

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Rafaela Jung

**UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA
E ARQUITETURA**

Avaliador:

Defesa: dia __/__/2016 às _____ horas

Local: UFRGS / Engenharia Nova
Osvaldo Aranha, 99, sala 304

**Anotações com sugestões para
qualificar o trabalho são bem-
vindas. O aluno fará as correções e
lhe passará a versão final do
trabalho, se for de seu interesse.**

Porto Alegre
dezembro 2016

RAFAELA JUNG

**UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA
E ARQUITETURA**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Luciani Somensi Lorenzi

Porto Alegre
dezembro 2016

RAFAELA JUNG

**UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA
E ARQUITETURA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2016

Profa. Luciani Somensi Lorenzi
Dra. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul
Orientadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Luciani Somensi Lorenzi
(UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Prof. Roberto Wanner Pires
(UFRGS)
Designer pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Juliana Parise Baldauf
(UFRGS)
MSc. pela Universidade do Rio
Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Eliana e Milton,
pela paciência, incentivo e apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Professora Luciani Somensi Lorenzi, orientadora deste trabalho, por ter dedicado seu tempo, auxiliando na execução deste estudo, instigando questionamentos e contribuindo com críticas, sem as quais eu não poderia desenvolvê-lo. Sobretudo, agradeço por ter aceitado trabalhar comigo durante esse período conturbado, pela paciência, pela compreensão e por ter despertado em mim o interesse pela tecnologia BIM.

Agradeço a todos os professores com os quais tive a oportunidade de ter aula e sempre aprender. Se cheguei a essa fase da minha vida, parte do mérito é também de vocês. Em especial, gostaria de agradecer aos professores que tive da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo conhecimento transmitido que vai além da engenharia.

Agradeço aos meus pais, Eliana e Milton, por tudo o que eu posso agradecer. Muito obrigada pelos valores ensinados, pelo exemplo que são, pelo amor demonstrado de todas as formas, por estarem de uma maneira ou de outra sempre comigo. Agradeço mais uma vez pela paciência, pelas caronas e pelas jantas.

Agradeço ao Guilherme, meu irmão e amigo, pelo companheirismo e peculiar sinceridade, que nos momentos certos me permitiu enxergar as coisas de maneira mais clara.

Agradeço às demais pessoas das famílias Klein e Jung, principalmente avós, tios e tias, que também ajudaram na formação da pessoa que hoje sou.

Agradeço aos meus amigos de Ivoti e região, que compreenderam períodos de ausência, nunca esquecendo de mim e tornando hoje mais fortes os laços que construímos na infância. Agradeço também aos amigos conquistados durante o curso de engenharia, sem cujo auxílio, minha formação não teria sido possível; obrigada pelo incentivo, pelo apoio e pela amizade.

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e funcionários, que tornaram possível a formação que sempre busquei.

Sábio é aquele que admite não saber algo, pois se um homem não sabe o que uma coisa é, já é um avanço do conhecimento. Entretanto, se ele não sabe, mas finge saber, engana-se e retrocede, pois inibe a busca do conhecimento.

Carl G. Jung

RESUMO

Este documento discute e apresenta um processo para a detecção de interferências entre projetos de diferentes disciplinas para uma edificação habitacional, através da utilização de tecnologia BIM, com a finalidade de auxiliar na compatibilização de projetos e evitar que tais conflitos encontrados precisem ser resolvidos em etapa de obra. Na fase de revisão da bibliografia relacionada ao assunto, pôde-se identificar que a compatibilização de projetos ainda é uma prática pouco difundida e estudada quando se tratam de diferentes disciplinas. Além disso, com a tecnologia BIM, muitas das dificuldades enfrentadas durante esse processo começam a apresentar finalmente soluções viáveis e que não dependem mais tanto de análise humana para identificação. O processo foi realizado a partir de modelos de projetos de arquitetura, de estruturas, hidrossanitário e de instalações elétricas para uma edificação residencial do tipo multifamiliar de alto padrão. Com o auxílio de *softwares* de modelagem e análise BIM, os modelos foram submetidos a testes para detecção de interferências entre eles. Junto desses testes, foram levantadas dificuldades encontradas tanto na utilização dos softwares, quanto em conceitos e diretrizes de modelagem e concepção dos projetos que precisam ser revistos com mais atenção quando se trata desse tipo de tecnologia. Percebeu-se com esse estudo, que a análise BIM facilita enormemente a detecção de interferências entre modelos, mas que diferente do que se acreditava, não é um processo automático, exigindo a inserção de regras e verificação de relatórios para conclusões mais confiáveis acerca dos resultados encontrados.

Palavras-chave: BIM. Clash Detection. Compatibilização. Coordenação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática do delineamento da pesquisa	20
Figura 2 - Nível de influência das fases do processo de produção sobre os custos.....	26
Figura 3 - Influência dos processos durante a vida de um empreendimento.....	26
Figura 4 - Foco das alavancas de produtividade nos próximos dois anos.....	30
Figura 5 - Fluxo de fases e atividades do desenvolvimento de projeto.....	31
Figura 6 - Fluxo de fases e atividades do desenvolvimento de projeto, Fase III.....	31
Figura 7 - Estrutura da metodologia	47
Figura 8 – Estrutura dos estágios do processo de compatibilização	49
Figura 9 - Detalhamento do sistema de vedação vertical	52
Figura 10 – Parte referente à base do projeto estrutural – EST Base	55
Figura 11 – Parte referente ao tipo do projeto estrutural – EST Tipo	56
Figura 12 – Parte referente aos blocos de alvenaria – EST Painéis	57
Figura 13 – Parte referente aos blocos cerâmicos de vedação – EST Blocos	58
Figura 14 - Parte referente à base do projeto arquitetônico – ARQ Base	59
Figura 15 – Parte referente ao pavimento tipo do projeto arquitetônico – ARQ Tipo ...	59
Figura 16 – Parte referente à torre do projeto arquitetônico – ARQ Torre	60
Figura 17 – Imagem representativa do projeto hidrossanitário – HID Geral	61
Figura 18 – Imagem representativa do modelo de instalações elétricas – ELE Geral ...	62
Figura 19 – Renderização do projeto com todos os elementos	62
Figura 20 - Imagem de representação da cerca no modelo BIM.....	64
Figura 21 - Janela de configuração e edição de balaústres da cerca.....	64
Figura 22 - Estrutura de camadas da parede externa modelada	65
Figura 23 – Janela de configuração e edição da estrutura de camadas de paredes.....	65
Figura 24 – Modelos inseridos no software de análise.....	66
Figura 25 – Janela Clash Detective	68
Figura 26 – Configurações iniciais de um teste de conflitos.....	69
Figura 28 – Listagem de resultados de um teste de interferências	70
Figura 29 – Interface do Navisworks, com foco em uma interferência entre uma laje e uma tubulação.....	70
Figura 30 – Janela Clash Detective e aba de exportação de relatórios de conflitos	71
Figura 31 – Janela da Árvore de seleção de itens de um modelo, selection tree.....	73
Figura 32 – Janela de procura e seleção de itens por regras lógicas	74
Figura 33 – Pisos da base do projeto arquitetônico selecionados através da ferramenta find.....	74
Figura 34 – Janela de conjuntos de seleção de famílias, selection sets	75
Figura 35 – Esquema das ações do estágio I da compatibilização	79
Figura 36 – Combinações de conjuntos de seleção para a torre do modelo arquitetônico.	81
Figura 37 – Clash entre esquadrias e escadas.....	82
Figura 38 – Clash entre perfil de forro de gesso e caixa da persiana da janela.....	83
Figura 39 - Combinações de conjuntos de seleção as partes explicitadas do modelo arquitetônico e estrutural.	85
Figura 40 – Conflito entre pilar (vermelho) e laje (verde)	86
Figura 41 – Conflito entre viga (vermelho) e laje (verde).....	87
Figura 42 – Conflito entre elemento de forro (verde) e parte da laje (vermelho)	87

Figura 43 - Combinações de conjuntos de seleção para o modelo estrutural.....	88
Figura 44 – Clash entre laje e pilar do modelo estrutural.....	89
Figura 45 – Esquema das ações do Estágio 2 da compatibilização.....	90
Figura 46 – Combinações de conjuntos de elementos da base da arquitetura e projeto hidrossanitário	91
Figura 47 – Conflito entre tubulação (verde) e parede (vermelho).....	92
Figura 48 – Conflito entre caixa de inspeção (verde) e piso (vermelho)	92
Figura 49 – Conflito entre tubulação (verde) e elemento de forro (vermelho)	93
Figura 50 – Combinação de conjuntos de seleção para os modelos arquitetônicos e elétrico	94
Figura 51 - Conflito entre tubulação (verde) e parede (vermelho).....	95
Figura 52 - Conflito entre caixa elétrica (verde) e forro (vermelho).....	96
Figura 53 - Esquema das ações do estágio III da compatibilização	97
Figura 54 - Combinações de conjuntos de seleção para o modelo da estrutura e hidrossanitário	99
Figura 55 – Interferência entre tubulação (verde) e viga (vermelho).....	100
Figura 56 - Combinações de conjuntos de seleção para o modelo da estrutura e elétrico	101
Figura 57 - Conflito entre eletrocalha (verde) e bloco (cerâmico).....	101
Figura 58 – Conflito entre eletroduto (verde) e blocos de vedação (azul)	102
Figura 59 – Esquema das ações do estágio 4 da compatibilização	103
Figura 60 - Janela Clash Detective do teste de interferências entre projeto hidrossanitário com ele mesmo	104
Figura 61 – Conflito entre tubulação de esgoto (vermelho) e caixa de inspeção (verde)	105
Figura 62 - Conflito entre tubulações de esgoto (vermelho) e equipamentos (verde) .	105
Figura 63 - Conflito entre conexão de esgoto (vermelho) e paredes da bacia de amortecimento (verde).....	106
Figura 64 – Janela Clash Detective do teste de interferências entre projeto hidrossanitário e elétrico.....	106
Figura 65 – Conflito de eletrocalha (vermelho) com room do modelo (verde)	107
Figura 66 - Conflito entre eletroduto (vermelho) e tubulação de esgoto (em verde) ...	108
Figura 67 – Esquema das ações do estágio 5 da compatibilização	108
Figura 68 - Combinações de conjuntos de seleção para o modelo de instalações elétricas	110
Figura 72 – Janela do software Navisworks.....	115
Figura 73 - Janela do Revit com modelo arquitetônico da torre.	116
Figura 74 – Seleção do recurso Switchback.....	116
Figura 75 - Acionamento do switchback para o recurso selecionado	117

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

AIA – *American Institute of Architects*

AsBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer-Aided Design*

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CII – *Construction Industry Institute*

IFC – *Industry Foundation Classes*

ISO – *International Organization for Standardization*

LOD – *Level of Development*

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

NBR – Norma Brasileira

ND – Nível de Desenvolvimento / Nível de Detalhamento

PNE – Portador de Necessidades Especiais

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	DIRETRIZES DA PESQUISA.....	18
2.2	QUESTÃO DE PESQUISA.....	18
2.3	OBJETIVOS DA PESQUISA.....	18
2.3.1	Objetivo principal.....	18
2.3.2	Objetivos secundários.....	18
2.4	PRESSUPOSTO.....	18
2.5	PREMISSA.....	19
2.6	DELIMITAÇÕES.....	19
2.7	LIMITAÇÕES.....	19
2.8	DELINEAMENTO.....	19
3	O PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	22
3.2	DEFINIÇÕES.....	22
3.2.1	O conceito de projeto na engenharia civil.....	23
3.3	PROCESSO de projeto.....	25
3.3.1	Custos.....	25
3.3.2	Qualidade.....	27
3.3.3	Produtividade.....	28
3.3.4	Fases do processo e tipos de projeto.....	30
3.4	COORDENAÇÃO DE PROJETOS.....	32
3.4.1	Compatibilização de projetos.....	33
4	BUILDING INFORMATION MODELING.....	36
4.2	DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICAS.....	36
4.2.1	Parametrização.....	38
4.2.2	Interoperabilidade.....	39
4.2.3	Níveis de desenvolvimento.....	40
4.2.4	Benefícios para os agentes da indústria.....	41

	13
4.2.5	Cenário nacional.....42
4.3	COMPATIBILIZAÇÃO EM BIM43
4.4	SELEÇÃO DE SOFTWARE44
5	MÉTODO46
5.2	ESTRATÉGIA DA PESQUISA.....46
5.2.1	O estudo de caso.....46
5.3	PROCESSO DE PESQUISA46
5.3.1	Fase I.....47
5.3.2	Fase II.....47
5.3.3	Fase III.....50
6	AVALIAÇÃO DO MODELO BIM DO EMPREENDIMENTO 51
6.2	ANÁLISE DO MODELO 51
6.2.1	Descrição dos sistemas construtivos51
6.2.2	Modelagem da estrutura53
6.2.3	Modelagem da arquitetura.....53
6.2.4	Modelagem da hidrossanitário53
6.2.5	Modelagem do projeto de instalações elétricas54
6.2.6	Preparação dos modelos54
6.3	CLASSIFICAÇÃO E TESTES PRELIMINARES 63
6.3.1	Teste de análise preliminar.....66
7	DIRETRIZES PARA DETECÇÃO E ANÁLISE DE INTERFERÊNCIAS 68
7.2	FUNCIONAMENTO DA ANÁLISE DE INTERFERÊNCIAS NO NAVISWORKS 68
7.2.1	Configurações dos tipos de conflitos.....71
7.3	OS CONJUNTOS DE SELEÇÃO E LEVANTAMENTO DE FAMÍLIAS..... 72
7.3.1	Selection Tree, a árvore de seleção73
7.3.2	Selection sets, conjuntos de seleção74
7.4	COMPATIBILIZAÇÃO DO MODELO – ESTÁGIO 1..... 78
7.4.1	Análise Arquitetura x Arquitetura80

	14
7.4.2	Análise Arquitetura x Estrutura.....83
7.4.3	Análise Estrutura x Estrutura.....87
7.5	COMPATIBILIZAÇÃO DO MODELO – ESTÁGIO 2..... 89
7.5.1	Análise Arquitetura x Hidrossanitário.....90
7.5.2	Análise Arquitetura x Elétrico.....93
7.6	COMPATIBILIZAÇÃO DO MODELO – ESTÁGIO 3..... 96
7.6.1	Análise Estrutura x Hidrossanitário.....97
7.6.2	Análise Estrutura x Elétrico100
7.7	COMPATIBILIZAÇÃO DO MODELO – ESTÁGIO 4..... 102
7.7.1	Análise Hidrossanitário x Hidrossanitário.....103
7.7.2	Análise Hidrossanitário x Elétrico.....106
7.8	COMPATIBILIZAÇÃO DO MODELO – ESTÁGIO 5..... 108
7.8.1	Análise Elétrico x Elétrico109
7.9	COMPATIBILIZAÇÃO – SÍNTESE DOS RESULTADOS..... 112
7.9.1	A correção das incompatibilidades.....114
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 123

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos, o setor da construção civil experimentou elevado crescimento no Brasil, forçando empresas a abreviarem prazos de projeto, de execução e a reduzirem gastos a qualquer custo. Contudo, em conjunturas econômicas de crise como a atual brasileira, muitas empresas são obrigadas a adotar novas medidas que antes, em épocas de maior prosperidade, não lhes pareciam relevantes. A construção civil é, em âmbito internacional, um campo obsoleto em comparação às demais indústrias, no que tange à produtividade, à industrialização e à utilização da tecnologia da informação, e esse fato não é diferente no país. Se antes os esforços para aumentar a produtividades e para diminuir erros visavam o atendimento da alta demanda, atualmente sua função é a melhor alocação de recursos já escassos.

