos com nível de detalhe 500 é uma representação final da construção que pode também ser visto como um modelo pós construção (CBIC, 2016). O LOD 500, equivale ao *as built*. O nível final de desenvolvimento que representa o projeto como ele foi realmente construído. O modelo servirá para a gestão da manutenção e da operação da edificação ou instalação. A Figura 10, ilustra um exemplo de classificação dos diferentes níveis de LOD para uma fundação em sapata rasa.

Figura 10 – Diferentes níveis de LOD de uma fundação em sapata rasa

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400
<p>As premissas para as fundações estão incluídas em outros elementos modelados, como um pavimento arquitetônico ou um volume de massa que define a profundidade proposta para a estrutura.</p> <p>Elementos esquemáticos ainda não são distinguíveis por tipo ou material. Montagem, profundidade/espessura e localização ainda são flexíveis.</p>	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tamanho e forma aproximados dos elementos e das funções • Eixos estruturais definidos no modelo coordenados com o sistema global de coordenadas  <ul style="list-style-type: none"> • São modeladas fundações genéricas • O terreno é modelado também genericamente, a partir de informações geotécnicas extraídas de um relatório geotécnico específico. 	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tamanho do conjunto e geometria dos elementos das fundações • Superfícies inclinadas • Dimensões externas dos componentes  <ul style="list-style-type: none"> • Tamanhos das paredes da fundação são modelados com precisão, com sapatas conforme a solução adotada • A cota de apoio das fundações é modelada conforme o relatório geotécnico específico • Camadas geológicas são mostradas apenas para contextualização e não precisam ser modeladas como parte deste elemento neste LOD • A laje piso deve ser modelada ao nível correto, mostrando condições relativas neste nível de LOD 	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Localização dos encaixes • ligações concretadas • Retardadores de umidade • Cavilhas • Todos <i>inserts</i> ou reforços expostos • Juntas de expansão • Cotas de apoio são modeladas a partir de estimativas extraídas de um relatório geotécnico específico  <ul style="list-style-type: none"> • Vigas-baldrame são modeladas inclusive com as interfaces com outros sistemas como reforços de bordo de lajes, juntas de concretagem e cavilhas de reforço • A cota de apoio das fundações são modeladas conforme o relatório geotécnico específico, com a adição de elementos de interface como caixas vazias conforme a solução adotada • Camadas geológicas são mostradas apenas para contextualização e não precisam ser modeladas como parte deste elemento neste LOD • A laje piso deve ser modelada ao nível correto, mostrando condições relativas neste nível de LOD 	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Armaduras, inclusive ganchos e sobreposições • Cavilhas • Chanfros • Acabamentos • Marcações definidas para as alvenarias • Impermeabilizações

Fonte: CBIC (2016).

2.1.6 BIM e a manutenção

Modelos BIM podem ser criados com a finalidade específica de servir como referência e repositório de informações para os processos de gestão e operação de uma edificação e também para o gerenciamento da sua manutenção (CBIC, 2016).

Seja na gestão global 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 facto de toda a informação relativa ao edifício estar concentrada apenas numa só plataforma e devido à grande capacidade de representação 3D (GOEDERT e MEADATI, 2008).

Assim, pode considerar-se que, a manutenção de edifícios é um dos ramos da indústria da construção, que pode 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 ignorados já que é essencial que a informação contida no modelo, corresponda exatamente à realidade (GOEDERT e MEADATI, 2008).

2.2 BUILDING INFORMATION MODELING E FACILITY MANAGEMENT

O termo *facility* é utilizado na língua inglesa como sinónimo de edificação ou outra instalação que suporte atividades institucionais, comerciais ou militares. Ao traduzir-se para o português significa “facilidades” e por práticas comuns na área, continua sendo utilizado no Brasil como um sinónimo de edificação (GAMA, 2013). Portanto, a partir de *Facility Management* ou *Facilities Management*, traduz-se para o português, Gestão de Facilidades.

De acordo com RICS (2018), FM é a disciplina que busca melhorar e auxiliar a produtividade de uma organização transmitindo toda a infraestrutura e serviços necessários para se alcançar os objetivos da organização. Já Ehrenberg (2018) afirma que FM é uma profissão que engloba múltiplas disciplinas de forma a integrar as pessoas, processos, espaços e a tecnologia, para garantir a funcionalidade do ambiente construído.

Facility Management não deve se limitar apenas à edificação. Sua gestão inovadora pode moldar uma empresa, não apenas auxiliar a empresa. Necessita ser estratégica e não apenas uma ferramenta operacional eficaz para economizar gastos. A gestão de facilidades deve demonstrar como pode contribuir como uma ferramenta estratégica, para alcançar prazos

limites à frente dos seus competidores, para o aprimoramento da empresa, excelência no serviço ao cliente. E, ainda, de forma que evite a lidar com os problemas rotineiros que surgem ao longo da vida útil do edifício, que demandam tempo e recursos (NOOR e PITT, 2009).

Araszkiwicz (2017) faz uma analogia da letra M do termo BIM e a referência como Management - método de gerenciamento que assegura a elaboração, troca e o manejo de um conjunto abrangente de dados da edificação e das facilities ao longo de todo seu ciclo de vida. De acordo com Nical e Wodynski (2016), a utilização do BIM durante os estágios operacionais de FM é garantia de maior eficácia e eficiência na condução dos processos.

Conforme foi visto anteriormente, um dos princípios do BIM é a integração de todos os ativos participantes para inserção de dados no modelo, por meio dos softwares colaborativos. A partir desse momento, obtém-se uma quantidade suficiente de informações integradas no modelo advindas de diversas disciplinas, e o próprio modelo, por si próprio, torna-se uma fonte completa de informações que serão utilizadas para o gerenciamento de facilidades (MASANIA, 2015).

2.2.1 Interoperabilidade

Interoperabilidade, por definição do BIM Dictionary (2019), é a possibilidade de diversos sistemas e organizações trabalhar conjuntamente sem perda de dados e sem esforço especial; pode se referir a sistemas, processos, formatos de arquivos, *softwares*, etc. Ou seja, é um meio colaborativo de trabalho sem que nenhuma informação adicionada por qualquer uma das partes seja perdida e não necessite de esforço adicional para isso.

Um sistema colaborativo é compreendido como uma combinação de várias tecnologias que viabilizam a interação entre as partes interessadas na concepção de um projeto, com objetivo de aprimorar os resultados obtidos advindos do compartilhamento de conhecimentos (SOUSA, 2013). O conceito de colaboratividade não é recente, as formas de estabelecer meios cooperativos por meio de reuniões e troca de informações entre os participantes sempre foi um desafio. E as tecnologias vêm para facilitar essa cooperação entre as partes, fornecendo ferramentas auxiliares para isso. De acordo com Nical e Wodynski (2016), o BIM convém com certos princípios que moldam uma atitude relativa a construção de um ciclo de vida dos ativos, sendo fortemente apoiada pelos avanços tecnológicos.

A implementação BIM torna-se praticamente impossível sem a interoperabilidade ser conquistada, já que o conceito se baseia em um fluxo de trabalho estruturado, coordenado

com todas as informações compartilhadas ao longo desde as etapas iniciais de projeto até o fim da vida útil da construção (RODAS, 2015). A troca de informações ao longo do processo de projeto e da construção é necessária, já que esse processo é longo e extremamente detalhado, e a interoperabilidade entra aqui como a capacidade de identificar os dados essenciais a serem compartilhados entre os ativos (EASTMAN et al., 2011).

A falta de interoperabilidade, é um problema que deve ser estudado pela indústria de *software* e pelos utilizadores dos sistemas. Segundo Jacoski (2003), para que um *software* possa ser considerado interoperável, deve apresentar as seguintes características:

- a) Abertura para que os usuários criem aplicações que possam ser integradas aos sistemas;
- b) Capacidade de troca de informações entre sistemas;
- c) Uniformidade, de modo a que utilizem padrões já conhecidos pelos usuários;
- d) Simplicidade, o que facilita a aprendizagem de operação do sistema;
- e) Transparência, de forma a reduzir a informação a apenas um formato;
- f) Similaridade entre os sistemas (utilização das mesmas convenções).

Vale ressaltar que, a perda de informação no intercâmbio de dados entre *softwares*, gera retrabalho, causando uma queda na produtividade da equipe e conseqüentemente perda de capital que poderia ser adquirido pela empresa.

Com o intuito de facilitar essa comunicação entre *softwares* BIM de origens distintas, foram desenvolvidas padronizações de protocolo internacional para troca de dados (ANDRADE e RUSCHEL, 2009). A organização *BuildingSMART*, conhecida anteriormente como *International Alliance for Interoperability* (IAI), é responsável pela criação de formatos para troca de dados, chamados de *Open Standards*. Esses, permitem o compartilhamento livre e em aberto de informações tecnológicas estruturadas ao longo do ciclo de vida da construção para aperfeiçoar as etapas de construção, operação e gerenciamento do ambiente construído. (BUILDINGSMART, 2019).

Segundo CBIC (2016), os métodos e protocolos de intercâmbio de informações entre *softwares* BIM podem ser divididos em três tipos ou grupos:

- a) Formatos proprietários ou particular;
- b) Formatos públicos para segmentos específicos, como, por exemplo, o CIS/2;
- c) Formatos abertos e públicos, como, no caso, o IFC.

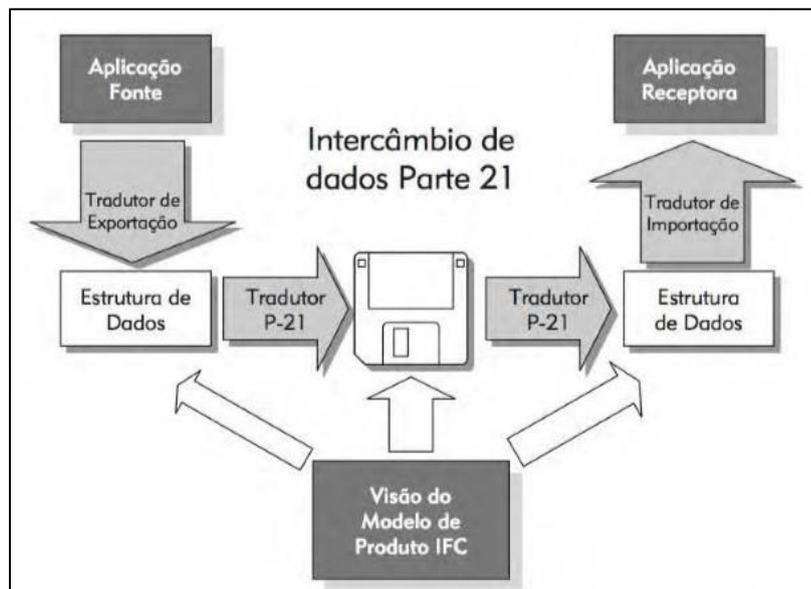
Destacaremos neste trabalho o formato IFC e o COBie.

2.2.1.1 Industry Foundation Classes (IFC)

O IFC representa uma especificação aberta e neutra utilizada por meio de um formato padrão utilizado como modelo para troca de dados livremente, e é suportado por diversos *softwares* que, aliados, incentivam formas de melhorar o fluxo de trabalho e a interoperabilidade entre os profissionais participantes na construção (BUILDINGSMART, 2019). Segundo Manzione (2013), o IFC restringe-se apenas a padronização das informações compartilhadas e não padroniza as estruturas de dados em aplicações de software. Ele serve como modelo de tradução para os softwares utilizarem na hora de extração do arquivo, ou seja, o software traduz o seu modelo para um arquivo de extensão “.ifc” para que outro software possa acessar esse arquivo e traduzi-lo para o seu próprio modelo.

Um cenário típico de intercâmbio de dados é mostrado na Figura 11. Em que uma aplicação fonte modelou informações para serem usadas por uma aplicação receptora. A aplicação fonte possui um tradutor desenvolvido para ela, que extrai instâncias de informação de sua estrutura de dados nativa e as atribui a classes de entidades IFC padronizadas que por sua vez é então recebido pela outra aplicação e interpretado pelo tradutor da Aplicação Receptora em termos de instâncias de objetos IFC que eles representam. O tradutor na Aplicação Receptora escreve os objetos IFC relevantes no formato de sua estrutura de dados nativa para utilizá-los.

Figura 11 - Cenário comum da aplicação do IFC entre dois softwares



Fonte: Eastman (2014).

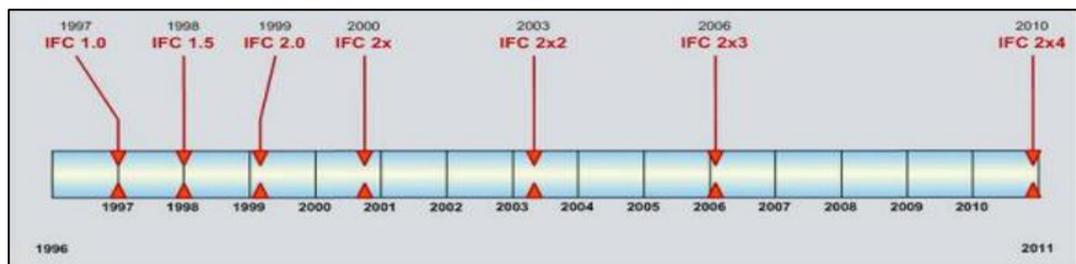
O objetivo primário desse formato é administrar todos os dados gerados do modelo ao

longo do projeto com confiabilidade, são atribuídos parâmetros IFC aos objetos inseridos na modelagem para que o *software* consiga gerar um arquivo interpretável por outros *softwares* (RODAS, 2015).

Portanto, o IFC depende da modelagem paramétrica, pré-requisito para os *softwares* BIM, para atribuição dos parâmetros e configurações do esquema no modelo. Como foi visto anteriormente, a modelagem paramétrica não utiliza dados engessados para definir um objeto em 3D, mas com a correlação de inúmeros parâmetros pré-definidos que se associam e dão origem as formas modeladas (EASTMAN, *et al.*, 2011).

Por mais que o IFC represente uma vasta série de dados que abrangem as diversas etapas da construção, o BIM atinge dimensões (4D, 5D, 6D, 7D...) que demandam um esquema cada vez mais complexo para suportar essa variedade de dados. Atentos a isso, a *buildingSMART* lança versões atualizadas do esquema IFC desde 1993, conforme surjam necessidades por parte dos desenvolvedores e usuários. Como por exemplo, a versão mais recente é o IFC4, e a 5ª versão já está em fases de planejamento e objetiva suportar uma maior variedade de recursos paramétricos (BUILDINGSMART, 2019). Atualmente, a versão para qual os softwares BIM estão adaptados, e por consequência, a mais utilizada, é o IFC2x3. A Figura 12, mostra a constante evolução do formato IFC entre 1997 à 2011.

Figura 12- Evolução das versões do formato IFC até o ano de 2011



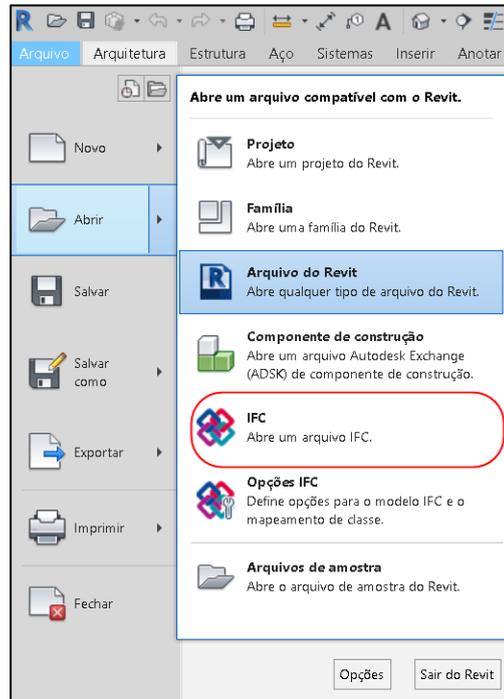
Fonte: BUILDINGSMART (2019).

O IFC pode ser considerado parte do esforço internacional de padronização ISO-STEP e foi desenvolvido utilizando a linguagem de modelagem de dados chamada EXPRESS, que é legível por máquinas e possui múltiplas implementações, incluindo um formato compacto de arquivo de texto, bancos de dados de objetos, SQL e XML.

Nas transferências de dados para o modelo IFC, alguns dados podem se perder durante o processo devido à tradução selecionada. Esses identificadores podem ser úteis para verificar se os dados desejáveis estão contidos no arquivo ou se há alguma falha na vinculação dos *Global Unique Ids* (GUIDs) com o IFC em questão (EASTMAN, *et al.*, 2011). A Figura 13,

ilustra a opção de leitura do formato IFC no *software* Revit.

Figura 13 – Opção de leitura de arquivos IFC no *software* Revit.



Fonte: O Autor (2019).

Segundo a CBIC (2016), o IFC define vários formatos de arquivos que podem ser usados para suportar diversas codificações dos mesmos conjuntos de dados. Sendo eles:

a) IFC-SPF: é um formato de arquivo-texto definido pela ISO 1303-21 (arquivo STEP – *Standard for the Exchange of Product model data*) em que cada linha consiste em um único registro de objeto, possuindo a extensão “.ifc”.

b) IFX-XML: é um formato de arquivo XML (*eXtensive Markup Language27*) definido pela ISO 1303-28 (arquivo STEP-XML), tendo a extensão de arquivo “.ifcXML”. Esse formato serve para a interoperabilidade com ferramentas XML e para o intercâmbio de partes de modelos BIM. Entretanto, como os modelos BIM costumam gerar arquivos grandes, esse formato acaba sendo utilizado com menor frequência, na prática.

c) IFC-ZIP: trata-se de um arquivo ZIP compactado, em que está incorporado um arquivo IFC-SPF, possuindo a extensão “.ifcZIP”.

Os principais objetivos do IFC são:

- a) A coordenação interdisciplinar de modelos de informação de edifícios;
- b) A troca e partilha de informação entre *softwares*;
- c) A transmissão e reutilização de informação para dimensionamento e operações a jusante do projeto;
- d) Melhorar a comunicação, produtividade, tempo de entrega, custos e qualidade durante todo o ciclo de vida do edifício;
- e) Permite a permuta de informação entre os intervenientes no projeto independentemente dos programas usados por cada um.

Os fabricantes de *softwares* promovem, em geral, a utilização de formatos próprios (exclusivos de determinado fabricante) para os modelos em BIM. É claro que isso só é interessante para a empresa que desenvolve o *software*, pois diminui o poder de partilha dos contratantes, que se veem obrigados a utilizar o *software* que tiver domínio de mercado, limitando assim as possibilidades de colaboração.

2.2.1.2 Construction Operations Building information exchange (COBie)

A entrega de uma edificação nova ou recém-renovada representa um grande momento de celebração para a equipe de projeto, construtores, proprietários e futuros ocupantes. Pois, simboliza a entrega de um produto e a conclusão do projeto, porém, para o gerente da facilidade, o trabalho acaba de começar (WBDG, 2019).

Na conclusão de qualquer obra, sempre será necessário juntar, organizar e entregar ao proprietário ou investidor ao menos o conjunto de documentos gerados pelo empreendimento e listado a seguir:

- a) Os projetos executivos ou o *as built*;
- b) Os memoriais descritivos da obra;
- c) Os projetos aprovados (projetos legais, alvará da construção, etc.)
- d) Os alvarás retirados na conclusão da obra – ‘habite-se’, vistoria do Corpo de Bombeiros, etc.
- e) Notas fiscais, manuais de operação e garantias dos principais equipamentos incorporados na edificação.

Uma obra nem precisa ser de grande porte para que o conjunto dessas informações acabe gerando um volume significativo de papéis e caixas. O primeiro passo a ser dado pelo gerente da facilidade consiste em juntar as informações e dados necessários, e em muitos

casos, estes são fornecidos de forma desorganizada, por diversos meios (documentos impressos, arquivos digitais, etc), e isso se não se perderem ao longo do projeto (MALLESON, MORDUE e HAMIL, 2012).

Devido à falta de parâmetro e organização dos dados ao ser repassadas as informações, surge a necessidade do uso de ferramentas ou *softwares* para padronizar a forma com que os dados são armazenados e transmitidos. E no âmbito de gerenciamento de facilidades, criou-se o COBie, um padrão internacional admitido para troca de informações de FM (EAST e CARRASQUILLO- MANGUAL, 2013).

Em meados de 2005 foi criado nos Estados Unidos, por dois órgãos públicos, um formato de dados padronizado, com o objetivo específico de publicar um determinado subgrupo de informações não geométricas, relacionadas à operação e à manutenção de uma edificação. Depois de revisado e desenvolvido, esse formato COBie que está diretamente associado ao BIM, seguindo a mesma abordagem de concepção, construção e gestão de ativos construídos, ou seja, que busca um entendimento integral do ciclo de vida dos empreendimentos.

COBie, então, é uma especificação que define um formato padronizado para armazenar um conjunto mínimo de informações sobre os ativos gerenciados as quais precisam ser trocadas entre os diversos participantes de um projeto, que serão entregues para os usuários do empreendimento – informações úteis para a operação e a manutenção de uma edificação construída.

Masania (2015) aponta alguns dos principais objetivos do COBie em seu trabalho:

- a) Providenciar um formato simples de troca de informações em tempo real;
- b) Atuar como uma fonte genérica de informação aceitável por todos os grandes e pequenos empreiteiros, fornecedores, proprietários, etc.;
- c) Fornecer uma estrutura de armazenagem de informações para posteriores trocas e recuperações, e possivelmente se tornar um padrão a ser seguido nos documentos contratuais;
- d) Proporcionar economia de tempo dos gerentes de facilidades sem adicionar nenhum custo adicional;
- e) Servir como fonte de dados para os sistemas de gerenciamento de facilidades ou afins.

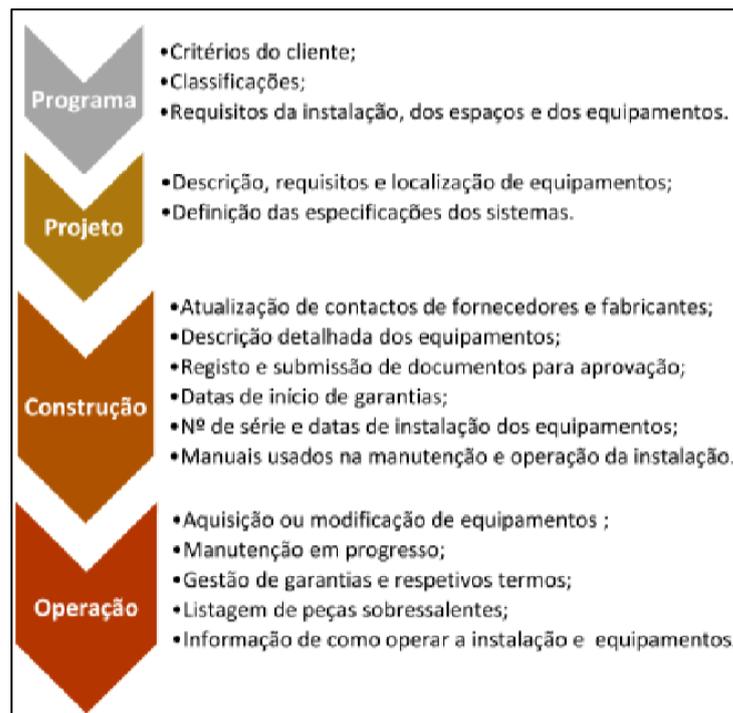
Sendo assim, tais objetivos partem do princípio de que não há necessidade de custos adicionais para fazer uso dessa ferramenta, observa-se que a classificação e cadastramento de

dados complementares podem ser feito nos próprios *softwares* BIM de forma prática (EAST e CARRASQUILLO- MANGUAL, 2013). O COBie contribui diretamente para a redução de custos operacionais.

Independente dos *softwares* e versões utilizadas, o banco de dados COBie resulta em um formato duradouro e proporciona dados interoperáveis e compatíveis com qualquer sistema. A facilidade com que as situações podem ser isoladas, analisadas e compartilhadas dá aos colaboradores maior agilidade e flexibilidade para resolvê-las. A tomada de decisões e coleta de dados acontece conjuntamente com o avanço do projeto e esses dados são repassados para as partes de interesse (EAST e CARRASQUILLO- MANGUAL, 2013).

A Figura 14, representa como os dados no COBie são preenchidos em etapas diferentes, e possuem finalidades diferentes - *Design*, Construção, Operação e Manutenção.

Figura 14 - Origens e exemplos de informações que compõem o formato padronizado COBie



Fonte: Rodas (2015).

Os participantes envolvidos nas diversas fases descritas podem contribuir com a submissão de informações do seguinte modo: os projetistas, através da produção de informações relativas às dimensões e layouts de pavimentos, espaços e equipamentos; os prestadores de serviços, através do fornecimento de dados relativos à materiais e equipamentos especificados para execução/instalação; os fabricantes de produtos, através do

fornecimento de planilhas de dados específicos de produtos (ex: informações de manutenção preventiva, procedimentos operacionais de emergência, etc.); e os agentes de comissionamento através de documentos que também fornecem informações operacionais sobre os sistemas prediais (East *et al.*, 2014).

Informações da construção no formato COBie não compreendem o modelo completo de uma edificação, mas sim um subconjunto de um modelo de construção referido como uma “vista do modelo”, na qual estão organizadas informações (focadas nos dados não geométricos) úteis para a gestão dos ativos e o gerenciamento da manutenção.

As informações COBie podem ser geradas e manipuladas por *softwares* em três formatos interoperáveis, ifc-STEP, ifcXML e em SpreadsheetXML (BUILDINGSMART, 2019). Porém, apenas um desses formatos, é compreendido com maior facilidade, ifcXML, dado em formato de planilha. A pasta de trabalho Excel do COBie é constituída de diversas planilhas, como ilustra a Figura 15, e cada planilha trabalha com dados e fins específicos.

Figura 15 - COBie no formato de planilha

Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	FloorName	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	RoomTag
A104	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.421-05:00	13-41 11 14 11: Bathroom	Level 1	Bathroom 1	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dIXru	n/a
B104	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.436-05:00	13-41 11 14 11: Bathroom	Level 1	Bathroom 1	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dI3P	n/a
A101	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.405-05:00	13-51 24 11: General Residential Space	Level 1	Foyer	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dIXr	n/a
B101	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.452-05:00	13-51 24 11: General Residential Space	Level 1	Foyer	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dI3Q	n/a
A103	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.421-05:00	13-11 19 11 11: Kitchen	Level 1	Kitchen	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dIX5	n/a
B103	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.436-05:00	13-11 19 11 11: Kitchen	Level 1	Kitchen	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dI3S	n/a
A102	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.389-05:00	13-51 24: Living Spaces	Level 1	Living Room	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dIXz2	n/a
B102	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.421-05:00	13-51 24: Living Spaces	Level 1	Living Room	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dI3CZ	n/a
A105	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.467-05:00	13-85 21 11: Stairway	Level 1	Stair	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	10mjSDZJj3gPS2PrQaxa3z	n/a
B105	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.467-05:00	13-85 21 11: Stairway	Level 1	Stairs	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	10mjSDZJj3gPS2PrQaxa4o	n/a
A204	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.436-05:00	13-41 11 14 11: Bathroom	Level 2	Bathroom 2	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dIXre	n/a
B204	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.467-05:00	13-41 11 14 11: Bathroom	Level 2	Bathroom 2	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dIXrC	n/a
A202	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.436-05:00	13-51 21 11: Bedroom	Level 2	Bedroom 1	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dIXrc	n/a
B202	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.452-05:00	13-51 21 11: Bedroom	Level 2	Bedroom 1	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dI3A	n/a
A203	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.436-05:00	13-51 21 11: Bedroom	Level 2	Bedroom 2	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dIXrb	n/a
B203	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.452-05:00	13-51 21 11: Bedroom	Level 2	Bedroom 2	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dI39	n/a
A201	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.421-05:00	13-51 24 11: General Residential Space	Level 2	Hallway	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dIXri	n/a
B201	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.436-05:00	13-51 24 11: General Residential Space	Level 2	Hallway	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	0BTBfw6f90Nfh9rP1dI3G	n/a
B205	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.452-05:00	13-81 31: Service Distribution Spaces	Level 2	Utility	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	2gRXFgJrn2HPESyOdlX3FC	n/a
A205	danielle.r.love@usace.army.mil	2011-09-27T16:15:03.467-05:00	13-81 31: Service Distribution Spaces	Level 2	Utility	Autodesk Revit Architecture 2011	IfcSpace	2gRXFgJrn2HPESyOdlX3FV	n/a

Fonte: buildingSMART (2019).

Segundo Rodas (2015), as planilhas podem ser descritas da seguinte forma:

- **Contact (Contatos):** Listagem dos responsáveis do projeto, fornecedores e fabricantes, e seus contatos;
- **Facility (Facilidade):** Nome do projeto, localização, função, e descrição da instalação em questão;
- **Floor (Pavimentos):** Descrição dos pavimentos da instalação;

- **Space (Espaços):** Descrição dos espaços criados no projeto, seu piso, categoria, área, etc.;
- **Zone (Zonas):** Descrição das zonas, que são grupos de espaços, e suas funcionalidades;
- **Type (Tipos):** Descrição dos equipamentos e mobiliário, e especificações de fabricante, modelo, garantia, custos e datas associados. Todas as informações dos diversos ativos encontrados na instalação;
- **Component (Componentes):** Todos os ativos descritos em Type serão listados aqui, junto com o espaço a qual estão localizados, número de série, etc.;
- **System (Sistemas):** Os sistemas criados no modelo são dispostos aqui, de acordo com suas categorias e configurações;
- **Assembly (Associação):** Os dados constituintes de Component, Type e outros são dispostos aqui para facilitar suas configurações;
- **Connection (Conexão):** Aqui encontra-se os conectores locais entre componentes; • Spare (Extras): Serviços locais e peças de reposição;
- **Resource (Recursos):** Materiais requeridos, ferramentas e instruções;
- **Job (Tarefa):** Procedimentos relacionados com a operação da edificação, plano de segurança, por exemplo;
- **Impact (Impacto):** Descrição dos impactos econômicos, ambientais e sociais durante as fases da edificação em seu ciclo de vida útil;
- **Document (Documento):** Planilha disponível para preenchimento de todos os documentos referentes à edificação, garantias, manuais de operação e manutenção, e outros documentos que sejam importantes para o gerente de facilities ou outras finalidades;
- **Attribute (Atributo):** Propriedades específicas preenchidas de determinado espaço, pavimento ou componente;
- **Coordinate (Coordenada):** Coordenadas, localizações espaciais, dos elementos;
- **Issue (Assunto):** Outras questões adicionais referentes à obra;
- **Picklist (Lista de seleção):** Dispostas diversas listas de seleção das opções de preenchimento de diversos campos das planilhas COBie, resulta em informações de unidades de medida, tipos de recursos, classificações *OmniClass*, etc.

Na folha de trabalho respectiva às instruções, há uma legenda que se refere à natureza das informações contidas nas planilhas:

- a) **Amarelo** – Informação requerida;
- b) **Laranja** – Informação referenciada em outra folha de trabalho;
- c) **Violeta** – Preenchimento automático do sistema;
- d) **Verde** – Informação requerida, caso seja especificada;
- e) **Cinza** – Informação secundária;
- f) **Azul** – Dados regionais, do proprietário ou específicos de produtos;
- g) **Preto** – Folhas de trabalhos não preenchidas por não serem requeridas.

O formato padrão de dados e a maneira simplificada de apresentá-los tem como objetivo servir como uma fonte eficaz e completa para alimentação das informações em *sistemas Computer-aided Facility Management (CAFM), Computerized Maintenance Management System (CMMS), Integrated Workplace Management of Systems (IWMS)*, entre outros (NIBS, 2013).

3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Este capítulo apresenta o estudo de caso, qual *software* foi utilizado no modelo BIM assim como os procedimentos de configuração do *software* para inserção e extração de informações do modelo através do COBie.

3.1 ESTUDO DE CASO NO LITPEG

O projeto em estudo deste trabalho é o LITPEG (Laboratório Integrado de Tecnologia em Petróleo e Energia) localizado no campus da UFPE (Universidade Federal de Pernambuco) em Recife, ilustrado na Figura 16. O projeto executivo do LITPEG modelado por Ulisses, Mendes e Tenório (2017) , foi desenvolvido pelo autor deste trabalho para modelo baseado no *as built*, que foi disponibilizado pela equipe de infraestrutura do LITPEG. Baseado no *as built* foi realizada a atualização do projeto arquitetônico apenas dos pisos, paredes e divisórias, portas e janelas, escadas, guarda-corpo, corrimão, forros, georreferenciamento e paisagismo do modelo, para o LOD 500.

Figura 16 – Vista 3D do LITPEG no Revit



Fonte: O Autor (2019).

O LITPEG é um instituto de pesquisa da UFPE que objetiva integrar indústria e

academia visando o desenvolvimento de novas tecnologias, fomento à inovação, e formação de recursos humanos para diversas áreas da cadeia produtiva da indústria do petróleo, gás natural, biocombustíveis e energia renovável. O instituto foi inaugurado em março de 2019, e já nasceu como um importante instrumento de geração de inovação e produção de conhecimento no nordeste do Brasil. O investimento realizado com a execução do projeto de infraestrutura, por meio do termo de cooperação entre PETROBRAS/UFPE/FADE (nº 0050.0078506.12.9), totalizou R\$ 76.565.851,85. O Instituto LITPEG está vinculado administrativamente à reitoria da UFPE, e sua pró reitoria de pesquisa PROPESQ-UFPE. Conforme estabelecido no novo estatuto da universidade, o instituto possui uma maior flexibilidade administrativa e possivelmente maior capacidade de captação de recursos externos, do setor público e privado, para o financiamento de pesquisa aplicada.

3.2 SOFTWARE UTILIZADO

O *software* utilizado foi o Autodesk Revit de aplicação BIM, em sua versão 2019, cuja empresa de suporte AUTODESK disponibiliza gratuitamente sua versão a comunidade educativa.

O *software* permite aos usuários projetar edifícios, estruturas e seus componentes em 3D e anotações no modelo com desenhos 2D. É possível acessar elementos e informações de construção a partir do banco de dados do modelo. O Revit possui ferramentas para planejar os vários estágios no ciclo de vida do edifício, desde o conceito até a construção e, posteriormente, manutenção e/ou demolição.

O programa possui certificação para importação e exportação IFC de acordo com os padrões para troca de dados e informações da buildingSMART, a versão IFC mais utilizada continua sendo a 2x3.

3.3 PROCEDIMENTO

Neste capítulo serão descritos os procedimentos de configuração do *software* para inserção e extração de informações do modelo BIM.