A baixa produtividade na construção civil é resultado de uma combinação de fatores: processos tratados de forma fragmentada, emprego de sistemas antigos e defasados, pouca utilização de equipamentos para agilizar os procedimentos, problemas relacionados à capacidade dos profissionais e baixa exploração da tecnologia da informação (MCKINSEY&COMPANY; 2015). Embora amplamente discutidos e estudados, não existe consenso de especialistas a respeito de todos esses aspectos; a tecnologia da informação, entretanto é uma realidade aplicada a diversas indústrias, com resultados efetivos. Na indústria da construção, sua utilização também se apresentou de forma muito bem-sucedida, principalmente através da tecnologia BIM (EASTMAN et al., 2008, p.16)

Building Information Model (termo original), ou Building Information Modeling¹ é um processo inovador na indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC), embora sua concepção e utilização não seja tão recente quanto se acredita. Noções precursoras de BIM datam de 1975, nos textos publicados no Jornal do American Institute of Architects (AIA) por Charles M. Eastman (EASTMAN; CHUCK, 2008, p.xi). Esse processo consiste na criação de modelos virtuais compostos de objetos que representam elementos de construções, cuja grande inovação se dá justamente na informação que carregam. Isto é, a mudança não se dá apenas no sentido de modelar um projeto em 3D, mas inserir informações dentro do objeto, como características materiais, custos, tempo de execução, interação com outros objetos adjacentes, integrando mais o projeto à construção. (EASTMAN; CHUCK, 2008, p.29). Inglaterra (BIM Task Group), Estados Unidos (National 3D-4D-BIM Program), Singapura (Building Information Model Fund) e Finlândia

¹ Modelagem da Informação da Construção

(InfraBIM Finland) são alguns dos países com uso avançado dessa tecnologia; no Brasil, contudo, não se pode dizer que as empresas alcançaram sequer os níveis mais inferiores de seu uso, pois cerca de 70% das empresas ainda não trabalha com a tecnologia (, Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura, 2015, p.17).

A realização do projeto de uma edificação é constituída por um trabalho conjunto entre diversos profissionais que exercem diferentes funções no processo. Embora distintas, essas funções são complementares, inerentes ao funcionamento dos sistemas que uma construção abrange (LORENZI, L.; LORENZI, A.; SILVA FILHO et al, 2014, p.3). Em função do atual modelo de execução de projetos de forma descentralizada, em que projetistas autônomos ou pequenos escritórios são terceirizados por grandes empresas para executarem projetos específicos, começam a aparecer os primeiros problemas da interoperabilidade.

A interoperabilidade caracteriza-se pela transferência de dados entre os diversos softwares e tipos de projeto e pela coordenação dos mesmos, de forma que todos os especialistas envolvidos na cadeia da indústria da construção possam contribuir com suas atribuições para o trabalho em questão. Anteriormente, caracterizava-se pelo intercâmbio de arquivos de extensão DXF (Drawing eXchange Format) que carregava apenas informações geométricas do desenho, excluindo do processo especialistas de etapas mais avançadas às de projeto (EASTMAN; CHUCK, 2008, p.65). Aproximadamente na época em que surgiram esses modelos de dados para permitir o intercâmbio entre projetistas, é que começou a ser empregado o termo compatibilização, o que data de meados dos anos 80 a início dos anos 90. A essa época, começou a ficar evidente um distanciamento entre profissionais de projeto e de execução dos mesmos, acarretando na necessidade de compatibilização dos projetos (SCHEER et al., 2008, p.80).

A compatibilização entre projetos ainda é realizada majoritariamente de maneira visual, sobrepondo projetos de diferentes disciplinas e identificando pontos inconsistentes (SCHEER et al., 2008,p.80). Na indústria da construção civil o primeiro esforço de construção já é o produto final em si. Qualquer incompatibilidade que não for previamente identificada, resultará em aditivos de custo e de tempo, além do prejuízo à qualidade da edificação, que poderá não ser executada da forma mais inteligente. Contudo, o modelo BIM aparece como opção para solucionar essas questões, representando o modelo como ele deverá ser, porém, virtual, em que todos os sistemas podem ser inseridos nos mínimos detalhes.

Embora facilitada e automatizada, a compatibilização entre os projetos não se dá de maneira automática em modelos BIM, como será apresentado mais adiante nesse trabalho, pois os softwares que realizam a checagem são baseados em regras preestabelecidas por uma rotina determinada pelo programa e dependem da inserção de condições e de configurações avançadas por parte do usuário (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura– RS, 2015, p.17). Possivelmente este seja um dos motivos porque a compatibilização entre os sistemas principais e os complementares não seja objeto de tanta atenção dos profissionais.

A proposição deste trabalho é, detectar as interferências físicas entre modelos de projetos selecionados para uma mesma edificação, apontando dificuldades que essa etapa do processo de coordenação apresenta. Com as implicações dessa análise, procurar-se-á compilar um conjunto de informações sobre configurações de arquivos, bem como técnicas recomendadas para esse tipo de modelagem de projeto que facilitem o uso e incentivem profissionais a adotar essa prática de maneira extensiva, diminuindo os problemas resultantes da falta de compatibilização de projetos.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

2.2 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa é: como configurar, analisar e modelar o produto de uma edificação com auxílio da tecnologia BIM, para que apresente os melhores resultados em termos de detecção de interferências entre projetos arquitetônico, estrutural e complementares?

2.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão descritos nos itens a seguir, e são classificados como principal e secundários.

2.3.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é o desenvolvimento de diretrizes para melhor configuração e modelagem de produtos BIM, de forma que auxiliem na detecção e análise de interferências entre diferentes disciplinas de projeto.

2.3.2 Objetivos secundários

- a) identificação das limitações para configuração de arquivos BIM a serem analisados através do processo de compatibilização;
- b) identificação de benefícios da utilização dos softwares para análise de modelos virtuais de projetos;
- c) avaliação dos problemas de implantação dos processos estudados para escritórios de projeto.

2.4 PRESSUPOSTO

O presente trabalho tem como pressuposto que os softwares escolhidos geram resultados confiáveis em termos de detecção de interferências entre projetos de diferentes disciplinas.

2.5 PREMISSA

Haja vista que poucas empresas nacionais compreendem e implantam de maneira efetiva a compatibilização entre modelos de diferentes disciplinas, este trabalho tem como premissa a importância da análise da potencialidade que esse processo, amparado pela tecnologia BIM, pode trazer à coordenação de projetos.

2.6 DELIMITAÇÕES

Este trabalho ficará delimitado à análise e levantamentos de configurações de apenas uma edificação do tipo residencial, de seus projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e de instalações elétricas.

2.7 LIMITAÇÕES

As limitações do trabalho são as seguintes:

- a) serão estudados somente os casos de compatibilização de projetos complementares hidrossanitário e de instalações elétricas, com arquitetura e estrutura, excluindo projetos de PPCI, instalações de gás e instalações de climatização;
- b) serão avaliadas apenas as configurações e os processos limitados a softwares selecionados e cujas licenças educacionais são disponibilizadas gratuitamente;
- c) a análise de resultados é baseada em apenas um modelo.

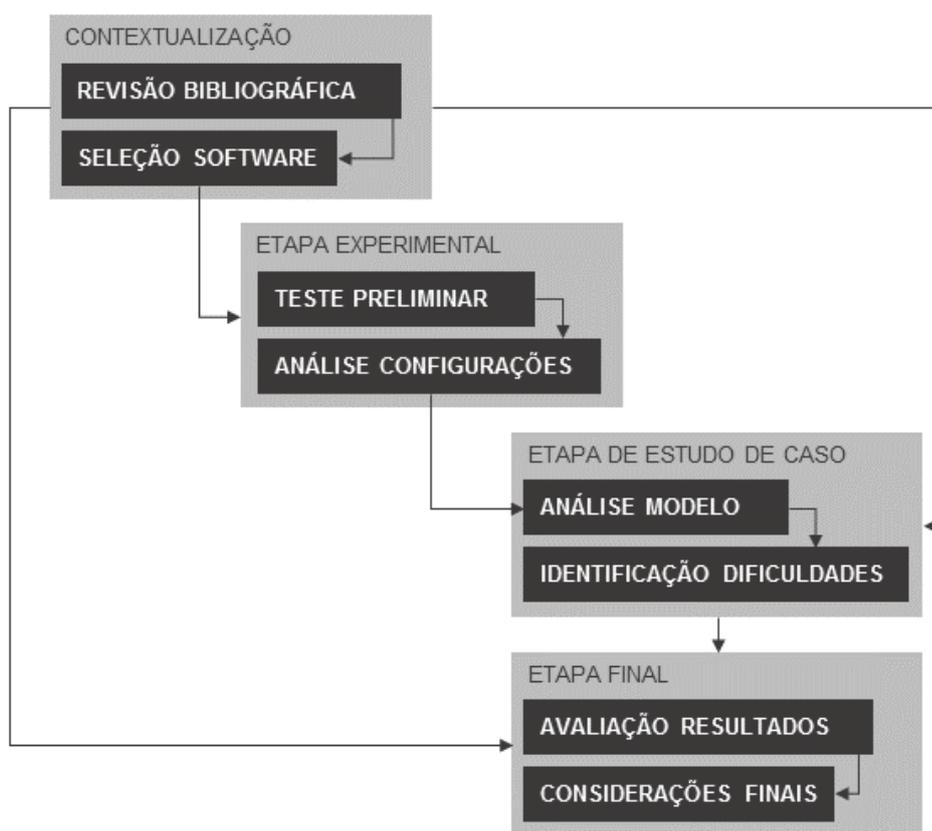
2.8 DELINEAMENTO

A realização desse trabalho se deu conforme as seguintes etapas, também apresentadas esquematicamente na Figura 1:

- a) revisão bibliográfica;
- b) contextualização da compatibilização de projetos no mercado brasileiro e internacional;

- c) definição de BIM, de modelos de dados; de interoperabilidade e justificativa da escolha do software;
- d) teste de análise preliminar e levantamento de configurações de um modelo BIM de edificação residencial para utilização em software selecionado;
- e) estudo de caso através de análise detalhada do modelo para identificar dificuldades, potencialidades e configurações cruciais;
- f) levantamento e avaliação dos resultados;
- g) considerações finais.

Figura 1 - Representação esquemática do delineamento da pesquisa



(Fonte: elaborado pelo autor)

A fase de revisão bibliográfica abrange a busca de embasamento teórico para o trabalho através da leitura, interpretação e busca de dados em livros, em teses, em dissertações, em artigos e com auxílio de professores e demais profissionais da área de projetos. A etapa é relevante para a compreensão do desenvolvimento da tecnologia que se pretende estudar neste trabalho. Como finalidade dessa etapa, procurar-se-á contextualizar a importância do projeto no processo de um empreendimento,

principalmente no que tange os benefícios da compatibilização dos modelos bem como a descrição da tecnologia BIM empregada e suas características como modelos de dados, interoperabilidade e softwares disponíveis. Dentro da análise e seleção de softwares, procurou-se além de verificar pesquisas já feitas, utilizar um programa que melhor se adaptasse ao modelo fornecido pela empresa A para o desenvolvimento deste estudo.

A etapa experimental é primeiramente composta do teste de análise preliminar, cuja função é verificar se o modelo tem de fato os requisitos de modelagem para o fim proposto e como se comporta em uma tentativa de detecção de interferências sem inserção de regras prévias. Isto é, pretende-se verificar se o modelo tem configurações necessárias para ser compatibilizado, caso contrário, questionar-se-á quais são essas configurações. Costuma-se fazer uma validação de modelos antes de iniciar qualquer que seja a análise BIM pretendida, nesse sentido, será feita a análise das configurações do modelo. No entanto, as configurações não serão modificadas, para que se possam identificar o máximo de dificuldades a serem corrigidas, para que se possa sugerir diretrizes de um modelo mais bem adaptado a função, o que será explicitado mais adiante neste trabalho.

A etapa que sucede é o estudo das interferências entre projetos, através da análise do modelo BIM de uma edificação do tipo residencial multifamiliar. Nesse sentido, serão estudados alguns aspectos da utilização do software para modelagem do projeto; e principalmente aspectos de configuração e utilização do software para análise e detecção de interferências. Concomitantemente à descrição da utilização desses softwares, deverão ser identificadas dificuldades no processo, para o qual serão registrados problemas decorrentes e quando solucionáveis, práticas recomendadas para contorná-los.

A penúltima etapa será a avaliação dos resultados finais, verificando se é possível trabalhar com eles no sentido de melhorar a coordenação de projetos e caso contrário, sugerir práticas para melhorar os dados encontrados, seja através de outros processos de análise, seja através da modificação do modelo em si.

As considerações finais visam sintetizar o trabalho desenvolvido, ressaltando os resultados mais relevantes sobre a compatibilização de projetos em BIM, discutindo principais dificuldade e necessidades futuras de pesquisa. Pretende-se com essa etapa incentivar a aplicação do processo em empresas de projeto, demonstrando suas vantagens em relação à prática atual.

3 O PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção civil experimenta de maneira intensa os efeitos da conjuntura econômica nacional, sendo esse período de restrições e de contenções extremamente oportuno para a avaliação de processos e de metodologias de gestão já consagrados que se aplicam a obras. A recente diminuição da demanda permite que se tome tempo para reflexão acerca de fatores importantes no que tange à competitividade, à qualidade, à produtividade e às tecnologias empregadas no processo de quaisquer que sejam os produtos do setor da construção civil. Nesse contexto, o projeto exerce função crucial, sendo o determinador de inúmeras variáveis que estabelecem os níveis de qualidade e de produtividades na construção (SILVA, SOUZA, 2003, p. 24). Devido à sua importância, neste capítulo será realizada uma revisão sobre o conceito, o processo, e a coordenação de projetos na construção civil.

3.2 DEFINIÇÕES

Em um sentido mais abrangente, projetos podem ser caracterizados por um esforço temporário empreendido com a finalidade da criação de um produto, serviço ou resultado específico. A particularidade de ser temporário sugere que após seu início, o término do mesmo se dará quando forem alcançados seus objetivos, quando o escopo não puder mais ser atingido, ou até mesmo quando a necessidade que motivou esse esforço deixar de existir. Todavia, a temporariedade não se refere ao produto resultante de um projeto, muito menos significa que o processo possui curta duração, mas refere-se ao tempo empregado engajado em sua criação (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013, p. 30).

O Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK, PMI, 2013) ainda relaciona à definição de projeto termos como processos repetitivos, conjunto de procedimentos e natureza exclusiva do resultado desses métodos. Ressalta-se também, que, embora a repetitividade esteja presente, isso não impede a obtenção de resultados com características exclusivas. Um dos exemplos de projetos aludidos na mesma publicação supracitada são as construções civis, para as quais se aplicam muitos processos e recursos repetitivos, mas que raramente resultam em produtos finais idênticos.

Para a NBR 13531 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA NORMAS TÉCNICAS, 1995) o projeto passa a ser dividido em objetos como urbanização, edificação, elementos da edificação, instalações

prediais, componentes construtivos e materiais a serem empregados. Ainda, define que sua elaboração trata da determinação e da representação dos objetos do projeto através do emprego de recursos técnicos, práticos e demais princípios da arquitetura, da engenharia e da construção. Instalações, por exemplo, deverão ter suas propriedades de funcionamento, de execução, de geometria, de materiais e de aprovações formais bem representadas através de documentação pertinente.

É necessário ressaltar nesse sentido das definições de projeto, que na língua portuguesa, especificamente na arquitetura e na engenharia, pode ocorrer um certo equívoco entre os significados que a palavra tem. Na língua inglesa, por exemplo, possuímos duas palavras diferentes para descrever o que chamamos projeto; uma delas, *project*, em um sentido mais amplo, abrangendo, por exemplo, os processos de todas as fases de uma obra, da concepção, passando pelo planejamento, à execução. Já a palavra *design*, significa mais um plano, as representações e justificativas de uma solução para um problema, desenvolvimento do produto. É comum que se use o termo projeto tanto para empreendimentos como um todo, quanto para a fase de concepção, representação e planejamento do mesmo. Nesse trabalho, o objeto de estudo para compatibilização é o projeto no sentido de representação, desenvolvimento do produto conforme será visto mais à frente quando serão tratadas as fases de projeto.

3.2.1 O conceito de projeto na engenharia civil

No domínio da engenharia civil, das diversas definições para o termo projeto, muitos autores concordam que o mesmo deva ser encarado como um processo. Oliveira (2005) entende que o projeto se caracteriza como atividade que integra o processo construtivo, abrangendo o desenvolvimento, organização, registro e comunicação das características que deverão ser consideradas na fase de execução. Para Melhado e Agopyan (1995) existia uma dissociação do projeto e da construção, acarretando na visão do projeto como um instrumento de teor simplesmente legal e pospondo decisões importantes para a etapa de execução da obra. Essa dissociação ainda é observada atualmente e o projeto acaba assumindo um valor meramente representativo, cuja importância a ele dada está muito aquém da que deveria. Assim, sugere-se que o projeto de construções deve ser definido e tratado como um dos processos dinâmicos da atividade de construir, extrapolando o conceito do produto e da sua função.