3.3.1 Considerações iniciais

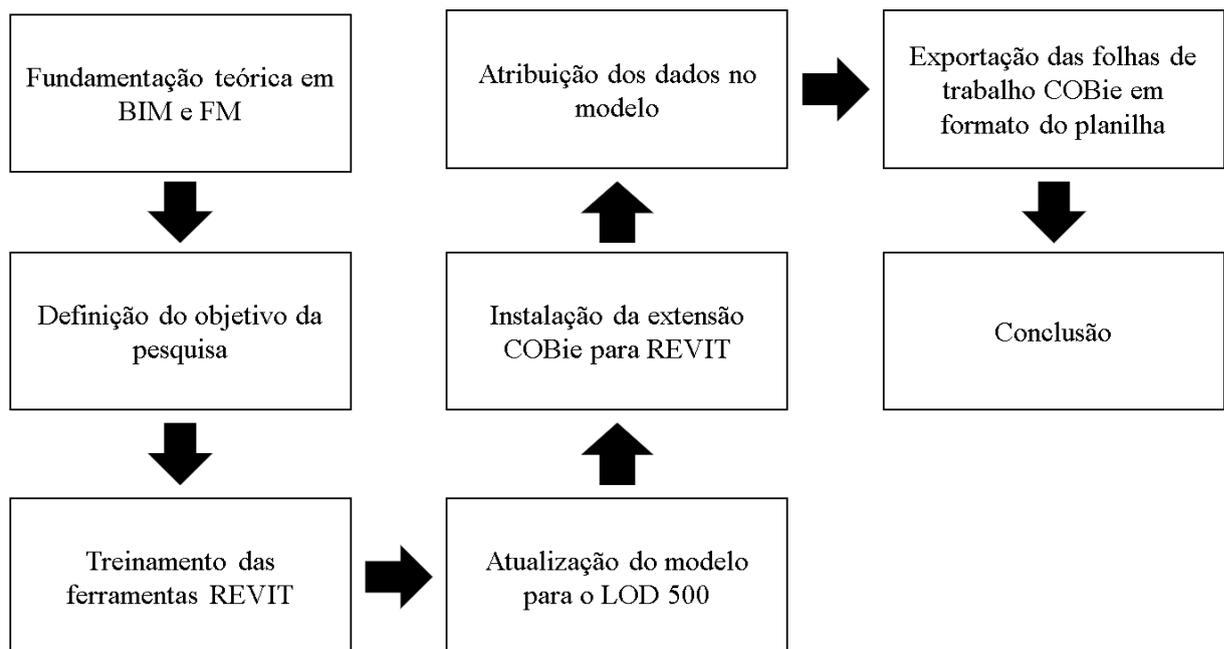
O COBie é uma forma de extrair informações de um modelo BIM, realizado dentro de uma plataforma de modelagem paramétrica, aonde os dados extraídos são parâmetros

contidos nos objetos do modelo. A partir do momento em que o conceito BIM concretiza-se, o COBie torna-se acessível sem maiores esforços necessários. Essa é uma das grandes vantagens, consiste em mais uma ferramenta disponível para uso dos ativos para o acompanhamento das informações contidas em projeto. A etapa de entrega da construção, é de extrema importância e valor para o proprietário de obra receber um conjunto de informações, estruturado e organizado, que traduza de forma clara os constituintes do edifício e caracterize todos os elementos e componentes nele instalados. Assim, os dados recebidos servirão como fonte de informações úteis da edificação para o devido gerenciamento desta, seja por meio de *softwares* específicos de *facilities management* ou outros *softwares* de serviços de análise.

Como o LITPEG possui uma elevada importância no cenário de pesquisa, idealiza-se que os dados COBie extraídos do modelo após a inserção das informações do *as built*, sirvam como fonte de informações para os responsáveis poder gerenciar esse estabelecimento de uma forma eficaz, com planos de operação e manutenção. O gerenciamento dos dados COBie e da edificação pode ser realizado com o auxílio de *softwares* específicos e por se tratar de dados apresentados em formato aberto, podem ser manipulados por outros *softwares* de gestão ou até mesmo por plataformas como Excel.

A elaboração deste trabalho resume-se conforme ilustra o fluxograma da Figura 17.

Figura 17 – Fluxograma do trabalho



Fonte: O Autor (2019).

Em um primeiro momento, necessitou-se uma análise inicial da pesquisa e delimitação da problemática, e ainda, definição dos objetivos principais e dos resultados pretendidos. Em seguida, realizou-se a revisão bibliográfica com o propósito de se aprofundar nos conhecimentos relacionados ao tema e compreender por completo o conceito BIM e suas possíveis aplicabilidades dentro da indústria AEC, e especificamente, no setor de gerenciamento de facilidades. Essa etapa foi fundamental para o entendimento do COBie e seu funcionamento, inserção e extração de dados e geração das planilhas.

Num terceiro momento, foram realizados cursos do software Revit, *software* BIM utilizado para realizar este estudo.

3.3.2 Processo COBie no Autodesk Revit

O modelo BIM no Autodesk Revit foi desenvolvido para validar a inserção, organização e exportação dos dados COBie em planilhas XLS. No fluxo de trabalho, foram utilizadas as seguintes ferramentas: Autodesk Revit 2019; *Autodesk COBie Extension for Revit 2019 e Microsoft Excel*. Observando-se que o Autodesk Revit não disponibiliza em sua interface parâmetros inerentes ao COBie, sequer exporta suas planilhas diretamente, foi necessário o uso de uma extensão apropriada. Constatou-se que a extensão denominada *Autodesk COBie Extension for Revit*, deveria corresponder à versão correlata do Autodesk Revit. Seu uso foi estruturado em três etapas: Configuração (Setup); Exportação (Export) para visualização do COBie pelo bloco de notas e Criar planilha (Create spreadsheet) para exportação do COBie no formato de planilha.

3.3.3 Atribuição dos dados

A atribuição das informações ao modelo poderia ser realizada ao longo das fases/modelagem do projeto. Para uma melhor compreensão, optou-se por atribuir as informações no modelo seja pelas informações atribuídas automaticamente pelo próprio software assim como pelo autor.

3.3.3.1 Considerações iniciais

As informações do modelo, atribuídas pelo software ou pelo usuário, são distribuídas em folhas de trabalho separadas no Excel, que neste trabalho serão tratadas Contato,

Facilidade, Pavimento, Espaço, Zona, Tipo e Componente, já que, essas são as de maior relevância para este trabalho. Foram adicionadas informações COBie no modelo apenas nos elementos trabalhados na atualização do nível de desenvolvimento e apenas do pavimento térreo e do primeiro pavimento.

As planilhas COBie seguem um determinado padrão de informações e cores, conforme visto na seção 2.2.1.2. Resumidamente, as cores amarelo, laranja e verde são informações requeridas que podem ser inseridas por meio do *software*, e a cor roxo, representa informações preenchidas automaticamente pelo sistema. Por meio das informações em roxo, “Objeto Externo”, é possível identificar a qual entidade IFC os dados estão atrelados. Essa informação é correspondente à modelagem do projeto, os vínculos dos elementos de projeto e o IFC correspondente são realizados ao longo da execução do projeto no *software*.

3.3.3.2 Preenchimento das informações

Configuração (Setup): O fluxo de trabalho de projeto para especificação COBie seguiu uma sequência básica. Após instalar a extensão no Revit, no menu *BIM interoperability Tools* no primeiro momento da etapa de configuração, atendeu-se à submissão de informações referentes ao gerenciamento de contatos, apresentada como *COBie extension/Contacts*. Os requisitos mínimos exigidos, estão representados através da Figura 18. Pode-se adicionar informações de mais de um contato, ficando salvo no modelo os responsáveis de cada categoria no Revit.

Figura 18 - Extensão COBie para Revit / Contatos

Fonte: O Autor (2019).

Em seguida, seguiu-se para *COBie extension/Setup Project*. cuja ordem de gerenciamento seguida foi: *General; Spaces; Types; Components; Systems; Attributes; Coordinates; Schedules e Parameter mappings e Create spreadsheet*.

Na caixa de diálogo Geral (*General*) pode-se descrever dados como os dos campos Localidade, Identificação, Categoria de tipo e Descrição do tipo COBie. Dentro dessas áreas, existem algumas opções disponíveis que serão descritas. A seção Localidade fornece as seguintes opções:

- *United States (US)*: esta é a configuração padrão e instruirá a Extensão COBie a aplicar o modelo dos EUA durante o processo de exportação e também verificará os agendamentos do *Ommiclass* para importação.
- *United Kingdom (UK)*: A escolha dessa opção instruirá a Extensão COBie a aplicar o modelo do Reino Unido durante a exportação e verificará as programações do *Uniclass* para importação. Embora a configuração Localidade afete o sistema de agendamento padrão aplicado no projeto, a página Agendamentos permitirá substituir essa configuração; escolhendo entre *OmniClass* ou *Uniclass*.

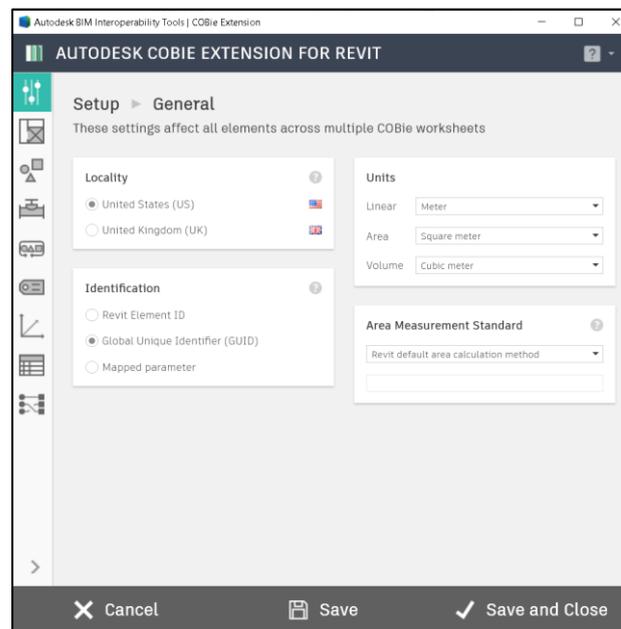
Na seção *Identificação*, o item identificador permite apenas uma escolha entre três opções. Escolher "ID do elemento Revit" significa que todos os elementos COBie do modelo

usarão seu ID do elemento Revit como seu valor *COBie ExternalIdentifier*. Se "GUID" for selecionado, a Extensão COBie gerará um GUID (*Globally Unique Identifier*) exclusivo para cada elemento COBie no modelo. Selecionar "Parâmetro mapeado" utilizará o parâmetro atribuído na caixa de diálogo Mapeamentos de parâmetros. Os padrões são *COBie.ExternalIdentifier* para instâncias de elementos e *COBie.Type.ExternalIdentifier* para tipos de elementos.

Na seção *Unidades*, as listas suspensas em Unidades permitem substituir as configurações da unidade do Revit na planilha *Facility* COBie. A alteração dessas configurações não afeta o modelo do Revit, simplesmente o campo exportado que está documentado na planilha.

No Padrão de medição de área, escolhe-se o padrão usado para medições de área neste projeto. Caso o padrão usado não estiver na lista, escolhe-se a opção "Outro" e digite seu próprio valor. Alterar essa configuração não afeta os valores exportados - simplesmente documenta o método de medição que você está usando. Depois de definir as configurações, usa-se o botão Salvar na barra de ação para salvar as configurações. As opções escolhidas para *Geral*, estão representadas através na Figura 19.

Figura 19 - Extensão COBie para Revit / Geral

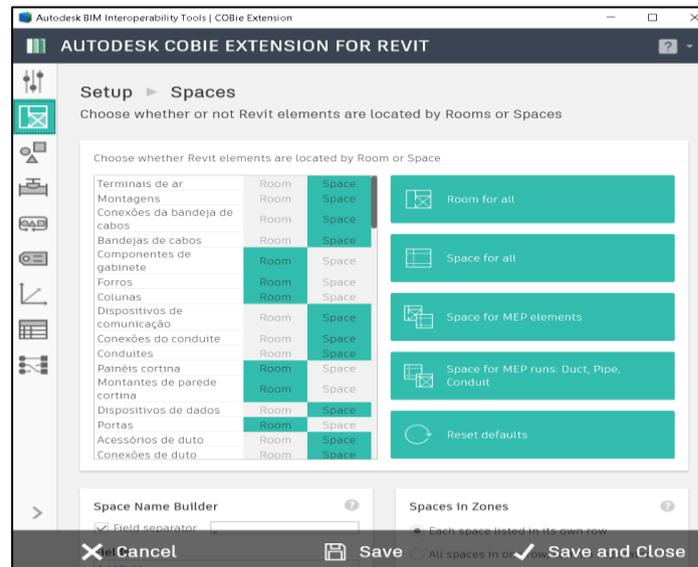


Fonte: O Autor (2019).

Na caixa de diálogo Espaços (*Spaces*) é possível configurar os elementos do Revit se irão lembrar na coluna Espaço da planilha COBie *Components* da *Sala* ou do *Espaço* em que estão localizados. Há uma lista de todas as categorias pertinentes do Revit com uma

alternância para designar se os dados de Sala ou Espaço são usados para rastrear sua localização. Observa-se na Figura 20, Os requisitos exigidos e já descritos para *Spaces* assim como a configuração que será aplicada no modelo.

Figura 20 - Extensão COBie para Revit / Spaces



Fonte: O Autor (2019).

Na caixa de diálogo Tipo (*Types*) defini-se as configurações necessárias para preencher os dados coletados e exportados para a planilha do tipo COBie.

Na seção Nome, pode-se configurar como o campo *COBie.Type.Name* é construído para os tipos de família no modelo. Pode-se adicionar, remover e reordenar campos, incluir texto manual e ter um separador de campos para criar o nome. Uma visualização abaixo da tabela mostra qual será o nome da saída.

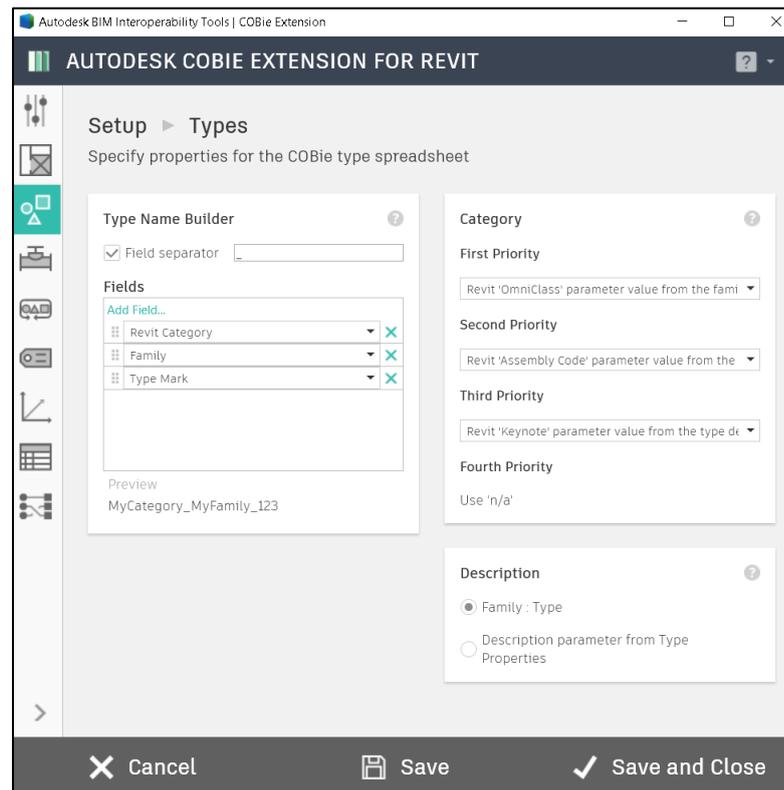
Na seção Categoria, os itens de categoria contêm listas suspensas com opções variadas, organizadas por prioridade; ou seja, a extensão COBie tentará encontrar um valor em sua primeira prioridade e, se nenhum dado for encontrado nesse campo, ele procurará dados na segunda prioridade e assim por diante, terminando com "n / a" se não houver dados apropriados são encontrados nos parâmetros do modelo.

Na seção Descrição, o item Descrição também permite apenas uma escolha entre duas opções:

- a) *Family_Type*: essa configuração é selecionada e o nome da família do elemento será concatenado com o nome do *Type* dentro dessa família (com um sublinhado no meio) como seu valor *COBie Description*.
- b) Parâmetro de descrição das propriedades do tipo Padrão: essa configuração

usará o valor do parâmetro Descrição nas propriedades de tipo do elemento a ser usado em seu valor de Descrição do COBie. Observa-se na Figura 21, os requisitos exigidos e descritos para *Types* assim como a configuração aplicada no modelo.

Figura 21- Extensão COBie para Revit/Tipo

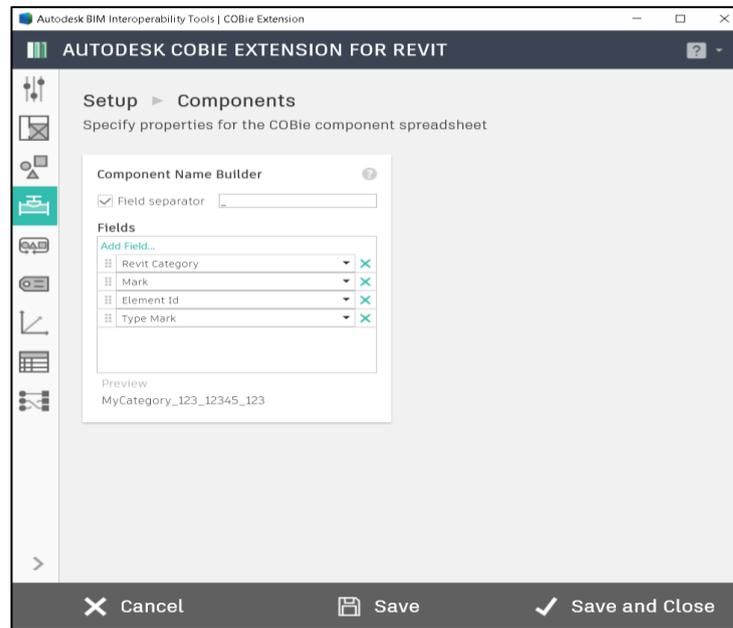


Fonte: O Autor (2019).

Na caixa de diálogo Componente (*Components*) define-se as configurações necessárias para dos dados coletados e exportados para a planilha do COBie *Component*.

Na seção Nome, Usando o Construtor de Nomes, pode-se configurar como o campo *COBie.Name* é construído para os tipos de família em seu modelo. Pode-se adicionar, remover e reordenar campos, incluir texto manual e ter um separador de campos para criar o nome. Uma visualização abaixo da tabela mostra qual será o nome da saída. Observa-se na Figura 22, os requisitos exigidos e descritos para *Components* assim como sua configuração aplicada no modelo.

Figura 22- Extensão COBie para Revit/Componente



Fonte: O Autor (2019).

Na caixa de diálogo Sistema (*Systems*) ajuda a definir as configurações necessárias para preencher os dados coletados e exportados para a planilha do sistema COBie.

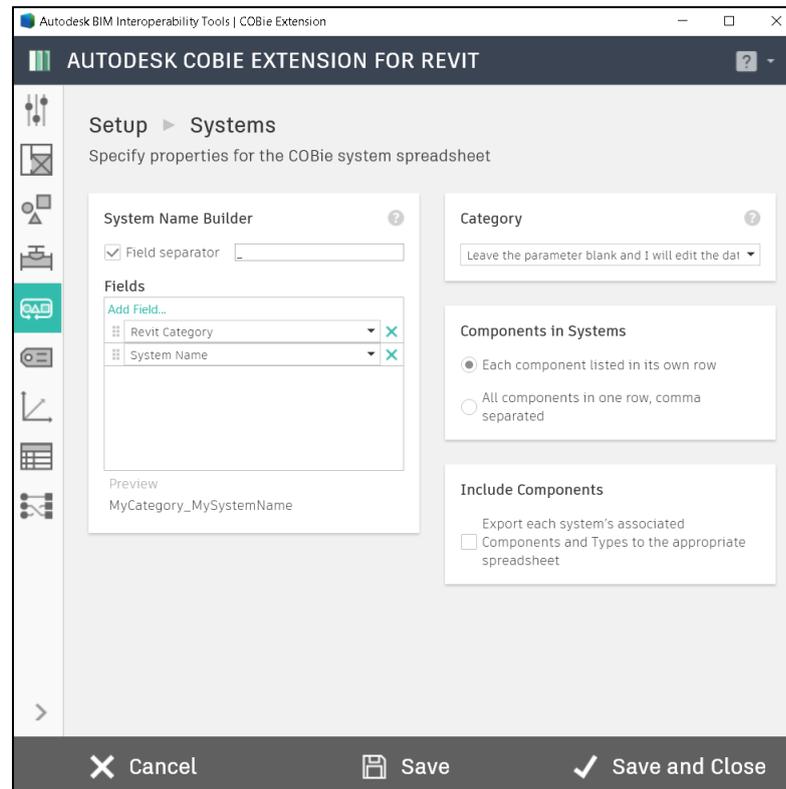
Na seção Nome, usando o Buidler de nome, pode-se configurar como o campo *COBie.Name* será construído para os tipos de família no modelo. Pode-se adicionar, remover e reordenar campos, incluir texto manual, um parâmetro personalizado e ter um separador de campos para criar o nome. Uma visualização abaixo da tabela mostra qual será o nome da saída.

Na seção Categoria, deixa-se o parâmetro *COBie.System.Category* em branco para entrada manual ou, se tiver o Autodesk *Classification Manager* para Revit instalado, utilizará os valores dos campos correspondentes do *Classification Manager* para preencher a categoria.

Na seção Componentes nos sistemas, essa alternância exportará cada componente de um sistema em uma única linha por sistema ou cada componente terá sua própria linha.

Na seção Incluir componentes, marcar esta caixa adicionará automaticamente cada elemento de um sistema exportado e seu tipo correspondente às planilhas de componentes e tipos. Se não marcar esta opção, a planilha COBie exportada poderá não ser válida, pois os componentes podem ser referenciados na planilha Sistema que não estão listados nas planilhas Componente e Tipo. Observa-se na Figura 23, os requisitos descritos para *Systems* assim como sua configuração aplicada no modelo.

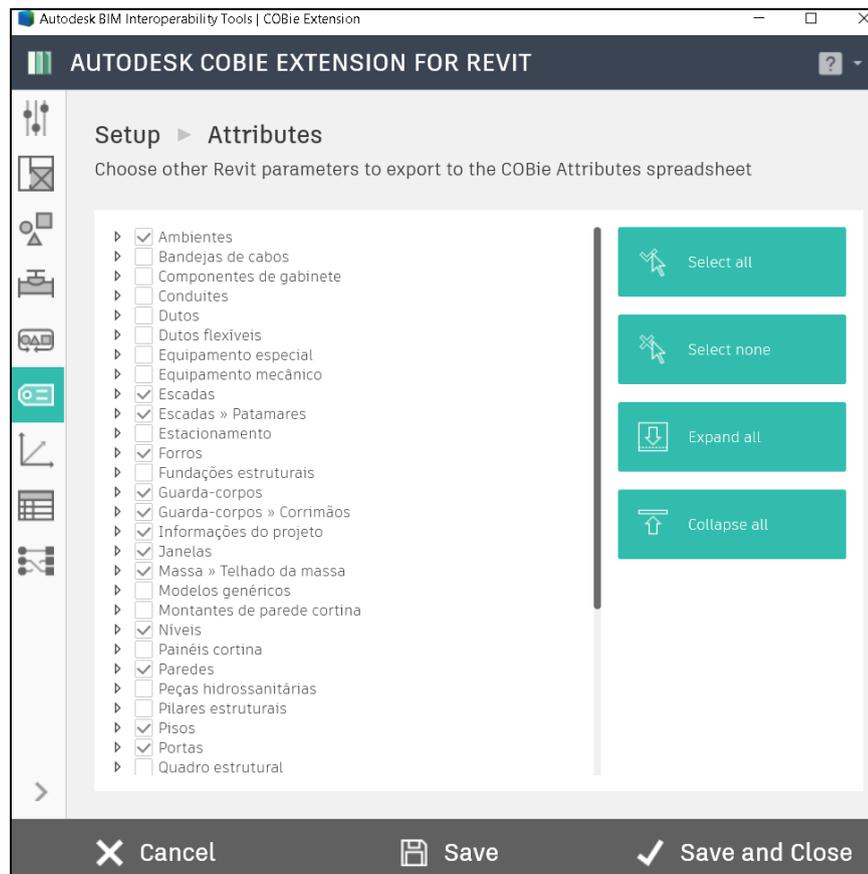
Figura 23- Extensão COBie para Revit/Systems



Fonte: O Autor (2019).

A caixa de diálogo Atributos (*Attributes*) permite selecionar outros parâmetros de tipo e instância das famílias a serem exportadas para a planilha Atributo na planilha COBie. A organização é mostrada na Figura 24, mas inclui todas as categorias da família Revit como nível superior, seguidas de "Parâmetros de tipo" e "Parâmetros de instância" como o segundo nível e todos os parâmetros pertinentes para cada um como o terceiro nível. Essa lista inclui todos os parâmetros do modelo atual, os parâmetros padrão do Revit e os adicionados ao modelo. Não basta selecionar todos os parâmetros a serem adicionados à lista de atributos. Isso pode causar problemas rapidamente na exportação da planilha, pois tem muitos itens para exportar. Observa-se na Figura 24, as observações descritas para *Attributes* assim como sua configuração aplicada no modelo, selecionando-se apenas os elementos que foram trabalhados no modelo.

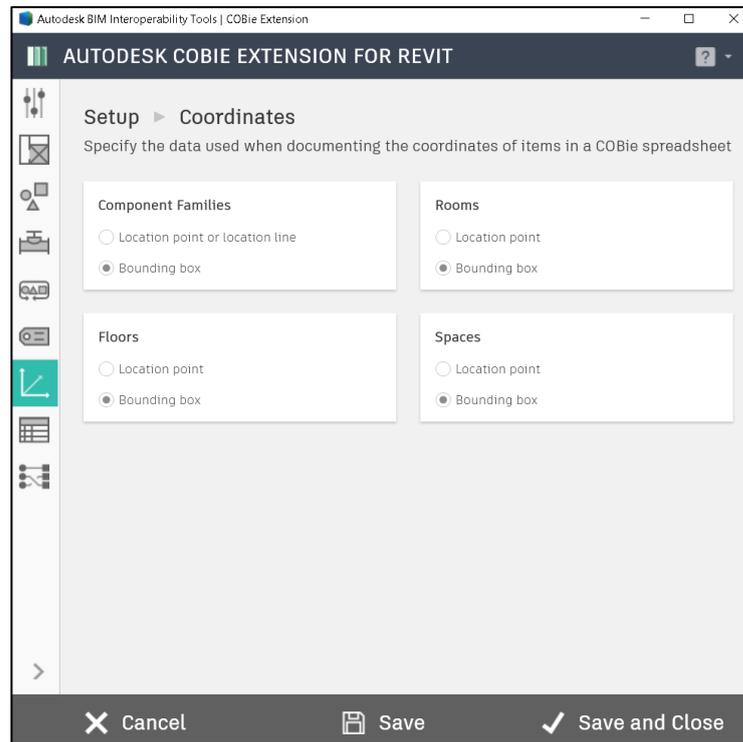
Figura 24 - Extensão COBie para Revit /Atributos



Fonte: O Autor (2019).

A caixa de diálogo Coordenadas controla quais dados são usados no Revit para preencher determinados campos na planilha COBie "Coordinate". Esses campos de dados incluem: *CoordinateXAxis*; *CoordinateYAxis*; *CoordinateZAxis*; Rotação no sentido horário; *ElevationalRotation* e *YawRotation*. A opção padrão para cada tipo de coordenada é "Caixa delimitadora". Observa-se na Figura 25, os requisitos descritos para *Coordinates* assim como sua configuração aplicada no modelo.

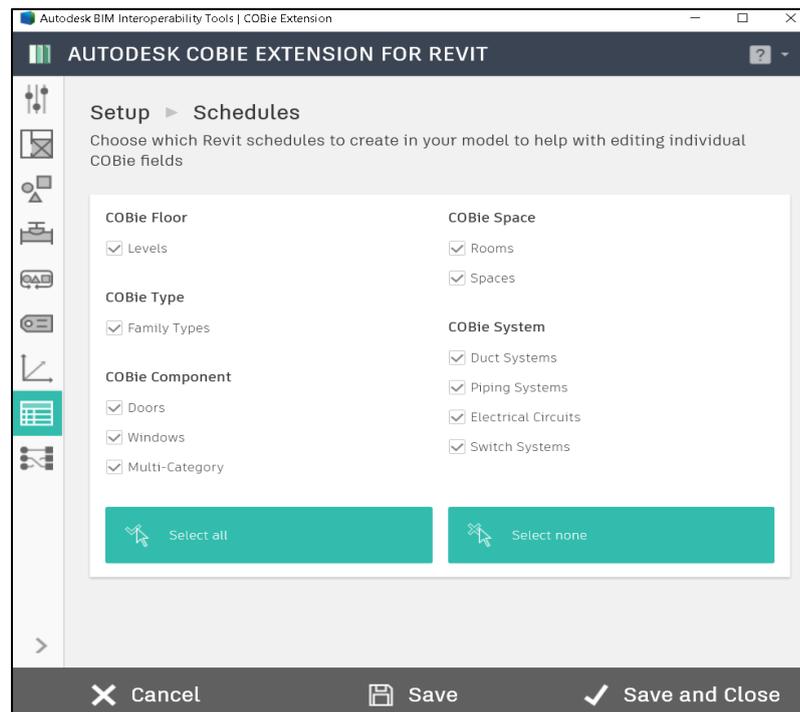
Figura 25 - Extensão COBie para Revit / Coordenadas



Fonte: O Autor (2019).

A caixa de diálogo Agendamentos (*Schedules*) representa os agendamentos padrão do Revit e os agendamentos principais que serão importados do Revit Resource Model para edição dos campos individuais do COBie. Observa-se na Figura 26, os requisitos descritos para *Schedules* assim como sua configuração aplicada no modelo.

Figura 26 - Extensão COBie para Revit / Schedules



Fonte: O Autor (2019).

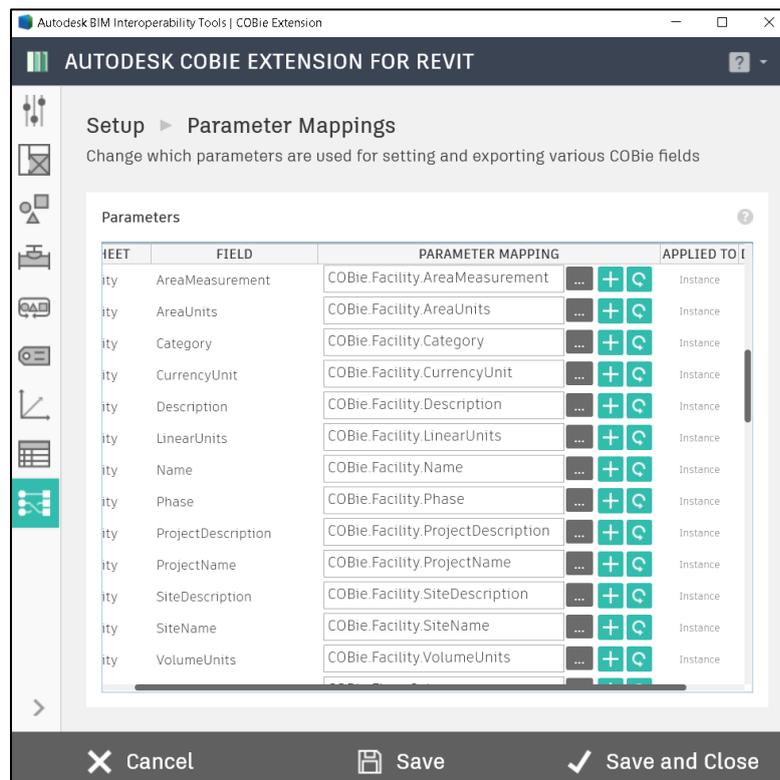
A extensão COBie tem funcionalidade para criar e gerenciar seus próprios parâmetros no seu modelo Revit. A função Mapeamento de Parâmetro permite ignorar os parâmetros padrão da Extensão COBie e usar os que foram criados. A extensão usará esses parâmetros mapeados para armazenamento de dados e exportação para sua planilha COBie final.

Também tem a opção, para a maioria dos campos, de concatenar parâmetros e linhas de texto para que a Extensão COBie crie o valor na exportação, em vez de simplesmente extrair o valor de um único campo de parâmetro.

Na Figura 27, trabalhando da esquerda para a direita, a tabela Parâmetros possui colunas que mostram em que planilha COBie os dados são exibidos, o campo na planilha COBie, o Mapeamento de Parâmetro real pode modificar, se o parâmetro precisar ser um parâmetro de Instância ou Tipo e qual é o tipo de dados. A coluna "Mapeamento de parâmetros" começa com o nome do parâmetro real ou parte do texto; as configurações padrão são todas mapeadas para os parâmetros padrão da extensão COBie. Para preencher um campo de parâmetro, digita-se o nome do parâmetro ou clica-se no botão de reticências para exibir uma lista de todos os parâmetros em seu modelo que você pode selecionar. O verde "+" permite adicionar mais campos para concatenação. Caso estiver usando mais de um campo, pode-se alterar a ordem dos campos usando o *grabber* à esquerda do nome / texto do parâmetro e arrastando a ordem dos elementos. Finalmente, cada campo possui um botão de

redefinição que retornará à configuração do parâmetro ao parâmetro padrão da extensão COBie. Se for usado os próprios parâmetros, estes devem corresponder a todas as configurações descritas na tabela Parâmetros (instância vs. tipo, tipo de dados) e o nome do parâmetro deve ser digitado exatamente como no modelo. Além disso, deve certificar-se de que o parâmetro esteja atribuído às categorias apropriadas antes de usá-lo. A Figura 27 ilustra a configuração aplicada na extensão para Mapeamento de parâmetros.

Figura 27 - Extensão COBie para Revit / Mapeamento de parâmetros



Fonte: O Autor (2019).

A caixa de diálogo Gerenciador de zonas está organizada em três colunas; a visualização do modelo, Zonas e Salas / Espaços.

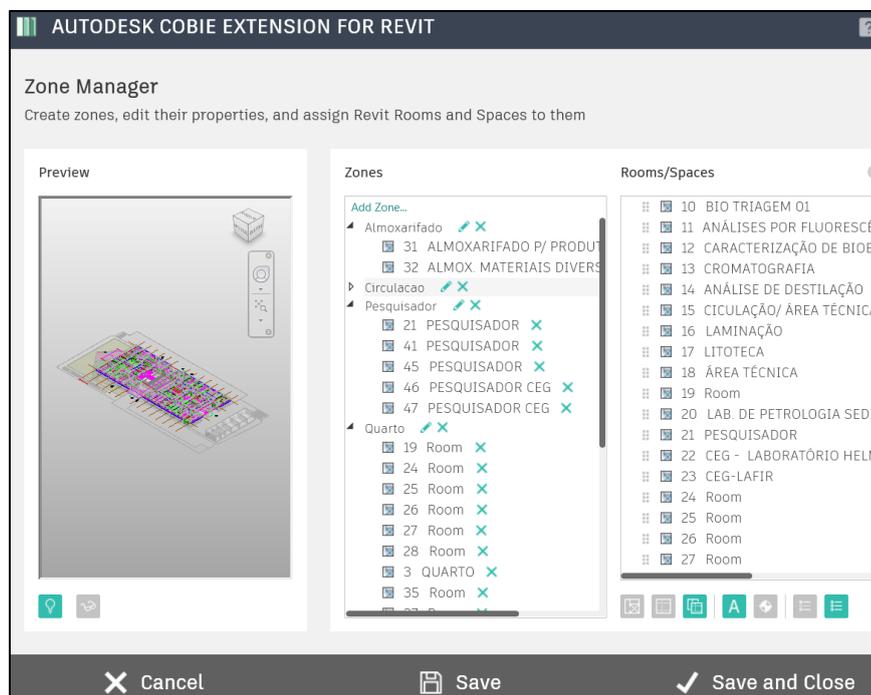
Na Visualização do modelo, a primeira coluna da caixa de diálogo Gerenciador de zonas exibe uma visualização do modelo atual. Destinado a propósitos de referência, o Revit *Rooms* ou *Spaces* selecionados na lista serão destacados na visualização. Além disso, o *View Cube* permite a execução de tarefas básicas de navegação.