A importância da informação no processo construtivo não é recente e alguns autores já perceberam tal valor há algum tempo. Por isso, não limitados à visão de processo, Melhado e Agopyan (1995, p. 4) acrescentam:

[...] o projeto deve ser encarado como informação, a qual pode ser de natureza tecnológica (como no caso de indicações de detalhes construtivos ou locação de equipamentos) ou de cunho puramente gerencial - sendo útil ao planejamento e programação das atividades de execução, ou que a ela dão suporte (como no caso de suprimentos e contratações de serviços).

Já Silva e Souza (2003) afirmam que uma série de processos compartilhados entre diversos profissionais é que compõem o desenvolvimento do projeto. Nesse sentido, pode-se entender que dentro do projeto em si existem diversos outros procedimentos, como planejamento, execução de documentos, de representações, de especificações geométricas, de materiais e demais componentes, bem como da execução da obra. Os mesmos autores ainda alertam que as características do produto definidas na fase de projeto, acabam determinando as bases do processo de produção de uma construção.

Outro fator relevante nesse contexto é que o produto resultante de um projeto será uma edificação, uma obra de arte, de infraestrutura, entre outros, cujas vidas úteis ultrapassam em muito a durabilidade de produtos de outras indústrias. Segundo Silva e Souza (2003, p. 34), a vida útil é o tempo após a finalização da obra, durante o qual o desempenho de seus componentes mantém os valores mínimos aceitáveis, considerando atendida a manutenção recomendada. Haja vista os diversos sistemas de uma edificação, aquele cuja vida útil de projeto (VUP) mínima, exigida em norma, apresenta menores prazos em anos é de 13 anos, todos os demais sistemas devem ser projetados e pensados para períodos superiores. (Guia CBIC, 2013, p. 199?).

Assim, fica claro que o projeto tem a capacidade de influenciar e definir muitas características das construções, as quais, por sua vez, impactam o meio em que estão inseridas por períodos de muitos anos. Desse modo, é evidente a importância do projeto na concepção dos empreendimentos, como um processo gerador de soluções para os problemas que são a razão de existir do empreendimento e que justificam o investimento nesse objeto. (MARQUES², 1979 apud MELHADO e AGOPYAN, 1995)

² MARQUES, G.A.C. O projeto na engenharia civil. São Paulo, 1979. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

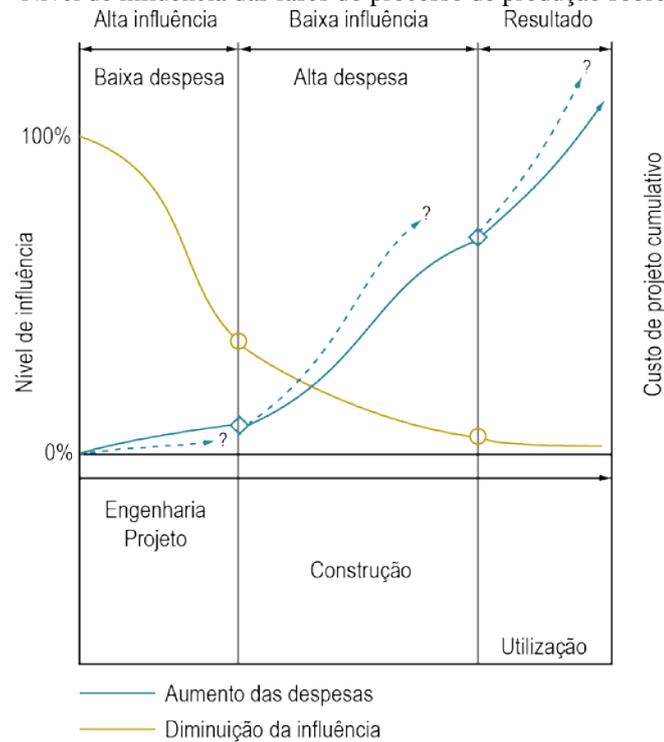
3.3 PROCESSO DE PROJETO

Uma análise sob o ponto de vista de processo, de quaisquer que sejam os produtos resultantes, remete inevitavelmente a termos como qualidade, produtividade, custos e faseamento. Dado que o projeto é reconhecido como um processo, esses requisitos precisam ser avaliados e controlados a partir de seus dados de entrada, processamento e saídas. Para Isatto et al. (2000) as necessidades dos clientes e os dados relativos ao local da construção são as principais informações de entrada do processo de projetar, cujo resultado, após procedimentos, é o projeto arquitetônico, estrutural, de instalações, entre outros.

3.3.1 Custos

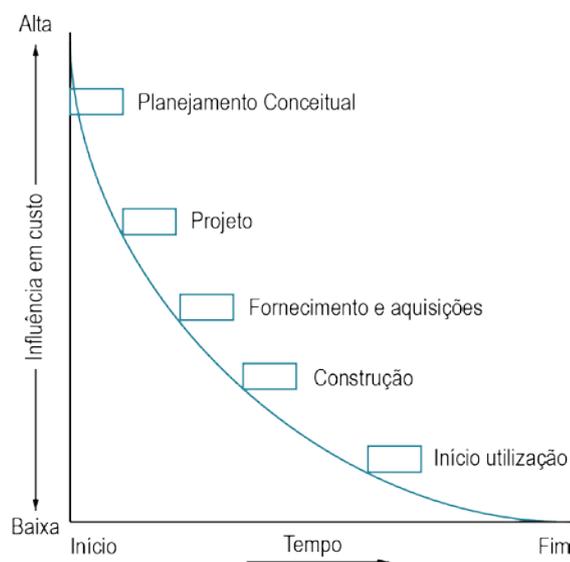
Como parte integrante do processo construtivo, há muito, constatou-se o nível de influência do projeto nos custos de uma construção. Nas fases iniciais de um projeto, as despesas são relativamente baixas se comparadas com os custos totais envolvidos no processo de uma obra geral. (BARRIE & PAULSON, 1978, tradução nossa) A Figura 2 ilustra esse percentual de influência relativo, em que uma construção é dividida em fase de projeto, execução e utilização. Nesse trabalho, o projeto será analisado sob a perspectiva da primeira fase do gráfico de Barrie & Paulson, como o processo de criação de solução para uma demanda e suas diversas representações. Conforme discutido anteriormente, a primeira fase na figura original do livro de Barrie & Paulson é denominada *engineering/design*, em cujo processo específico se focará esse trabalho.

Figura 2 - Nível de influência das fases do processo de produção sobre os custos



(fonte: BARRIE & PAULSON, 1978A questão da influência da fase inicial de projeto nos custos de uma obra foi também corroborada em uma publicação da Universidade do Texas em Austin, em que se afirma que maiores benefícios são alcançados quando todos os intervenientes participam do processo construtivo desde seu início, ou seja, quando participam do processo de projeto, o que é mostrado na Figura 3. (CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE, 1987, tradução nossa)

Figura 3 - Influência dos processos durante a vida de um empreendimento



(fonte: CII, 1987)

3.3.2 Qualidade

A padronização de sistemas de gestão de qualidade no Brasil começou a ser implementada de fato com a série de normas NBR ISO 9000 Sistemas de Gestão da Qualidade, abrangendo a ISO 9000:2005 - Fundamentos e vocabulário, ISO 9001:2008 – Requisitos e ISO 9004:2000 – Diretrizes para melhoria de desempenho. A partir dessas publicações, do atendimento de seus requisitos e do controle das atividades realizadas, a satisfação do cliente começou a ser tratada com seriedade. Atualmente, no setor da construção, a definição dos produtos que deverão satisfazer as necessidades do cliente ocorre na etapa de projeto. Nessa fase é que são selecionados sistemas construtivos, materiais, sistemas prediais e seu potencial de redução de resíduos, economia de energia e o desempenho dos mesmos em funcionamento (MANSO e MITIDIÉRI FILHO, 2011, p. 58).

Considerando a importância do projeto, é nessa fase que deveriam ser levantadas as informações mais relevantes acerca das expectativas dos clientes. Para Manso e Mitidieri Filho (2011), entretanto, a atividade de projeto muitas vezes acaba sendo executada de forma não sistemática e desestruturada, falhando na coleta de informações, que não raro são fornecidas por empresas de comercialização de imóveis de maneira incompleta, pois consideram a qualidade sob o ponto de vista de apenas um agente do processo de obras. Os mesmos autores ainda ressaltam a importância dos profissionais da área de projeto e a coordenação do mesmo (MANSO e MITIDIÉRI FILHO, 2011, p.58).

Para a garantia da qualidade do produto final é imprescindível a contratação de projetistas capacitados e atualizados em suas áreas específicas de atuação, em que estes recebam todas as informações relativas às expectativas dos diversos clientes internos do processo e dos clientes externos. Para a elaboração de um projeto de qualidade, além da capacidade de cada projetista, são de suma importância a motivação e a integração dos diversos profissionais, incluindo os projetistas, a equipe de produção da obra e o incorporador.

No que tange à qualidade do processo de um empreendimento, Melhado e Agopyan (1995) também afirmam que o projeto deveria ser o principal encarregado de agregar valor sob forma de maior eficiência na execução, melhor qualidade do produto, além de promover a valorização de interesses comuns às diversas áreas envolvidas em um empreendimento. Os autores ainda salientam que a qualidade de um projeto é avaliada por diferentes pontos de vistas que os clientes do projeto possuem. Pode se afirmar que são clientes do projeto o empreendedor, o construtor e o usuário. Para o empreendedor, a qualidade está relacionada à capacidade de retorno do empreendimento;

mesmo em projetos públicos, a capacidade de retorno pode ser análoga aos benefícios que o projeto traz à sociedade. Para o construtor, qualidade está atrelada à representação gráfica, ao conteúdo e compreensão do material, além do potencial em economizar materiais e em empregar a mão de obra de maneira racional. Já para o usuário, a qualidade se refere ao conforto, bem-estar, segurança e funcionalidade da obra; todos esses fatores dependem de materiais, de soluções, de sistemas e de layout definidos em fase de projeto, os quais têm sido abordados de maneira mais intensiva recentemente com a entrada em vigor da NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA NORMAS TÉCNICAS, 2013) Norma de desempenho em 2013.

Silva e Souza (2003) descrevem o projeto como a concepção e o desenvolvimento do produto da construção civil, cujos clientes devem ter suas necessidades atendidas através do estabelecimento de meios adequados nessa fase para a execução de suas etapas subsequentes. Nesse sentido, não basta apenas que o projeto apresente qualidade adequada, mas que as fases posteriores a ele sigam suas premissas de maneira rigorosa para garantir que produto chegue ao cliente final da maneira planejada. Os autores concordam que o projeto possui diversos clientes, mas ressaltam a importância da qualidade do mesmo sob o ponto de vista do executor de obras, para o qual a qualidade é relacionada à produtividade que proporciona no processo executivo. Assim, discutir-se-á a dimensão produtividade da execução e como o projeto também é capaz de influenciá-la.

3.3.3 Produtividade

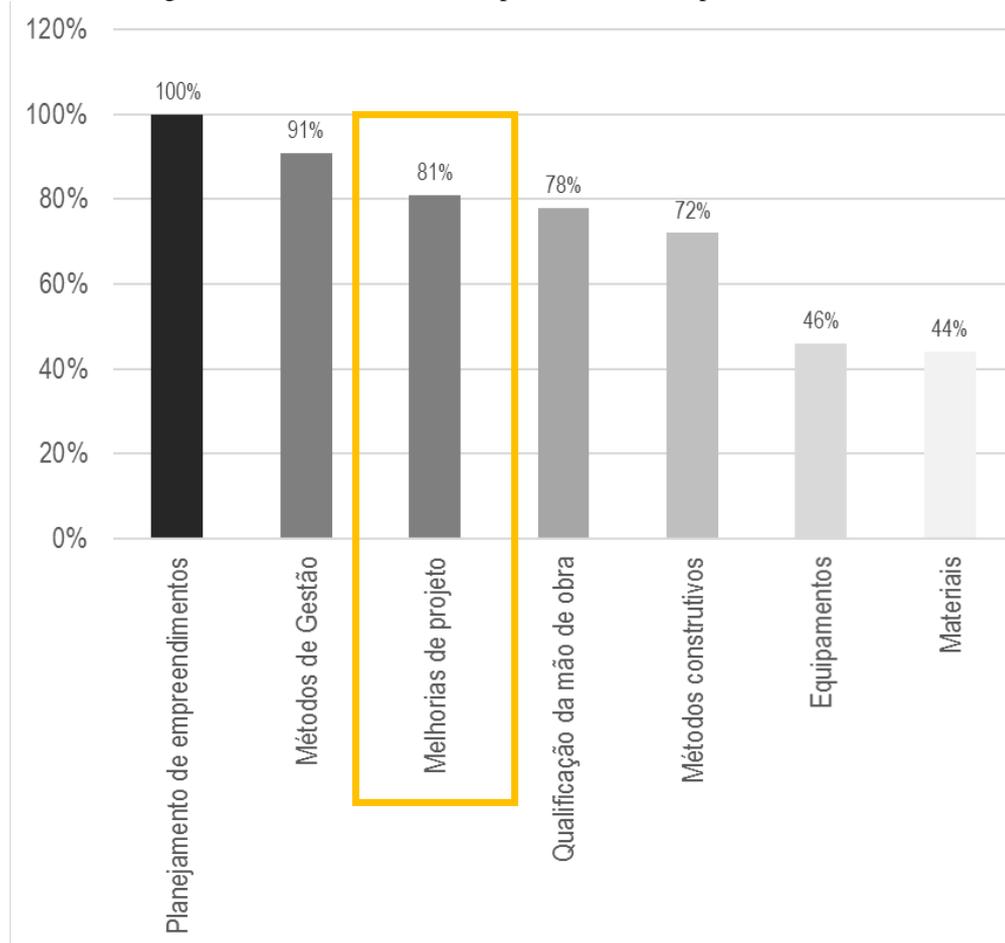
Conforme analisado anteriormente, no projeto é que podem ser definidos elementos que contribuem para a repetição e para continuidade das operações, dois fatores determinantes para maiores níveis de produtividade na execução de obras, segundo Silva e Souza (2003). Esses fatores referem-se tanto à geometria da obra, como repetição de dimensões de estruturas, vãos, vedações e demais componentes, como à materialidade dos mesmos, o que interfere nos tempos de cura, facilidade de execução, mão de obra capacitada para manuseá-los, entre outros. Os autores detalham as seguintes decisões de projeto capazes de determinar a produtividade (SILVA; SOUZA, 2003, pá. 24):

- a) tipos, número e relação de dependência entre as operações [...]
- b) quantidade e habilidades requeridas da força de trabalho [...]
- c) complexidade da execução [...]
- d) continuidade entre as operações [...]
- e) repetição de operações [...]