A coluna Zonas inclui uma visualização em árvore que exibirá cada uma das zonas COBie presentes no projeto atual. A expansão do nó da árvore de qualquer zona do COBie exibirá uma lista dos *Revit Rooms and Spaces* já associados a ele. Nesta árvore, pode-se

adicionar novas zonas ou editar as existentes, clicando no ícone de lápis ao lado do nome da zona.

A coluna *Room/Spaces* inclui uma barra de ferramentas com quatro botões e uma caixa de listagem abaixo da barra de ferramentas. A barra de quatro ferramentas na parte superior desta coluna funciona como filtros para o *Revit Rooms and Spaces* no modelo atual. A caixa de listagem exibirá todos os *Revit Rooms and Spaces* presentes no modelo atual. Como *Revit Rooms* e *Spaces* podem ser usados para definir zonas COBie, atenção especial deve ser tomada para garantir uma exportação compatível com COBie sem nomes duplicados. Há uma série de filtros na parte inferior que ajuda a limitar os resultados na lista. Depois de criar as zonas apropriadas, pode-se simplesmente arrastar e soltar uma sala ou espaço da coluna central para a zona na coluna esquerda. O link (Remover) ao lado da sala ou espaço permitirá removê-lo da zona. Para atender aos requisitos do COBie, pode-se adicionar uma sala ou espaço a várias zonas. A Figura 28 ilustra algumas zonas que foram criadas no modelo.

Figura 28 - Extensão COBie para Revit / Zonas

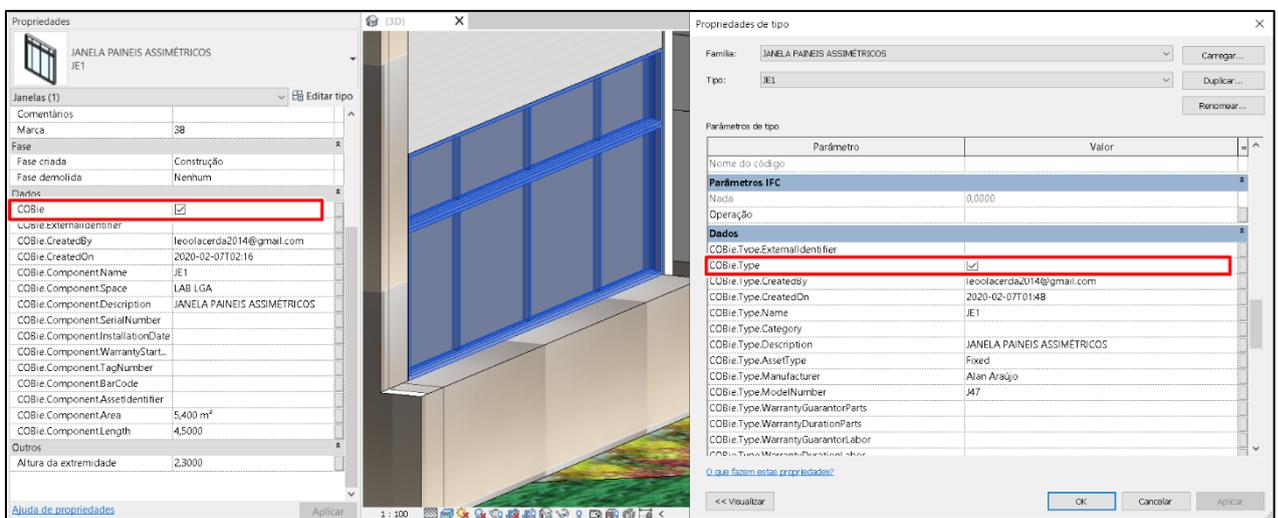


Fonte: O Autor (2019).

Após terminar de configurar o modelo para extensão COBie, seleciona-se Salvar e Fechar para atualizar as configurações e fechar a caixa de diálogo. Logo após, o modelo irá carregar a extensão COBie em Tabelas/Quantidades e os elementos inseridos nas

configurações uma vez selecionados no projeto, no menu propriedades e propriedades de tipo, pode-se ativar sua atribuição ao COBie assim como preencher as informações não geométricas do objeto que serão exportadas do modelo nos formatos COBie seja para ser visualizado pelo bloco de notas ou em formato de planilhas através do excel. Na Figura 29 observa-se as informações COBie associadas a janela JE1 ativadas em propriedades e em propriedades de tipo. Foi realizado este processo nos tipos de objetos comentados neste trabalho.

Figura 29 – Informações COBie da Janela JE1 no Revit



Fonte: O Autor (2019).

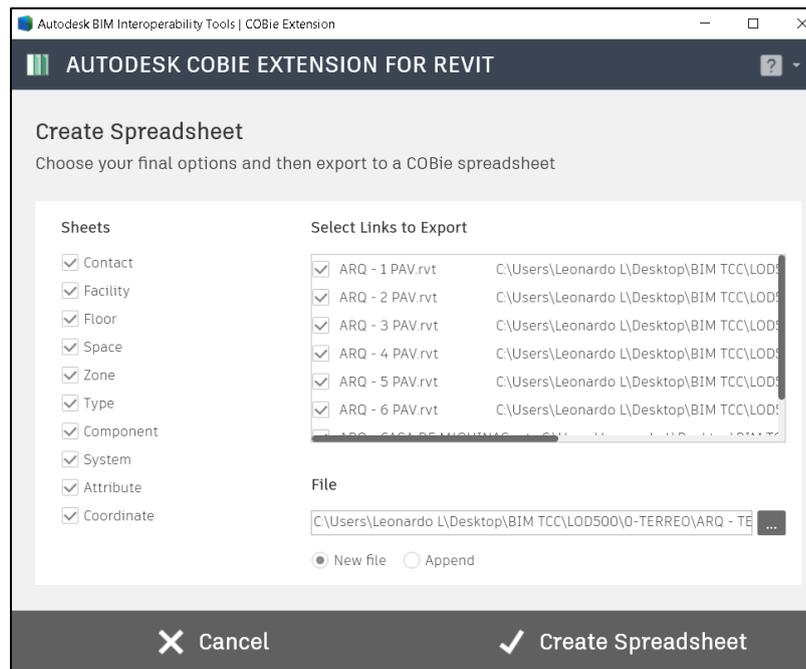
3.3.3.3 Exportação do COBie pelo Revit

Exportação (Export): para realizar a exportação do COBie do modelo para ser visualizado pelo bloco de notas, no menu *BIM interoperability* seleciona-se Export em *COBie extension*.

Criar planilha (Create spreadsheet): a caixa de diálogo *Create Spreadsheet* gerará as planilhas COBie necessárias como um documento do *Microsoft Excel*. Usando as configurações definidas nas etapas anteriores, este procedimento especifica quais planilhas serão exportadas e geralmente é concluída no estágio de entrega de um projeto. Permite-se especificar quais partes do formato de troca de dados COBie padrão são exportadas do modelo atual do Revit. Organizada em duas colunas, a coluna esquerda lista as pastas de trabalho padrão do COBie que são verificadas por padrão. Desmarcar uma pasta de trabalho omitirá-a da exportação final. Observa-se na Figura 30, os requisitos descritos para *Create*

spreadsheet assim como sua configuração aplicada no modelo. Em *sheets* selecionou-se as planilhas que serão extraídas no COBie. Em *select links to export* escolhe-se de qual dos arquivos vinculados serão extraídas as informações dos objetos configurados na extensão COBie.

Figura 30 - Extensão COBie para Revit / Criar planilha



Fonte: O Autor (2019).

Os resultados obtidos na mudança do nível de desenvolvimento do projeto e da extração das informações não geométricas do projeto através do COBie serão ilustrados no capítulo seguinte por meio de uma análise crítica dos resultados obtidos.

4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos da atualização do nível de desenvolvimento do projeto para o LOD 500 e da extração de dados COBie do modelo BIM do LITPEG realizado no *software* Revit.

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para mudança do nível de desenvolvimento do modelo arquitetônico, este foi desenvolvido em etapas e por pavimento, para que depois de editar o projeto utilizando as ferramentas do *software*, estes sirvam de base para procedimentos posteriores sob a forma de vínculo. Em cada uma dessas etapas, comparou-se as informações contidas no projeto no Revit com as informações contida no *as built* assim como informações constatadas após visitas ao prédio pelo autor deste trabalho.

Para o processo COBie, primeiramente seguiu-se o procedimento de configurações e preenchimento de dados no modelo BIM da extensão COBie para Revit, apresentando as considerações a respeito das etapas de preenchimento de dados. Em seguida, foi apresentado o processo para realizar a exportação do COBie, sendo este para ser visualizado em formato de planilha (.xls) assim como documento de texto pelo bloco de notas.

Para apresentação dos dados extraídos, serão tratadas as planilhas Contato, Facilidade, Pavimento, Espaço, Zona, Tipo e Componente, já que, essas são as de maior relevância para este trabalho.

4.2 ATUALIZAÇÃO DO MODELO ARQUITETÔNICO PARA O LOD 500

As etapas seguidas na atualização foram: pisos; paredes e divisórias; portas e janelas; escadas e guarda corpo; forros; paisagismo; georrefereciamente e caminho do sol.

4.2.1 Pisos

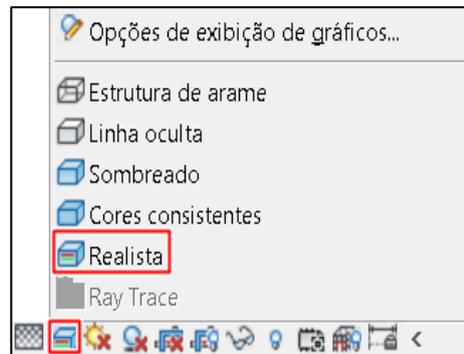
Identificou-se os tipos de pisos contidos no pavimento térreo e verificou-se suas delimitações e se as suas especificações no modelo, condizem com as descrições do *as built*.

4.2.1.1 Pavimento térreo

Para observar a textura dos pisos do projeto no Revit, deve-se mudar o estilo visual no

modelo para o modo realista conforme observa-se na Figura 31.

Figura 31- Inserção do estilo visual realista no Revit



Fonte: O Autor (2019).

A Figura 32, ilustra as especificações e os formatos de identificação dos pisos dos pavimentos nas plantas do *as built*.

Figura 32- Especificações dos pisos

ESPECIFICAÇÕES	
	① Execução de piso de Duberton em quadros de 1,25x1,25m com juntas de dilatação em PVC sobre base nivelada de argamassa de cimento e areia no traço 1:3 ou equivalente técnico;
	② Placas de granito polido na cor cinza andorinha, com espessura de 10mm, em modulação 625mm x 625mm, conforme detalhes de paginação;
	③ Placas de granito polido na cor preto São Gabriel, na dimensão do degrau com borda ranhurada;
	④ Placas de granito polido na cor preto São Gabriel e branco Cristal, conforme detalhe;
	⑤ Revestimento vinílico flexível tipo Absolute Acoustic Blue Topaz CS761 ou equivalente técnico;
	⑥ Réguas de madeira freijó de 200mm em verniz fosco;
	⑦ Placas de 620mm x 620mm de concreto estampado tipo coberplaca ou equivalente técnico apoiadas sobre laje impermeabilizada com manta asfáltica;
	⑧ Degraus em concreto polido pré-fabricado com borda ranhurada;
	⑨ Piso metálico em grelha metálica conforme detalhes
	⑩ Piso elevado em placas de 613x613x28mm de concreto celular encapsulado em aço com revestimento em material vinílico semi-flexível, tipo piso elevado Whel ou equivalente técnico;
	⑪ Granilite na cor cinza com dimensão 1000mm x 1000mm;
	⑫ Soleira polida em granito cinza andorinha;
	⑭ Soleira polida em granito polido Preto São Gabriel
	⑮ Rodapiso em granito polido Preto São Gabriel
	⑯ Placas em granito polido na cor Preto São Gabriel, com espessura de 10mm, em modulação 625mm x 625mm, conforme detalhes de paginação;

Fonte: *As Built* (2019).

A Figura 33 representa a planta de piso do pavimento térreo. Nela identifica-se pisos de especificações 1, 2, 3 e 11.

Figura 33 – Tipos de pisos e delimitações do pavimento térreo do LITPEG



Fonte: *As Built* (2019).

As aplicações dos pisos do pavimento térreo no modelo desenvolvido baseado no projeto executivo estavam aplicadas conforme ilustra a Figura 34.

Figura 34- Tipos de pisos do pavimento térreo no Revit, filtrado antes da aplicação das texturas



Fonte: O Autor (2019).

As Figuras 35, 36, 37 e 38, ilustram as texturas utilizadas para os pisos com especificações 2, 1, 3 e 11. As texturas dos pisos foram obtidas através de fotografias tiradas no prédio do LITPEG pelo autor do trabalho.

Figura 35 - Textura do piso 2



Fonte: O Autor (2019).

Figura 36 - Textura do piso 1



Fonte: O Autor (2019).

Figura 37 - Textura do piso 3



Fonte: O Autor (2019).

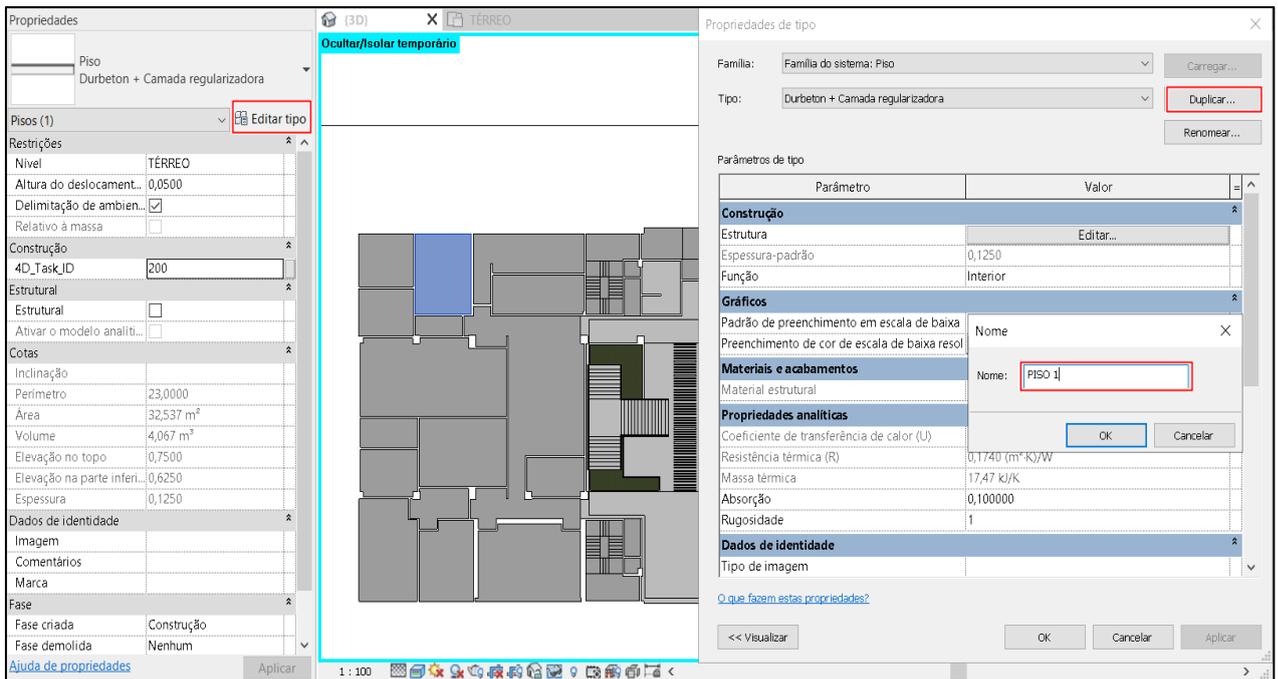
Figura 38 - Textura do piso 11



Fonte: O Autor (2019).

Destaca-se a seguir, o procedimento utilizado para criar e configurar o piso de especificação 1, desde suas camadas até a aplicação de sua textura no piso do projeto. O procedimento usado, servirá de analogia para os demais tipos de pisos, mudando-se apenas as texturas, tipos de camadas e alguns parâmetros que mudam de acordo com o tipo de piso. Para criar um novo tipo de piso, usou-se como modelo um piso já existente no projeto, que após selecionado, seleciona-se no *menu de propriedades: editar tipo*, em seguida *duplicar* e *renomear* o piso já com o nome que será aplicado no projeto. A Figura 39 ilustra esses procedimentos efetuados no modelo do projeto.

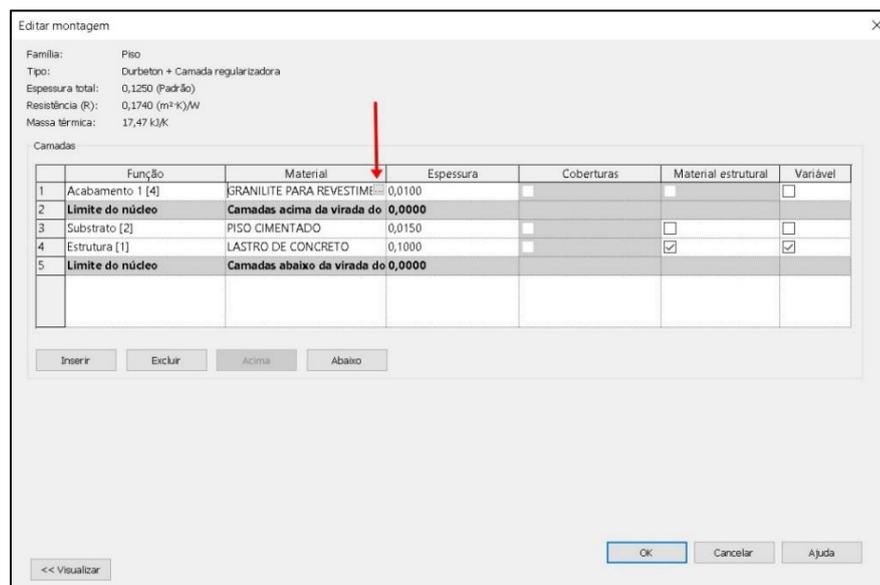
Figura 39 - Etapas para criar um piso



Fonte: O Autor (2019).

Com um novo tipo de piso criado, precede-se a etapa de configurar suas propriedades de camadas e inserir as texturas do material criado através dos parâmetros disponíveis. Para tal, segue-se *editar tipo* no *menu propriedades* e na *janela de propriedades do tipo* clica-se em *editar estrutura*. Após essas etapas, chega-se à janela ilustrada pela Figura 40, e para criar um novo material, clica-se no ícone indicado.

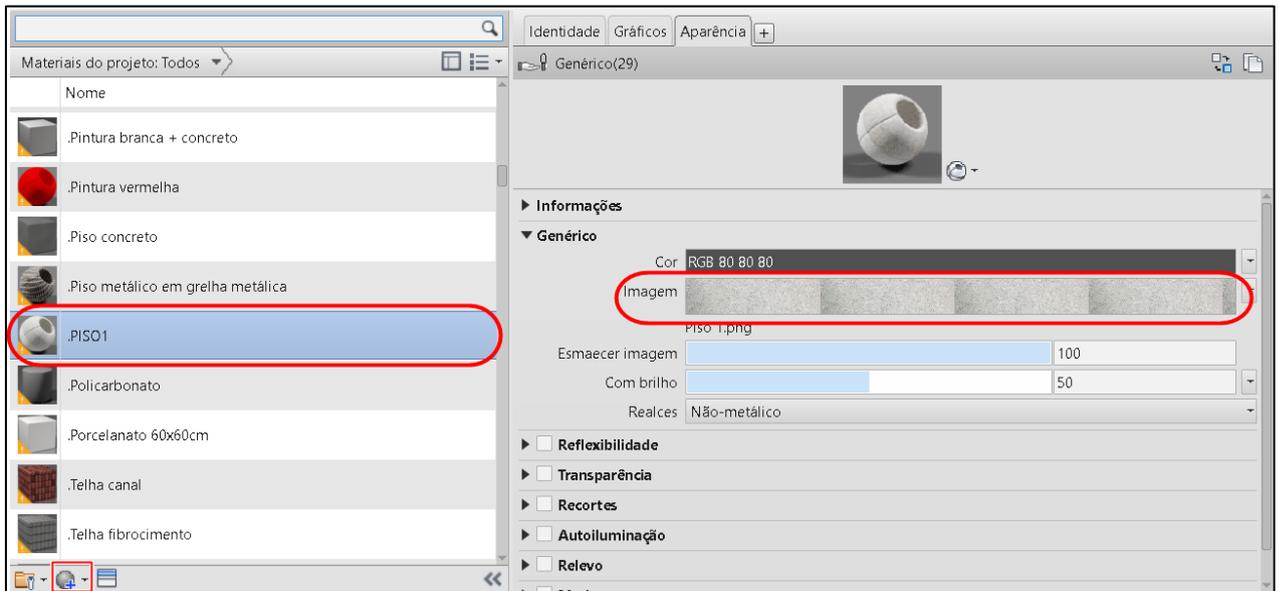
Figura 40 – Camadas e materiais iniciais aplicados no piso 1



Fonte: O Autor (2019).

A textura pode ser aplicada através de “clica-se no ícone de criar um novo material > renomeia-se o material criado > Na janela de aparência > Genérico > Imagem; faz-se upload da textura que deseja inserir > Gráficos; marca utilizar aparência de renderização”. A Figura 41 ilustra esses procedimentos descritos através de indicações demarcadas.

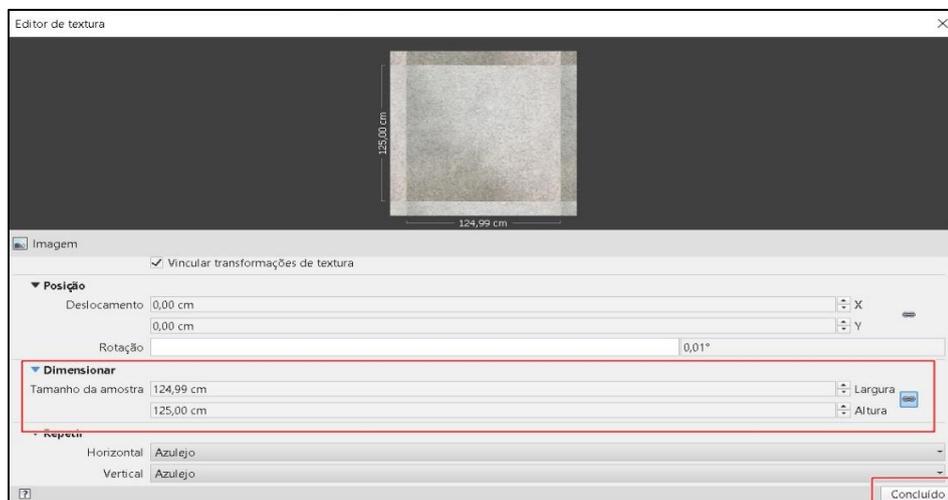
Figura 41 – Criando novo material para piso no Revit



Fonte: O Autor (2019).

Para ajustar a dimensão para 1,25m x 1,25m, clica-se duas vezes na imagem/textura inserida, que pode ser observada na Figura 41. Após isso, surge uma nova janela ilustrada pela Figura 42. Em dimensionar, insere-se 125cm em ambas dimensões, em seguida concluir.

Figura 42 - Editor de textura: tamanho da amostra

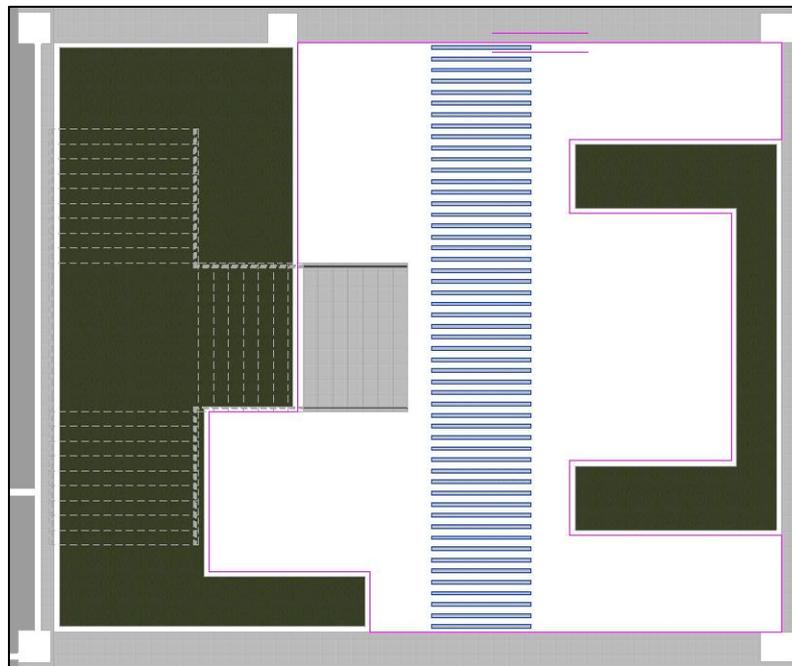


Fonte: O Autor (2019).

Após concluir todas as modificações, automaticamente o piso aparece no projeto com a textura e com todos os detalhes aplicados. Para mudar o tipo de piso existente em algum ambiente do projeto, seleciona-se o piso e em propriedades, realiza-se a troca para o tipo de piso desejado.

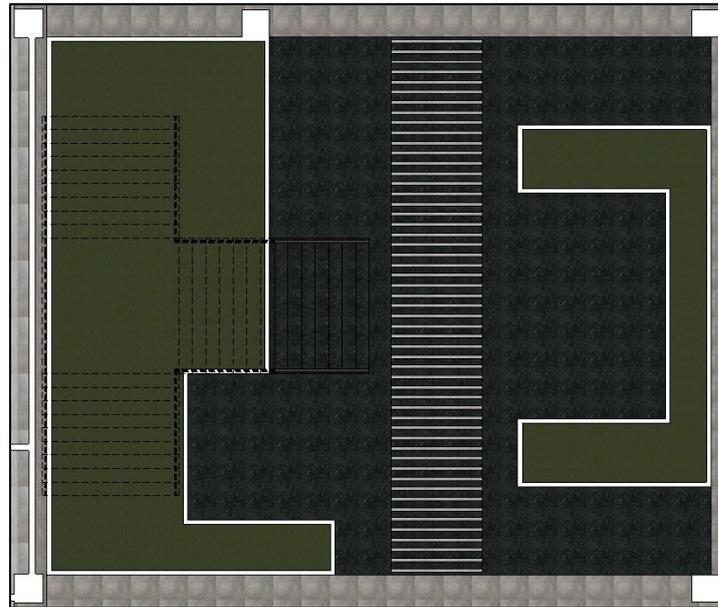
Para realizar o detalhamento existentes no piso próximo a área de jardim no pavimento térreo “selecionou-se o piso > selecionou-se *editar limite* > os retângulos menores inseridos ilustrados na Figura 43, foram deletados > Logo após, aplicou-se um nova delimitação de retângulos menores com o tipo de piso especificado no *as built*”. A Figura 44 mostra o resultado obtido desta aplicação.

Figura 43 – Inserindo detalhes do piso na área de jardim



Fonte: O Autor (2019).

Figura 44 - Piso na área de jardim após aplicação das texturas



Fonte: O Autor (2019).

Observou-se um diferimento na entrada de serviço entre o que consta na planta de piso no *as built* representado pela Figura 33, com o que foi aplicado no modelo baseado no projeto executivo, após uma visita ao local pelo autor do trabalho. No modelo foram eles: diferimento dos níveis dos pisos, portas e de algumas paredes, assim como no tipo/modelo da porta. Diferimento nos acabamentos das janelas, no caminho da escada e guarda corpo. A Figura 45 representa o ambiente da entrada de serviço baseado no projeto executivo e a Figura 46 uma fotografia de como foi executada esse ambiente no LITPEG.

Figura 45 - Entrada de serviço do projeto no LOD350



Fonte: O Autor (2019).

Figura 46 - Entrada de serviço do LITPEG



Fonte: O Autor (2019).

Como neste item, estamos trabalhando especificamente com pisos, procedeu-se em excluir a escada e o guarda corpo e manter o tipo de porta no projeto, ficando-se para realizar as correções desses objetos nos tópicos específicos para cada um deles neste trabalho.

Para correção dos níveis, precisou-se alterar no menu propriedades o nível base dos elementos para térreo e/ou zerar o deslocamento da base, ficando após a correção conforme ilustra a Figura 47.

Figura 47 - Correção dos níveis da paredes, pisos e portas da entrada de serviço



Fonte: O Autor (2019).

Para correção e fechamento do perímetro do piso, optou-se por criar um piso no trecho necessário, ficando-se o resultado da correção conforme observa-se na Figura 48.

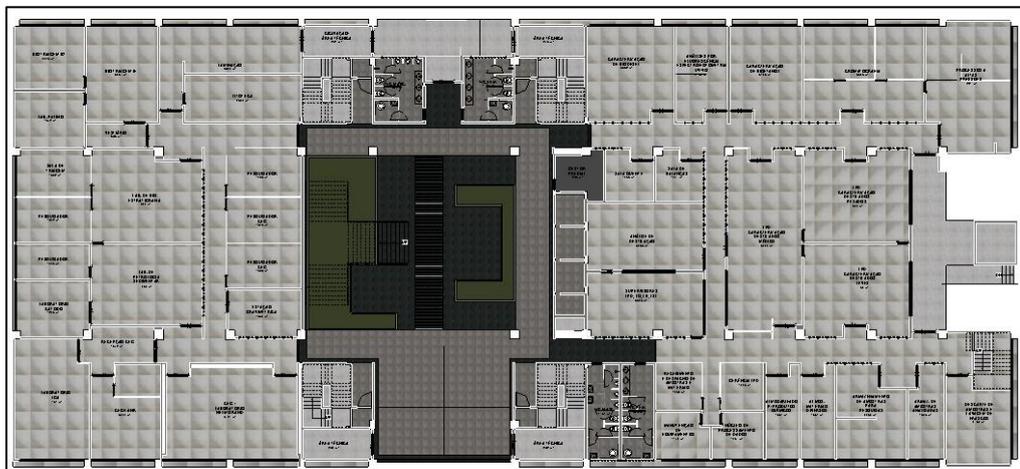
Figura 48 - Resultado da correção dos níveis das paredes, portas e pisos da entrada de serviço



Fonte: O Autor (2019).

Para mudar o tipo de piso/material inserido nas escadas “selecionou-se a escada e no menu propriedades > editar tipo > Parâmetro de construção > Tipo de trecho > Parâmetro de materiais e acabamentos > clica-se em material do piso e do espelho e insere-se o tipo de material a ser aplicado na escada”. A Figura 49 ilustra a representação final dos pisos no pavimento térreo após configurar e aplicar as texturas dos pisos especificados.

Figura 49 - Tipos de pisos do pavimento térreo no Revit, filtrados após aplicação das texturas

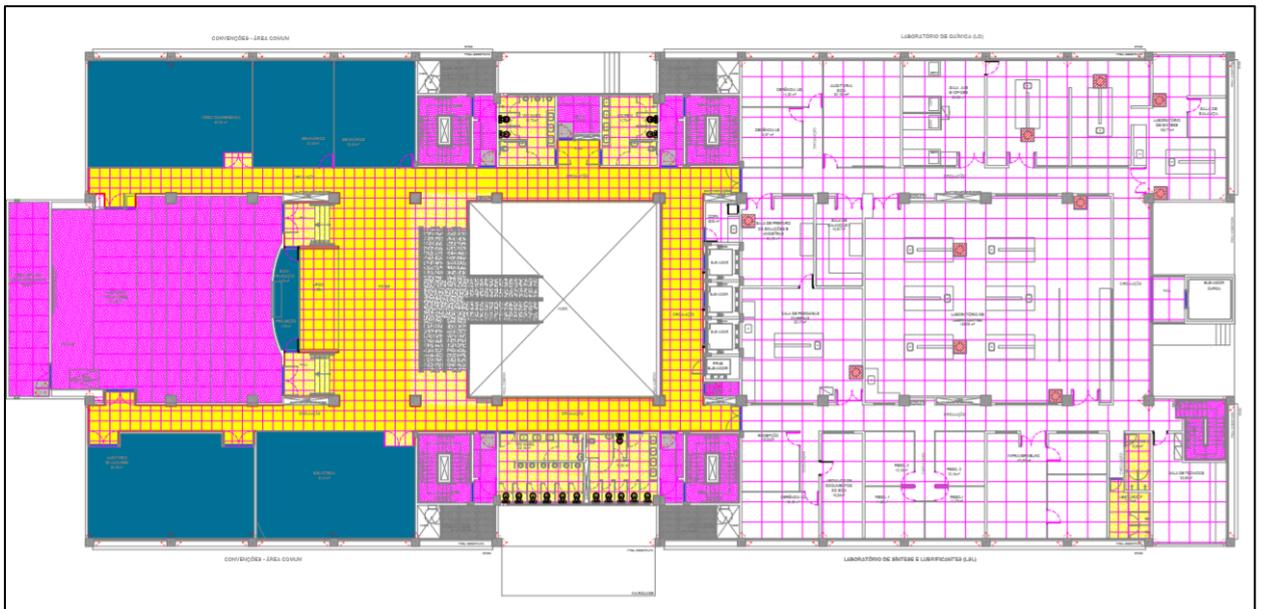


Fonte: O Autor (2019).

4.2.1.2 Primeiro pavimento

Analogamente ao pavimento térreo, o primeiro passo realizado, foi identificar os tipos de pisos contidos no pavimento e verificar se as suas delimitações e especificações, encontram-se conforme descrito no *as built*. A Figura 50 representa o *as built* da planta de piso do primeiro pavimento, nela identifica-se pisos de especificações 1,2,3 e 11.

Figura 50 - Tipos de pisos e delimitações do primeiro pavimento do LITPEG



Fonte: *As Built* (2019).

Para os pisos de especificações do tipo 5 e 9, utilizou-se para sua aplicação no Revit, as texturas representadas pelas figuras 51 e 52.

Figura 51 - Textura do piso 5



Fonte: O Autor (2019).