É evidente que essas decisões de projeto podem ser modificadas durante todo o processo de uma edificação, no entanto, se forem previamente bem estudadas e definidas, essas mudanças não serão necessárias, gerando ganhos em tempo, qualidade e conseqüentemente produtividade. Para Silva e Souza (2003), quando se começaram a observar e considerar princípios básicos de produtividade em campo no desenvolvimento de projetos, procurou-se estipular e determinar previamente a simplificação do processo executivo. Nesse contexto, surgiram nos EUA e Reino Unido programas para criar metodologias de projeto que promovessem maior produtividade. Assim surgiram termos como *buildability* e *constructability*, remetendo àquilo que estaria habilitado a ser construído. O termo *constructability*, inclusive, é definido como projetos melhores, que acarretem em menores custos, melhor produtividade entre outros benefícios. (CII, 1986, p. 3, tradução nossa)

A produtividade no canteiro de obras dentro do cenário nacional também foi estudada por diversos profissionais. De um estudo de 2014 que surgiu da parceria entre a Universidade de São Paulo e a Ernst & Young, publicou-se um documento identificando os problemas e possíveis alavancas para aumentar a produtividade no setor. Uma das assim chamadas “alavancas da produtividade” é a melhoria em projetos focando na sua adequação para a construção. A pesquisa mostra que muitas das empresas que participaram do processo, citam as melhorias em projetos como uma das áreas em que pretendem focar nos próximos dois anos, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Foco das alavancas de produtividade nos próximos dois anos

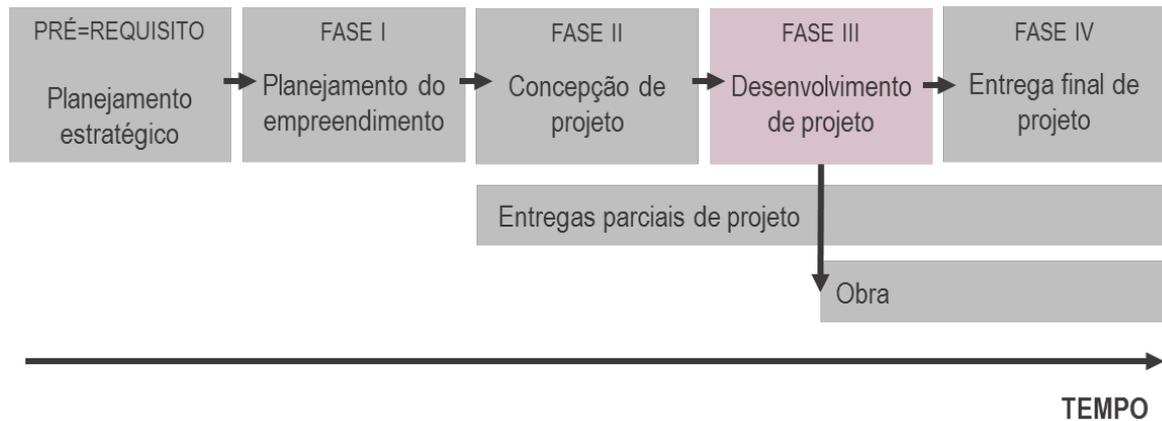


(fonte: adaptado de ERNST & YOUNG ; USP, 2014)

3.3.4 Fases do processo e tipos de projeto

Após a intensa discussão e corroboração da importância e da abrangência do projeto sobre as fases subsequentes ao mesmo, convém analisar as características do processo no que tange às fases em que se divide e aos tipos de projeto que o presente trabalho irá abranger. Para Silva e Souza (2003), o processo de projeto pode ser representado por um fluxo de fases gerais de desenvolvimento, conforme Figura 5. Os autores ainda definem etapas até a Fase VIII, no entanto, como esse trabalho estará focado nos processos da Fase III representada na figura, conforme discutido anteriormente nas definições de projeto, as demais etapas foram omitidas do esquema.

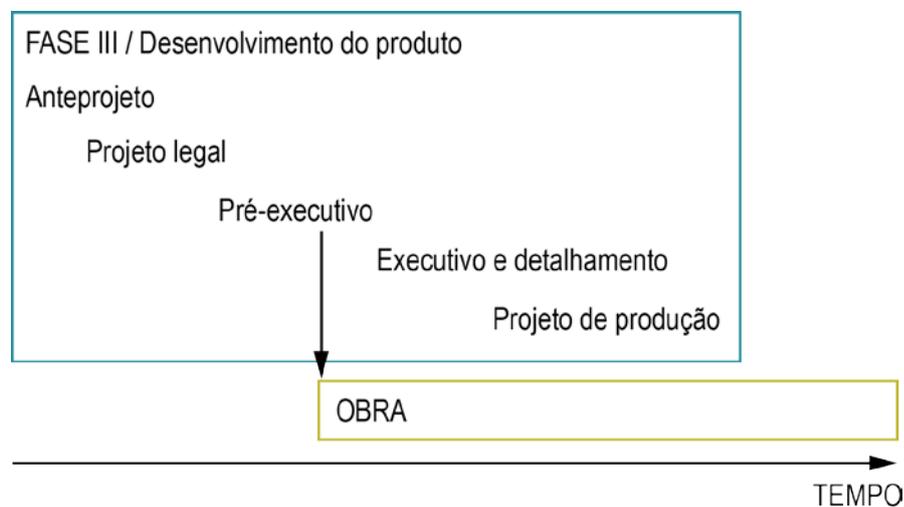
Figura 5 - Fluxo de fases e atividades do desenvolvimento de projeto



(fonte: adaptado de SILVA; SOUZA, 2003)

Cabe ressaltar que dentro da Fase III, desenvolvimento de projeto, ainda existe um outro nível de classificação cujas fases são as seguintes: anteprojetos, projeto legal, pré-executivo, executivo e detalhamento e projeto de produção, conforme ilustrado na Figura 4 a seguir. Dessa figura, entende-se que a obra tende a iniciar já em fase de pré-executivo.

Figura 6 - Fluxo de fases e atividades do desenvolvimento de projeto, Fase III



(fonte: adaptado de SILVA E SOUZA, 2003)

Dentro das fases de desenvolvimento do produto, pode-se citar as seguintes ações (SILVA; SOUZA, 2003):

- a) anteprojetos – abrange um estudo preliminar de arquitetura consolidado com as demais especialidades e sua aprovação pela empresa contratante;

- b) projeto legal – apresentação de documentos de projeto para aprovação junto à administração pública, elaboração de documentos para vendas do empreendimento (se for o caso), apresentação do produto e do projeto à empresa de vendas e avaliação da qualidade do projeto do ponto de vista do produto por parte do contratante do projeto;
- c) projeto pré-executivo – determinação de todas as tecnologias e especificações adotadas, coordenação de interfaces técnicas, consolidação e aprovação do projeto pré-executivo de todas as especialidades;
- d) projeto executivo e detalhamento – trabalho individual de projetistas em detalhes, visto que a troca de informações e coordenação já foi realizada na etapa anterior;
- e) projeto de produção – execução de detalhamentos voltados à obra, ao processo de construção da mesma.

Ainda segundo Silva e Souza (2003), os maiores problemas no processo de projeto ocorrem na fase de projeto pré-executivo, justamente na coordenação de interfaces técnicas. Isso é comumente associado à coordenação ineficiente devido a fatores como falta de conhecimento técnico de projetistas frente a projetos de disciplinas diferentes de sua especialização, além da falta de instrumentação adequada de gestão para organização e controle da informação.

Para a execução de uma obra, por mais simples que seja, são necessários diversos projetos, dentre os quais podem ser citados o projeto arquitetônico, projeto estrutural, projeto de instalações hidrossanitárias, projeto de instalações elétricas, projeto de climatização, entre outros. Cada um desses projetos resulta em muitos documentos, como representações gráficas e múltiplos memoriais, conseqüentemente muita informação. Essa informação precisa ser registrada, gerida e compartilhada entre todas as partes interessadas para que não se perca durante as fases do processo. Da necessidade de integrar e promover a colaboração entre essas partes, surgiu a coordenação de projetos. (SILVA; SOUZA, 2003)

3.4 COORDENAÇÃO DE PROJETOS

A importância do papel da coordenação de projetos em obras de construção civil é indiscutível. Essa prática possui potencial de promover melhorias na qualidade do produto final através de uma troca de informações mais confiável. Sua definição pode ser melhor compreendida através das

atividades que compõem a coordenação de projetos, as quais podem ser subdivididas nas seguintes treze grandes áreas (MITIDIERI; MANSO, 2011, p.27):

- a) Análise de riscos;
- b) Análise de custos;
- c) Seleção de alternativas de projeto;
- d) Planejamento e controle;
- e) Negociação;
- f) Contratação;
- g) Gestão de escopo/desenvolvimento de projeto;
- h) Integração;
- i) Compatibilização;
- j) Gestão da qualidade;
- k) Gestão da comunicação;
- l) Gestão do conhecimento;
- m) Liderança e trabalho em equipe;

Cabe ressaltar, entretanto que no contexto deste estudo, será abordada apenas a compatibilização de projetos, como uma das etapas e atividades necessárias à coordenação de projetos.

3.4.1 Compatibilização de projetos

O distanciamento das atividades de desenvolvimento de projeto e de construção com a especialização dos profissionais do setor acarretaram em diversos problemas para a construção. Como exemplo, cita-se o aumento de desperdícios nas atividades construtivas e o prejuízo à racionalidade dos projetos, devido à perda do conhecimento básico de execução por parte dos projetistas. Anteriormente quem executava uma obra estava próximo a quem projetava e as dificuldades que surgiam podiam ser resolvidas mais facilmente. Já na atual conjuntura, uma

intensificação da complexidade de projetos separou a execução do desenvolvimento, envolvendo muitos mais projetistas e ocasionando a necessidade de compatibilização dos projetos previamente à execução. Scheer e Mikaldo (2008) apud Graziano (2003), definem como compatibilização de projetos a análise de componentes de diferentes sistemas, para que não ocupem espaços iguais entre si. Nessa mesma lógica, a compatibilização é um sub processo dentro do desenvolvimento de projetos, que visa a integração e a análise de informações entre diferentes sistemas, de forma que não sejam conflitantes entre si. Mas não apenas elementos conflitantes em um espaço geométrico são um problema, a falta de espaço para manuseio de peças de sistemas, também pode ser vista como uma incompatibilidade, tanto no momento da instalação inicial dos mesmos, como em ocasião de manutenção.

Alguns exemplos de incompatibilidades podem ser, mas não necessariamente são:

- a) tubulações de instalações hidráulicas, elétricas, dutos de climatização cruzando elementos estruturais como vigas, lajes, pilares;
- b) esquadrias interseccionando elementos da estrutura de um prédio;
- c) pisos, forros e sistemas prediais, quando as instalações ficam acima de forros e podem comprometer o pé direito, ou quando ficam embutidas em pisos.

Embora já se tenha discutido anteriormente os vários clientes do processo, talvez aquele, a quem maior atenção deva ser dada no desenvolvimento do projeto seja o construtor. Para que as vantagens do projeto possam ser percebidas e usufruídas, de fato, é necessário que suas definições sejam executadas de maneira correta, o que só possível se a interpretação do projeto, independente do meio de representação do mesmo, for simples e fácil. Assim, se a compatibilização for realizada, a representação dos diversos sistemas da edificação tem de ser clara para quem utilizá-la-á como guia para a execução do serviço, de forma que se entenda a localização dos elementos.

Nóbrega e Melhado (2013) citam o alto nível de complexidade dos atuais projetos como obstáculo à compatibilização, uma vez que o processo tradicional fica dificultado quanto mais complexos forem os projetos. Já Graziano (2003) afirma que os problemas de compatibilização podem ser atribuídos a postergação de algumas decisões por parte de incorporadores, que são cruciais ao desenvolvimento de projeto; além disso, há desinteresse e ignorância de uns projetistas em relação aos demais envolvidos no processo. Cabe ainda sugerir que a dificuldade de compatibilização pode ser também em função dos métodos empregados, já que sobrepor plantas e comparar elementos que

serão instalados em um mesmo espaço, apenas analisando desenhos em duas dimensões é um processo bastante arcaico.

Das diversas causas de incompatibilidades, é certo que resultam em dificuldades na fase executiva da obra como atrasos, desperdício e/ou necessidade de compra de mais materiais, além de possíveis prejuízos na fase de utilização do produto se a incompatibilidade não for bem resolvida. Isto é, se a incompatibilidade não for identificada em projeto, pode haver mudança no cronograma executivo da obra, visto que deverá ser resolvido pelo construtor; além disso, a solução tomada em obra pode exigir utilização de mais material do que o previsto no orçamento; e o pior caso se dá quando a incompatibilidade não for bem resolvida, pois acredita-se que pode acarretar, segundo Lorenzi et al. (2014) em manifestações patológicas na edificação. Isatto et al. (2000) citam ainda as falhas de compatibilização como causadoras de perdas no processo construtivo, como, por exemplo, necessidade de demolição de alvenarias e necessidade de aumento da espessura de lajes devido ao excesso de elementos de instalações em determinada seção dessa peça estrutural. Disso conclui-se que a compatibilização afeta custos, qualidade e produtividade da obra como um todo, sendo altamente dependente da correta troca de dados e informações nas fases de desenvolvimento de projeto.

Mikaldo e Scheer (2008) citam a sobreposição de projetos de diferentes disciplinas como um dos possíveis processos de compatibilização, que é o tradicionalmente executado pela maioria dos projetistas há alguns anos. Assim, se analisarmos a compatibilização do ponto de vista do método de sobreposição de projetos em 2D, certamente dificulta a identificação das interferências entre projetos, visto que se torna um trabalho altamente visual, praticado por um coordenador de projetos por exemplo. Esse método exige ainda alto nível de conhecimento do profissional acerca de todos os sistemas envolvidos, de forma que seja capaz de identificar de fato os componentes dos diversos sistemas. Alguns softwares anteriores à tecnologia BIM se propuseram a resolver esse problema, sem ter, entretanto, muito sucesso. Nesse sentido, a Modelagem da Informação da Construção aparece com uma alternativa com alto potencial de resolver esse problema, o que será discutido de maneira mais aprofundada no seguinte capítulo.

4 BUILDING INFORMATION MODELING

A Modelagem da Informação da Construção talvez seja um dos mais promitentes desenvolvimentos da indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC) dos últimos tempos segundo Eastman et al. (2008). Por isso, esse tipo de tecnologia merece atenção e estudos para que os benefícios que promete possam ser de fato alcançados. Este capítulo visa a definição da tecnologia, explicação de características que definem e possibilitam muitos de seus processos e discussão de alguns de seus benefícios para os diferentes profissionais envolvidos na indústria da construção civil. Além disso, será realizada uma breve descrição da utilização da tecnologia a nível nacional e, por fim, alguns conceitos primários em relação a seu uso na compatibilização de projetos.

4.2 DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICAS

Muitas das definições da tecnologia se fundamentam no consenso de autores e de pesquisadores de Building Information Modeling (BIM), no entanto, suas delimitações ainda não são bem claras e exclusivas. O conceito não é recente, mesmo que apenas nos últimos anos se tenha discutido e percebido um esforço para sua propagação e maior alcance dos intervenientes do processo construtivo. E nesse sentido, um dos pioneiros do estudo da área, Eastman et al. (2008) define BIM como uma tecnologia de modelagem, a que estão associados processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construções. Cabe ainda nesse contexto caracterizar o que são modelos de construção (EASTMAN, 2008, p.19):

- a) **Componentes de construção**, que são representados com representações digitais inteligentes (objetos) que “sabem” o que eles são, e que podem ser associados com atributos (gráficos e de dados) computáveis e regras paramétricas.
- b) **Componentes que incluem dados que descrevem como eles se comportam**, conforme são necessários para análises e processos de trabalho, por exemplo, quantificação, especificação e análise energética.
- c) **Dados consistentes e não redundantes** de forma que as modificações nos dados das componentes sejam representadas em todas as visualizações dos componentes.
- d) **Dados coordenados** de forma que todas as visualizações de um modelo sejam representadas de maneira coordenada.

Michael S. Bergin, do *Architectura Research Lab* também comenta que a história do BIM é antiga, cujos primórdios estão em uma disputa entre Estados Unidos, Europa Ocidental e países da União

Soviética para a criação de um software de projeto arquitetônico que rompesse com os fluxos de trabalho de programas 2D tipo CAD (*Computer Aided Design*). É incorreto afirmar que BIM é apenas o conjunto de ferramentas capazes de gerar o modelo, embora os programas tenham grande influência e colaborem muito para o seu desenvolvimento.

Hardin e McCool (2015, tradução nossa) alegam que o sucesso na utilização da ferramenta e de sua implantação requer três fatores principais: tecnologias e ferramentas, processo e comportamento. Os autores explicam que muitas das empresas que procuram utilizar a tecnologia, tentam fazê-la funcionar baseada em processos antiquados e utilizados anteriormente, enquanto o correto seria admitir a necessidade dessa troca no processo de projeto. A respeito das ferramentas e tecnologias, os autores afirmam a importância de escolhê-las baseadas nos fins que a empresa deseja alcançar; uma mesma ferramenta pode não ser adequada para todos os intervenientes do processo construtivo, ou para diferentes profissionais e essa escolha deve ser cautelosa. Já o comportamento e conduta dos profissionais talvez seja o mais importante pilar no sucesso da utilização da tecnologia, embora o mais difícil de modificar para esse fim.