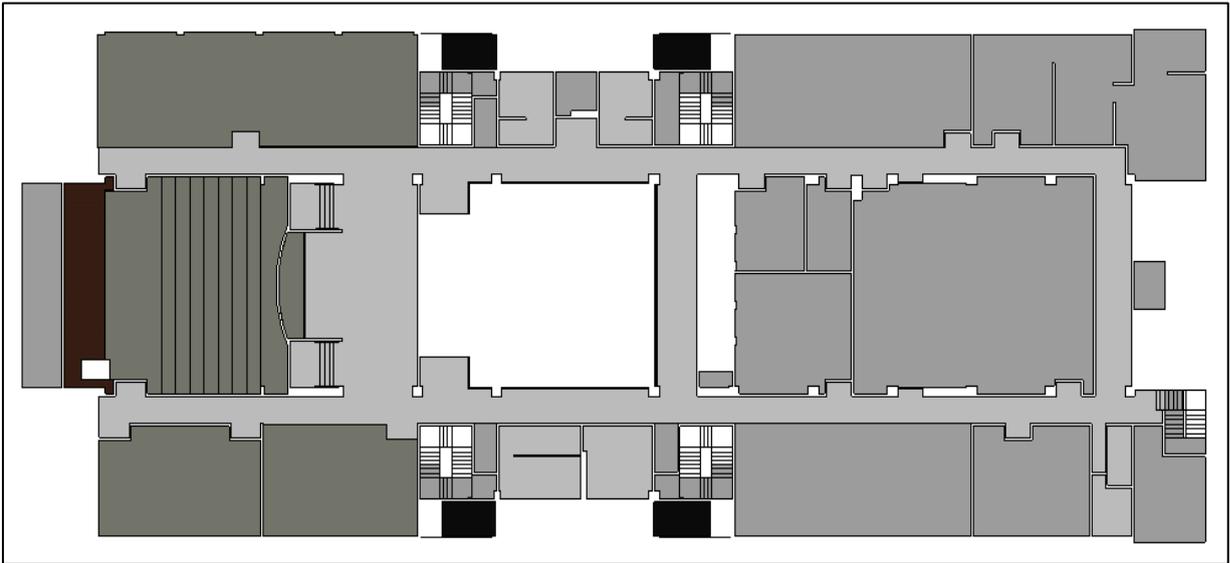
Figura 52 - Textura do piso 9



Fonte: O Autor (2019).

No modelo baseado no projeto executivo, a aplicação dos pisos no pavimento, antes das modificações nas suas parametrizações e das texturas dos materiais de acordo com o *as built*, estavam conforme ilustra a Figura 53.

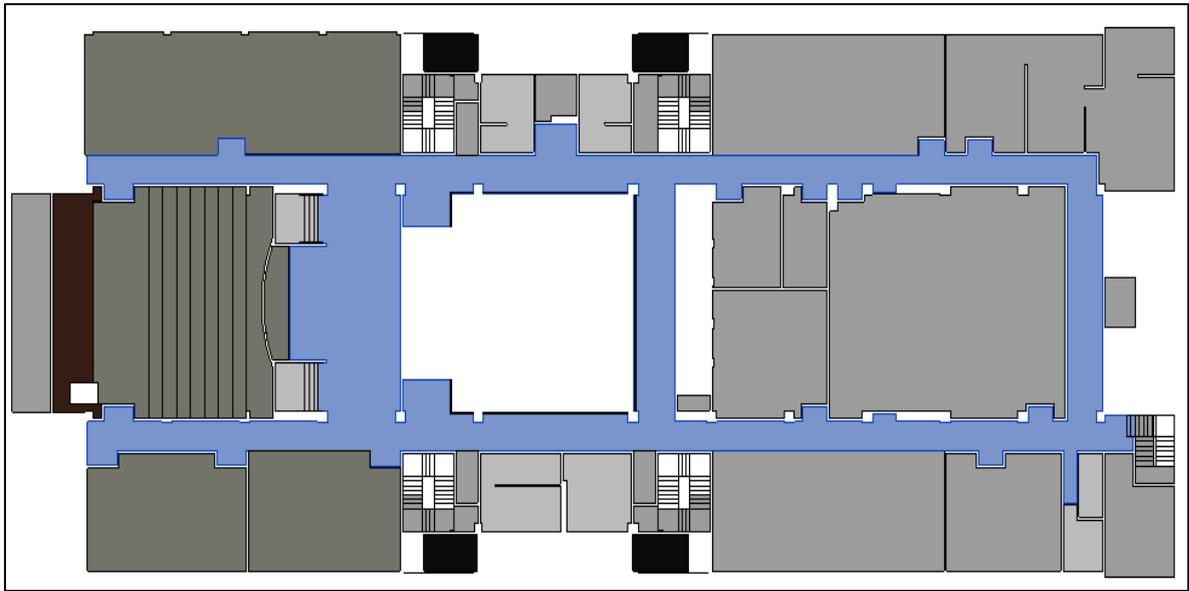
Figura 53 - Tipos de pisos do pavimento térreo no Revit antes da aplicação das texturas



Fonte: O Autor (2019).

Selecionando-se o piso da circulação, verificou-se que sua delimitação estava errada, pois conforme observa-se na Figura 50, o piso da circulação contém pisos do tipo 1 e 2. Sendo assim, foi necessário editar o limite do piso e fechar a delimitação correta de um dos lados da circulação, e foi necessário criar um novo piso para delimitar o restante da circulação, para posteriormente poder aplicar nele o tipo de piso/textura correspondente. A Figura 54 ilustra a delimitação errada do piso da circulação aplicada no modelo baseado no projeto executivo. O piso foi aplicado continuamente na circulação invés de estar dividido.

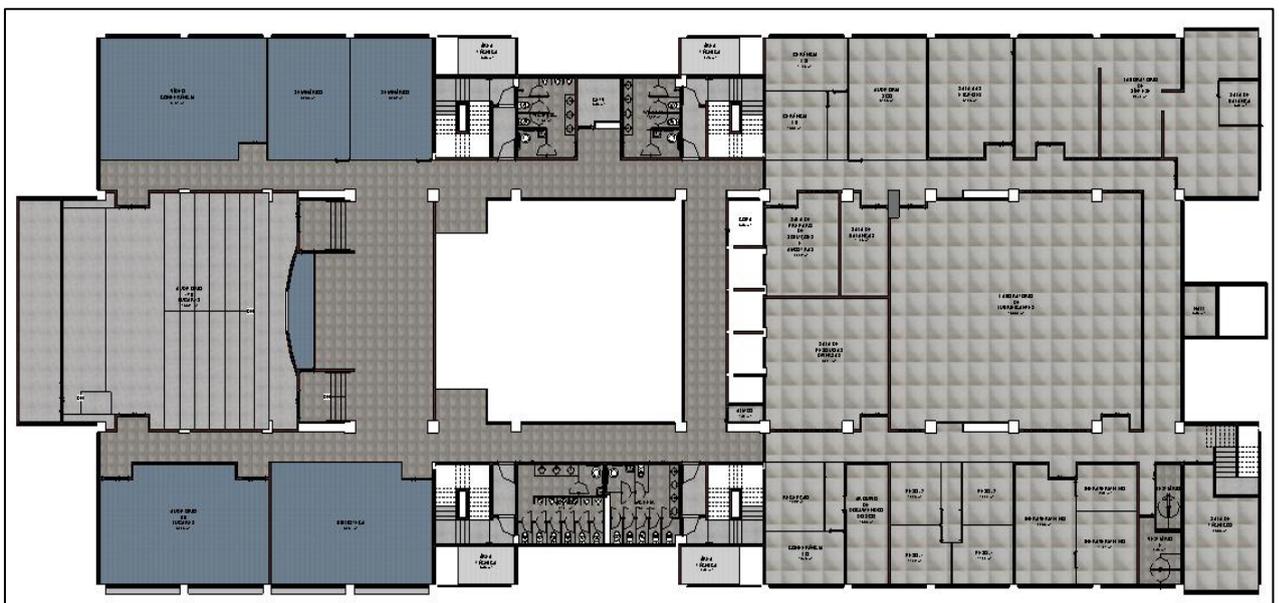
Figura 54 - Delimitação errada do piso da circulação



Fonte: O Autor (2019).

Seguindo-se os procedimentos citados no pavimento térreo, ilustra-se o resultado da aplicação das texturas para o primeiro pavimento através da Figura 55.

Figura 55 - Tipos de pisos do primeiro pavimento no Revit, após aplicação das texturas



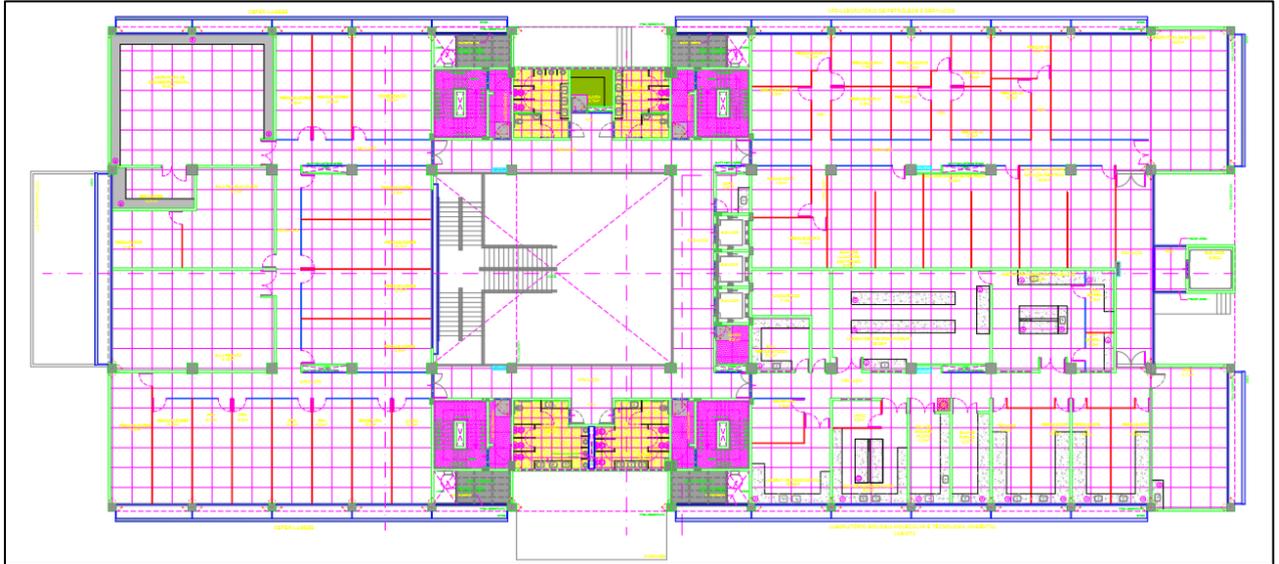
Fonte: O Autor (2019).

4.2.1.3 Segundo pavimento

A Figura 56 representa o *as built* da planta de piso do segundo pavimento, nela

identifica-se pisos de especificações 1,2,9, 10 e 11. Para o piso de especificação do tipo 10, utilizou-se para sua aplicação no Revit, a textura representada pela Figura 57.

Figura 56 - Tipos de pisos e delimitações do segundo pavimento do LITPEG



Fonte: *As Built* (2019).

Figura 57 - Textura do piso 10

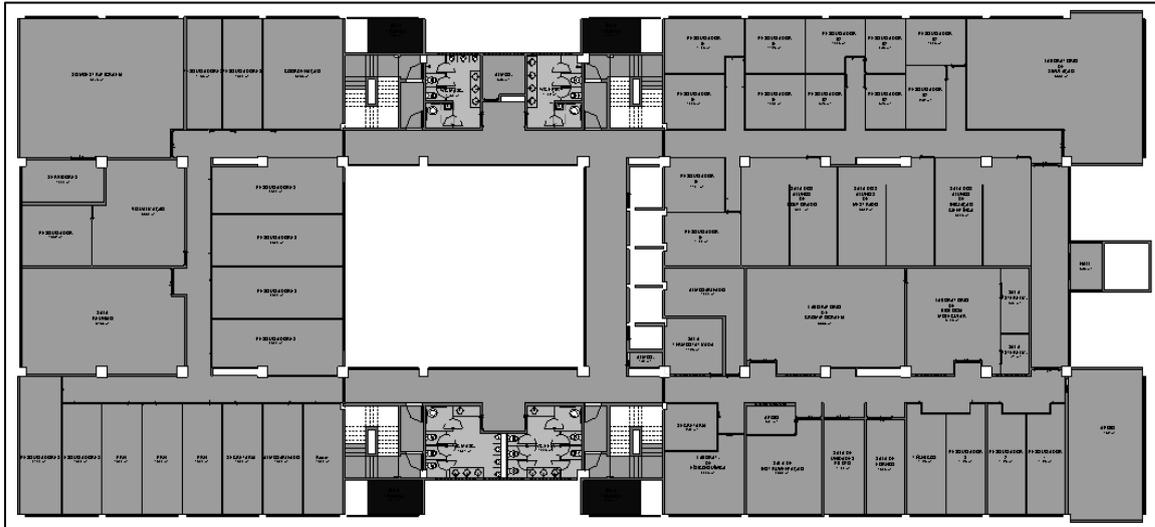


Fonte: O Autor (2019).

No modelo baseado no projeto executivo, a aplicação dos pisos no pavimento, antes das modificações nas suas parametrizações e das texturas dos materiais de acordo com o *as built*, estavam conforme representados na Figura 58.

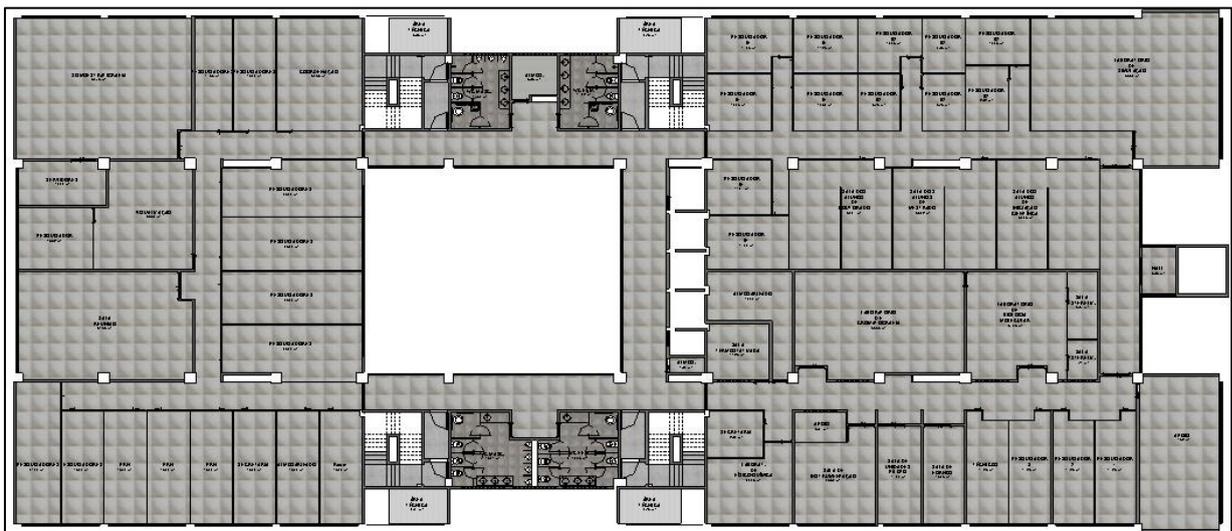
Seguindo-se os procedimentos citados no pavimento térreo, ilustra-se o resultado da aplicação das texturas para o segundo pavimento através da Figura 59.

Figura 58 - Tipos de pisos do segundo pavimento no Revit, antes da aplicação das texturas



Fonte: O Autor (2019).

Figura 59 - Tipos de pisos do segundo pavimento no Revit, antes da aplicação das texturas



Fonte: O Autor (2019).

4.2.1.4 Terceiro pavimento

A Figura 60 representa o *as built* da planta de piso do terceiro pavimento, nela identifica-se pisos de especificações 1,2,9, 10 e 11.

Figura 60 - Tipos de pisos e delimitações do terceiro pavimento do LITPEG



Fonte: *As Built* (2019)

No modelo baseado no projeto executivo, a aplicação dos pisos no pavimento, antes das modificações nas suas parametrizações e das texturas dos materiais de acordo com o *as built*, estavam conforme representados na Figura 61.

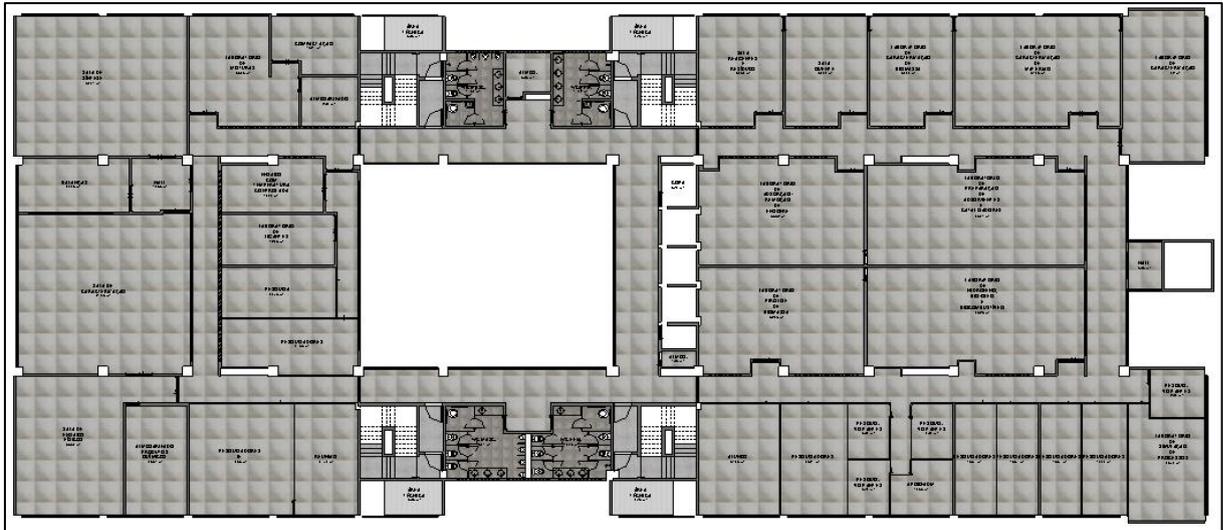
Seguindo-se os procedimentos citados no pavimento térreo, ilustra-se o resultado da aplicação das texturas para o segundo pavimento através da figura 62.

Figura 61- Tipos de pisos do terceiro pavimento no Revit, antes da aplicação das texturas



Fonte: O Autor (2019).

Figura 62 - Tipos de pisos do terceiro pavimento no Revit, após aplicação das texturas



Fonte: O Autor (2019).

4.2.1.5 Quarto pavimento

A Figura 63 representa o *as built* da planta de piso do quarto pavimento, nela identifica-se pisos de especificações 1,2,9, 10 e 11.

No modelo, a aplicação dos pisos no pavimento, antes das modificações nas suas parametrizações e das texturas dos materiais de acordo com o *as built*, estavam conforme representados na Figura 64.

Figura 63 - Tipos de pisos e delimitações do quarto pavimento do LITPEG



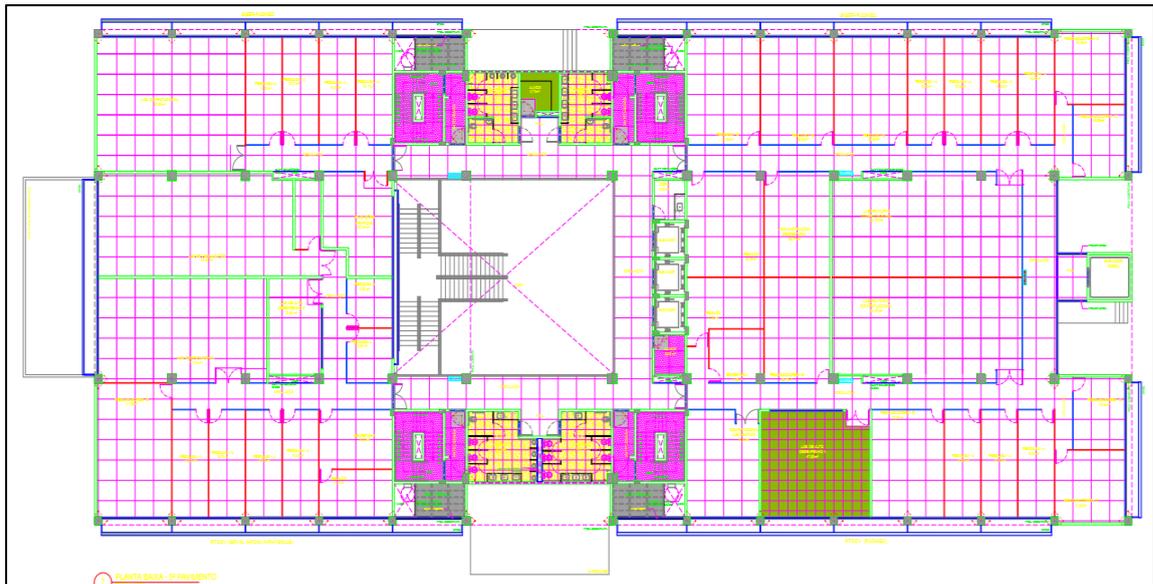
Fonte: *As Built* (2019).

4.2.1.6 Quinto pavimento

A Figura 66 representa o *as built* da planta de piso do quinto pavimento, nela identifica-se pisos de especificações 1,2,9, 10 e 11.

No modelo, a aplicação dos pisos no pavimento, antes das modificações nas suas parametrizações e das texturas dos materiais para ficar de acordo com o *as built*, estavam conforme representados na Figura 67.

Figura 66 - Tipos de pisos e delimitações do quinto pavimento do LITPEG



Fonte: *As Built* (2019).

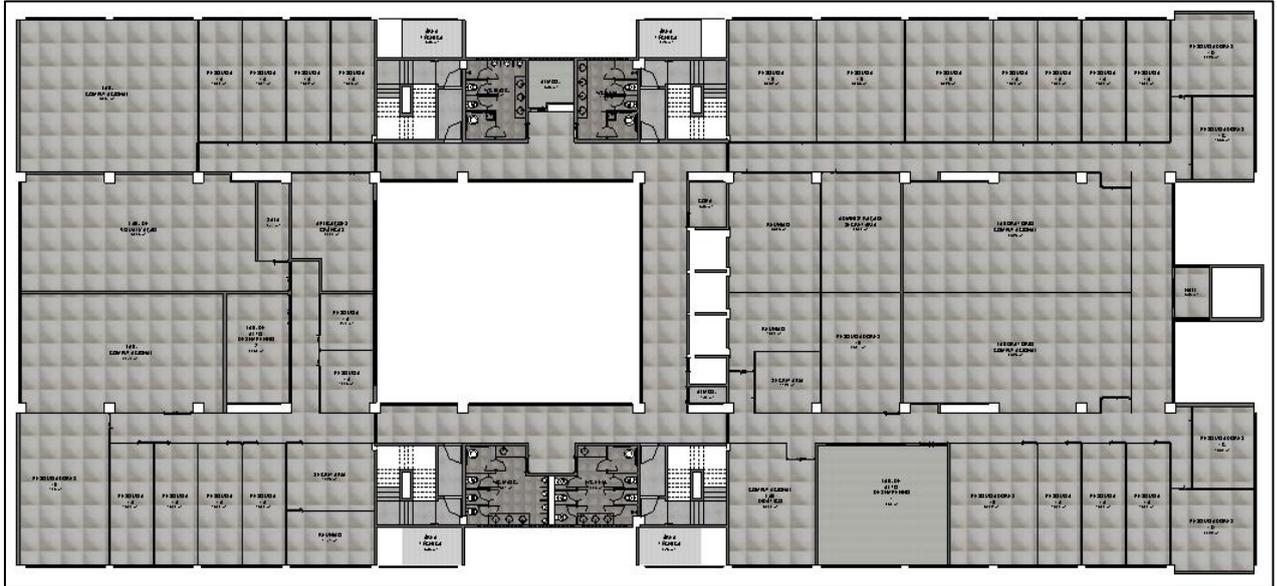
Figura 67 - Tipos de pisos do quinto pavimento no Revit, antes da aplicação das texturas



Fonte: O Autor (2019).

Seguindo-se os procedimentos citados no pavimento térreo, ilustra-se o resultado da aplicação das texturas para o quinto pavimento através da Figura 68.

Figura 68 - Tipos de pisos do quinto pavimento no Revit, após aplicação das texturas



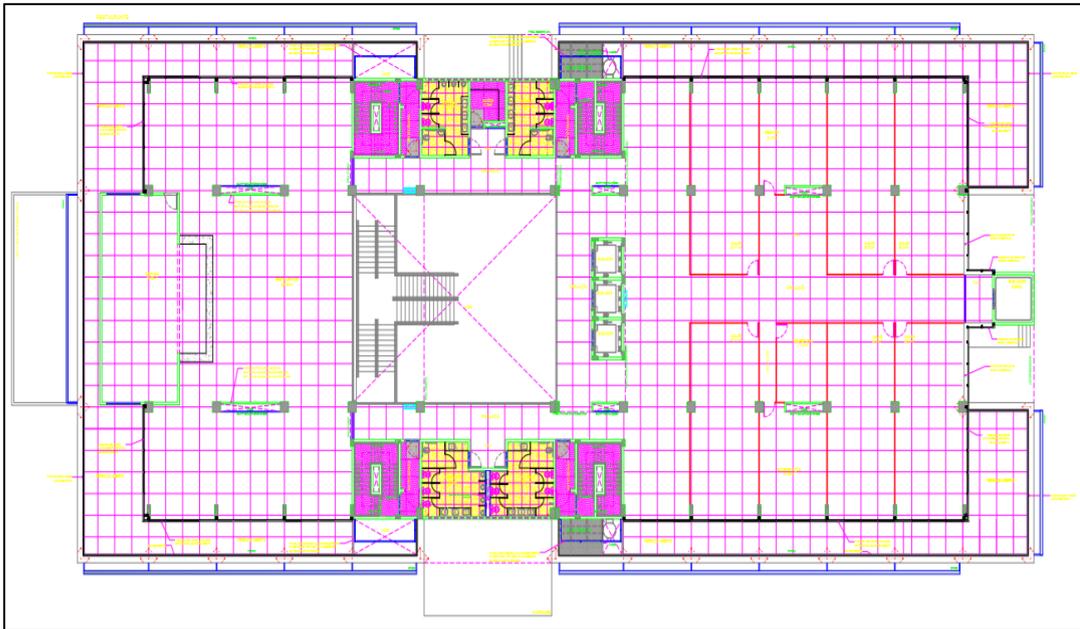
Fonte: O Autor (2019).

4.2.1.7 Sexto pavimento

A Figura 69 representa o *as built* da planta de piso do sexto pavimento, nela identifica-se pisos de especificações 1, 2, 9 e 11.

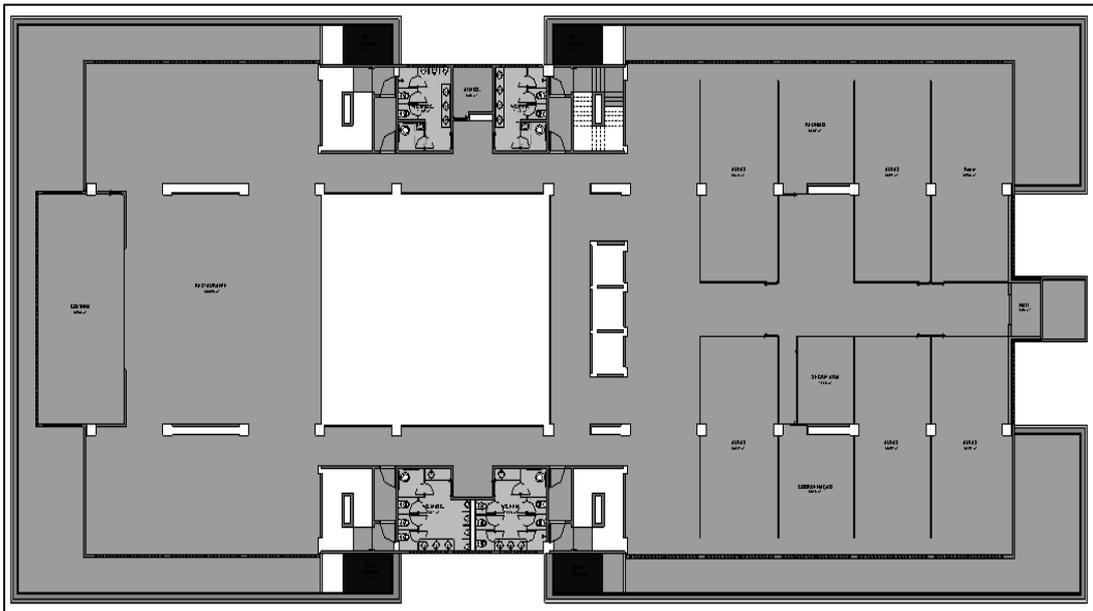
No modelo baseado no projeto executivo, a aplicação dos pisos no pavimento antes das modificações nas suas parametrizações e nas texturas dos materiais para ficarem de acordo com o *as built*, estavam conforme representados na Figura 70.

Figura 69 - Tipos de pisos e delimitações do sexto pavimento do LITPEG



Fonte: *As Built* (2019)

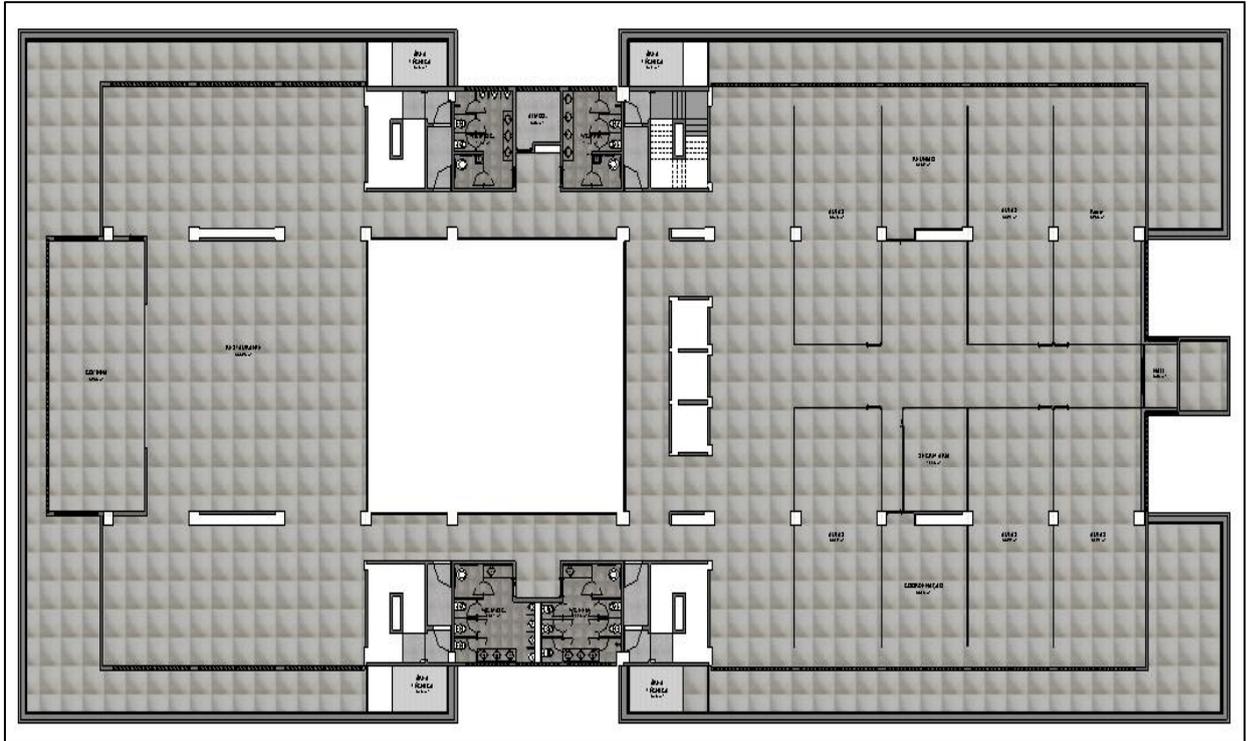
Figura 70 - Tipos de pisos do sexto pavimento no Revit, antes da aplicação das texturas



Fonte: O Autor (2019).

Seguindo-se os procedimentos citados no pavimento térreo, ilustra-se o resultado da aplicação das texturas para o sexto pavimento através da Figura 71.

Figura 71- Tipos de pisos do sexto pavimento no Revit, após aplicação das texturas



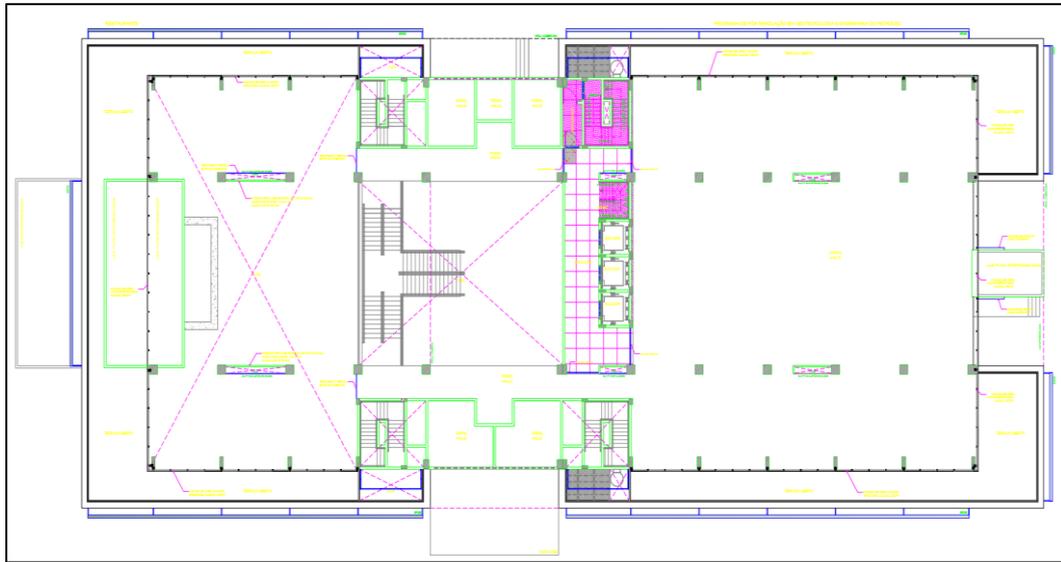
Fonte: O Autor (2019).

4.2.1.8 Pavimento intermediário

A Figura 72 representa o *as built* da planta baixa do pavimento intermediário, nela identificou-se os tipos de pisos aplicados.