A tecnologia BIM vai muito além da simples modelagem 3D e tampouco se restringe à utilização de softwares de criação de modelos. Kehl e Isatto (2015) reiteram que a principal característica que distingue esse processo de modelagem da informação da construção da criação de modelos 3D, é a capacidade de inserção de parâmetros que extrapolam a simples geometria do projeto. Um projeto anteriormente se limitava muito à representação espacial do que se pretendia construir, mas com a tecnologia BIM é possível que se modele para diversos fins dentro do processo construtivo.

Na perspectiva de modelagem visando um fim, apontam-se como os principais objetivos pelos quais os usuários procuram utilizar a tecnologia os seguintes, (HARDIN; McCOOL, 2015, p.72-74, tradução nossa):

- a) modelagem para a coordenação de projetos: esse é o fim fundamental e que impulsionou o desenvolvimento da tecnologia, pode ser dividido em coordenação de documentos e coordenação das instalações;
- b) modelagem para o planejamento da construção: nessa classificação encontram-se modelos que são concebidos para a geração de cronograma físico de obra, cronograma físico-financeiro, ou apenas para visualização da sequência de trabalho em que são executados os sistemas de uma construção;

- c) modelagem para orçamento e quantificação de materiais: a esses modelos podem estar associadas planilhas de quantitativos, geradas pelo próprio software de modelagem, bem como unidades de quantificação e custos dos elementos;
- d) modelagem para a gestão de edifícios: o desenvolvimento de projetos para esse fim considera todo o ciclo de vida da edificação e foca na pós ocupação da mesma, podendo auxiliar em procedimentos como a sua manutenção;
- e) modelagem para análise de fatores qualitativos: enquanto a modelagem votada à gestão de edificações foca nos custos que as decisões de projeto podem gerar, as modelagens para análise se propõem a estudar os impactos que a edificação pode gerar em relação à sustentabilidade, percepção de desempenho e de conforto, tanto dos usuários quanto do entorno.

É possível que se modele para todos esses fins de maneira concomitante, entretanto, é necessário, para isso, atingir nível elevado de uso da tecnologia. Eastman et al. (2008) explanam que o fim para o qual as empresas se encaminham constitui um modelo digital, espacial, mensurável em termos de quantidades, de dimensionamento, um protótipo abrangente, acessível e durável, cujo acesso à informação é ilimitado. Atingir essa abrangência é ainda complicado para a maioria das empresas, visto que não existe apenas um software que compreenda todas essas características, e os altos preços de licenças para esse alcance exige grandes investimentos.

Dado que o objetivo desse trabalho é a compatibilização dos sistemas de um modelo de uma edificação, mais adiante, discutir-se-á a modelagem para o fim de coordenação de projetos, mais especificamente a compatibilização dos mesmos. Dentro do contexto da modelagem para um fim, alguns termos empregados para definição de características dos modelos precisam ser esclarecidos, conforme os seguintes tópicos.

4.2.1 Parametrização

Um outro fator que diferencia a tecnologia e os processos BIM de processos mais antigos é a parametrização dos objetos do modelo. Com origem nos anos 80, essa modelagem baseia-se na liberdade da geometria e demais propriedades de objetos, que não têm suas dimensões e informações fixadas, ou seja, não são inalteráveis. Por isso, parâmetros e regras inseridas nos objetos atualizam-se automaticamente através do controle do usuário do software ou modificação de sua conjuntura. (EASTMAN et al., 2008, p. 25)

Se pensarmos no projeto do ponto de vista de desenhos 2D, ou até mesmo projetos em 3D anteriores à tecnologia BIM, uma mudança de qualquer atributo de um objeto, era equivalente à mudança do objeto por completo, em que as informações de seu antecessor se perdiam; com a modelagem paramétrica o mesmo não ocorre. Segundo Eastman et al. (c2008), as ferramentas de projeto BIM desenvolveram-se baseadas em objetos paramétricos, que foram inicialmente desenvolvidos para sistemas mecânicos. Daí resulta a diferença de se projetar em softwares baseados em vetores 2D, tipo CAD e em softwares baseados em objetos.

Quando um projeto é paramétrico, o projetista não define uma instância como uma simples parede, ou um telhado, mas uma família de modelos ou classe de elementos. Dentro da tecnologia BIM, uma família ou classe abrange um conjunto de regras e relações que são criadas para limitar e controlar parâmetros, através dos quais essas instâncias como a parede ou o telhado, anteriormente citados, podem ser gerados. (EASTMAN et al., 2008, p. 29)

Os mesmos autores ressaltam que a vantagem da parametrização é que com isso todas ferramentas BIM têm a capacidade de suportar a definição de famílias de objetos personalizados. Caso uma classe de elementos não exista previamente no software, a equipe de projeto pode criá-la. Isso permite que fornecedores dos diversos insumos da construção modelem seus produtos com características específicas, de acordo com normas técnicas da nacionalidade correspondente, disponibilizando-os para os projetistas.

4.2.2 Interoperabilidade

Outra característica da modelagem da informação da construção é a interoperabilidade. Eastman et al. (2008) ressaltam que nenhuma aplicação do modelo suporta sozinha as inúmeras tarefas associadas ao projeto e à produção de uma construção. A definição de interoperabilidade, de uma maneira geral, é a capacidade de comunicação de um sistema de forma clara com os demais. Essa característica da modelagem da informação da construção refere-se à necessidade de transferência de dados entre as aplicações diversas do modelo, de modo que contribuam para o trabalho conjunto. A função da interoperabilidade é eliminar a necessidade de replicar dados de entrada já gerados. (EASTMAN et al., 2008)

A interoperabilidade pode ser melhor compreendida através de exemplos. Considerando alguns softwares de modelagem e análise de modelos BIM, podemos citar o *Revit* e o *Navisworks* da

empresa *Autodesk*, *ArchiCAD*⁴ e *Solibri*⁵, do Grupo *Nemetscheck*, levantados como os principais disponíveis no mercado brasileiro. (AsBEA-RS, 2015). Em um mesmo projeto, podemos ter diferentes profissionais, de empresas distintas trabalhando em conjunto, com a necessidade de intercâmbio desses seus projetos. Supondo que o projetista A trabalha com o software *Revit*, e o projetista B com o software *ArchiCAD*; se cada um tentar visualizar o projeto do outro, considerando que foram salvos em um formato de arquivos nativo de cada um dos seus programas, nenhum deles terá sucesso. Cada empresa desenvolve formatos que melhor se adaptam às suas ferramentas, mas para que nenhum desses projetistas, por exemplo, precisem replicar o projeto do outro em um formato de arquivos compatíveis com o seu software, criou-se o modelo de dados IFC (Industry Foundation Class).

Embora existam outros modelos de dados intercambiáveis entre diversos programas, o IFC é atualmente mais consagrado. O IFC é um modelo de dados de produtos de construção, cujo significado é *Industry Foundation Class*. Ele permitirá, por exemplo, que o projetista A, trabalhando em *Revit*, salve seu arquivo na extensão IFC, cujo projeto poderá ser visualizado e editado pelo projetista B em um software que seja diferente daquele em que foi gerado, ou seja, um programa diferente do *Revit*.

Deve-se ter, entretanto, muita atenção, pois salvar um arquivo em extensão IFC não é uma tarefa trivial e exige uma série de configurações do mesmo, caso contrário, os resultados não serão satisfatórios. A questão da configuração do arquivo para salvamento no formato IFC será discutida quando forem gerados os resultados do estudo de caso desse projeto.

4.2.3 Níveis de desenvolvimento

Em uma perspectiva internacional, o *American Institute of Architects* (AIA, 2007) desenvolveu uma classificação que determina os LOD's (*Level of Development*), os quais descrevem qual o detalhamento dos elementos modelados. Para o AIA, um projeto deveria ser classificado dentro de um dos grandes grupos: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400 e LOD 500. Recentemente foi publicado o primeiro documento brasileiro que trata do assunto, e, portanto, deverá servir de diretriz para esse tipo de classificação.

⁴ Software de modelagem BIM da Graphisoft (pertencente ao grupo Nemetscheck).

⁵ Software de análise e validação de modelos BIM do grupo Nemetscheck.

O Caderno de Apresentação de Projetos em BIM, publicado pelo Governo de Santa Catarina, define que para as etapas e fases de projeto, a representação gráfica de arquivos BIM deve estar associada a um Nível de Desenvolvimento (ND), conforme a seguinte descrição:

- a) ND 0 – Concepção do produto, cujo escopo das atividades abrange levantamento de informações de projeto, identificação de necessidades, vistoria do local proposto, e esboço do projeto;
- b) ND 100 – Definição do produto/Estudo Preliminar (EP), o qual inclui elementos do projeto na forma de objetos 3D utilizados para o fim de estudos de massa;
- c) ND 200 – Definição do produto/Anteprojeto (AP), nível em que os elementos antes conceituais são convertidos em objetos com definições e dimensões básicas. No escopo desse nível aparecem além do projeto arquitetônico básico, anteprojetos de estruturas e instalações complementares com uma compatibilização inicial entre os mesmos;
- d) ND 300 - Definição do produto/Projeto Legal (PL), abrange todos os itens do nível anterior, além de documentos e estudos para aprovação junto à órgãos públicos;
- e) ND 350 – Identificação e solução de interfaces/Projeto Básico (PB), aqui o escopo abrange os projetos básicos e memoriais de todas as disciplinas, bem como sua aprovação por parte do contratante;
- f) ND 400 – Projeto de detalhamento de especialidades/Projeto Executivo (PE), contempla todos os modelos BIM finais, documentos relativos ao orçamento, planejamento, cronograma, detalhamento de todos itens e aprovação final do projeto;
- g) ND 500 – Pós-entrega da obra/Obra concluída, é o fim da gestão de fases de projeto e geração de documentos de projeto do tipo “*as built*” e manuais de utilização.

4.2.4 Benefícios para os agentes da indústria

Para cada parte interessada no processo de uma construção, o BIM apresenta diferentes vantagens e empregos. Para Eastman et al. (2008), proprietários e gerentes de instalações podem ter o valor de seu empreendimento aumentado, redução na duração da execução, estimativas de custos mais

confiáveis, maior conformidade do programa e otimização do gerenciamento e da manutenção das instalações caso optarem pela utilização da tecnologia.

Talvez o primeiro grupo a admitir e identificar as vantagens da utilização da tecnologia BIM tenham sido os projetistas, arquitetos e engenheiros. Para estes profissionais, embora se admita que a implementação não ocorre de forma trivial, a colaboração entre projeto ocorre de uma forma melhor, além disso, o modelo permite gerar alguns documentos e extrair informações de forma mais automatizada que em processos convencionais. (EASTMAN et al., 2008)

Para a indústria da construção o modelo BIM traz vantagens principalmente em relação à diminuição de perda de tempo e dinheiro. Para Eastman et al. (2008), se o modelo for preciso, beneficia o planejamento da construção e a economia de recursos. Para Crotty (2012, tradução nossa) a habilidade de “construir” a edificação em um modelo, testá-la e analisá-la completamente antes de sua construção, traz um grande avanço não só para o desenvolvimento de projeto, como também o produto que produz. Talvez seja exagero afirmar, mas a palavra e resultado mais importante de BIM, é a informação que produz.

4.2.5 Cenário nacional

Algumas publicações apresentam dados do nível de adoção da tecnologia BIM no Brasil. Uma pesquisa promovida pela editora McGraw Hill Construction (BERNSTEIN, 2014, tradução nossa) apontou um crescimento na utilização da tecnologia por usuários nacionais, e levanta como fatores influentes desse processo o acompanhamento das tendências de outros países e ao crescimento econômico que o país experimentou até a data do levantamento.

Outra pesquisa acerca do tema foi realizada pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e publicada em 2015. Nesse documento foi feita a comparação entre a utilização de BIM no país, em relação à União Europeia, onde muitos países obrigam a apresentação de projetos públicos somente em BIM. A partir disso, sugere que seja criado no Brasil um grupo de trabalho a nível nacional para que a adoção da tecnologia possa ser alavancada e que ocorra de maneira efetiva. O que se observa, entretanto, são grupo de trabalho a nível estadual e/ou organizacional que trabalham para difundir o modelo.

4.3 COMPATIBILIZAÇÃO EM BIM

Mais uma vez cabe reforçar que o objetivo deste trabalho é identificar interferências entre modelos para auxiliar na compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações complementares de uma edificação, por isso é necessário discutir ainda alguns termos referentes a esses processos. Para a compatibilização de projetos, a modelagem que se procura é aquela para o fim da coordenação dos mesmos. A definição de compatibilização de projetos já foi apresentada, mas a sua execução no modelo BIM é mais comumente chamada de *clash detection*, ou detecção de conflitos, pois corrigi-los depende da modificação dos modelos em softwares de modelagem.

Eastman et al. (2008) afirma que na indústria da construção, a incompatibilidade entre sistemas frequentemente impede que membros de equipes do empreendimento compartilhem informações com a agilidade e confiabilidade requerida. Além disso, os autores comentam que apesar de a colaboração e a compatibilização com a utilização de desenhos ser possível, ela é inerentemente mais complexa e demorada do que seria o trabalho com um modelo BIM coordenado, pois o controle de modificações pode ser melhor gerenciado.

Antes da tecnologia BIM, a compatibilização era realizada através de modelos 2D e mais raramente em modelos 3D. Mikaldo (2006) já afirmava através de um estudo que a compatibilização em 3D apresentava claras vantagens em relação à coordenação de projetos em 2D. O autor ainda mencionava que a maior dificuldade era a modelagem em softwares com essa tecnologia e que embora o uso de tecnologia da informação auxiliasse, a detecção de interferências ainda ficava muito limitada à visualização do usuário.

Desde a época da publicação do estudo de Mikaldo (2006), em muito evoluíram os softwares, sobretudo com a tecnologia BIM, muitas das dificuldades enfrentadas podem ser hoje facilmente superadas, principalmente no que tange a identificação de interferências. Antigamente ela ainda era muito feita por usuários, hoje, existe tecnologia para tal.

Além disso, Manzione (2013) cita a compatibilidade geométrica como um requisito de qualidade no processo da modelagem, em que a falta da realização da compatibilização pode gerar diversas falhas já na modelagem em BIM. O autor cita os softwares *Solibri* e *Navisworks* como ferramentas para a detecção desses problemas e afirma que o processo de detecção de conflitos é também parametrizável.

A parametrização nesse sentido significa que poderão ser escolhidos os tipos de componentes que se deseja analisar, os tipos de disciplinas além do tipo de interferências, as quais podem ser (MANZIONE, 2013, p. 237-239):

- a) objetos duplicados;
- b) objetos dentro de outros objetos;
- c) objetos sobrepostos.

Esses fatores serão mais detalhadamente analisados e exemplificados com os resultados obtidos quando realizado o estudo de caso.

4.4 SELEÇÃO DE SOFTWARE

Para o desenvolvimento desse estudo, é necessária a utilização de *softwares* adequados tanto de modelagem como de análise de modelos BIM. É interessante que os programas selecionados possam fornecer não só amparo para a fase de projeto como as que o sucedem. Existem inúmeras alternativas disponíveis, e na fase de desenvolvimento em que se encontram, é possível intercambiar arquivos entre a maioria delas com um certo esforço de configurações. Embora o processo de criação do modelo não seja abordado nesse trabalho, alguns recursos desses programas precisarão ser utilizados, mesmo que o foco principal seja a avaliação dos modelos e respectivamente a escolha de um *software* de análise torna-se mais relevante.

Em relação à modelagem, os *softwares* hegemônicos no mercado são *Revit*, da fabricante Autodesk e *ArchiCAD*, da empresa *Graphisoft*. Entretanto, existem outros dois bastantes conhecidos e que apresentam vantagens bastante competitivas. Os quatro principais softwares são apresentados no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Comparativo entre softwares de modelagem BIM

Produto	ArchiCAD	Bentley	REVIT	Vectorworks
Fabricante	Nemacheck / Graphisoft	Bentley Systems, Incorporated	Autodesk Ink	Nemetschek Vectorworks
Origem	Hungria / Alemanha	EUA com subsidiária no Brasil	EUA com subsidiária no Brasil	EUA
Licenças para Escolas de Arquitetura e Engenharia	Gratuitas	Programa "Bentley Carrers Network"	Gratuitas	Com Desconto
Base de dados insumos e composições de construção civil	Integração com TCPO PINI	Biblioteca integrada, no entanto é necessária uma customização para atender a realidade Nacional	customizável (biblioteca, Categorização e quantitativos)	Nao
Produtos Complementares	MEP(Instalações); ECODESING (Sustentabilidade); VBE (visualização)	Microstation (plataforma)	Revit MEP, Revit Structure, Vasari (Subscription), Roombook (Subscription), Navisworks, Inventor, Showcase, QTO, 3D Max, AutoCAD	VectorTILE (software para paginação de piso) e diversos volumes de bibliotecas extras
Interoperabilidade IFC	Sim	Sim	Sim	Sim

(fonte: adaptado de AsBEA, 2015)

Embora todos apresentem suas vantagens, outras questões como facilidade de utilização não foram consideradas pela subjetividade do critério. Como grande parte dos modelos fornecidos pela empresa A para análise foram modelados em *Revit*, além da facilidade de instalação, acesso gratuito e familiaridade da autora com o programa, esse será adotado no estudo.

Como consequência, o *software* de análise elegido, foi o *Navisworks*, também da fabricante *Autodesk*, visto que ambos os programas têm a troca de arquivos facilitada por serem do mesmo fabricante. No entanto, vale ressaltar que os *softwares Solibri Model Checker*, da companhia *Nemetschek* e *Vico Office*, da *Trimble*, têm a possibilidade de algumas configurações mais avançadas de interferências, inclusive funcionais – relacionadas à função e utilização do elemento-, que não são possíveis de serem detectadas no *Navisworks*. O problema, porém, é que tanto o *Vico Office*, quanto o *Solibri* não possuem licenças gratuitas e de fácil acesso para estudantes.

5 MÉTODO

O presente capítulo apresenta os processos e as técnicas que serão utilizadas para se alcançar os objetivos do trabalho.

5.2 ESTRATÉGIA DA PESQUISA

Esse trabalho pretende gerar conhecimentos que auxiliem na aplicação prática de métodos que resolvam o problema específico de compatibilização de projetos; sua abordagem será qualitativa, haja vista, que apenas um único projeto será testado, não podendo os resultados serem traduzidos em números. Além disso, pretende-se identificar os fatores relevantes no processo de compatibilização de projetos através de um estudo de caso do projeto de um empreendimento residencial multifamiliar.

5.2.1 O estudo de caso

Para Yin (2001), em um estudo de caso devem ser maximizados os quatro aspectos da qualidade de qualquer projeto:

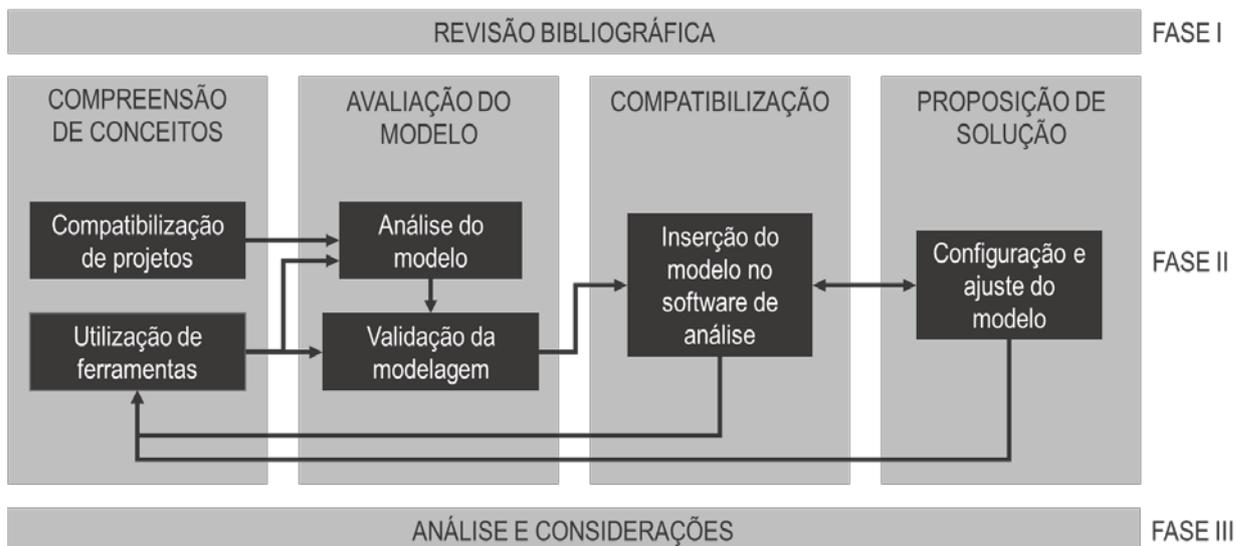
- a) validade do constructo;
- b) validade interna;
- c) validade externa;
- d) confiabilidade.

O mesmo autor ressalta que diferente de outras estratégias de pesquisa, para o estudo de caso ainda não foi desenvolvido um “catálogo” de projetos de pesquisa, tornando essa parte mais difícil, uma vez que os projetos do estudo de caso não foram sistematizados.

5.3 PROCESSO DE PESQUISA

Como dentro dos processos da tecnologia BIM existem algumas questões incompreendidas e para as quais não é apresentado consenso, além temas não muito discutidos a nível nacional, a estrutura do estudo de caso seguirá o seguinte fluxo de ações, ilustrados na Figura 7.

Figura 7 - Estrutura da metodologia



(fonte: elaborado pela autora)

5.3.1 Fase I

A fase I refere-se à revisão bibliográfica dos conteúdos que o tema abrange, consultando publicações, teses, dissertações, artigos, entre outros. A pesquisa da bibliografia visa seguir uma ordem lógica de conteúdos e fatos que estão relacionados ao tema deste trabalho e motivaram a sua concepção. Embora seja o ponto de partida do texto, essa etapa seguirá por todo o cronograma do trabalho, de acordo com as necessidades que surgirem ao longo de seu cumprimento, pois acredita-se que só será possível uma compreensão de todo o tema proposto, quando a compatibilização tentar ser executada.

5.3.2 Fase II

A fase II é a realização do estudo de caso em si, que está dividido inicialmente em quatro etapas. As quatro etapas foram sugeridas por experiência prévia no assunto, mas não são definitivas, pois há a necessidade de definir para cada projeto o que deve ser compatibilizado e quais ferramentas são necessárias.

Na etapa de compreensão do assunto procurar-se-á estudar de maneira mais aprofundada alguns processos de *compatibilização de projetos* e dificuldades e benefícios de implementação dos mesmos. Além disso, aprendeu-se de maneira mais completa as *ferramentas* que permitem a execução desse processo, principalmente no que tange os softwares BIM.

A avaliação do modelo consiste em fazer a *análise do modelo* para a compreensão dos processos de modelagem, da identificação e verificação dos objetos paramétricos e famílias; e da *validação da modelagem* que consiste em verificar se os mesmos estão adequados para o fim pretendido da modelagem, que, neste caso, é a compatibilização de projetos. Ambas as ações são desenvolvidas simultaneamente para que se tenha total conhecimento do modelo do estudo de caso.

Uma vez validado o modelo, realiza-se a compatibilização do projeto que é desenvolvida por meio da *inserção do modelo no software de análise Navisworks®* para verificar as incompatibilidades, ou seja, detectar interferências que ocorrem entre os diferentes projetos. Para que esse processo seja bem-sucedido, é necessário a compreensão da utilização das ferramentas. A verificação de incompatibilidades tem grande potencial de identificar problemas de projeto e requer uma posterior proposição de soluções para essas dificuldades. A etapa de compatibilização dos modelos dos projetos foi ainda subdividida em estágios, que seguem as combinações de processos ilustrados no esquema da Figura 8.

O estágio 1 trata da detecção de interferências entre elementos de ambos os projetos, arquitetônico e estrutural. Assim, realizam-se testes do modelo arquitetônico com ele mesmo e do modelo estrutural com ele mesmo para que possam ser identificadas eventuais incompatibilidades no modelo individualmente. Após, faz-se a análise de interferências do modelo arquitetônico em relação ao estrutural, essa mesma análise é recíproca para as interferências do modelo estrutural em relação ao arquitetônico.

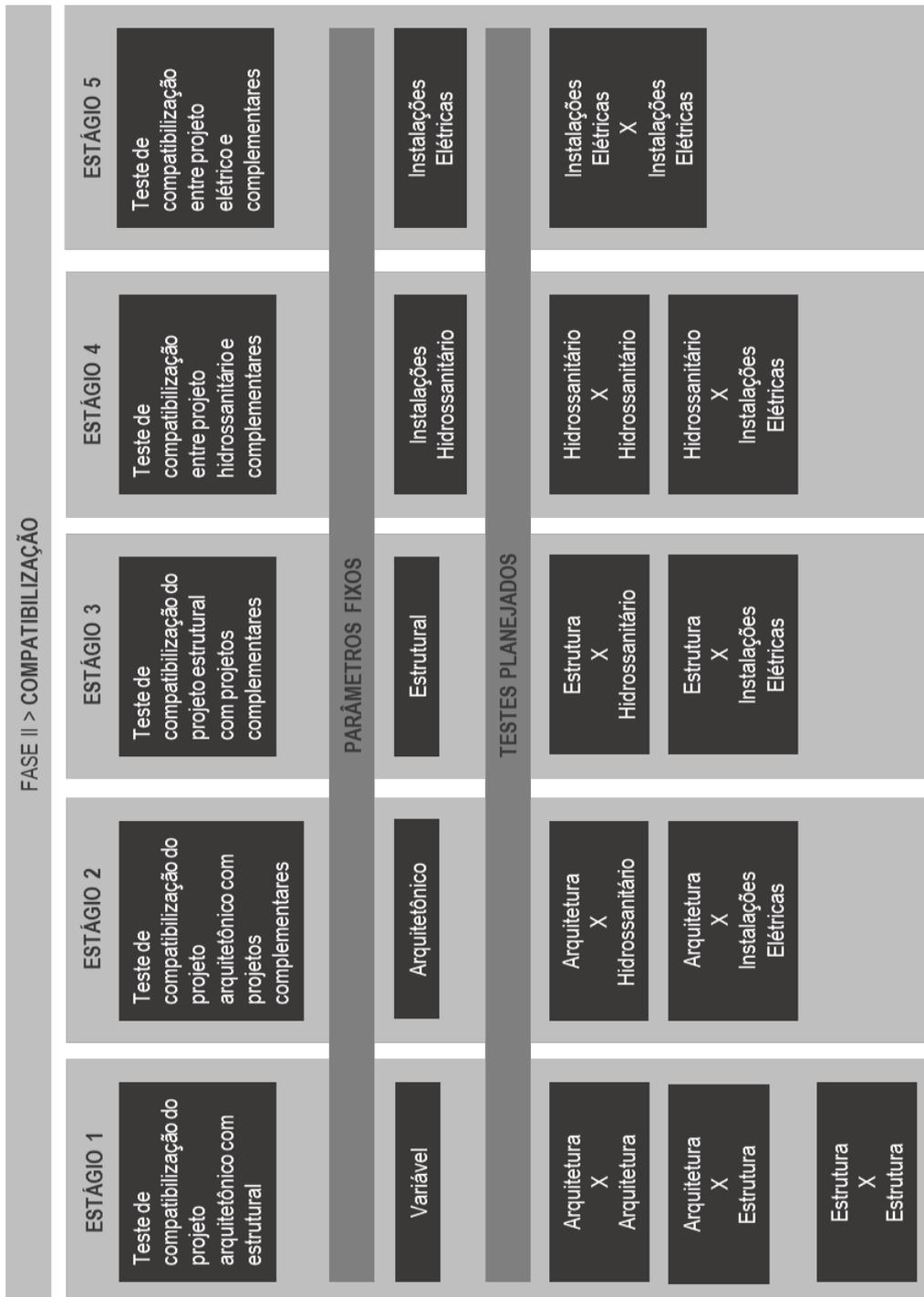
O estágio 2, abrange os testes de interferência entre o modelo arquitetônico com todos os modelos dos projetos complementares, isto é, hidrossanitário e de instalações elétricas. Nesse estágio, fixa-se como parâmetro o modelo arquitetônico, que é sempre importado para o software, substituindo a cada teste apenas os modelos dos projetos complementares e suas informações pertinentes.

O estágio 3, a exemplo do segundo, fixa como parâmetro o modelo do projeto estrutural, variando apenas os projetos complementares para que sejam analisadas suas interferências com o projeto estrutural.

A partir do estágio 4, realizam-se os testes entre projetos complementares, iniciando com o projeto hidrossanitário. Primeiramente é feita a verificação se há incompatibilidades entre o projeto individualmente e então, o mesmo é combinado com o modelo de instalações elétricas. São realizados dois testes nessa etapa.

O estágio 5 mantém invariável o projeto de instalações elétricas, que é compatibilizado com ele mesmo. Nesta fase, não é necessário realizar novamente a combinação entre projeto elétrico e hidrossanitário, pois essa configuração já foi testada no estágio anterior, portanto, resulta em apenas um teste.

Figura 8 – Estrutura dos estágios do processo de compatibilização



(fonte: elaborado pela autora)

A proposição de soluções é realizada de acordo com os problemas encontrados na compatibilização do projeto e se traduz na *configuração e ajuste do modelo* que implica na alteração da modelagem para sanar o problema encontrado. Após as modificações realizadas no modelo é feita nova compatibilização do projeto até que os resultados gerados sejam julgados satisfatórios.

Um fator relevante a ser considerado, é que, embora os estágios definidos sigam um cronograma, a compatibilização entre os projetos de maneira individual, isto é, entre um único projeto, deve ser realizada antes da compatibilização com projetos de disciplinas diferentes dele. Por exemplo, a ordem prioritária de realização dos projetos, diferente da Figura 8, deveria ser: arquitetura x arquitetura, estrutura x estrutura, hidrossanitário x hidrossanitário, instalações elétricas x instalações elétricas, e depois os demais.

5.3.3 Fase III

A análise e considerações do trabalho são realizadas simultaneamente com os resultados obtidos na Fase II, trata-se de uma análise crítica dos métodos adotados, e dos fenômenos resultantes disso. Nesta fase são tratados assuntos como as potencialidades da tecnologia, benefícios, limitações, dificuldades de implantação e possibilidades de avanço da mesma. As considerações finais pretendem sintetizar a pesquisa em sua totalidade e incitar que demais profissionais comecem a adotá-la e pesquisá-la para contribuir com avanço de BIM no país.

6 AVALIAÇÃO DO MODELO BIM DO EMPREENDIMENTO

O presente capítulo descreve a avaliação do empreendimento, composta pela análise do projeto, caracterizando os sistemas empregados e como os mesmos foram modelados e representados no modelo BIM. Além disso, abrange a validação do modelo, definida pela identificação da finalidade da modelagem, caracterização dos elementos e preparação do mesmo para manipulação em software.

6.2 ANÁLISE DO MODELO

O estudo de caso é de um empreendimento do tipo edifício residencial, fornecido por uma empresa do setor da construção civil de Porto Alegre, RS. O empreendimento imobiliário residencial é classificado como de alto-padrão. A área total é de 6401,00 m² distribuídos em uma torre residencial, com 14 pavimentos tipo, cada qual constituído de apenas um apartamento de 250,00 m². A edificação também é composta por um pavimento térreo com áreas de uso condominial, uma cobertura com o volume que abriga os reservatórios superiores e mais dois subsolos para estacionamento, área de serviço e depósitos.