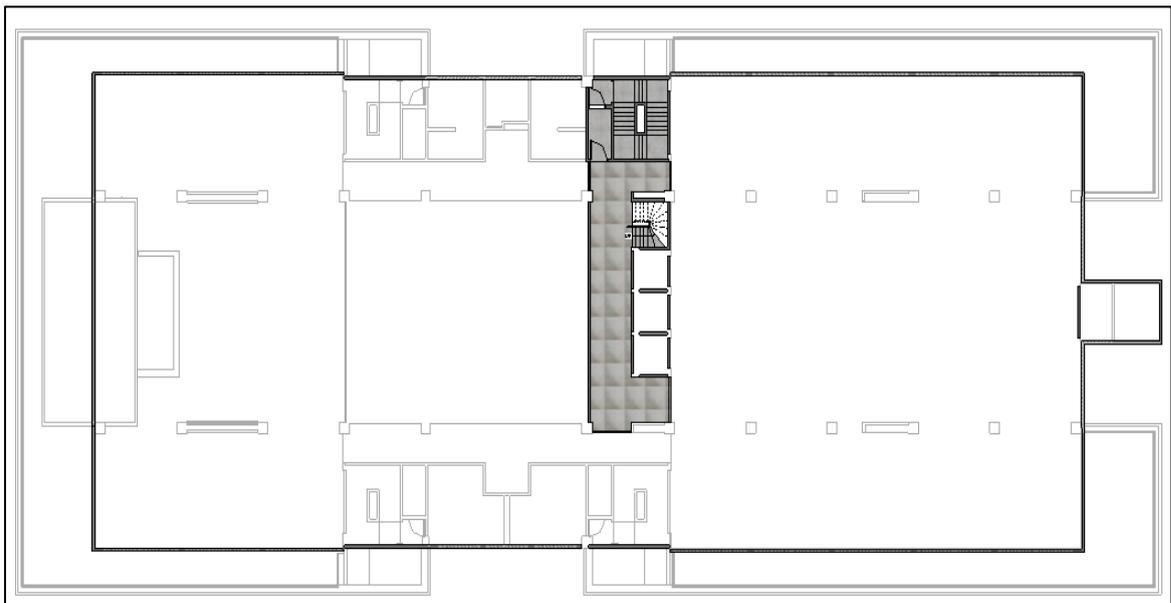
No modelo, a aplicação dos pisos no pavimento, antes das modificações nas suas parametrizações e das texturas dos materiais de acordo com o *as built*, estavam conforme representados na Figura 73.

Figura 72 - Tipos de pisos do pavimento intermediário no Revit, antes da aplicação das texturas



Fonte: *As Built* (2019).

Figura 73 - Tipos de pisos do pavimento intermediário no Revit, após aplicação das texturas



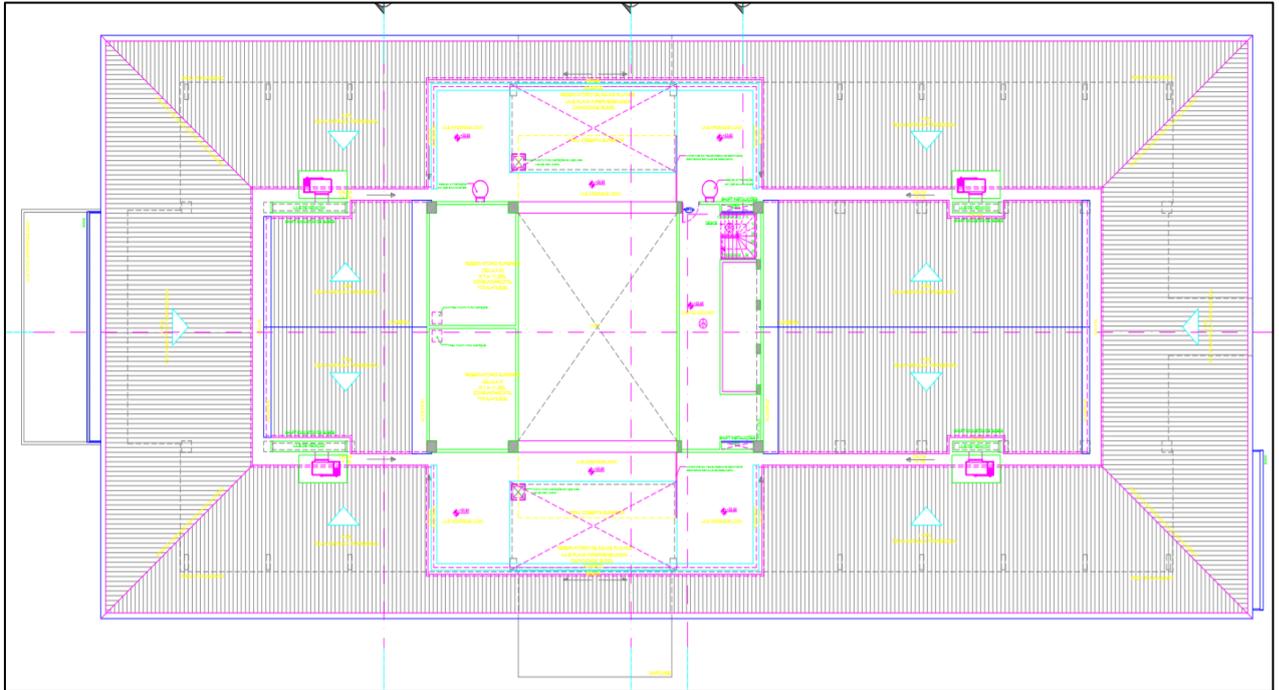
Fonte: O Autor (2019).

4.2.1.9 Casa de máquinas

A Figura 74 representa o *as built* da planta baixa da casa de máquinas, nela identificou-se os tipos de pisos aplicados.

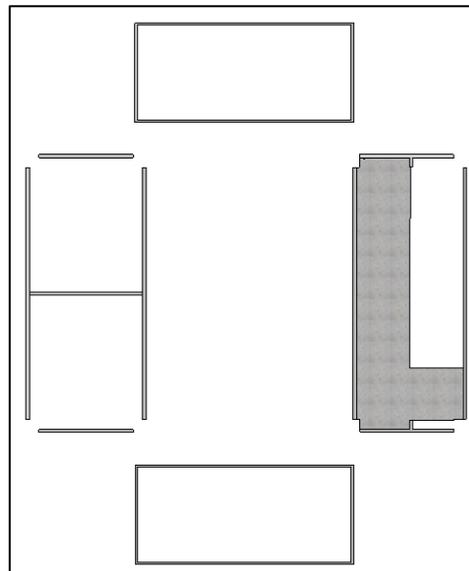
Seguindo-se os procedimentos citados no pavimento térreo, ilustra-se o resultado da aplicação das texturas para a casa de máquinas através da Figura 75.

Figura 74 - Tipos de pisos da casa de máquinas no Revit, antes da aplicação das texturas



Fonte: *As Built* (2019).

Figura 75 - Tipos de pisos da casa de máquina no Revit, após aplicação das texturas



Fonte: O Autor (2019).

4.2.2 Paredes e divisórias

As Figuras 76 e 77, representam as especificações das paredes e divisórias contidas no *as built*, que servirão de base para implementação no modelo.

Figura 76 - Especificações das paredes

PAREDE	
①	Alvenaria argamassada com emassamento e pintura epóxi cor branco neve marca Coral ou equivalente técnico;
②	Alvenaria argamassada com emassamento e pintura 100% acrílica cor branco neve marca Coral ou equivalente técnico;
③	Alvenaria com revestimento acústico em painéis de gesso acartonado tipo Knauf AMF ou equivalente técnico;
④	Divisória de gesso acartonado com lã mineral de 2" PSL 32;
⑤	Divisória tipo naval com bandeira fixa em vidro laminado de 6 mm da Eucatex ou equivalente técnico;
⑥	Divisória tipo naval da Eucatex ou equivalente técnico com vidro laminado de 6 mm a partir de 1,10m;
⑦	Alvenaria com revestimento em granito cinza andorinha;
⑧	Parede externa revestida em painel metálico de Alumínio composto da Alucobond ou equivalente técnico conforme detalhes de fixação e paginação;
⑨	Parede externa revestida com pastilhas cerâmicas de 75x75mm PEI 1 uso LF tipo linha Prisma da Portobelo alumínio acabamento brilhante ref. 82728E ou equivalente técnico;
⑩	Pilares externos em concreto aparente com resina epoxi transparente;
⑪	Alvenaria com revestimento em porcelanato esmaltado cor branco uso LC. PEI 4 tipo Atlantis de 450x450mm Eliane ou equivalente técnico;
⑫	Divisória naval com bandeira tipo maximar em vidro laminado de 6 mm da Eucatex ou equivalente técnico;

Fonte: *As Built* (2019).

Figura 77 - Quadro de divisórias

TIPO	QUANT.	DIMENSÕES (m)	CARACTERÍSTICAS/ MATERIAL	ACABAMENTO
DV 1			PAINEL TIPO MISTO COM BANDEIRA SUPERIOR FIXA EM VIDRO	PAINEL E PERFIS COM ACABAMENTO MARFIM
DV 2			PAINEL TIPO MISTO COM MÓDULO INTERMEDIÁRIO EM VIDRO	PAINEL E PERFIS COM ACABAMENTO MARFIM
DV 3			PAINEL TIPO CEGO	PAINEL E PERFIS COM ACABAMENTO MARFIM

Fonte: *As Built* (2019).

4.2.2.1 Pavimento térreo

De acordo com o *as built* arquitetônico do pavimento térreo, identificou-se no pavimento térreo, paredes com especificações do tipo 1,2,7,9 e 11 além de divisórias do tipo DV1, DV2 e DV3 conforme as especificações contidas nas figuras 76 e 77.

O procedimento de análise utilizado, foi análogo ao utilizado em pisos. Clicou-se em cada parede modelada no projeto e verificou-se suas propriedades comparando-as com as especificações descritas no *as built*. Em caso de diferimento, procedeu-se o processo de modificação nos parâmetros, texturas, famílias, todo o procedimento necessário para modelá-la conforme especificado no *as built*. Os acabamentos da fachada do prédio, estão descritos nas vistas do prédio, contidas no *as built*. As paredes criadas foram nomeadas do seguinte modelo: Tipo de acabamento inferior/tipo de acabamento exterior – espessura(cm).

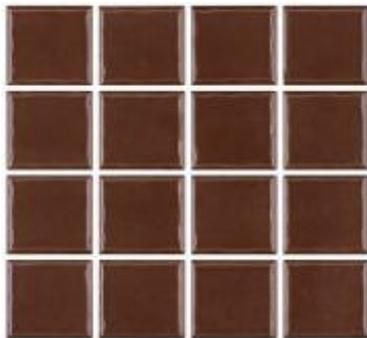
Figura 78 - Planta baixa do pavimento térreo



Fonte: *As Built* (2019).

As texturas dos materiais de acabamentos utilizados, foram obtidas através de fotografias tiradas pelo autor do trabalho no prédio do LITPEG e também foi utilizado materiais contidos no próprio *template* do Revit. As figuras 79 à 83 ilustram as texturas que foram aplicadas no modelo baseado no projeto executivo para modificar para o modelo baseado no *as built*.

Figura 79 - Textura da parede do tipo 9



Fonte: O Autor (2019).

Figura 80 - Textura da parede do tipo 7



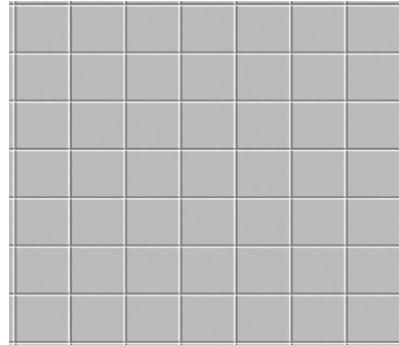
Fonte: O Autor (2019).

Figura 81 - Textura da parede do tipo 11



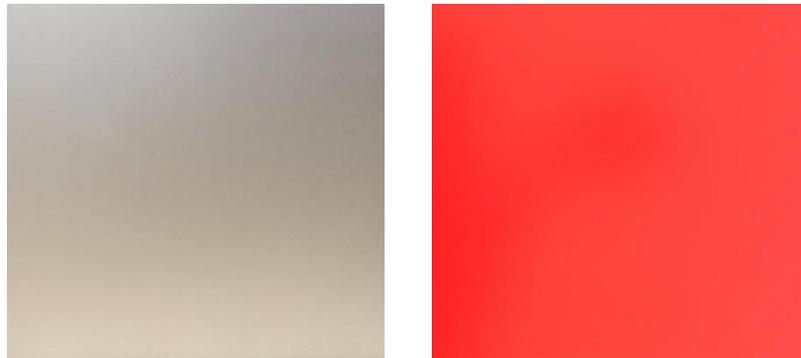
Fonte: O Autor (2019).

Figura 82 - Textura da parede do tipo 9 com acabamento branco



Fonte: O Autor (2019).

Figura 83 - Revestimento em painel metálico de alumínio composto acabamento natural line e vermelho



Fonte: Autor (2019)

Em alguns ambientes do projeto no Revit, existiam paredes contínuas em trechos onde os tipos de acabamentos deveriam ser distintos, sendo assim, para correção, existiu a necessidade de dividir a parede usando o comando Dividir Elementos cujo atalho “SL” do Revit para posteriormente aplicar em cada trecho o tipo de parede/acabamento correto.

Ilustra-se na Figura 84, os acabamentos aplicados nas alvenarias da entrada de serviço. Pode-se comparar o resultado desta aplicação, com a Figura 45.

Figura 84 - Acabamentos da alvenaria aplicados na entrada de serviço



Fonte: O Autor (2019).

Em alguns ambientes, existiu a necessidade de inserir algumas divisórias que constam no *as built* e que não foram inseridas no modelo no Revit baseado no projeto executivo. Na sala de Análise por fluorescência espectro fotometria por exemplo, existe uma divisória do tipo DV 3 - painel cego, para realizar sua aplicação no Revit, usou-se o comando de parede com atalho “WA” e selecionou-se em propriedades a divisória em painel cego. A Figura 85 ilustra a aplicação da divisória tipo painel cego no modelo.

Figura 85 - Aplicação da divisória tipo painel cego no Revit



Fonte: O Autor (2019).

Para modelagem da bancada da recepção, usou-se como auxílio, uma imagem da

bancada obtida através do próprio *as built* do pavimento térreo, sendo esta usada como plano de fundo. Em seguida, usou-se o atalho de parede “WA” para sua modelagem, adotando-se uma altura de 1,50m. Em seguida, aplicou-se o revestimento em granito cinza andorinha, classificado como acabamento do tipo 7 conforme a Figura 76. A Figura 86, ilustra respectivamente a representação da bancada no *as built*, a aplicação da parede no Revit por cima da figura e o resultado de sua aplicação.

Figura 86 - Modelagem da bancada da recepção



Fonte: O Autor (2019).

Na Figura 87, observa-se o resultado da aplicação no pavimento térreo, em duas vistas do prédio.

Figura 87 - Acabamento final das paredes e divisórias do pavimento Térreo

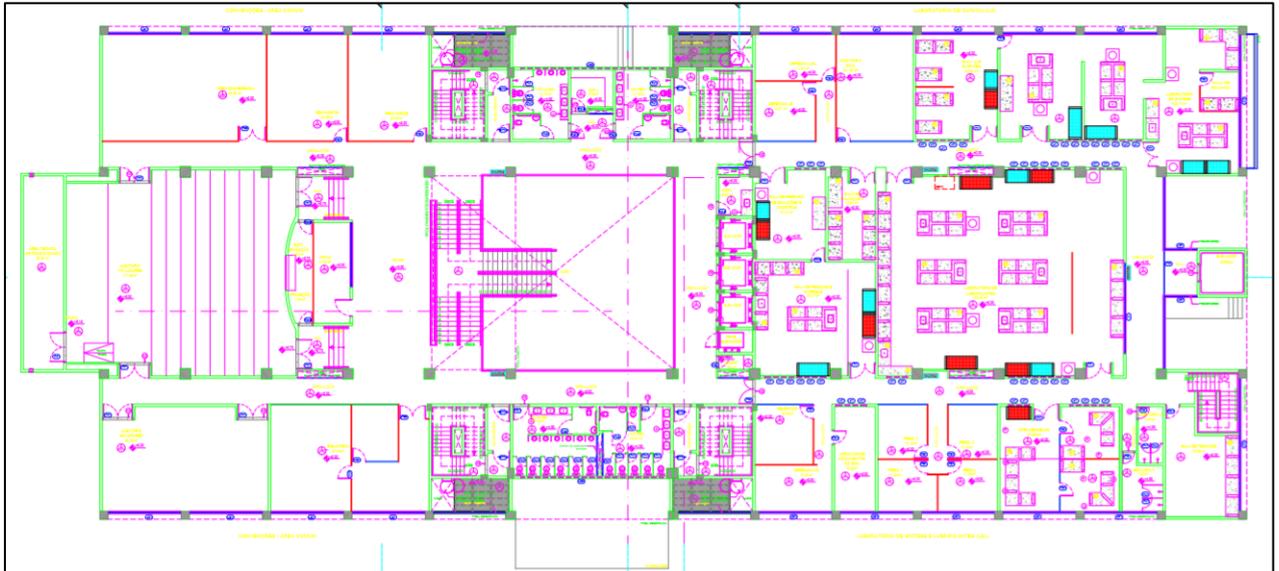


Fonte: O Autor (2019).

4.2.2.2 Primeiro pavimento

De acordo com o *as built* do primeiro pavimento representado pela Figura 88, identificou-se as especificações das paredes aplicadas no prédio, assim como os tipos de divisórias.

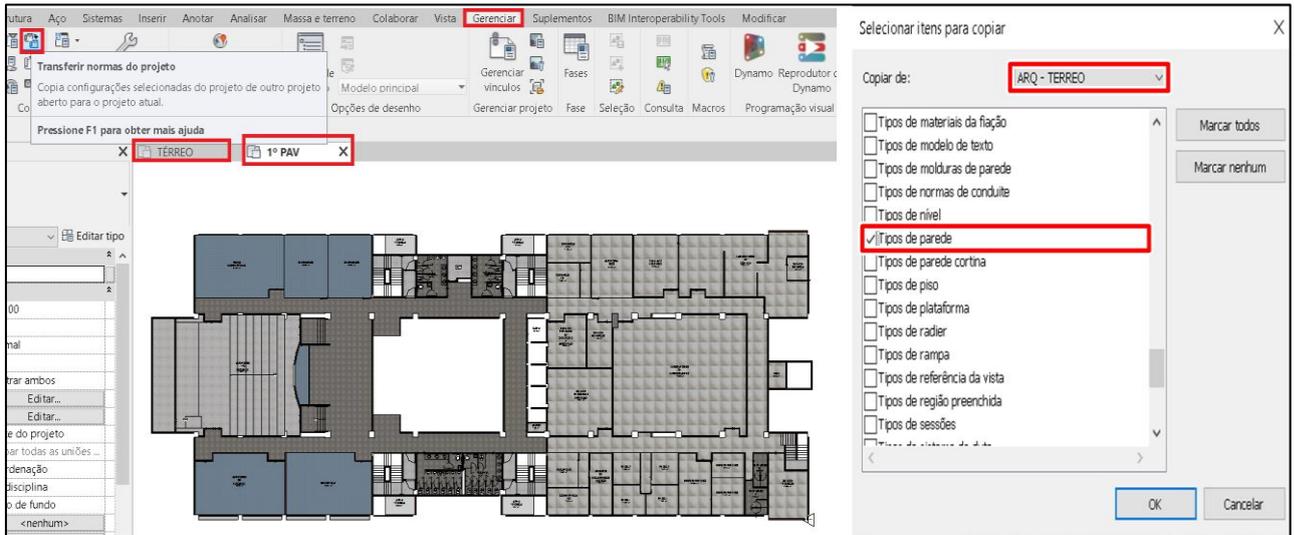
Figura 88 - Planta baixa do primeiro pavimento



Fonte: *As Built* (2019).

Conforme descrito, para o desenvolvimento deste trabalho, usou-se arquivos isolados para cada pavimento. No pavimento térreo, foram criadas algumas paredes conforme as especificações do *as built* e para eliminar a necessidade de recriá-las no arquivo do primeiro pavimento, o Revit dispõe de uma propriedade que podemos copiar configurações selecionadas de um arquivo para outro. As etapas a seguir representadas pela Figura 89, demonstra o processo para copiar os tipos de paredes implantadas no arquivo do pavimento térreo para o arquivo do primeiro pavimento.

Figura 89 - Etapas para copiar propriedades das paredes para outro pavimento



Fonte: O Autor (2019).

Conforme observa-se na Figura 89, as etapas para realizar o processo foram:

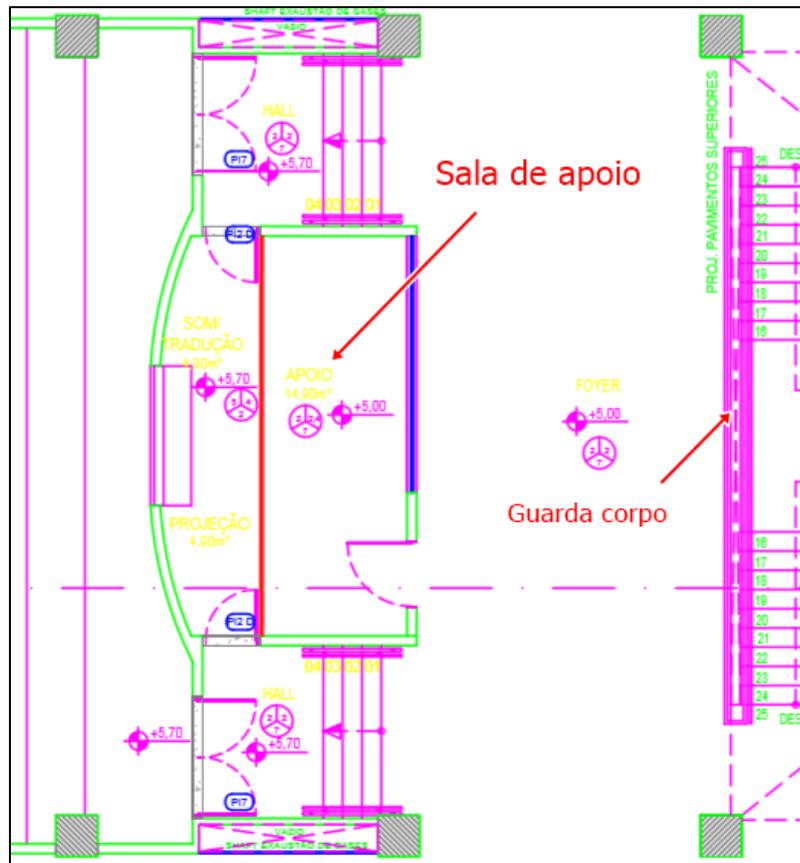
Etapa 1: Abrir os dois arquivos no Revit, o arquivo de onde deseja extrair as propriedades e o segundo arquivo, que é o arquivo para o qual deseja-se inserir as propriedades copiadas.

Etapa 2: Selecionando-se o arquivo primeiro pavimento, no menu gerenciar clica-se em “Transferir normas do projeto” na janela que aparece em seguir, seleciona-se o arquivo base de onde deseja copiar assim como as propriedades desejadas, em nosso caso: tipos de paredes.

Após realizar as duas etapas, as propriedades das paredes criadas no pavimento térreo serão inseridas no arquivo, bastando apenas aplicá-las nos ambientes conforme especifica o *as built* do pavimento, representada através da Figura 88.

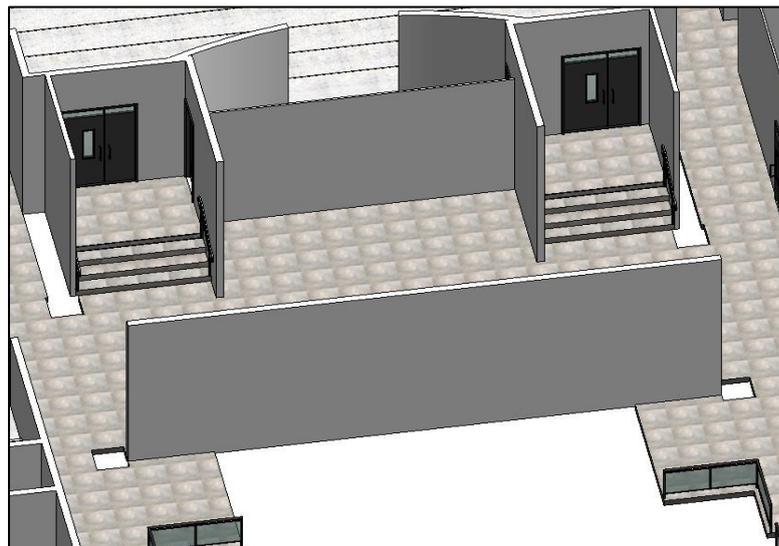
Analisando as especificações do *as built* do auditório, observou-se que a sala de apoio não foi modelada e, logo à frente do auditório, no local onde deveria existir um guarda corpo, estava aplicada uma parede erroneamente. A Figura 90 apresenta as localizações da sala de apoio e o guarda-corpo aplicado. Na Figura 91, observa-se que a sala de apoio não estava modelada e existia uma parede aplicada erroneamente, no local onde localiza-se o guarda-corpo.

Figura 90 - Localização da sala de apoio e do guarda corpo



Fonte: As Built

Figura 91- Sala de apoio não modelada e parede aplicada erroneamente



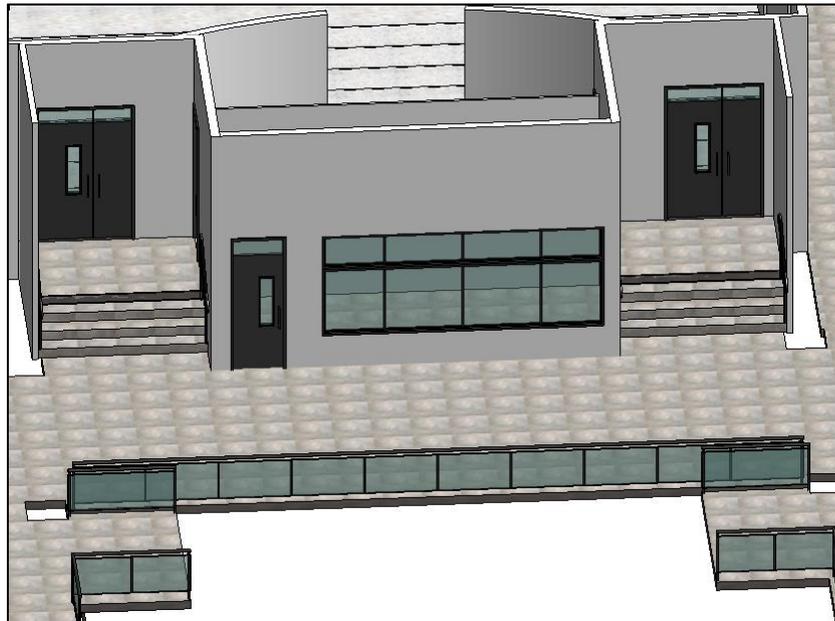
Fonte: O Autor (2019).

Para correção, clicou-se em paredes no menu arquitetura e realizou-se o fechamento do perímetro da sala de apoio. Em seguida, também no menu arquitetura, clicou-se em janela

e em porta, e aplicou-se na parede inserida, conforme o *as built*.

Para aplicação do guarda-corpo, no menu arquitetura clicou-se em guarda-corpo e, em seguida, delimitou-se o caminho que este deverá seguir. Resultado da aplicação na ilustrado na Figura 92.

Figura 92 - Sala de apoio modelada e guarda-corpo aplicado



Fonte: O Autor (2019).

Algumas divisórias estavam inseridas incorretamente. Logo, também foi necessário realizar essas correções dentro do Revit. A Figura 93 ilustra o antes de depois da correção das divisórias que estão selecionadas.

Figura 93 - Antes e Depois da correcao das divisórias

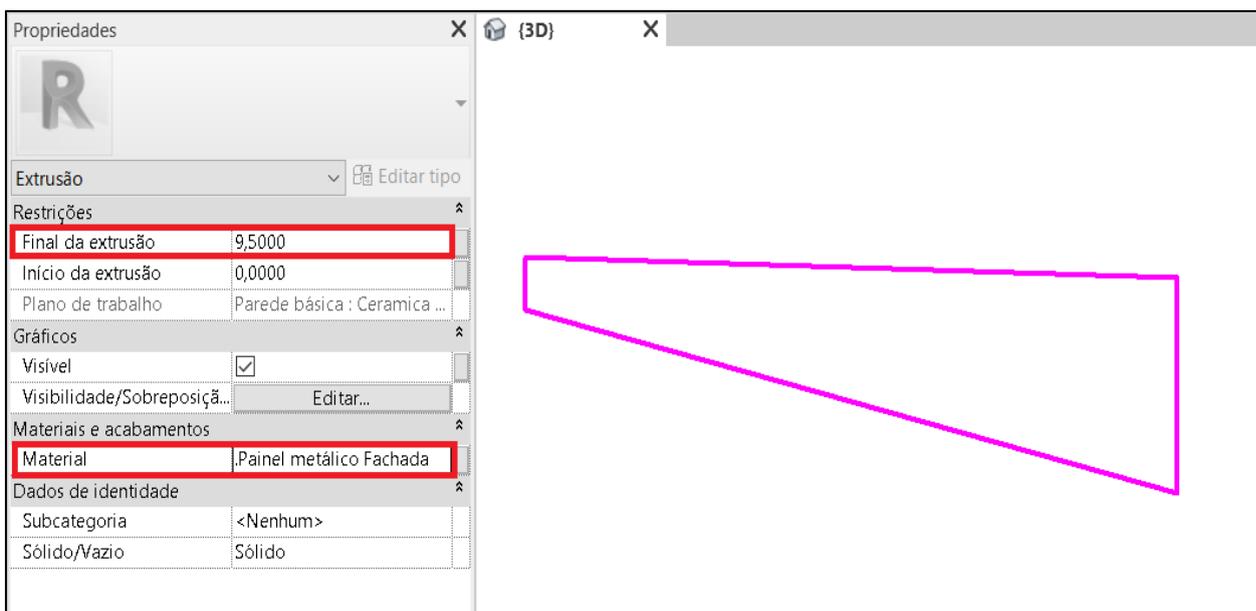


Fonte: O Autor (2019).

Para modelar a marquise, utilizou-se a modelagem por extrusão, em que esta cria uma forma sólida 3D, ao efetuar uma extrusão de uma forma 2D.

Para realizar a modelagem, no menu arquitetura clica-se em componentes e em seguida modelar no local selecionando o tipo por extrusão. Para realizar o desenho 2D, deve-se definir qual o plano de referência que será usado e para isso, clica-se em definir e em selecionar o plano. Após selecionar o plano de referência, efetua-se o desenho da seção transversal (2D), define-se o comprimento do sólido a ser gerado e atribui-se o tipo de material a ser aplicado. A Figura 94, ilustra o perfil da marquise que será “extendida” ao longo de 9,5m e com o material de acabamento destacado na Figura 94.

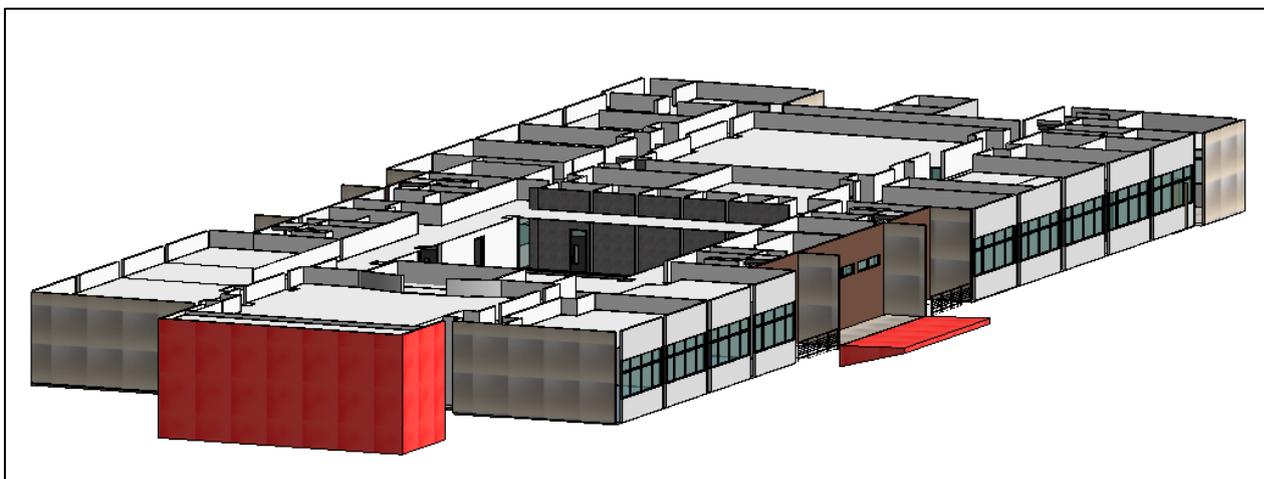
Figura 94 - Modelagem por extrusão da marquise



Fonte: O Autor (2019).

O resultado final da aplicação das paredes e divisórias no primeiro pavimento, estar representado através da Figura 95.

Figura 95- Acabamento final das paredes e divisórias do primeiro pavimento



Fonte: O Autor (2019).

4.2.2.3 Segundo ao quinto pavimento

Foi verificado se as especificações das paredes implantadas no projeto no Revit estão conforme as especificações contidas no *as built*, assim como os tipos de divisórias. Em seguida, realizou-se os procedimentos efetuados nos pavimentos anteriores para sua

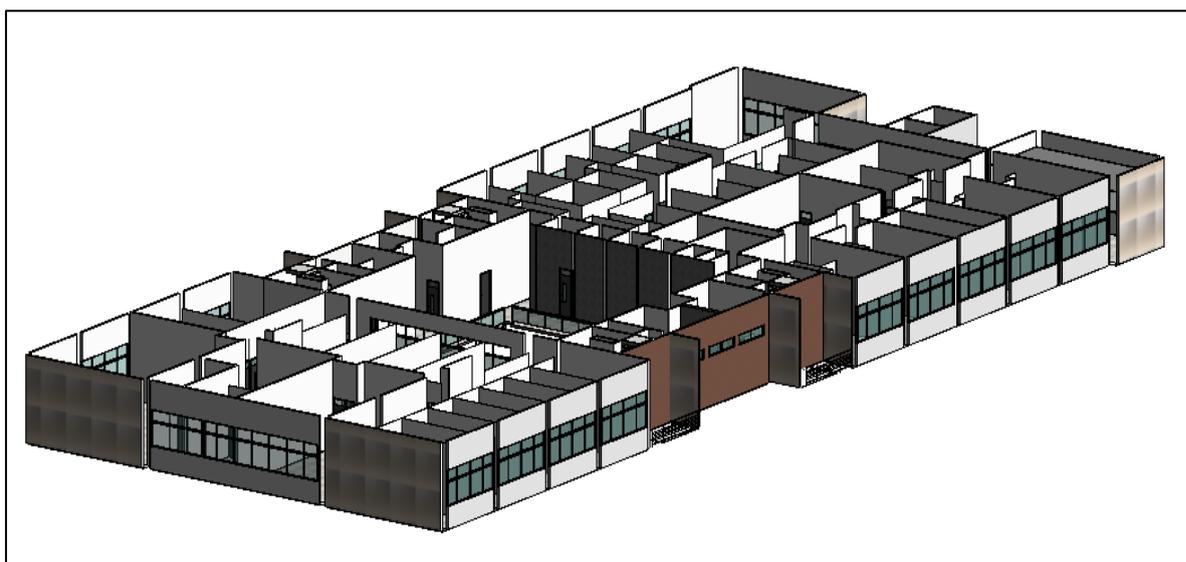
implementação no modelo. As figuras a seguir, ilustram o *as built* da planta baixa do pavimento e o resultado das aplicações das texturas para cada pavimento.