6.2.1 Descrição dos sistemas construtivos

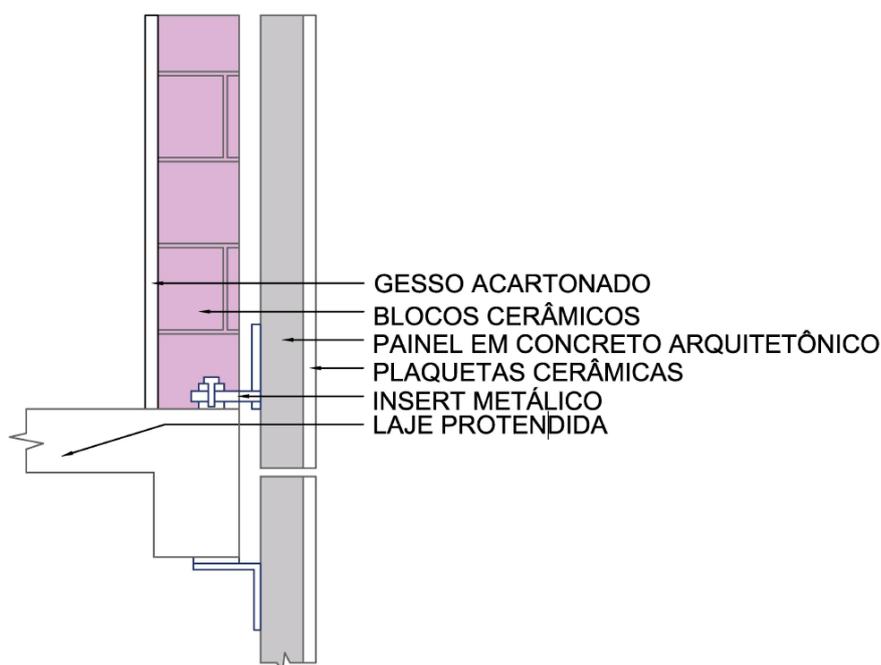
A estrutura do edifício é por diferentes tipologias de acordo com o tipo de pavimento considerado. O segundo subsolo foi projetado para ser construído em lajes e paredes de concreto armado moldado no local, e os demais elementos, como vigas e pilares em peças de concreto armado pré-moldado. O primeiro subsolo possui também as paredes em placas de concreto pré-moldado, sendo os demais elementos conforme o sistema do segundo subsolo. O pavimento térreo é composto por estrutura de concreto armado, a laje é protendida e os demais elementos da estrutura são pré-moldados; as vedações verticais da área condominial do térreo são compostas de blocos cerâmicos.

Para os pavimentos tipo é adotada a tipologia de construção envelope, ou *building shell*, com lajes planas em concreto protendido, utilizando o sistema de fôrmas tipo mesa voadora, vigas e pilares em concreto armado. O fechamento vertical ocorre por painéis pré-fabricados em concreto arquitetônico. Esse sistema promove um melhor isolamento da área interna em relação à externa, considerando transferências térmicas, de ruído e além de maior estanqueidade. O sistema segue o princípio de construção industrializada, visto que muitos elementos são pré-fabricados. Além disso,

o sistema de fôrmas tipo mesa voadora, também permite mais rápida concretagem das lajes. Essas lajes planas em concreto protendido ainda promovem configurações de projeto capazes de atingir vãos maiores, com utilização de menor quantidade de vigas.

As vedações verticais tanto internas como externas são em alvenaria de blocos cerâmicos. Não há utilização de reboco sobre a alvenaria, sendo o acabamento interno em painéis de gesso acartonado. Já o revestimento externo é composto por painéis de concreto arquitetônico revestidos com plaquetas cerâmicas, esses painéis são fixados à estrutura, ora em lajes e ora em vigas através de *inserts* metálicos. Esse sistema é ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Detalhamento do sistema de vedação vertical



(fonte: elaborado pelo autora)

Os pisos da área condominial são em sua maioria cerâmicos, do tipo porcelanato, com exceção do espaço fitness, cujo piso é vinílico, das saunas e pequenas regiões que são revestidas em granito. O acabamento de piso dos subsolos é feito em resina epóxi. Dentre os revestimentos de pisos externos, são executados em basalto, do tipo emborrachado para o playground, ou madeira, no deck da piscina. Os acabamentos dos apartamentos não seguem um padrão, sendo definidos pelo proprietário. Os forros das áreas condominiais e privativas são em gesso.

As esquadrias internas são compostas majoritariamente por portas de madeira tanto das áreas condominiais quanto privativas. As portas de acesso às áreas privativas são do tipo blindadas. Já as

portas que dão acesso à escada à prova de fumaça são do tipo corta fogo. Em relação às esquadrias externas, as janelas dos apartamentos são em PVC; janelas e portas de casa de máquinas, depósitos e demais áreas para abrigo de equipamentos, são em alumínio, do tipo venezianas. Além desses elementos, parte da fachada posterior da edificação é composta por pele de vidro, com estrutura em alumínio.

6.2.2 Modelagem da estrutura

A modelagem virtual da estrutura foi executada com o software TQS, da TQS Informática Ltda. e posteriormente importado para o software *Revit*. Isso significa que com a importação desses elementos, algumas características são perdidas, pois o *Revit* lê apenas a geometria dos elementos estrutural, seu material e nomenclatura. Informações de detalhamento das armaduras, cargas aplicadas e esforços suportados não estão contidas no modelo devido à exportação entre softwares.

6.2.3 Modelagem da arquitetura

Muitas das características da arquitetura que serão analisadas neste estudo dizem respeito às vedações verticais e revestimentos. Está contemplado nesse projeto a modulação dos blocos cerâmicos de vedação e dos painéis em concreto. Também estão modulados e paginados os revestimentos de forro, piso e parede do empreendimento. O modelo do projeto arquitetônico foi originalmente modelado no software *Revit* através de famílias de paredes, pisos, portas, janelas, forros e demais elementos pertencentes a esse projeto. As paredes e pisos foram modelados em elementos únicos, com as camadas de vedação e acabamento configuradas dentro da composição dessas famílias. De forma geral, todos os elementos da arquitetura contêm informações de sua geometria, materiais e fase de execução.

6.2.4 Modelagem da hidrossanitário

O projeto hidrossanitário é composto de instalações de água fria e quente em tubulação de PEX (polietileno reticulado), projeto de esgoto cloacal em tubulações de PVC com solução para atenuação de ruído e sistema de esgoto pluvial. Esse sistema foi modelado inteiramente em *Revit MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing)*, um recurso do software para projeto e desenho de sistemas mecânicos, elétricos e de tubulações, como hidrossanitário, por exemplo. Elementos desse sistema, como tubulações, conexões, acessórios e equipamentos, possuem características de

materiais de que são compostos, características hidráulicas de vazão do sistema e evidentemente, características geométricas.

6.2.5 Modelagem do projeto de instalações elétricas

O projeto de instalações elétricas contempla as instalações convencionais de cabos de cobre, além de instalações de CFTV (Circuito Fechado de TV), cabeamento estruturado de dados e lógica, telefonia e instalações elétricas para o sistema de alarme de incêndio. A infraestrutura desses sistemas está modelada em *Revit MEP* também. Embora o *Revit MEP* traga em sua instalação diversas famílias de elementos de sistemas elétricos, os mesmos ainda estão de acordo com a norma americana, por isso, todas as famílias que compõem esse sistema foram modeladas e configuradas pelo projetista que concebeu esse modelo. Em relação à infraestrutura, ela possui características geométricas e de materiais. Alguns pontos, como luminárias, e pontos elétricos carregam informações extra, como carga, potência entre outros.

6.2.6 Preparação dos modelos

Para possibilitar a análise, uma preparação dos arquivos foi necessária. Os modelos arquitetônicos e estrutura tiveram de ser seccionados em mais de uma parte, devido ao tamanho que assumiram com a quantidade de detalhes modelada. Isto é, trabalhar com eles inteiros, exige uma grande capacidade de processamento do hardware, da qual não se dispunha na ocasião da elaboração deste estudo. Já os modelos complementares foram avaliados considerando um arquivo geral para todo o empreendimento. O Quadro 2 mostra os modelos dos projetos, classificados em nomenclatura criada de acordo com as partes - para aqueles que foram subdivididos - e classificados como “geral” - para aqueles que não foram separados, isto é, os modelos complementares.

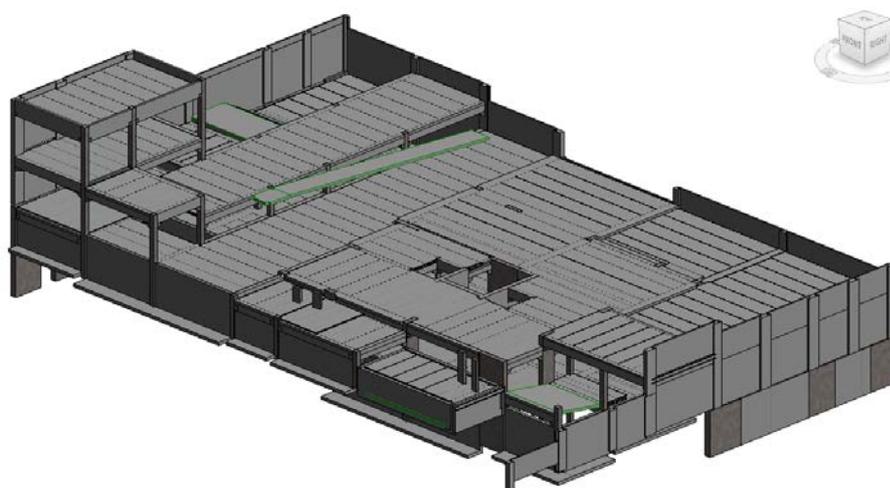
Quadro 2 – Listagem e caracterização dos modelos utilizados

PROJETO	SIGLA	PARTE	CARACTERÍSTICAS
Estrutural	EST (estrutural) Base	Base	Estruturas moldadas in loco e pré-moldadas do subsolo 1, subsolo 2 e térreo
Estrutural	EST (estrutural) Tipo	Tipo	Estruturas moldadas in loco e pré-moldadas do pavimento tipo e cobertura
Estrutural	EST (estrutural) Blocos	Blocos	Modulação dos blocos de alvenaria de vedação
Estrutural	EST (estrutural) Painéis	Painéis	Modulação dos painéis arquitetônicos pré-fabricados externos

Arquitetura	ARQ (arquitetônico) Base	Base	Elementos arquitetônicos do subsolo 1, subsolo 2 e térreo
Arquitetura	ARQ (arquitetônico) Torre	Torre	Elementos arquitetônicos do segundo pavimento, escada entre pavimentos e cobertura
Arquitetura	ARQ (arquitetônico) Tipo	Tipo	Elementos arquitetônicos do pavimento tipo
Hidrossanitário	HID (hidrossanitário)	Geral	Sistema hidrossanitário de todos os pavimentos, sendo que do pavimento tipo há só uma repetição
Instalações Elétricas	ELE (elétrico)	Geral	Sistema de todos os pavimentos, sendo que do pavimento tipo há só uma repetição

(fonte: elaborada pela autora) A Figura 10 é uma representação do projeto estrutural da região condominial da edificação, composta por segundo subsolo, primeiro subsolo e térreo, abrangendo as regiões do espaço gourmet e guarita. Para o segundo subsolo a laje é em concreto moldada in loco e demais elementos estruturais em concreto pré-moldado; no primeiro subsolo, todos elementos estruturais são em concreto pré-moldado; a estrutura do térreo é composta do mesmo sistema do subsolo 1. Na Figura 10 estão representados elementos como vigas, pilares, lajes e paredes em concreto. Estes elementos, conforme já citado, possuem informações geométricas, de material e de nomenclatura das partes. Informações imprescindíveis a um projeto estrutural, como cargas, armadura, entre outra, não estão inseridas no modelo. No entanto, como o foco deste estudo é a compatibilização em termos geométricos dos elementos, o modelo possui informações suficientes.

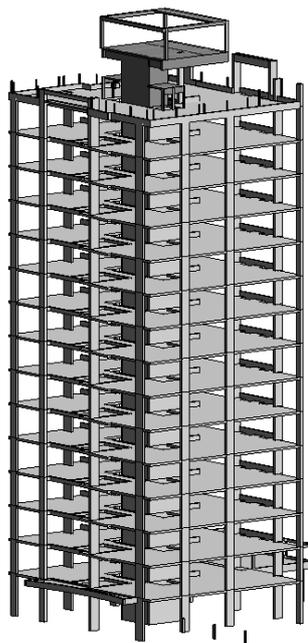
Figura 10 – Parte referente à base do projeto estrutural – EST Base



(fonte: elaborado pela autora)

A Figura 11 ilustra a estrutura do pavimento térreo – na projeção dos pavimentos tipo –, dos pavimentos tipo até a cobertura. Conforme especificado em seções anteriores, a laje dos pavimentos é em concreto protendido, enquanto as vigas e pilares são em concreto armado pré-moldado. Esses elementos compõem o sistema *building shell*, o qual é complementado pelos painéis em concreto.

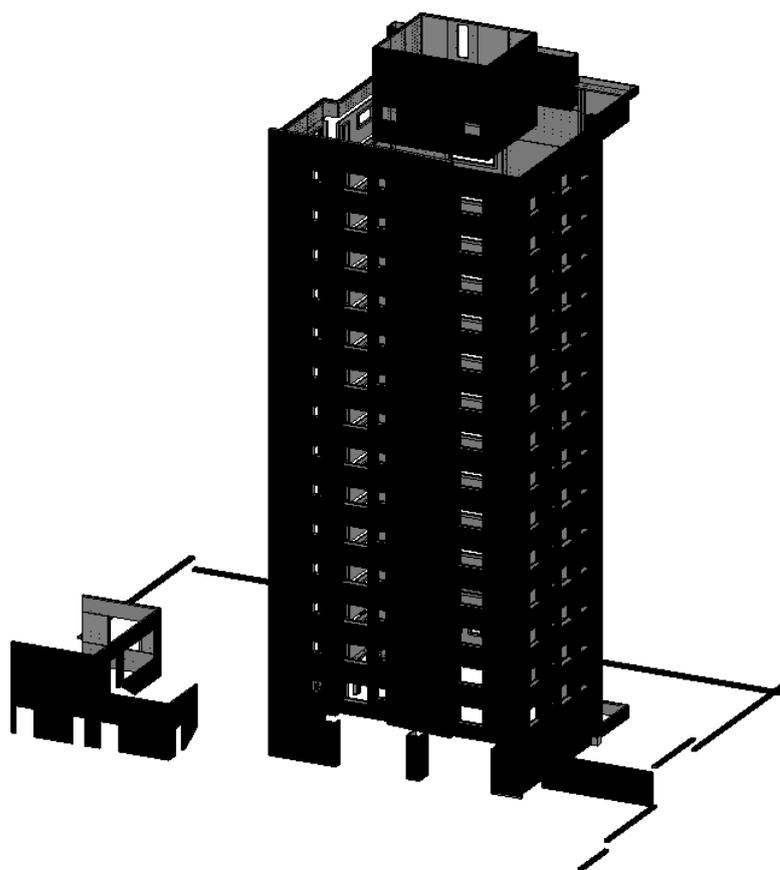
Figura 11 – Parte referente ao tipo do projeto estrutural – EST Tipo



(fonte: elaborado pelo autor)

Utilizados no sistema de vedação vertical e fechamento da construção envelope, a modulação dos painéis arquitetônicos em concreto pré-fabricado aparece na Figura 12. Esse modelo mostra o fechamento de todos os pavimentos tipo, da casa de máquinas na cobertura, das áreas condominiais, bem como o capeamento de muros, que recebe o mesmo acabamento de revestimento cerâmico que os painéis arquitetônicos. Esse modelo BIM, na ocasião da execução deste trabalho, ainda não possuía detalhamento de *inserts* metálicos para fixação dos painéis à estrutura. Entretanto, o modelo possuía além das informações geométricas, informações de materiais dos painéis e acabamentos, além da classificação ordenada dos painéis para sua montagem. O modelo dos painéis foi classificado como sendo estrutural, pois faz parte do sistema *Building Shell* e é fornecido pelo fabricante do sistema, que também fornece os demais modelos estruturais.