Figura 96 - Planta baixa do segundo pavimento



Fonte: *As Built* (2019).

Figura 97 - Acabamento final das paredes e divisórias do segundo pavimento



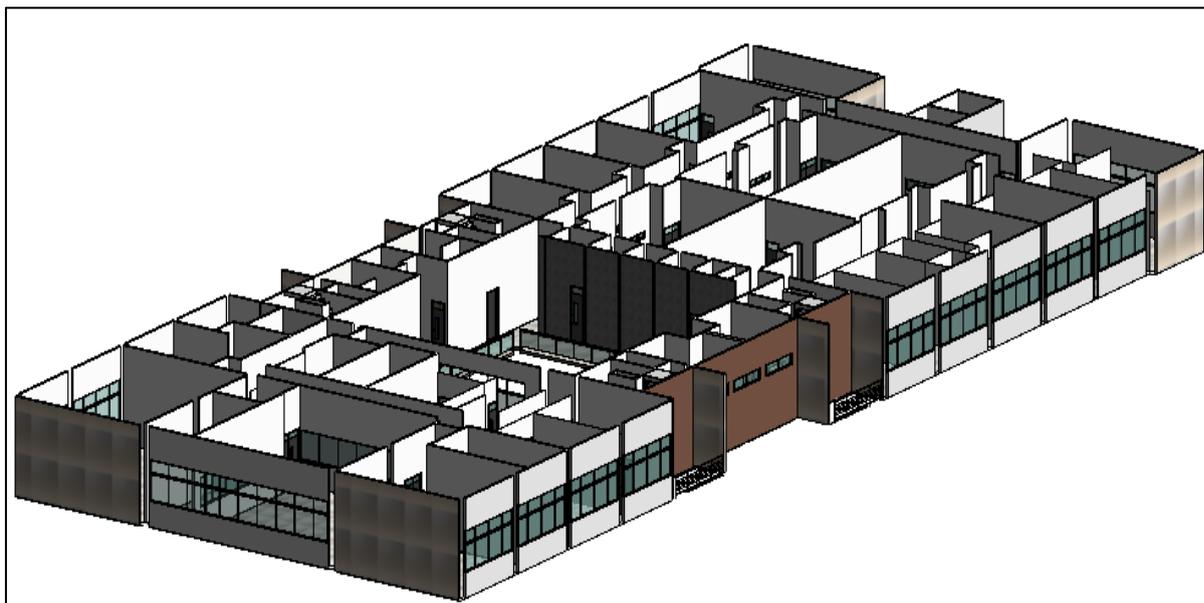
Fonte: O Autor (2019).

Figura 98 - Planta baixa do terceiro pavimento



Fonte: *As Built* (2019).

Figura 99 - Acabamento final das paredes e divisórias do terceiro pavimento



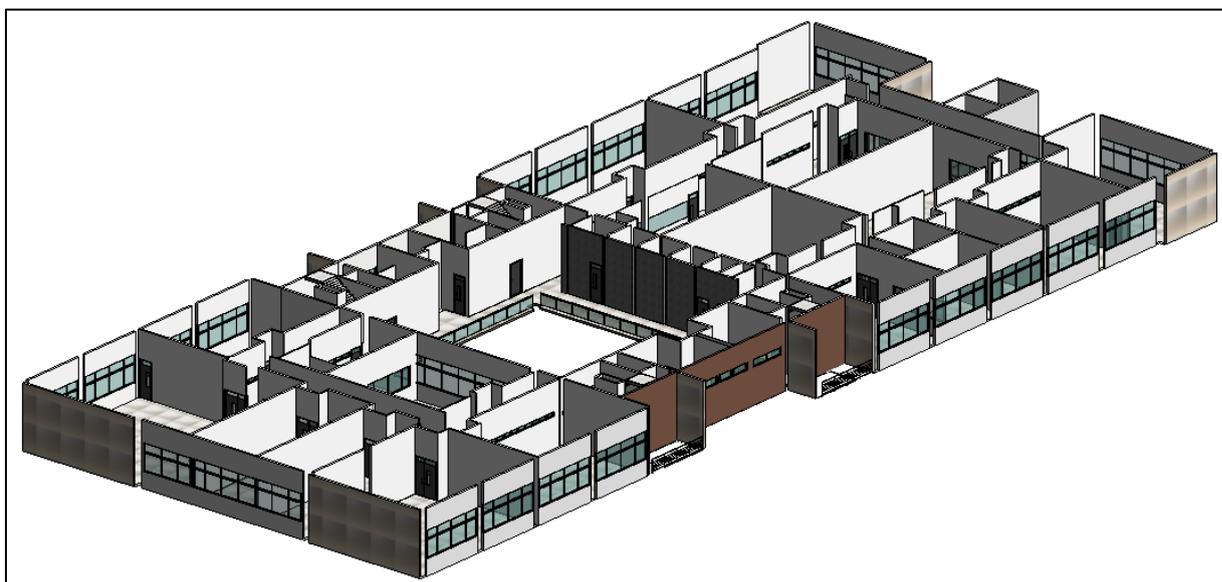
Fonte: O Autor (2019).

Figura 100 - Planta baixa do quarto pavimento



Fonte: *As Built* (2019).

Figura 101- Acabamento final das paredes e divisórias do quarto pavimento



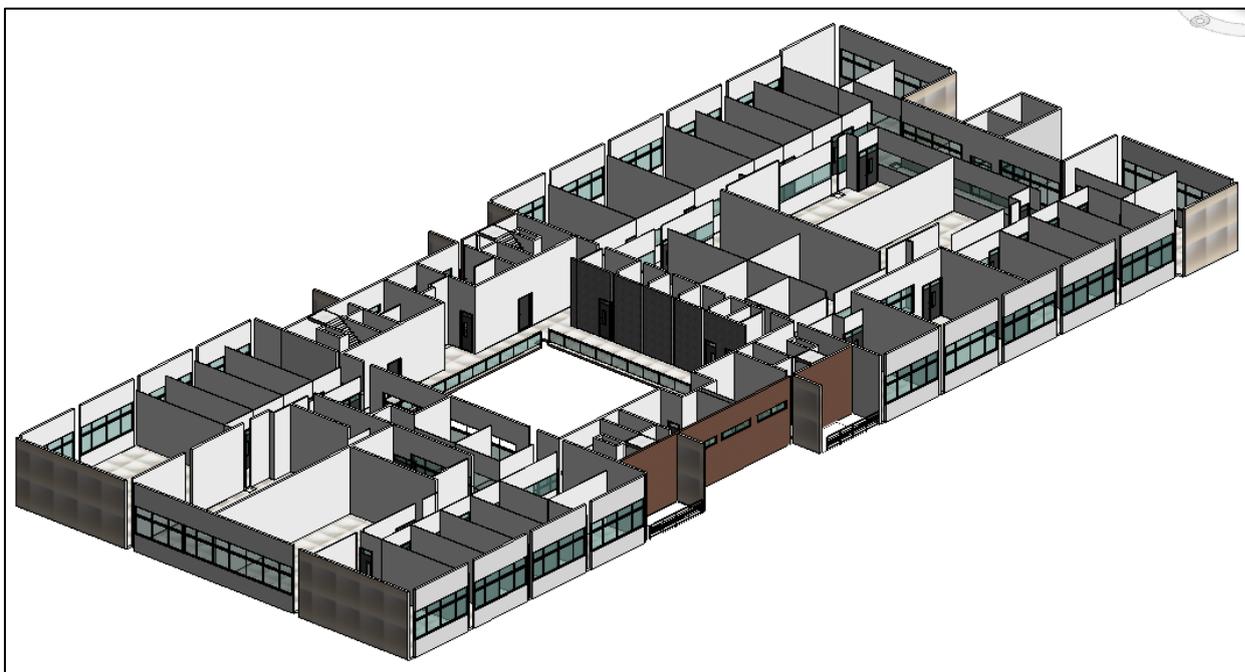
Fonte: *As Built* (2019).

Figura 102 - Planta baixa do quinto pavimento



Fonte: *As Built* (2019).

Figura 103- Acabamento final das paredes e divisórias do quinto pavimento

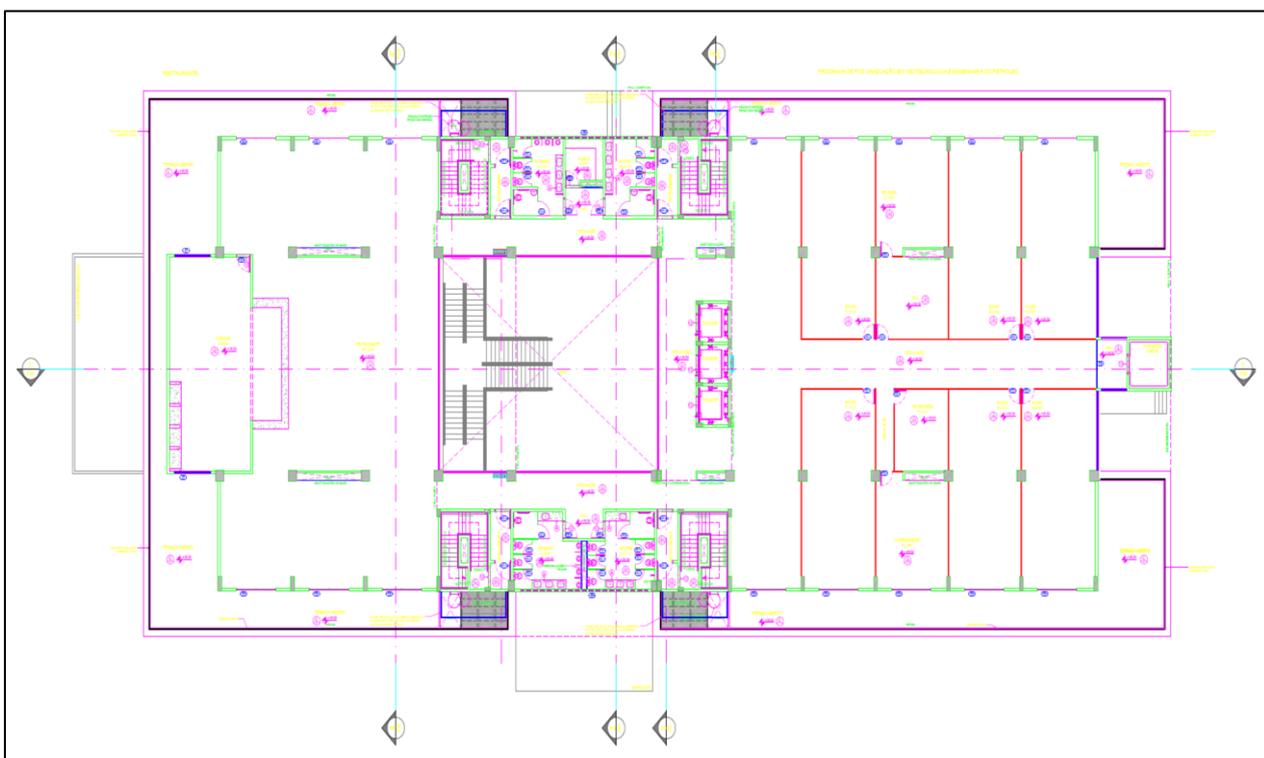


Fonte: O Autor (2019).

4.2.2.4 Sexto pavimento e pavimento intermediário

A Figura 104, representa o *as built* da planta baixa do sexto pavimento. Identificou-se nela os tipos de paredes e divisórias aplicadas no pavimento.

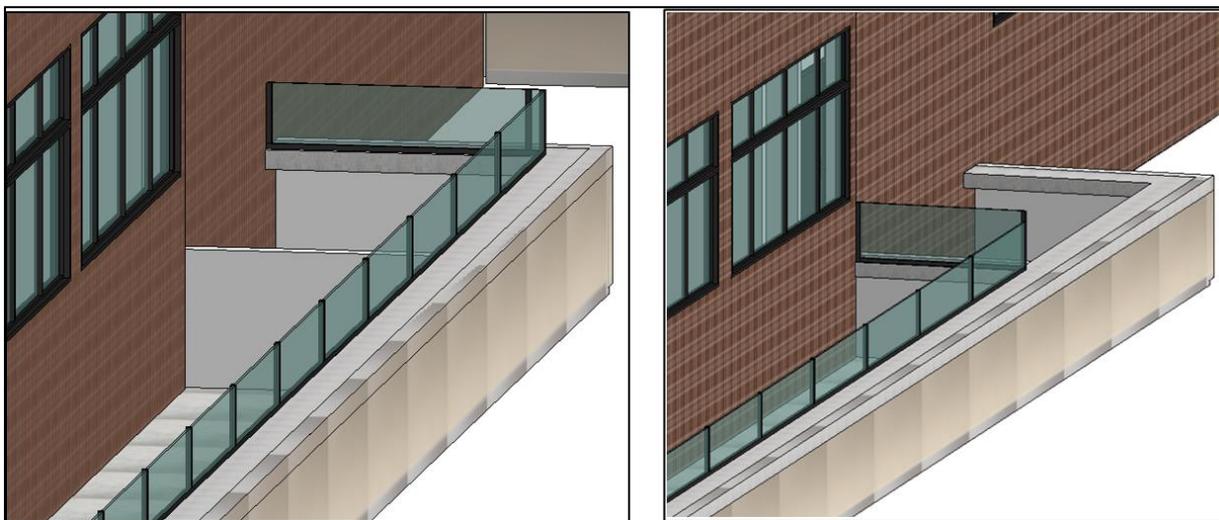
Figura 104 - Planta baixa do sexto pavimento



Fonte: *As Built* (2019).

Após uma visita ao local do prédio pelo autor do trabalho, constatou-se a necessidade de realizar correções no ambiente de terraço aberto, uma vez que o projeto no Revit estar com delimitações erradas do parapeito e com uma parede sem os detalhes do parapeito. A Figura 105, ilustra o antes e depois da correção do parapeito.

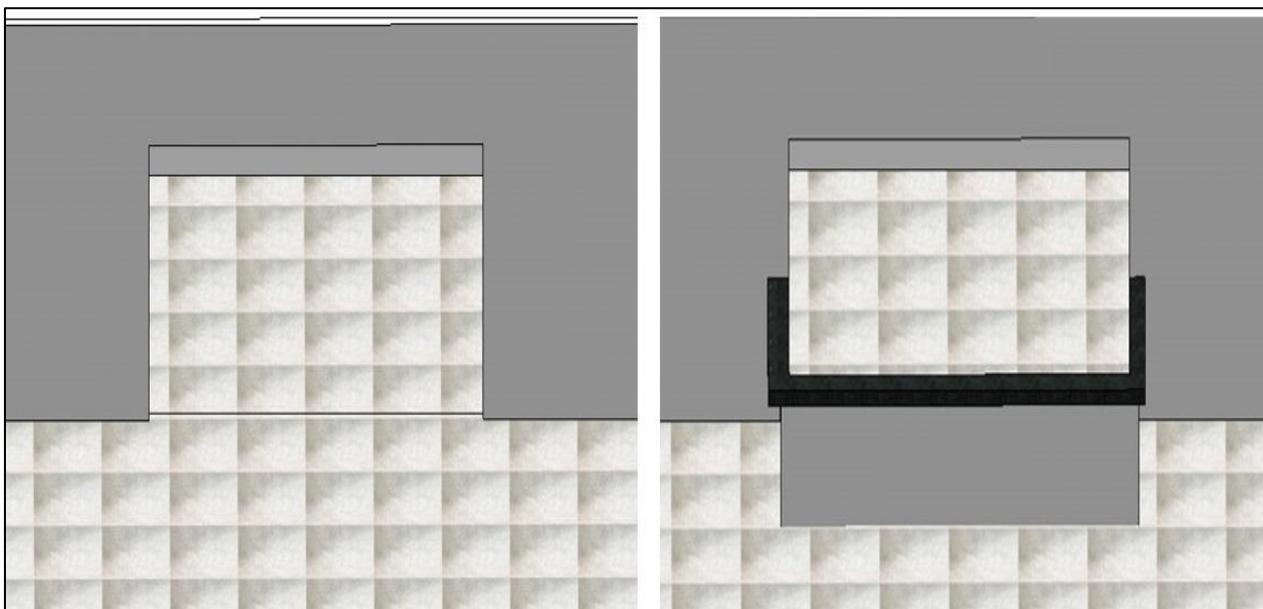
Figura 105 - Região do terraço aberto antes e depois da correção



Fonte: O Autor (2019).

Outro elemento que necessitou-se modelar no sexto pavimento, foi a bancada da cozinha conforme observa-se o antes de depois de modelá-la na Figura 106.

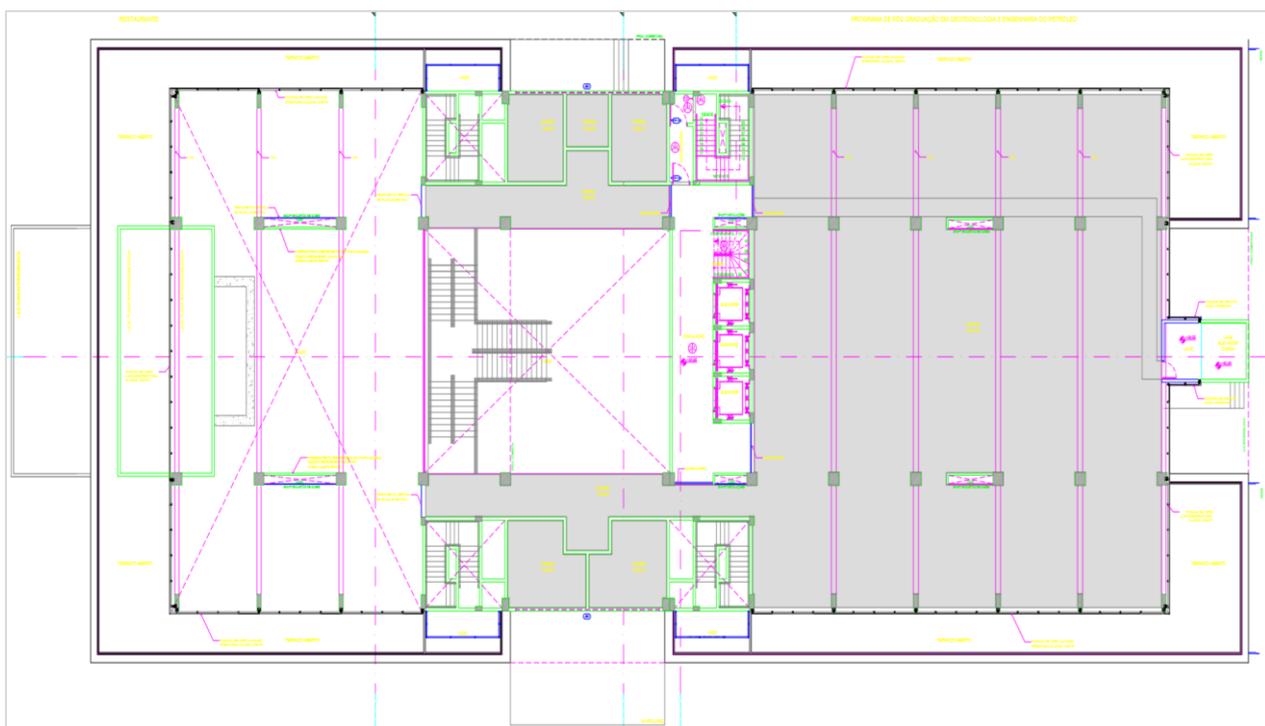
Figura 106 - Bancada da cozinha do sexto pavimento



Fonte: O Autor (2019).

A Figura 107, representa o *as built* da planta baixa do sexto pavimento. Identificou-se nela os tipos de paredes e divisórias aplicadas no pavimento para posteriormente aplicá-las no modelo.

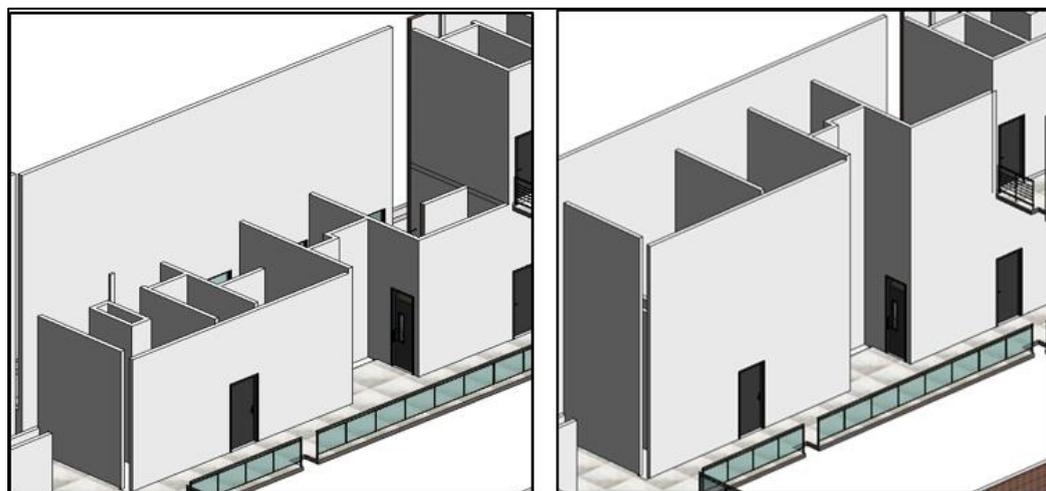
Figura 107 - Planta baixa do pavimento intermediário



Fonte: *As Built* (2019).

O sexto pavimento e o pavimento intermediário, encontram-se elaborados em um mesmo arquivo rvt. Notou-se que no pavimento intermediário algumas alvenarias não estavam modeladas, porém as mesmas encontravam-se modeladas no sexto pavimento. Para aplicá-las no pavimento intermediário, clicou-se nas alvenarias do sexto pavimento e no menu propriedades alterou-se a restrição superior para nível casa de máquinas, conforme observa-se na Figura 108.

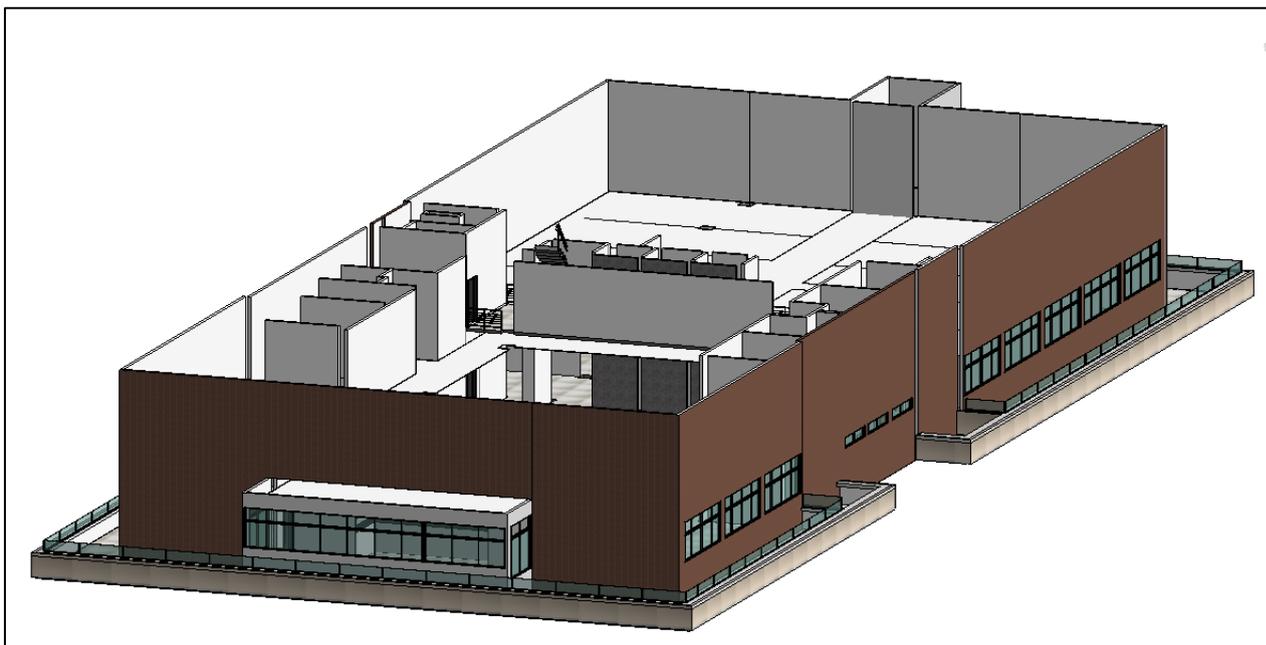
Figura 108 - Mudança da restrição superior das alvenarias



Fonte: O Autor (2019).

O resultado das aplicações das texturas no sexto pavimento e no pavimento intermediário estão representadas na Figura 109.

Figura 109 - Paredes e divisórias do sexto e do pavimento intermediário

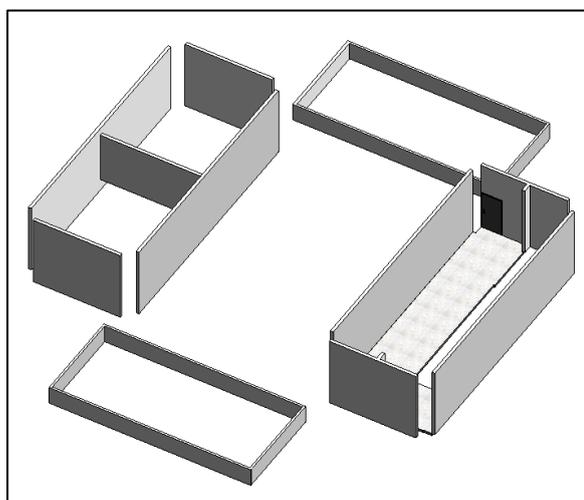


Fonte: O Autor (2019).

4.2.2.5 Pavimento casa de máquinas

O *as built* deste pavimento está representado através da Figura 74. A Figura 110, representa o resultado da aplicação das paredes e divisórias no pavimento.

Figura 110 - Acabamento final das paredes da casa de máquina



Fonte: O Autor (2019).

4.2.3 Portas e janelas

Durante o processo de configuração dos pisos e das paredes dos pavimentos, notou-se que em alguns ambientes faltavam aplicar as esquadrias, e em alguns ambientes apesar de aplicadas, estas são de tipos diferentes do modelo/especificação descrita no *as built*, cujas especificações estão representadas nas Figuras 111 e 112.

Figura 111 - Tipos de portas

	TIPO	QUANT.	DIMENSÕES (m)	CARACTERÍSTICAS/ MATERIAL	ACABAMENTO
EXTERNAS	PA1	01	9,50x2,95	PORTA AUTOMÁTICA EM VIDRO LAMINADO BLINDEX INCOLOR COM 10MM.	
	PE1	02	1,80x2,10	PORTA METÁLICA TROX COM DUAS FOLHAS, COM VISOR EM VIDRO LAMINADO 6MM EM UMA DAS FOLHAS	PINTADA COM TINTA AUTOMOTIVA NA COR BRANCA.
	PE2	01	2,40x2,10	PORTA EM CHAPA DE AÇO INOX COM ARO EM AÇO E PINTURA ANTI CORROSAO E INSTALAÇÃO DE BARRAS ANTIPÂNICO NAS DUAS FOLHAS	PINTADA COM TINTA AUTOMOTIVA NA COR BRANCA.
	PE3	03	1,80x2,10	PORTA EM CHAPA DE AÇO INOX COM ARO EM AÇO E PINTURA ANTI CORROSAO E INSTALAÇÃO DE BARRAS ANTIPÂNICO NAS DUAS FOLHAS	PINTADA COM TINTA AUTOMOTIVA NA COR BRANCA.
INTERNAS	PI1	91	PORTA: 1,50x2,10 BANDEIRA: 1,50x0,30	PORTA EM COMPENSADO, COM CHAPA METÁLICA LISA, COM DUAS FOLHAS - SENDO UMA 0,90x2,10 E A OUTRA 0,70x2,10 - COM VISOR EM VIDRO LAMINADO 6MM NA FOLHA MAIOR. BANDEIRA PIVOTANTE HORIZONTAL COM VIDRO LAMINADO 6MM.	REVESTIDA COM LAMINADO DE ALTA RESISTÊNCIA NA COR BRANCA.
	PI2	TIPO A - 08	PORTA: 0,80x2,10 BANDEIRA: 0,80x0,30	PORTA DE GIRO EM COMPENSADO COM VISOR EM VIDRO LAMINADO 6MM E CHAPA METÁLICA LISA BANDEIRA PIVOTANTE HORIZONTAL COM VIDRO LAMINADO 6MM.	REVESTIDA COM LAMINADO DE ALTA RESISTÊNCIA NA COR BRANCA.
		TIPO B - 11		PORTA EM COMPENSADO COM CHAPA METÁLICA LISA. BANDEIRA PIVOTANTE HORIZONTAL COM VIDRO LAMINADO 6MM.	REVESTIDA COM LAMINADO NA COR BRANCA.
		TIPO C - 21		PORTA EM COMPENSADO COM VISOR EM VIDRO LAMINADO 6MM. BANDEIRA PIVOTANTE HORIZONTAL COM VIDRO LAMINADO 6MM.	REVESTIDA COM LAMINADO DE ALTA RESISTÊNCIA NA COR BRANCA.
		TIPO D - 02		PORTA EM COMPENSADO. BANDEIRA PIVOTANTE HORIZONTAL COM VIDRO LAMINADO 6MM.	REVESTIDA COM LAMINADO NA COR BRANCA.
	PI3	22	PORTA: 1,54x2,10 BANDEIRA: 1,54x0,30	PORTA COM DUAS FOLHAS EM VIDRO TEMPERADO DE 10MM (1,60X2,10) - COM BANDEIRA FIXA (1,60X0,30)	
	PCF-120	55	PORTA CORTA FOGO (0,90x2,10)	PCF 120 - PORTA CORTA-FOGO 120 (0,90X2,10)	PINTADA COM TINTA AUTOMOTIVA NA COR BRANCA.
	PI5	TIPO A - 28	PORTA: 0,90x2,10 BANDEIRA: 0,90x0,30	PORTA EM COMPENSADO, COM CHAPA METÁLICA LISA E BARRA HORIZONTAL. BANDEIRA PIVOTANTE HORIZONTAL COM VIDRO LAMINADO 6MM.	REVESTIDA COM LAMINADO NA COR BRANCA
		TIPO B - 03		PORTA EM COMPENSADO COM VISOR EM VIDRO LAMINADO 6MM. BANDEIRA PIVOTANTE HORIZONTAL COM VIDRO LAMINADO 6MM.	REVESTIDA COM LAMINADO DE ALTA RESISTÊNCIA NA COR BRANCA
		TIPO C - 07		PORTA EM COMPENSADO. BANDEIRA PIVOTANTE HORIZONTAL COM VIDRO LAMINADO 6MM.	REVESTIDA COM LAMINADO NA COR BRANCA
	PI6	02	PORTA: 1,875x2,10 BANDEIRA: 1,875x0,30	PORTA COM DUAS FOLHAS EM VIDRO TEMPERADO DE 10MM (1,60X2,10) - COM BANDEIRA FIXA (1,60X0,30)	PINTADA COM TINTA AUTOMOTIVA NA COR BRANCA.
PI7	07	PORTA: 1,80x2,10 BANDEIRA: 1,80x0,30	PORTA ACÚSTICA COM DUAS FOLHAS, EM SANDUÍCHE DE COMPENSADO DE 10MM E RECHEIO EM LÃ DE ROCHA.	REVESTIDA EM RÉGUAS DE FREIJÓ.	
PI8	07	PORTA: 0,80x2,10 BANDEIRA: 0,80x0,30	PORTA EM COMPENSADO. BANDEIRA PIVOTANTE HORIZONTAL COM VIDRO LAMINADO 6MM.	REVESTIDA COM LAMINADO NA COR BRANCA	
PI9	06	PORTA: 2,70x2,10 BANDEIRA: 2,70X0,80	PORTA COM DUAS FOLHAS EM BLINDEX DE 10mm (2,70x2,10) COM BANDEIRA FIXA DE (2,70X,80)		
PI10	02	PORTA: 1,40x2,10	PORTA EM CHAPA DE AÇO INOX COM ARO EM AÇO E PINTURA ANTI CORROSAO E INSTALAÇÃO DE BARRAS ANTIPÂNICO NAS DUAS FOLHAS	PINTADA COM TINTA AUTOMOTIVA NA COR BRANCA.	
PI11	04	PORTA: 0,60x1,00	PORTA METÁLICA EM LAMBRI DE ALUMÍNIO	PINTADA COM TINTA AUTOMOTIVA NA COR BRANCA	

Fonte: *As Built* (2019).

Figura 112 - Tipos de janelas

		TIPO	QUANT.	DIMENSÕES (m)		CARACTERÍSTICAS/MATERIAL
JANELAS	EXTERNAS	JE1	107	JANELA: $\frac{4,50 \times 1,20}{1,10}$	BANDEIRA: $\frac{4,50 \times 0,60}{2,30}$	JANELA TIPO MAXIMAR EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA COM VIDRO LAMINADO 8MM. BANDEIRA FIXA COM VIDRO LAMINADO 8MM.
		JE2	01	$\frac{4,50 \times 0,50}{2,40}$		JANELA TIPO MAXIMAR EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, COM VIDRO LAMINADO 8MM.
		JE3	05	JANELA: $\frac{11,95 \times 1,20}{1,10}$	BANDEIRA: $\frac{11,95 \times 0,60}{2,30}$	JANELA TIPO MAXIMAR EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA COM VIDRO LAMINADO 8MM. BANDEIRA FIXA COM VIDRO LAMINADO 8MM.
		JE4	02	$\frac{2,50 \times 0,50}{2,40}$		JANELA TIPO MAXIMAR EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, COM VIDRO LAMINADO 8MM.
		JE5	12	JANELA: $\frac{8,25 \times 1,20}{1,10}$	BANDEIRA: $\frac{8,25 \times 0,60}{2,30}$	JANELA TIPO MAXIMAR EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA COM VIDRO LAMINADO 8MM. BANDEIRA FIXA COM VIDRO LAMINADO 8MM.
		JE6	02	JANELA: $\frac{3,75 \times 1,20}{1,10}$	BANDEIRA: $\frac{3,75 \times 0,60}{2,30}$	JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, VIDRO LAMINADO 8MM. BANDEIRA FIXA EM VIDRO LAMINADO 8MM.
		JE7	10	JANELA: $\frac{4,50 \times 1,20}{1,10}$ $\frac{2,05 \times 1,20}{1,10}$	BANDEIRA: $\frac{4,50 \times 0,60}{2,30}$ $\frac{2,05 \times 0,60}{2,30}$	JANELA TIPO MAXIMAR EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, COM VIDRO LAMINADO 8MM. BANDEIRA FIXA COM VIDRO LAMINADO DE 8MM. JANELA MENOR FIXA COM BANDEIRA FIXA EM VIDRO LAMINADO 8MM.
		JE8	10	$\frac{8,75 \times 0,50}{2,40}$		JANELA TIPO MAXIMAR EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, COM VIDRO LAMINADO 8MM.
		JE9	04	$\frac{9,50 \times 0,50}{2,40}$		JANELA TIPO MAXIMAR EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, COM VIDRO LAMINADO 8MM.
	INTERNAS	JI1	359	$\frac{0,625 \times 0,30}{2,10}$		JANELA PIVOTANTE HORIZONTAL EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, COM VIDRO LAMINADO 6MM.
		JI2	28	JANELA: $\frac{0,625 \times 1,20}{1,10}$	BANDEIRA: $\frac{0,625 \times 0,60}{2,30}$	JANELA TIPO DE CORRER EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA COM VIDRO LAMINADO 8MM. BANDEIRA FIXA COM VIDRO LAMINADO 8MM.
		JI3	05	$\frac{3,75 \times 1,30}{1,10}$		JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, COM VIDRO LAMINADO 6MM.
		JI4	02	$\frac{5,00 \times 1,30}{1,10}$		JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, COM VIDRO LAMINADO 6MM.
		JI5	01	$\frac{8,75 \times 1,30}{1,10}$		JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, COM VIDRO LAMINADO 6MM.
		JI6	04	JANELA: $\frac{10,00 \times 1,20}{1,10}$	BANDEIRA: $\frac{10,00 \times 0,60}{2,30}$	JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, COM VIDRO LAMINADO 6MM.
		JI7	02	$\frac{2,50 \times 1,20}{1,10}$		JANELA TIPO MAXIMAR EM ALUMÍNIO ANODIZADO NA COR BRANCA, COM VIDRO LAMINADO 6MM.
		PANO DE VIDRO	PV			

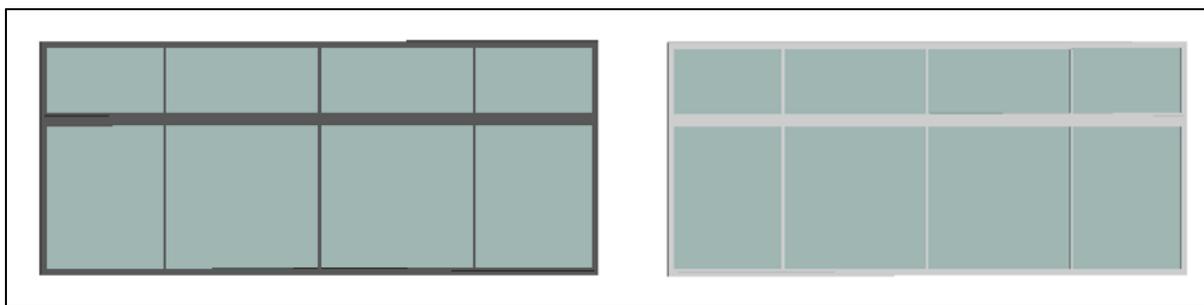
Fonte: *As Built* (2019).

O procedimento utilizado foi identificar os tipos de esquadrias aplicados por pavimento e realizar a mudança de suas propriedades e deixá-las conforme as especificações do *as built*. O *as built* utilizado para identificação das esquadrias trata-se dos mesmos arquivos que foram inseridos neste trabalho através de Figuras em etapas anteriores. A ordem de mudança adotada para descrição foi de janelas em seguida as portas.

4.2.3.1 Pavimento térreo ao pavimento intermediário

No pavimento térreo, o primeiro detalhe observado que estava diferente do especificado, foi o acabamento das janelas JE1. Este acabamento deve ser em alumínio anodizado na cor branca. O antes e depois da aplicação do acabamento nas janelas JE1, está representada na Figura 113.

Figura 113 - Antes e depois da aplicação do acabamento da janela JE1



Fonte: O Autor (2019).

Na área técnica do pavimento térreo, não constava no *as built* nenhum tipo de janela aplicada, porém, após uma visita ao local pelo autor do trabalho, constatou-se a aplicação no prédio de um tipo de janela conforme ilustra a Figura 113.

Figura 114 - Janela da área técnica do pavimento térreo



Fonte: O Autor (2019).

O resultado a aplicação da janela na área de serviço estar representada na Figura 115. Outros tipos de janelas identificadas no pavimento térreo foram as JE2, JE3, JE5, JE6, JI1, JI3. Os únicos procedimentos que foram necessários para adequar a sua especificação com o *as built*, foi alterar o material de acabamento para alumínio anodizado cor branca, que se observarmos bem, no *as built* todas as janelas possuem este acabamento. E por fim, conferir/alterar as dimensões da altura, largura e do peitoril. As mudanças realizadas nas propriedades da janela JE3 encontram-se destacadas na Figura 116.

Figura 115 - Antes e depois da aplicação da janela na entrada de serviço



Fonte: O Autor (2019).

Figura 116 - Propriedades da janela JE3

Parâmetro	Valor
Materiais e acabamentos	
Peça - Material	*ALUMINIO ANODIZADO BRANCO
Panel - Material	000B_Esquadria_Vidro
Forra - Material	*ALUMINIO ANODIZADO BRANCO
Cotas	
Janela_Superior_Altura	0,6000
Largura Painéis Laterais	1,0000
Largura bruta	11,8500
Altura bruta	1,1000
Largura Total	11,9500
Altura	1,2000
Forra_Largura	0,0300
Largura	11,9500
Altura Total	1,2000
Propriedades analíticas	
Construção analítica	<Nenhum>
Transmissão de luz visual	
Contribuição de massa de alvenaria	

Fonte: O Autor (2019).

Os procedimentos utilizados para modificar as propriedades das portas, foi análogo ao usado nas janelas. Destacaremos aqui, somente as portas que precisaram de maiores alterações para obter o seu detalhamento descrito no *as built*.

As portas da entrada de serviço ao prédio, se tratam de portas dos tipos PE2 e PE3, ambas com material de chapa de aço inox, mudando-se entre elas apenas as dimensões das

portas. A modelagem dessa porta no Revit e a aplicação desta porta no prédio são ilustradas através das Figuras 71 e 46 respectivamente. Comparando-as, nota-se que elas possuem tipos e acabamentos diferentes. Para realizar a mudança, foi necessário inserir no projeto uma nova família de portas e em seguida alterar seus parâmetros e materiais de acabamentos para deixá-la conforme executada. A Figura 117 ilustra a aplicação dessas portas na entrada de serviço.

Figura 117 - Aplicação das portas PE2 e PE3 da entrada de serviço



Fonte: O Autor (2019).

No projeto, faltou aplicar as portas dos elevadores nos pavimentos e editar a família da porta PI2 B, visível na Figura 118 antes da aplicação das demais portas.

Figura 118 - Antes e depois da aplicação das portas dos elevadores do pavimento térreo

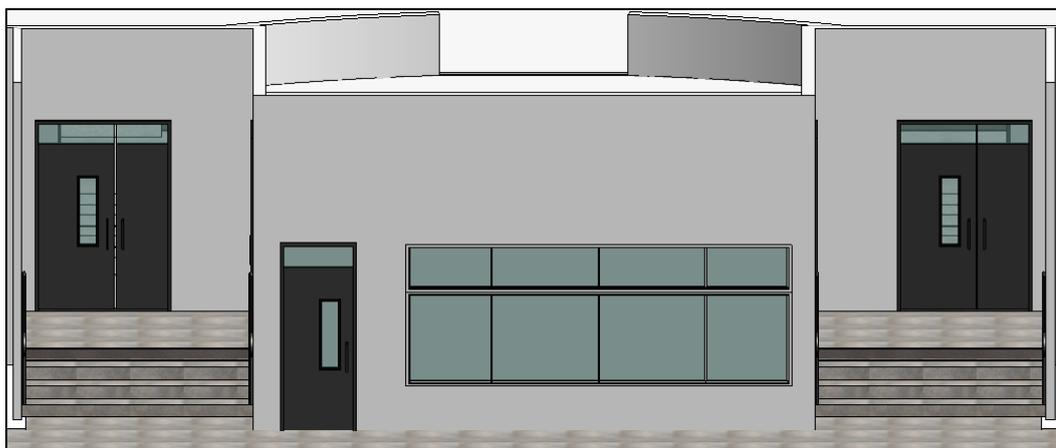


Fonte: O Autor (2019).

Para os demais pavimentos, seguiu-se o mesmo procedimento utilizado no pavimento térreo e realizou-se a aplicação utilizada em paredes e divisórias para exportar/copiar para os demais pavimentos/arquivos os tipos de paredes e divisórias, para não ter que repetir todo o processo de configuração dos tipos de janelas e portas em comum à pavimentos anteriores que já foram configuradas.

O auditório e a sala de apoio localizados no primeiro pavimento estavam com os tipos de portas incorretas e foram corrigidas carregando uma nova família no projeto. A Figura 119 ilustra a aplicação errada da família da porta do auditório. Já na figura 120, pode-se observar o resultado da correção.

Figura 119 - Entrada do auditório com famílias de portas incorretas



Fonte: O Autor (2019).

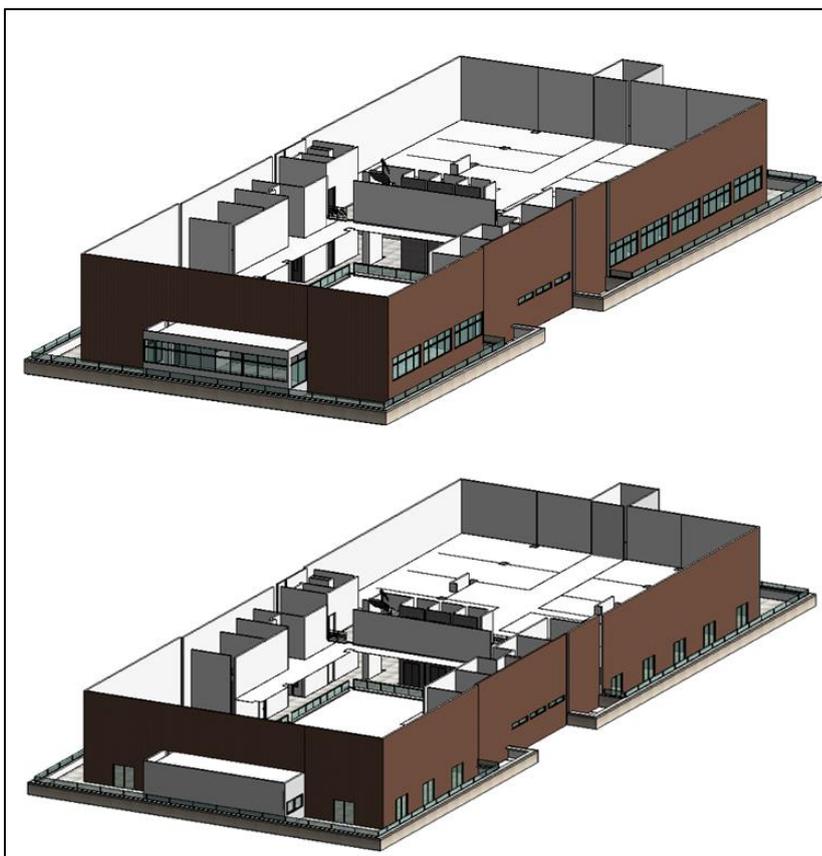
Figura 120 - Entrada do auditório após correção dos tipos das portas



Fonte: O Autor (2019).

No sexto pavimento, notou-se que na região de terraço aberto, foram aplicadas janelas em trechos que não constam no *as built* do pavimento e observou-se janelas aplicadas erroneamente em vez de portas PE3 conforme consta no *as built*. Outra observação importante para ressaltar, é que ainda no terraço aberto foram aplicadas mais portas do tipo PE3 sendo que estas não constam no *as built* mas foram constatadas após uma visita ao local. A Figura 121, ilustra o antes e depois dessas correções.

Figura 121- Antes e depois da correção das portas e janelas do terraço aberto



Fonte: O Autor (2019).

4.2.4 Escadas, guarda-corpo e corrimão

As escadas inseridas no projeto, encontram-se modeladas corretamente com exceção apenas da escada de acesso a entrada de serviço. A Figura 122 ilustra a aplicação da escada na área de serviço.

Figura 122 - Aplicação da escada de acesso de serviço



Fonte: O Autor (2019).

A escada principal do pavimento térreo, embora modelada corretamente, constatou-se que não foi aplicada sobre ela o guarda-corpo que divide o lance da escada ao meio. A Figura 123 ilustra um comparativo entre a modelagem da escada no modelo baseado no projeto executivo, assim como a aplicação real da escada no prédio.

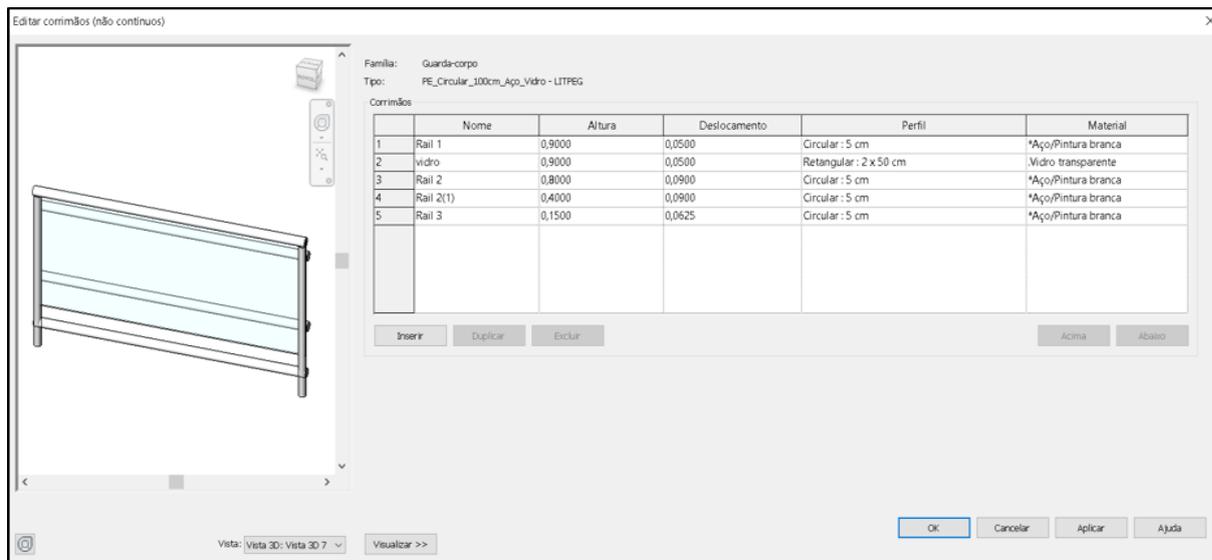
Figura 123 - Comparativo entre a escada no LITPEG e a escada modelada no Revit



Fonte: O Autor (2019).

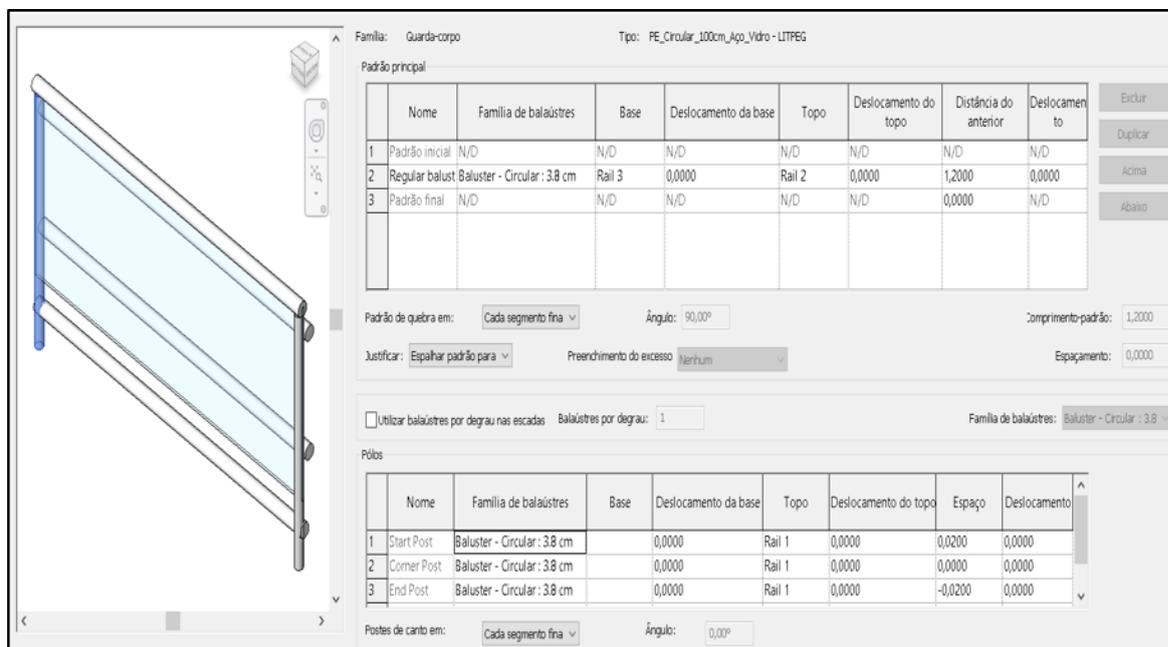
Um detalhe um tanto complicado de ser inserido foram os corrimãos e guarda-corpos, visto que suas configurações são um pouco discrepantes da dos demais componentes, que geralmente eram encarados como aglomerados de camadas ou que poderiam ter sua geometria definida por croquis. Criar um corrimão no arquivo de BIM 3D não é complicado, disponível no menu *Arquitetura*, a opção *Guarda-corpo* permite dois métodos de modelagem: *Caminho do croqui*, onde se desenha o caminho pelo qual o componente irá passar e em seguida o mesmo será inserido, e *Colocar na escada/rampa*, onde o usuário seleciona um hospedeiro para abrigar o guarda-corpo. O problema maior é configurar os componentes para adequá-los sob as definições do projeto original. A Figura 124 ilustra o detalhamento do corrimão e a Figura 125 ilustra o detalhamento dos balaústres.

Figura 124 - Detalhamento dos corrimões do guarda corpo da escada do pavimento térreo



Fonte: O Autor (2019).

Figura 125 - Detalhamento dos balaústres do guarda-corpo da escada do pavimento térreo



Fonte: O Autor (2019).

A Figura 126, ilustra a representação da escada do pavimento térreo em 3D logo após aplicar as novas configurações.

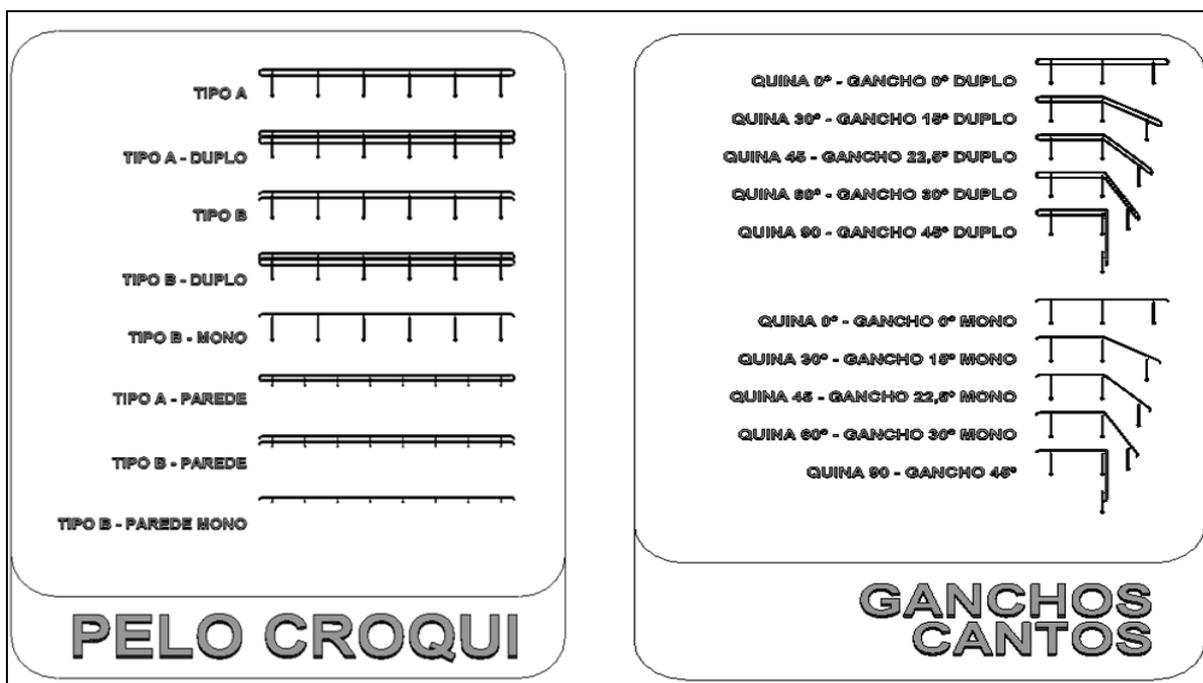
Figura 126 - Representação 3D da escada principal do pavimento térreo



Fonte: O Autor (2019).

Nas escadas de emergência dos pavimentos, notou-se que sobre nenhuma delas foi aplicada o corrimão. E para realizar a implementação destes no projeto, utilizou-se uma família de corrimão disponibilizado pela equipe da *Vértice Treinamento*, cujas configurações encontram-se de acordo com as exigências da NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos e a NBR 9077 - Saídas de emergência em edifícios. A Figura 127 ilustra as famílias de corrimões disponibilizado pela *vértice treinamento*.

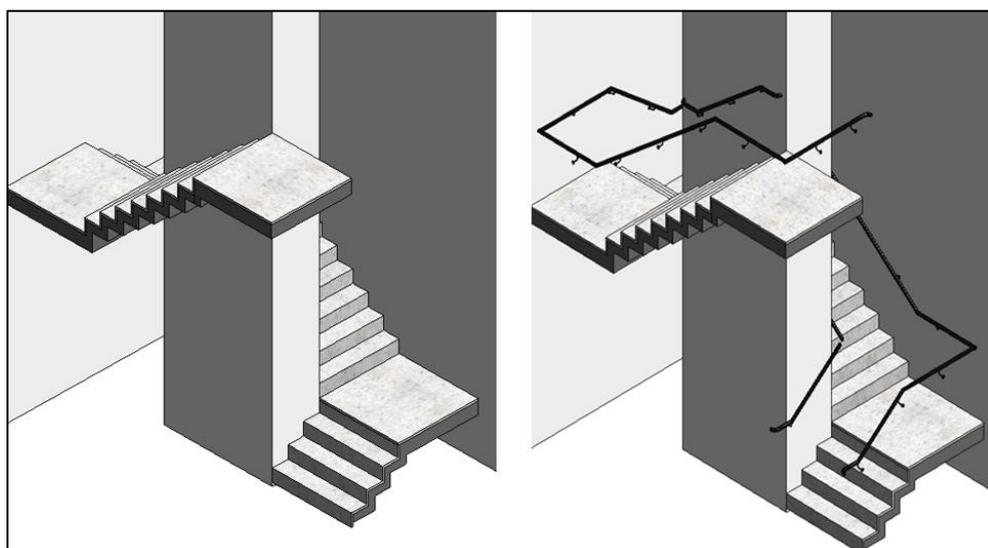
Figura 127 - Famílias de corrimões



Fonte: Vértice treinamentos (2019).

Sendo assim, identificou-se no *as built* o tipo de corrimão utilizado no LITPEG no *as built* em seguida aplicou-se a família de corrimão correspondente, sendo esta do tipo *B-Parede Mono*. Observa-se na Figura 128 o resultado da aplicação do corrimão, que para visualização dos detalhes, foi necessário ocultar alguns elementos da vista.

Figura 128 - Resultado da aplicação do guarda corpo da escada de emergência



Fonte: O Autor (2019).

4.2.5 Forros

Apesar do forro já ter sido aplicado no projeto, foi aplicado apenas um tipo de forro em todos os pavimentos. Foi disponibilizado no *as built*, as plantas de forros dos pavimentos com as especificações dos forros e a os locais de sua aplicação no projeto.

O procedimento aqui utilizado, é análogo ao utilizado em pisos. Uma vez que identificado nas plantas de forro dos pavimentos os tipos de forros aplicados e, de acordo com a especificação do *as built* representada através da Figura 129, realiza-se sua aplicação no projeto.

Realizar a aplicação de forro no Revit é simples, no *menu arquitetura* existe a opção de *Forro*. Após selecionar a opção basta efetuar o croqui do forro, escolher a altura e aplicá-lo no projeto ou fazer uso da função *Forro automático*, onde o *software* identifica um ambiente selecionado pelo mouse e sobre ele aplica o elemento.

Ilustraremos o resultado da aplicação dos forros apenas no pavimento térreo. Para os demais pavimentos, seguiu-se o mesmo procedimento.

Figura 129 - Especificações dos forros

ESPECIFICAÇÕES	
	FORRO EM FIBRA MINERAL AUTO EXTINGUÍVEL EM PLACAS DE 625X825MM TIPO PROPUS DA HUNTER DOUGLAS SRA 65 NRC65 ACABAMENTO LISO OU EQUIVALENTE TÉCNICO; H=3,50M
	FORRO EM FIBRA MINERAL AUTO EXTINGUÍVEL EM PLACAS DE 625X825MM TIPO POLARIS DA HUNTER DOUGLAS SRA 75 NRC70 ACABAMENTO LISO OU EQUIVALENTE TÉCNICO; H=3,50M
	FORRO EM FIBRA MINERAL AUTO EXTINGUÍVEL EM PLACAS DE 625X825MM TIPO PROPUS DA HUNTER DOUGLAS SRA 65 NRC65 ACABAMENTO LISO OU EQUIVALENTE TÉCNICO; H=2,40M
	FORRO EM FIBRA MINERAL AUTO EXTINGUÍVEL EM PLACAS DE 625X825MM TIPO PROPUS DA HUNTER DOUGLAS SRA 65 NRC65 ACABAMENTO LISO OU EQUIVALENTE TÉCNICO; H=3,30M
	FORRO EM FIBRA MINERAL AUTO EXTINGUÍVEL EM PLACAS DE 625X825MM TIPO PROPUS DA HUNTER DOUGLAS SRA 65 NRC65 ACABAMENTO LISO OU EQUIVALENTE TÉCNICO; H=3,00M
	FORRO EM FIBRA MINERAL AUTO EXTINGUÍVEL EM PLACAS DE 625X825MM TIPO PROPUS DA HUNTER DOUGLAS SRA 65 NRC65 ACABAMENTO LISO OU EQUIVALENTE TÉCNICO; H=3,30M
	FORRO TILE TEGULAR EM ALUZINC DA HUNTER DOUGLAS, NA COR PLATA ANTIQUA REF. 7256, COM PAINÉIS DE 625X825MM, PADRÃO LISO OU EQUIVALENTE TÉCNICO; H=7,15M
	FORRO DE GESSO EM PLACAS COM ESPESSURA MÍNIMA DE 1,2 CM, INCLUSIVE FIXAÇÃO COM ARAME GALVANIZADO. H=2,90M
	FORRO DE GESSO EM PLACAS COM ESPESSURA MÍNIMA DE 1,2 CM, INCLUSIVE FIXAÇÃO COM ARAME GALVANIZADO. H=3,30M
	FORRO DE GESSO EM PLACAS COM ESPESSURA MÍNIMA DE 1,2 CM, INCLUSIVE FIXAÇÃO COM ARAME GALVANIZADO. H=3,30M
	FORRO DE GESSO EM PLACAS COM ESPESSURA MÍNIMA DE 1,2 CM, INCLUSIVE FIXAÇÃO COM ARAME GALVANIZADO. H=2,40M
	FORRO DE GESSO EM PLACAS COM ESPESSURA MÍNIMA DE 1,2 CM, INCLUSIVE FIXAÇÃO COM ARAME GALVANIZADO. H=3,45M
	PLACA CIMENTÍCIA IMPERMEABILIZADA DE COM DIMENSÕES 2,00X1,20M E ESPESSURA DE 6MM BRASILT OU EQUIVALENTE TÉCNICO; H= 2,40M
	LAJE EMASSADA E PINTADA COM TINTA 100% ACRÍLICA COR BRANCO NEVE TIPO CORAL OU EQUIVALENTE TÉCNICO; H=3,87
	SANCA DE GESSO EM PLACAS COM ESPESSURA MÍNIMA DE 1,2 CM, INCLUSIVE FIXAÇÃO COM ARAME GALVANIZADO. H=3,00M (VER CORTE 2/2)
	SANCA DE GESSO EM PLACAS COM ESPESSURA MÍNIMA DE 1,2 CM, INCLUSIVE FIXAÇÃO COM ARAME GALVANIZADO. H=3,30M (VER CORTE 1/1)
	SANCA DE GESSO EM PLACAS COM ESPESSURA MÍNIMA DE 1,2 CM, INCLUSIVE FIXAÇÃO COM ARAME GALVANIZADO. H=3,10M (VER CORTE 3/3) CONSIDERAR COTA DE NÍVEL DA EDIFICAÇÃO
	FORRO COLMEIA

Fonte: *As Built* (2019).

A Figura 130 representa a planta de forro do pavimento térreo. Nela, identificam-se os tipos de forros aplicados no prédio conforme as especificações.

4.2.6 Georreferenciamento e caminho do sol

Para realizar o georreferenciamento do projeto, utilizou-se o google Earth para extração da orientação do norte geográfico do LITPEG. Para isso, realizou-se uma busca do endereço do LITPEG no programa, cujo resultado da busca estar ilustrado na Figura 132. A orientação do norte geográfico do LITPEG estar ilustrada no canto inferior direito da Figura 132.

Figura 132 - Resultado obtido da busca ao endereço do LITPEG no Google Earth

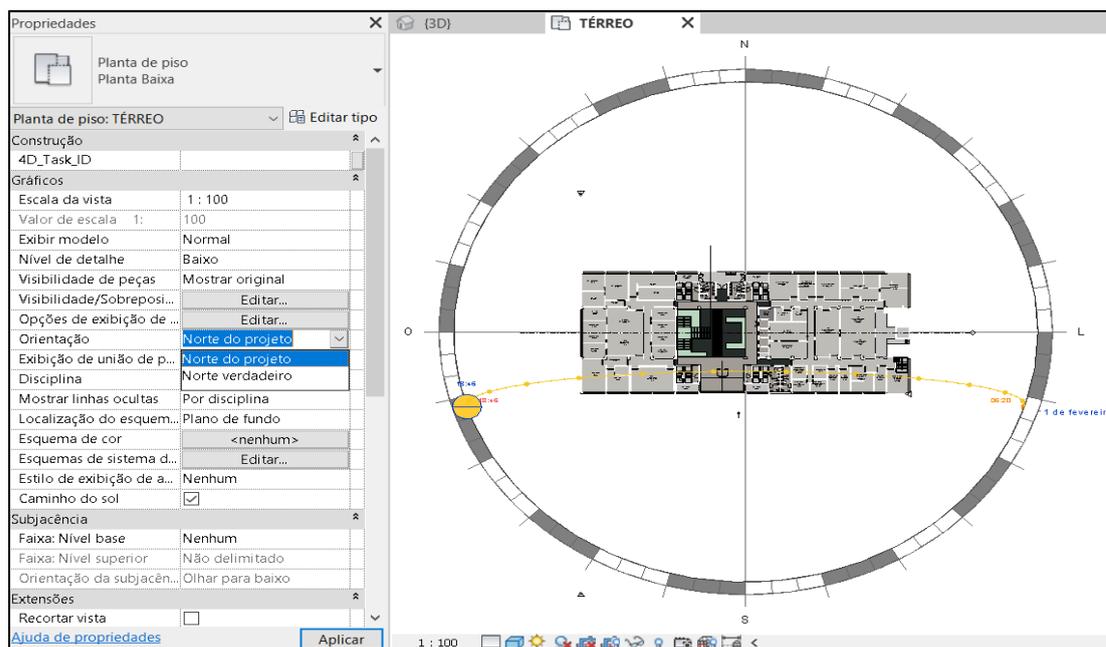


Fonte: Google Earth (2019).

A primeira etapa no programa realizada foi inserir a localização do projeto no Revit, para isso vai no *menu gerenciar* em seguida *localização*. Para salvar a orientação do norte geográfico no Revit, foi inserida a Figura 132 no Revit e por cima da orientação do norte da figura, criou-se um eixo representando o sentido do norte verdadeiro, através do comando linhas de detalhe cujo atalho é dado por “DL”, em seguida a imagem foi excluída, uma vez já obtida a orientação.

Observa-se na Figura 133, que existe no Revit *orientação do projeto* e *orientação verdadeira*. No desenho, após ativar o caminho do sol, observe que o norte da figura está orientado para o norte do projeto.

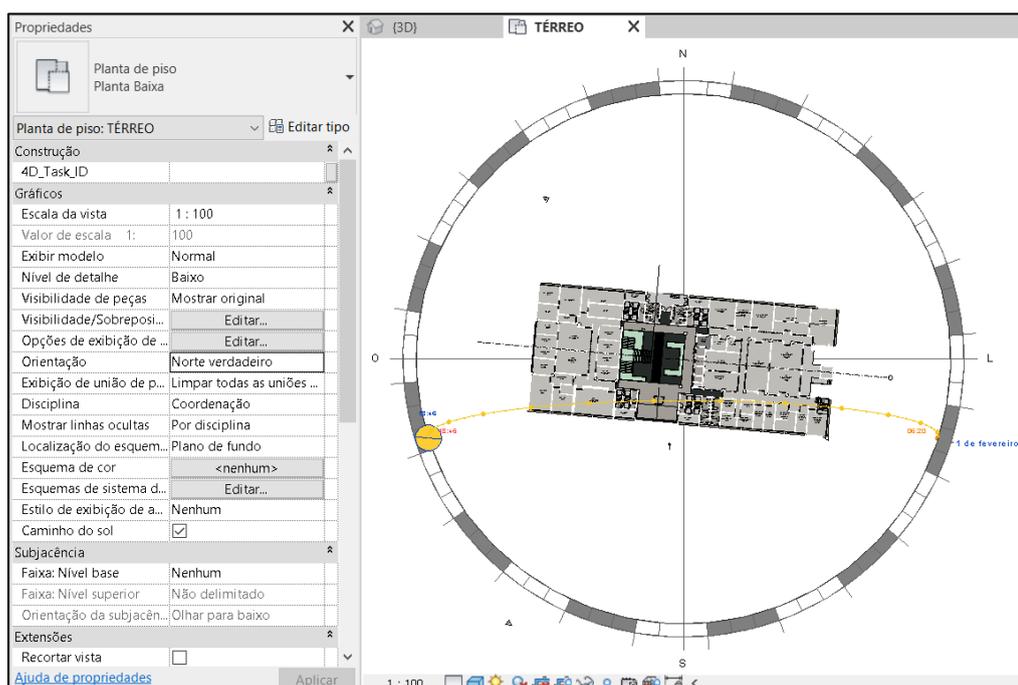
Figura 133 - Caminho do sol e orientação de projeto no Revit



Fonte: O Autor (2019).

Para aplicar o norte verdadeiro, no *menu propriedades* seleciona-se orientação verdadeira, em seguida no *menu gerenciar* seleciona-se *posição: rotacionar para o norte verdadeiro*. Seleciona-se local e por fim rotaciona-se a orientação importada do google Earth até norte verdadeiro, cujo resultado estar ilustrado na Figura 134.

Figura 134 - Caminho do sol e orientação verdadeira no Revit

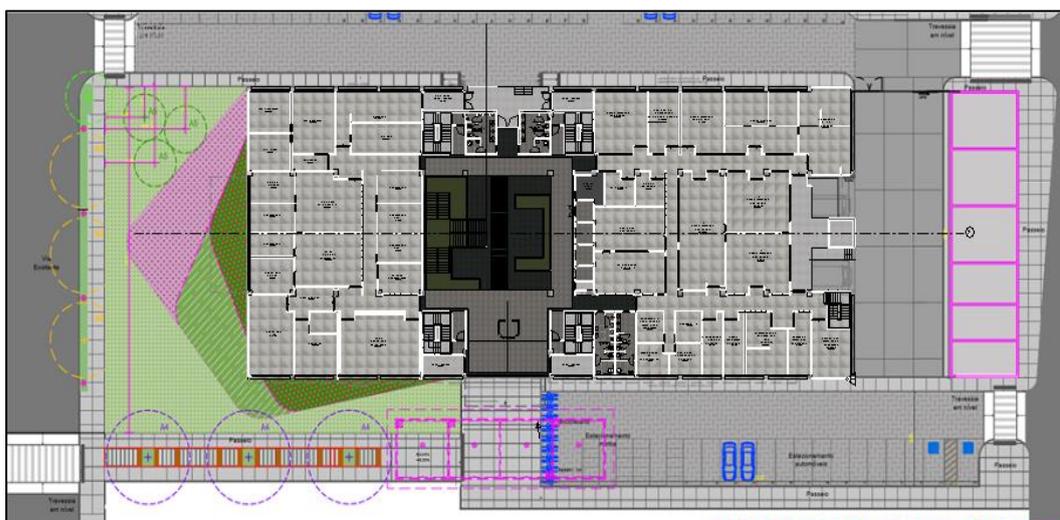


Fonte: O Autor (2019).

4.2.7 Paisagismo

Por último, realizou-se o paisagismo do prédio e a vinculação dos pavimentos. Para elaborar o paisagismo, utilizou-se um print/imagem do projeto de paisagismo contido no *as built* e esta foi utilizada como decalque para sua modelagem no Revit. Observa-se na Figura 135, o prédio posicionado corretamente sobre a imagem inserida no modelo.

Figura 135 - Projeto de paisagismo inserido no Revit através de imagem para decalque



Fonte: O Autor (2019).

Para vincular os demais pavimentos no projeto, a primeira etapa é transformar os níveis/elevações em plantas de piso. Para tal, no menu *vista* seleciona-se *plantas de piso* em *vistas de plantas*. Escolhe-se os níveis que deseja transformar em planta de piso e aplica.

Para inserir os vínculos do pavimento, basta selecionar a planta de piso desejada e no menu inserir: carregar vínculo do Revit. As Figuras 136 e 137 ilustram a aplicação final da mudança do nível de desenvolvimento dos elementos do modelo do LITPEG.

Figura 136 - Vista 3D do modelo arquitetônico (Frente)



Fonte: O Autor (2019).

Figura 137 - Vista 3D do modelo arquitetônico (Trás)



Fonte: O Autor (2019).

4.3 ARQUIVOS COBie EXPORTADOS DO MODELO DO LITPEG

A opção *Export* da extensão COBie permite visualizar o arquivo COBie exportado pelo através do bloco de notas. Observa-se na Figura 138, o arquivo COBie do modelo do LITPEG visualizado pelo bloco notas.

Figura 138 – Formato COBie do LITPEG visualizado pelo bloco de notas

```

COBieLITPEG - Bloco de Notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<COBieData Version="7.1" Title="cobielitpeg" Author="&lt;Unknown&gt;" Description="" Image="" Date="1/31/2020">
  <ContactList>
    <Contact ID="84eee628-f298-4413-8834-c6f6e38b33db">
      <CreatedBy>leolacerda2014@gmail.com</CreatedBy>
      <CreatedOn>28/01/2020 21:41:01</CreatedOn>
      <Email>leolacerda2014@gmail.com</Email>
      <FirstName>Leonardo</FirstName>
      <LastName>Lacerda</LastName>
      <Company>Engenharia civil - UFPE</Company>
      <Department>Engenharia civil-UFPE</Department>
      <OrganizationCode>UFPE</OrganizationCode>
      <Phone>(81) 99547-9602</Phone>
      <Street>Av. da Arquitetura - Cidade Universitária</Street>
      <POBox>50740-540</POBox>
      <Town>Recife</Town>
      <State>Pernambuco</State>
      <Zip>52070-639</Zip>
      <Country>Brasil</Country>
      <Category>Manutencao</Category>
      <ExternalId>84eee628-f298-4413-8834-c6f6e38b33db</ExternalId>
    </Contact>
  </ContactList>
  <COBieSettings Settingsversion="2.0">
    <USTemplate>True</USTemplate>
    <IDType>GlobalId</IDType>
    <Linear>meter</Linear>
    <Area>SqMeter</Area>
  </COBieSettings>
</COBieData>
  
```

Fonte: O Autor (2019).

Uma vez adicionada informações aos objetos no modelo BIM, pode-se extraí-las através do COBie no formato de planilha através do *create spreadsheet* na extensão COBie. O resultado obtido do modelo para as planilhas Contato, Facilidade, Pavimento, Espaço, Zona, Tipo e Componente são ilustrados pelas Figuras 139, 140, 141, 142, 143, 144 e 147.

Figura 139 - Arquivo COBie do LITPEG visualizado como planilha/*Contact*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	Email	CreatedBy	CreatedOn	Category	Company	Phone	System	Subject	ExternalId	Department	OrganizationCode	GivenName	FamilyName	Street	POBox	Town	StateRegion	PostalCode	Country
1	leolacerda	leolacerda	2020-01-28	Manutenc	Engenhar	(81) 9954	Autodesk	IfcPerson	84eee628	Engenhar	UFPE	Leonardo	Lacerda	Av. da Ar	50740-54	Recife	Pernambu	52070-63	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																			

Fonte: O Autor (2019).

Figura 142 - Arquivo COBie do Litpeg visualizado como planilha/Space

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	FloorName	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	RoomTag	Height	ExtArea	RefArea
2	SALA QUENTE	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:14	n/a	n/a	SALA QUENTE	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8bb0	n/a	n/a	10,58	10,58
3	BIO TRIAGEM 02	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:12	n/a	n/a	BIO TRIAGEM 02	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8bc0	n/a	n/a	20,73	20,73
4	BIO TRIAGEM 01	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:14	n/a	n/a	BIO TRIAGEM 01	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8bd0	n/a	n/a	32,54	32,54
5	ANÁLISE POR FLUORESCÊNCIA ESP-FOTOMETRIA	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:21	n/a	n/a	ANÁLISE POR FLUO	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8be0	n/a	n/a	21,82	21,82
6	CARACTERIZAÇÃO DE BICETANOL	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:27	n/a	n/a	CARACTERIZAÇÃO	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8bf0	n/a	n/a	31,13	31,13
7	CROMATOGRAFIA	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:27	n/a	n/a	CROMATOGRAFIA	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8c00	n/a	n/a	53,06	53,06
8	ANÁLISE DE DESTILAÇÃO	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:13	n/a	n/a	ANÁLISE DE DESTI	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8c10	n/a	n/a	37,36	37,36
9	CIRCULAÇÃO ÁREA TÉCNICA	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:55	n/a	n/a	CIRCULAÇÃO ARE	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8c20	n/a	n/a	9,71	9,71
10	LAMINAÇÃO	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:16	n/a	n/a	LAMINAÇÃO	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8c30	n/a	n/a	35,17	35,17
11	LITOTECA	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:22	n/a	n/a	LITOTECA	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8c40	n/a	n/a	25,77	25,77
12	LAB. DE PETROLOGIA SEDIMENTAR	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:37	n/a	n/a	LAB. DE PETROLO	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8c70	n/a	n/a	42,57	42,57
13	PESQUISADOR	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:35	n/a	n/a	PESQUISADOR	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8c80	n/a	n/a	12,3	12,3
14	CEG - LABORATÓRIO HELMO RAND	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:53	n/a	n/a	CEG - LABORATO	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8c90	n/a	n/a	54,94	54,94
15	CEG-LAFIR	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:52	n/a	n/a	CEG-LAFIR	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8ca0	n/a	n/a	30	30
16	ÁREA TÉCNICA	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:58	n/a	n/a	ÁREA TÉCNICA	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8cb0	n/a	n/a	9,99	9,99
17	NÚCLEO DE PROCESSAMENTO DE DADOS	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:27	n/a	n/a	NÚCLEO DE PROC	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8cc0	n/a	n/a	10,84	10,84
18	ALMOXARIFADO P/ PRODUTOS QUÍMICOS	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:27	n/a	n/a	ALMOXARIFADO P	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8cd0	n/a	n/a	13,81	13,81
19	ALMOX. MATERIAS DIVERSOS	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:27	n/a	n/a	ALMOX. MATERIAS	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8ce0	n/a	n/a	13,81	13,81
20	ARMAZ. DE AMOSTRAS ANALISADAS	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:27	n/a	n/a	ARMAZ. DE AMOST	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8cf0	n/a	n/a	15,16	15,16
21	ARMAZENAMENTO DE AMOSTRAS PARA PESQUISAS	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:27	n/a	n/a	ARMAZENAMENTO	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d05	n/a	n/a	27,67	27,67
22	DESCARTE DE AMOSTRAS E LAVAGEM DE FRASCOS	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:27	n/a	n/a	DESCARTE DE AM	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d07	n/a	n/a	24,37	24,37
23	SALA DE TRIAGEM	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:24	n/a	n/a	SALA DE TRIAGEM	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d0a	n/a	n/a	16,89	16,89
24	LAB PALINO	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:17	n/a	n/a	LAB PALINO	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d4d	n/a	n/a	18,49	18,49
25	PESQUISADOR	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:26	n/a	n/a	PESQUISADOR	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d50	n/a	n/a	15,79	15,79
26	LABORATÓRIO CATODO	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:36	n/a	n/a	LABORATÓRIO CA	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d54	n/a	n/a	19,75	19,75
27	LABORATÓRIO LGA	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:51	n/a	n/a	LABORATÓRIO LG	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d58	n/a	n/a	41,51	41,51
28	LAB. DE BIO ESTRATIGRAFIA	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:28	n/a	n/a	LAB. DE BIO ESTR	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d5c	n/a	n/a	46,2	46,2
29	PESQUISADOR	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:30	n/a	n/a	PESQUISADOR	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d60	n/a	n/a	17,66	17,66
30	PESQUISADOR CEG	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:34	n/a	n/a	PESQUISADOR CE	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d64	n/a	n/a	16,15	16,15
31	PESQUISADOR CEG	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:38	n/a	n/a	PESQUISADOR CE	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d68	n/a	n/a	15,86	15,86
32	ESTACAO GRAVIMÉTRICA	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T21:39	n/a	n/a	ESTACAO GRAVIM	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d6c	n/a	n/a	16,37	16,37
33	CARACTERIZAÇÃO DE BIODIESEL	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:18	n/a	n/a	CARACTERIZAÇÃO	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d70	n/a	n/a	38,39	38,39
34	PROCESSOS A ALTAS PRESSÕES	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T22:27	n/a	n/a	PROCESSOS A AL	Autodesk Revit 2019, Build: 20	fcSpace	Deb68943-0444-4464-80b1-760d3f3e0da0-000a8d74	n/a	n/a	49,94	49,94

Fonte: O Autor (2019).

Figura 143 - Arquivo COBie do LITPEG visualizado como planilha/Zone

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	SpaceName	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description
2	Circulacao	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:04:15	Circulation Zone	CIRCULAÇÃO ÁREA TÉCNICA	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	0fbbea55-a127-4d5b-bde0-11c4	Circulacao
3	WC	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:29:00	Occupancy Zone	xz	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	17d13466-9356-498a-b28b-e75c	WC
4	WC	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:29:00	Occupancy Zone	WC FEM	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	17d13466-9356-498a-b28b-e75c	WC
5	WC	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:29:00	Occupancy Zone	WC MASC	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	17d13466-9356-498a-b28b-e75c	WC
6	WC	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:29:00	Occupancy Zone	WC FEM	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	17d13466-9356-498a-b28b-e75c	WC
7	WC	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:29:00	Occupancy Zone	WC MASC	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	17d13466-9356-498a-b28b-e75c	WC
8	Servico	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:31:38	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	dcfc095b-519a-47ab-9fab-a791	servico
9	Servico	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:31:38	Occupancy Zone	ÁREA TÉCNICA	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	dcfc095b-519a-47ab-9fab-a791	servico
10	Servico	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:31:38	Occupancy Zone	ÁREA TÉCNICA	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	dcfc095b-519a-47ab-9fab-a791	servico
11	Servico	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:31:38	Occupancy Zone	MANUTENCAO DE EQUIPAMENTOS	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	dcfc095b-519a-47ab-9fab-a791	servico
12	Quarto	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:34:30	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	5090a75e-a954-4ea5-87b2-12fc	Quarto
13	Quarto	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:34:30	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	5090a75e-a954-4ea5-87b2-12fc	Quarto
14	Quarto	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:34:30	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	5090a75e-a954-4ea5-87b2-12fc	Quarto
15	Quarto	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:34:30	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	5090a75e-a954-4ea5-87b2-12fc	Quarto
16	Quarto	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:34:30	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	5090a75e-a954-4ea5-87b2-12fc	Quarto
17	Quarto	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:34:30	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	5090a75e-a954-4ea5-87b2-12fc	Quarto
18	Quarto	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:34:30	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	5090a75e-a954-4ea5-87b2-12fc	Quarto
19	Quarto	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:34:30	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	5090a75e-a954-4ea5-87b2-12fc	Quarto
20	Quarto	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:34:30	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	5090a75e-a954-4ea5-87b2-12fc	Quarto
21	Quarto	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:34:30	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	5090a75e-a954-4ea5-87b2-12fc	Quarto
22	Quarto	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:34:30	Occupancy Zone	n/a	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	5090a75e-a954-4ea5-87b2-12fc	Quarto
23	Almoxarifado	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:38:41	Circulation Zone	ALMOXARIFADO P/ PRODUTOS QUÍMICOS	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	6fb4d239-108b-4519-a6aa-3c6f	Almoxarifado
24	Almoxarifado	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:38:41	Circulation Zone	ALMOX. MATERIAS DIVERSOS	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	6fb4d239-108b-4519-a6aa-3c6f	Almoxarifado
25	Pesquisador	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:40:40	Occupancy Zone	PESQUISADOR	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	870376fa-9db1-4ea0-a604-b57a	pesquisador
26	Pesquisador	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:40:40	Occupancy Zone	PESQUISADOR	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	870376fa-9db1-4ea0-a604-b57a	pesquisador
27	Pesquisador	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:40:40	Occupancy Zone	PESQUISADOR	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	870376fa-9db1-4ea0-a604-b57a	pesquisador
28	Pesquisador	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:40:40	Occupancy Zone	PESQUISADOR CEG	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	870376fa-9db1-4ea0-a604-b57a	pesquisador
29	Pesquisador	leolacerta2014@gmail.com	2020-02-06T16:40:40	Occupancy Zone	PESQUISADOR CEG	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328, 1600(x64)	fcZone	870376fa-9db1-4ea0-a604-b57a	pesquisador

Fonte: O Autor (2019).

Figura 144 - Arquivo COBie do LITPEG visualizado como planilha/Type

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	Description	AssetType	Manufacturer	ModelNumber	WarrantyGuarantorParts	WarrantyGuarantorLabor	WarrantyGuarantorLabor	WarrantyGuarantorUnit	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	PlacementCost	ExpectedLife	InstallationUnit	WarrantyDescription	NominalLength	NominalWidth	NominalHeight	MaterialReference	Type	Size	Color
JE1	leolacerc	2020-02	n/a	JANELA	Fixed	Alan AJ47	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk	lfcWindow	17d3c614	n/a	n/a	n/a	n/a	4.5	0.015	1.2	n/a	n/a	n/a	branco
JANE	leolacerc	2020-02	n/a	JANELA	Fixed	Alan AJ49	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk	lfcWindow	9ea27ee8	n/a	n/a	n/a	n/a	4.4	0.055	1.2	n/a	n/a	n/a	branco
JE3	leolacerc	2020-02	JANELA	JANELA	Fixed	Alan AJ51	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk	lfcWindow	5840d039	n/a	n/a	n/a	n/a	3.75	0.057	1.2	n/a	n/a	n/a	branco
JE5	leolacerc	2020-02	JANELA	JANELA	Fixed	Alan AJ53	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk	lfcWindow	5840d039	n/a	n/a	n/a	n/a	8.25	0.057	1.2	n/a	n/a	n/a	branco
JE2	leolacerc	2020-02	n/a	JANELA	Fixed	Alan AJ54	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk	lfcWindow	025d7829	n/a	n/a	n/a	n/a	4.4	0.055	0.5	n/a	n/a	n/a	branco
JE4	leolacerc	2020-02	JANELA	JANELA	Fixed	Alan AJ55	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk	lfcWindow	203e5a0d	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5	0.03	0.5	n/a	n/a	n/a	branco
PA1	leolacerc	2020-02	PORTAS	PORTA	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk	lfcDoor	2b71a0b5	n/a	n/a	n/a	n/a	9.31	0.01	2.9	n/a	n/a	n/a	branco
PE2	leolacerc	2020-02	PORTAS	PORTAS	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk	lfcDoor	aeb72a8a	n/a	n/a	n/a	n/a	2.4	0.05	2.1	n/a	n/a	n/a	branco
PE3	leolacerc	2020-02	PORTAS	PORTA	Fixed	n/a	P78	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk	lfcDoor	203e5a0d	n/a	n/a	n/a	n/a	1.8	0.05	2.1	n/a	n/a	n/a	branco

Fonte: O Autor (2019).

Figura 145 - Arquivo COBie do LITPEG visualizado como planilha/Component

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Name	CreatedBy	CreatedOn	TypeName	Space	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	SerialNumber	InstallationDate	WarrantyStartDate	TagNumber	BarCode	AssetIdentifier	Area	Length								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	MANUTENCAO DE EQUIPAMENTOS	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	dc0dca5d	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	ALMOXARIFADO P/ PRODUTOS QUIMICOS	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	dc0dca5d	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	ALMOX. MATERIAIS DIVERSOS	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	dc0dca5d	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	ARMAZ. DE AMOSTRAS ANALISADAS	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	dc0dca5d	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	BIO TRIAGEM 02	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	3ba43984	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	BIO TRIAGEM 01	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	3ba43984	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	LAMINACAO	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	3ba43984	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	LAMINACAO	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	3ba43984	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	ANALISE POR FLUORESCENCIA	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	3ba43984	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	CARACTERIZACAO DE BIOTANOL	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	3ba43984	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	CROMATOGRAFIA	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	3ba43984	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	CROMATOGRAFIA	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	3ba43984	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	CEG - LAFIR	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	5104ce38	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE1	leolacerc	2020-02-07T02	JE1	CARACTERIZACAO DE BIODIESEL	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	4ac55a81	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.4	4.5								
JE5	leolacerc	2020-02-07T02	JE5	DESCARTE DE AMOSTRAS E LAVAGEM DE	n/a	Autodesk	lfcWindow	4ac55a81	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	9.9	8.25								
JE5	leolacerc	2020-02-07T02	JE5	PROCESSOS A ALTA PRESSAO	n/a	Autodesk	lfcWindow	4ac55a81	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	9.9	8.25								
JE3	leolacerc	2020-02-07T02	JE3	PESQUISADOR.SALA DE TRIAGEM, LABOR	n/a	Autodesk	lfcWindow	4ac55a81	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	14.34	11.95								
JE4	leolacerc	2020-02-07T02	JE4	WC FEM	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	bc340364	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1.25	2.5								
JE4	leolacerc	2020-02-07T02	JE4	WC MASC	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	bc340364	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1.25	2.5								
JE6	leolacerc	2020-02-07T02	JE6	LPD CARACTERIZACAO DESTILADOS LEVE	JANELA PAINEI	Autodesk	lfcWindow	06170152	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	4.5	3.75								
JE6	leolacerc	2020-02-07T02	JE6	LPD CARACTERIZACAO DESTILADOS PES	n/a	Autodesk	lfcWindow	06170152	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	4.5	3.75								
JANELA AREA TE	leolacerc	2020-02-07T02	JANELA AREA TECN	AREA TECNICA	JANELA AREA T	Autodesk	lfcWindow	17d3c614	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.28	4.4								
JANELA AREA TE	leolacerc	2020-02-07T02	JANELA AREA TECN	AREA TECNICA	JANELA AREA T	Autodesk	lfcWindow	17d3c614	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.28	4.4								
JANELA AREA TE	leolacerc	2020-02-07T02	JANELA AREA TECN	AREA TECNICA	JANELA AREA T	Autodesk	lfcWindow	5840d039	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.28	4.4								
JANELA AREA TE	leolacerc	2020-02-07T02	JANELA AREA TECN	AREA TECNICA	JANELA AREA T	Autodesk	lfcWindow	5840d039	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	5.28	4.4								
PE3	leolacerc	2020-02-07T04	PE3	AREA TECNICA	PORTA EM CHA	Autodesk	lfcDoor	c8352f8e	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	3.78	1.8								

Fonte: O Autor (2019).

4.4 ANÁLISE DOS ARQUIVOS COBie EXPORTADOS DO MODELO

Apesar da extração automática do COBie no modelo, notou-se que para o COBie atingir seu rendimento 100% como banco de dados para gestão da manutenção é de fundamental importância que as informações fossem inseridas no modelo gradativamente ao longo das etapas da obra. Pois muitas informações não geométricas disponíveis para sua inserção no modelo BIM, não constavam no *as built* do LITPEG não foram preenchidas nas informações COBie por não ter informações, ficando essas informações na planilha como “n/a”. Logo, é fundamental que os profissionais atuantes nas etapas da obra guardem/apliquem essas informações da obra, tendo em vista a vantagem da aplicação do modelo BIM na gestão da manutenção.

Algumas informações apesar de inseridas e configuradas para extração, não foram obtidas em algumas planilhas COBie. Por esse motivo, estas informações foram inseridas manualmente na planilha. Como uma das principais vantagens da aplicação COBie no modelo BIM é evitar a necessidade de retrabalho para obter as informações não geométricas do modelo, conclui-se que a extensão deve ser melhorada nesse quesito, porém sua utilização continua sendo benéfica no modelo.

As informações COBie podem ser geradas e manipuladas por *softwares* em diversos formatos conforme descrevemos neste trabalho. Depois de geradas, essas informações ficam susceptíveis a serem inseridas em *softwares* que já incorporam o COBie.

O formato COBie tem sido incorporado em diversos *softwares* de planejamento, projeto, construção, comissionamento, manutenção e gestão de ativos. Exemplos de *softwares* que já incorporam o COBie na etapa de manutenção são representados através das Figuras 146 e 147.

Figura 146 - Softwares de gestão que incorporaram o padrão COBie

Company	Product	Event
ARCHIBUS	ARCHIBUS 20.1	2013 COBie FM Challenge
AssetWORKS	AIM 6.3	2013 COBie FM Challenge
Bentley	Bentley Facilities	2013 COBie FM Challenge
EagleCMMS	Proteus MMX	2012 COBie FM Challenge
FaME	FaME	2009 BIM Information Exchange Demo
FM: Systems	FM: Interact 8.0.2	2012 COBie FM Challenge
Granlund	RYHTI	2009 BIM Information Exchange Demo
IBM	MAXIMO EAM 7.5.0 test, 7.1.18+ support	2013 COBie FM Challenge
MicroMain	MicroMain	2009 COBie FM Challenge
Onuma	Onuma Systems	2013 COBie FM Challenge
Planon	Planon Enterprise Talk	2013 COBie FM Challenge
Project BluePrint	Code Book & Room Data	2008 BIM Information Exchange Demo
SMB	Morada	2009 BIM Information Exchange Demo
TMA Systems	Web TMA 4.3.5	2011 COBie FM Challenge
Vizella	Facility Online (PPT)	2009 BIM Information Exchange Demo

Fonte: CBIC (2016).

Figura 147 - Softwares livres de gestão que incorporaram o padrão COBie

Product	Type	Description	bSa Information exchange Scope
<i>bimServer.org</i>	<i>Open Source</i>	<i>An IFC-based model server for life-cycle BIM application</i>	<i>Any</i>
<i>COBie Plug in for bimServer.org</i>	<i>Open Source</i>	<i>Model transformation, checking, and reporting a custom build of the bimserver.org product used in COBie Challenge events.</i>	<i>COBie</i>
<i>bimServices</i>	<i>Commercial</i>	<i>Model tranformation, checking, and reporting</i>	<i>COBie</i>
<i>Google Docs</i>	<i>Commercial</i>	<i>Web-based spreadsheet for updating COBie data</i>	<i>COBie</i>
<i>EcoDomus PM</i>	<i>Commercial</i>	<i>Helps validate design infromation and deliver construction handover information</i>	<i>COBie</i>
<i>Onuma System</i>	<i>Commercial</i>	<i>COBie file checker</i>	<i>COBie</i>

Fonte: CBIC (2016).

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram apresentados diversos aspectos relacionados com a metodologia BIM, suas características, vantagens e desvantagens, sua aplicação na vertente da manutenção de edifícios, a importância de garantir a interoperabilidade entre *softwares* no modelo BIM, a importância e o futuro, relativamente à sua implementação, no panorama nacional. A informação foi recolhida com o intuito de ser feita uma síntese sobre o BIM, contextualizando a sua evolução e abordando essencialmente as vantagens que podem ser retiradas, quando aplicado à manutenção de edifícios.

5.1 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve o intuito de mostrar a utilização do BIM em um edifício da UFPE por meio da geração e desenvolvimento de modelo virtual em Revit, baseados no *as built* do prédio. Foi demonstrada a importância da adoção do BIM na cultura da construção civil, desenvolver o LOD do projeto para o LOD500 e demonstrar o processo de extração de informações não geométricas do projeto através do COBie em formato de planilha. Por meio das folhas de trabalho COBie extraídas do modelo, foi possível ilustrar a forma com que os dados de saída são apresentados e a relação desses entre si e com o modelo, de forma a verificar a importância da atribuição dessas informações nos elementos do projeto. Como o objetivo desse trabalho era analisar a praticidade da extração do COBie em um modelo BIM, o uso do *software* limitou-se a configurações, inserção e extração de dados do modelo do LITPEG.

Observa-se que o uso do modelo BIM pode ser vantajoso para manutenção, já que, permite a troca de informações entre os ativos da construção. E ainda, o uso de dados reais de mercado no modelo facilitam a atribuição das informações/especificações técnicas dos objetos em prol do Gerenciamento de Facilidades, porém é de fundamental importância que estas informações sejam inseridas gradativamente ao longo das etapas da obra. BIM é um processo que permite a integração da metodologia FM de forma simplificada e objetiva. A gestão de facilidades pode ajudar a enriquecer o modelo BIM com dados relevantes de mercado, gerando impactos na economia e qualidade do produto entregue. Isso ajuda a fortalecer a importância da fase de operação e manutenção da construção, trazendo ferramentas acessíveis e práticas para os profissionais. Além disso, proporciona uma redução de tempo útil dos gestores da edificação para recolhimento de informações relativas à operação e manutenção.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros sugere-se complementar este trabalho com os elementos que não foram trabalhados na atualização do nível de desenvolvimento, adicionar as informações COBie no modelo e exportá-las e avaliar o recebimento dos dados COBie através de um *software* de Gerenciamento de Facilidades assim como analisar as formas de localizar e visualizar componentes específicos no modelo BIM. Ainda, sugere-se realizar inspeções com programa escolhido ou desenvolvido, correndo este automaticamente após a seleção do elemento construtivo no modelo, guardar a ficha de inspeção em formato PDF e inseri-la novamente no modelo BIM. Assim, qualquer técnico de manutenção pode consultar toda a informação respeitante a um determinado elemento construtivo, não só os seus materiais, dimensões e características físicas, mas também o seu histórico de anomalias, a eventual intervenção a que tenha sido sujeita e a sua exata localização no elemento, fornecendo um auxílio importante na manutenção do edifício e, conseqüentemente, no conforto dos seus utilizadores.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. V. D.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos bim usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, 4(2), p.76-111. Novembro 2009. 76-111. Doi: <https://doi.org/10.4237/gtp.v4i2.102>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50960> Acesso em: 29 out. 2019.
- ARASZKIEWICZ, K. Digital Technologies in Facility Management – the state of practice and research challenges. **Procedia Engineering**. v. 196, Junho 2017. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.059> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817331867>. Acesso em: 06 out. 2019
- AUTODESK. **Parametric Building Modeling**: BIM's Foundation. 2007.
- AUTODESK. Autodesk COBie Extension for Revit. BIM Interoperability Tools. 2019.
- AUTODESK. Revit for Windows 10. Versão 2019.
- AZIZ, N. D.; NAWAWI, A. L.; ARIFF, N. R. M. Building Information Modelling (BIM) in Facilities Management: Opportunities to be considered by Facility Managers. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, p. 352-362, 2016.
- BIM DICTIONARY. **BIM Dictionary**. 2019. Disponível em: <https://bimdictionary.com/>. Acesso em: 9 nov. 2019.
- BLANCO, F. G. B.; CHEN, H. The implementation of Building Information Modelling in the United Kingdom by the Transport Industry. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, n. 138, p. 510 – 520, 2014.
- BUILDINGSMART. **Open Standards- the basics**. Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/open-standards>. Acesso em: 9 out. 2019.
- CATELANI, W.S. *et al.* **Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016. v. 1-6.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **10 motivos para evoluir com o BIM**. Brasília: CBIC, 2016.
- CHAREF, R.; ALAKA, H.; EMMITT, S. Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views, **Journal of Building Engineering**, v. 19, p. 242-257, 2018.
- CZMOCH, I.; PEKALA, A. Traditional Design versus BIM Based Design, **Procedia Engineering**, v. 91, p. 210-215, 2014.
- EAST, B.; CARRASQUILLO-MANGUAL, M. **The COBie Guide**: a commentary to the NBIMS-US COBie standard. 2013. Disponível em:

https://www.bimpedia.eu/static/nodes/1010/COBie_Guide_-_Public_Release_3.pdf. Acesso em: 9 out. 2019.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** 2nd. Editora Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2011.

EASTMAN, Chuck *et al.* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** 1.ed. Porto Alegre: BOOKMAN, 2014. 483 p. V. 1.

EHRENBERG, M. **Official Magazine of IFMA.** Out. 2019. p. 50.

GAMA, G. D. O. **Facilities management: a importância da administração de facilidades nas organizações.** 2013.

GOEDERT, James Dean; MEADATI, Pavan; Integrating Construction Process Documentation into Building Information Modeling. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, p. 509-516, 2008.

IGNATOVA, E. *et al.* Parametric Geometric Modeling in Construction Planning using Industry Foundation Classes. **Science and Mathematics in Architecture and Civil Engineering**, p. 68-75, 2015.

JACOSKI, C. A. **Integração e interoperabilidade em projetos de edifícios - uma implementação com IFC/XML.** 2003. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. **BIM - Building Information Modeling no Brasil e na União Européia.** Diálogos Setoriais para BIM. Brasília. 2015.

LOPEZ, R. *et al.* Technical Review: Analysis and Appraisal of Four-Dimensional *Building Information Modeling* Usability in Construction and Engineering Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**. v. 142, p. 1-6, 2016.

MALLESON, A.; MORDUE, S.; HAMIL, S. **The IFC/COBie Report.** National Building Specification. 2012.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM.** 2013. 325 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MASANIA, L. **Evaluation of BIM-COBie data for facility management.** Washington: University of Washington, 2015.

MATTOS, ALDO DÓREA. **BIM 3D, 4D, 5D e 6D.** 2014. Disponível em: <http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx/> Acesso em: 11 out. 2019.

MIGILINSKAS *et. al.* The benefits, Obstacles and Problems of Practical BIM Implementation. **Procedia Engineering**, n. 57, p. 767-774, 2013.

NETO, B. U. H.; FRAGOSO, S. M. P.; DOURADO, T. T. **Tecnologia BIM aplicada em sua quarta, quinta e sexta dimensões: estudo de caso.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

NIBS. COBie Challenge for Facility Management. **National Institute of Building Sciences**, 2013. Disponível em: https://www.nibs.org/page/bsa_ccfms13?&hhsearchterms=%22iwms%22. Acesso em: 5 out. 2019.

NICAL, A. K.; WODYNSKI, W. Enhancing Facility Management through BIM 6D. **Procedia Eng.**, v. 164, p. 299-306, 2016. Doi:<http://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.623>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816339649>. Acesso em: 08 out 2019.

NOOR, M. N. M.; PITT, M. A critical review on innovation in facilities management service delivery. **Facilities**, Liverpool, Jan. 2009.

NUNES, G.H; LEÃO, M. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. **Revista de Engenharia Civil**, n. 55, p. 47-61, jul. 2018.

OLIVEIRA, E. D.; SCHEER, S.; TAVARES, S. F. **Avaliação de impactos ambientais préoperacionais em projetos de edificações e a modelagem da informação da construção.** Recife, 2015.

PENTTILÄ, H. Describing the Changes in Architectural Information Free-Form Architectural Expression. **Journal of Information Technology in Construction**, p. 395-408, jun. 2006. Disponível em: <http://www.itcon.org/2006/29>. Acesso em: 8 out. 2019.

RICS. **Facilities Management**, 2018. Disponível em: <https://www.rics.org/ptbr/join/pathway-guides/facilities-management/>. Acesso em: 7 out. 2019.

RODAS, I. R. **Aplicação da metodologia BIM na Gestão de Edifícios.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Porto, Porto, 2015.

SABOL, L. **Building information modeling & facility management.** IFMA World Workplace, 2008.

SOUSA, F. D. C. **A evolução de um modelo BIM de construção para gestão de empreendimentos.** 2013. Dissertação. (Mestrado em Engenharia civil) - Instituto Politécnico do Porto, Porto, 2013.

SOUZA, Livia L. Alves de; AMORIM, Sérgio R. Leusin; LYRIO, Arnaldo de Magalhães. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de projetos**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 26-53, nov. 2009.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, May, 2009.

WBDG. **Design for maintainability:** the importance of operations and maintenance considerations during the design phase of construction projects. WBDG, 2018. Disponível em: <https://www.wbdg.org/resources/design-for-maintainability>. Acesso em: 7 dez. 2019.

YUNG, P.; WANG, X. A 6D CAD model for the automatic assessment of building sustainability, **International Journal of Advanced Robotics Systems**, v. 11, p.1-8, Mar, 2014.