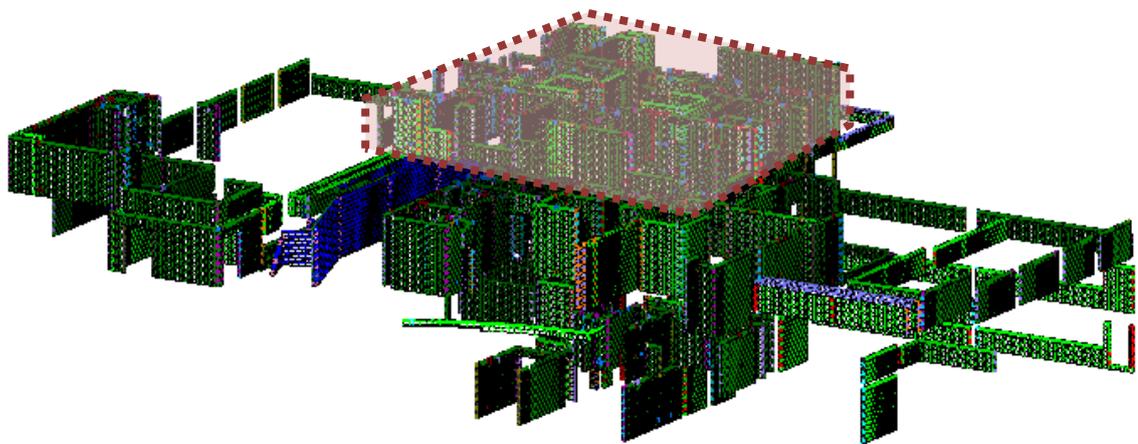
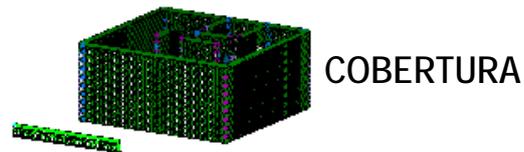
Figura 12 – Parte referente aos blocos de alvenaria – EST Painéis



(fonte: elaborado pela autora)

Na Figura 13, está representada a vedação em blocos cerâmicos das áreas condominiais dos subsolos, do térreo, do pavimento tipo e da casa de máquinas na cobertura, por esse motivo há um espaçamento no modelo. A região hachurada na figura é a parte referente ao pavimento tipo se repete em todo esse espaçamento até a cobertura. O sistema de blocos cerâmicos foi projetado para que seja entregue pelo fornecedor em pacotes com indicação dos cômodos para cuja construção serão utilizados. Nesse sentido, o modelo do projeto de modulação dos blocos possui não só informações da geometria dos blocos, mas contém também classificação dos materiais e codificação de modelos de blocos que deverão auxiliar em sua produção, entrega e execução da alvenaria em obra. Esse modelo entrou para a classificação da estrutura também, por ser fornecido pelos mesmos projetistas do modelo estrutural, embora os blocos não sejam portantes de nenhuma estrutura.

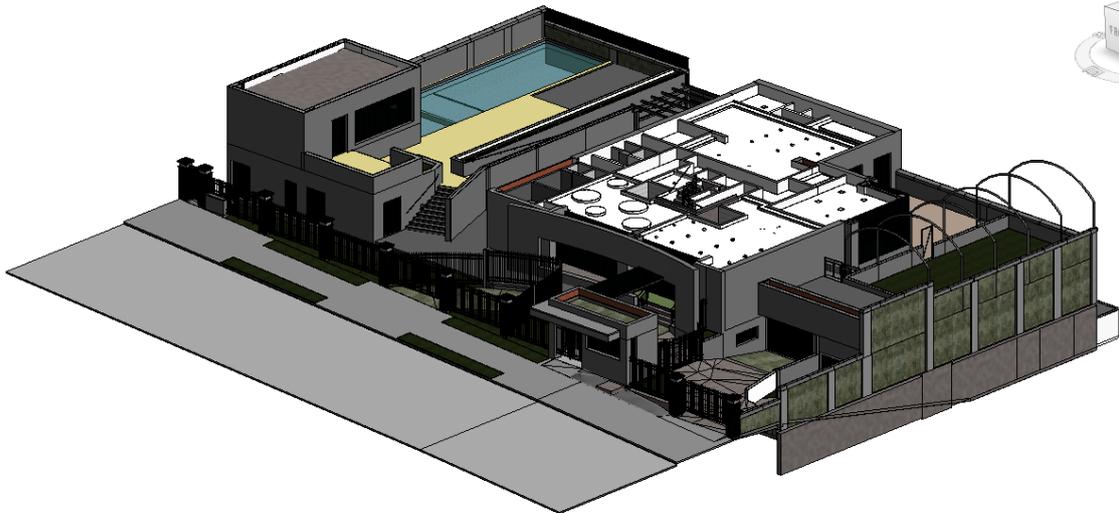
Figura 13 – Parte referente aos blocos cerâmicos de vedação – EST Blocos



(fonte: elaborado pela autora)

A Figura 14 ilustra a parte chamada de “base” do projeto arquitetônico, composta pelo segundo subsolo, primeiro subsolo e térreo. O primeiro e segundo subsolo são reservados a estacionamentos, depósitos privativos, reservatórios inferiores e áreas de serviço. No térreo há o hall de entrada, salão de festas, sala de jogos, espaço fitness, saunas, playground, quadra poliesportiva, piscina e deck, espaço gourmet, sob o qual estão equipamentos de piscinas, subestação e outras salas de equipamentos. Os modelos arquitetônicos possuem as características descritas na seção 6.2.3, referente à modelagem da arquitetura.

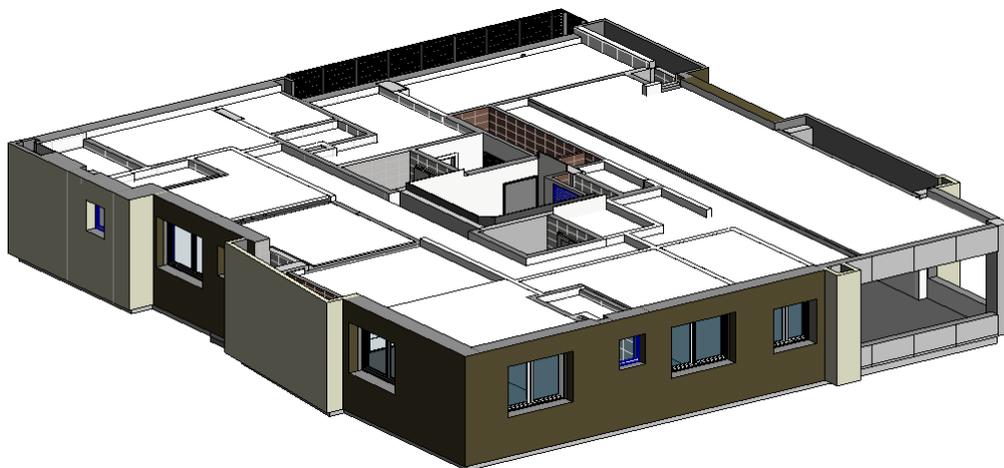
Figura 14 - Parte referente à base do projeto arquitetônico – ARQ Base



(fonte: elaborado pela autora)

A Figura 15 mostra o modelo do pavimento tipo, que se repete nos 14 andares do empreendimento. Novamente, o pavimento tipo é composto de apenas um apartamento, sendo a sua área majoritariamente privativa; cada um dos apartamentos possui acesso na região central pela escadaria pressurizada à prova de fogo e elevadores. Esse modelo BIM possui as mesmas características de todos os modelos arquitetônicos e é copiado para os 14 andares, de forma a formar a edificação completa. As únicas diferenças que ocorrem nos pavimentos estão representadas na Figura 16, que contém o segundo pavimento.

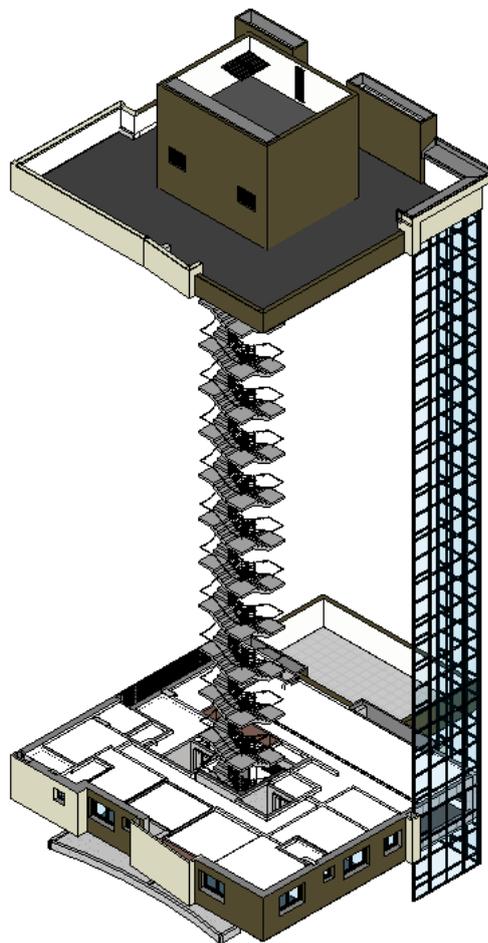
Figura 15 – Parte referente ao pavimento tipo do projeto arquitetônico – ARQ Tipo



(fonte: elaborado pelo autor)

A parte denominada de “torre” do modelo da arquitetura é mostrada na Figura 16. A torre é composta pelo segundo pavimento, cobertura e casa de máquinas, estrutura da escadaria e detalhe da fachada em sistema de pele de vidro. O segundo pavimento difere dos demais pavimentos tipo apenas pelo terraço, sendo toda parte privativa coberta idêntica aos outros 13 pavimentos. A pele de vidro é instalada em apenas uma região da fachada, a qual é adjacente ao cômodo da sala de estar dos pavimentos; sua estrutura é em alumínio e o vidro laminado.

Figura 16 – Parte referente à torre do projeto arquitetônico – ARQ Torre

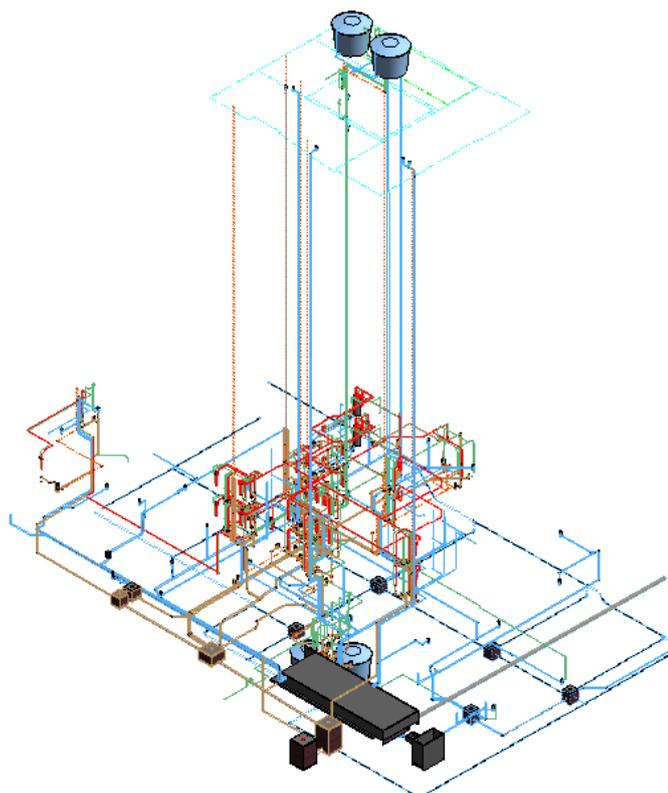


(fonte: elaborado pelo autor)

O modelo do projeto hidrossanitário é mostrado na Figura 17. Como a quantidade de elementos detalhados nesse modelo significativamente menor em relação a estrutura e arquitetura, foi possível manipular o modelo inteiro. Esse projeto contém as redes de esgoto cloacal, esgoto pluvial, gordura, bem como as redes de água fria e água quente. O esgoto cloacal é executado em tubulações

reforçadas de PVC com atenuação de ruído, as demais tubulações de esgoto são do tipo normal. Já as redes de água fria e água quente são em tubulações de PEX para facilitar a instalação e diminuir quantidade de conexões.

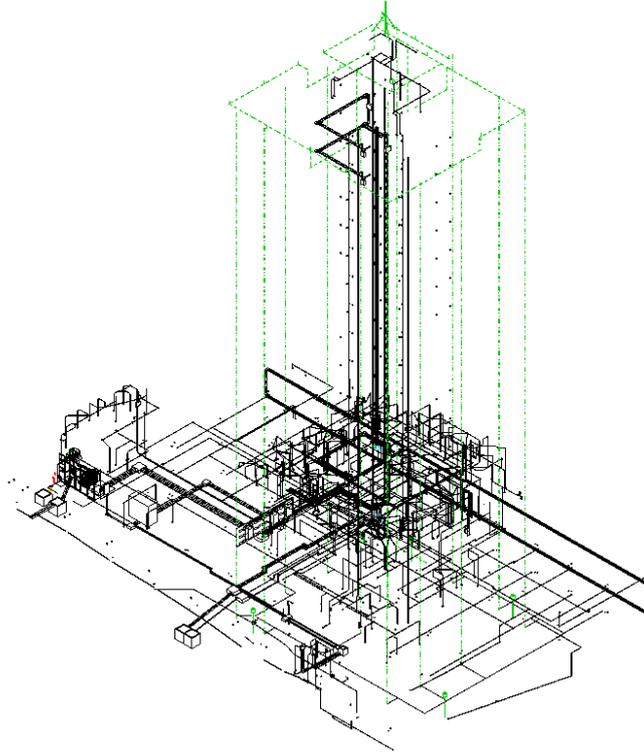
Figura 17 – Imagem representativa do projeto hidrossanitário – HID Geral



(fonte: elaborado pela autora)

A Figura 18 mostra o projeto de instalações elétricas do empreendimento. Esse modelo possui a infraestrutura e equipamentos da rede elétrica, equipamentos de iluminação e sistema de SPDA. Atualmente, o cálculo de sistemas elétricos ainda é dificultado pelas ferramentas do software *Revit*, pois muitas das famílias e métodos funcionam de acordo com normas diferentes da brasileira. Portanto, o modelo BIM, possui mais informações geométricas, de tipos de equipamento, de materiais e quantitativos, mas não abrange cargas elétricas, potência de equipamentos, entre outras características de sistemas elétricos. A Figura 19 mostra uma imagem do projeto renderizado.

Figura 18 – Imagem representativa do modelo de instalações elétricas – ELE Geral



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 19 – Renderização do projeto com todos os elementos



(fonte: elaborado pela autora)

6.3 CLASSIFICAÇÃO E TESTES PRELIMINARES

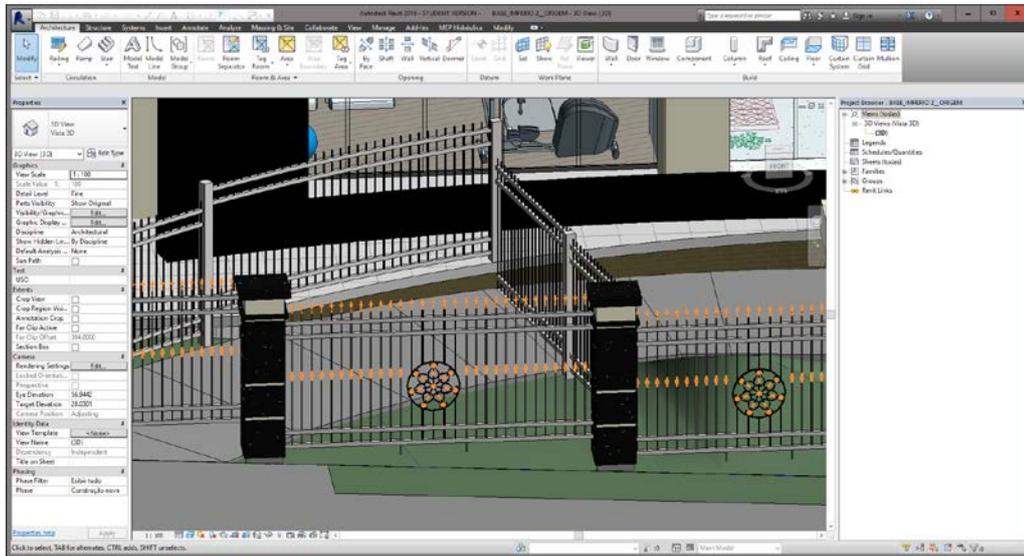
O projeto escolhido para este estudo de caso estava em fase de projeto executivo, na época da realização deste trabalho. Para projetos em fase executiva, o Caderno BIM de Santa Catarina classifica o nível de detalhamento como sendo ND 400. Outra classificação que cabe a essa análise, embora receba a mesma sigla ND, é o nível de desenvolvimento do projeto. O nível de desenvolvimento também está relacionado às fases de projeto, porém é maior a sua abrangência no sentido de descrever requisitos e possíveis análises para cada uma das classes.

Esse mesmo Caderno BIM coloca a compatibilização total entre todas as disciplinas como sendo escopo de atividades na fase de projeto básico, isto é, referente à classificação de nível de desenvolvimento e detalhamento ND 350. A importância disso relaciona-se ao fim para o qual se deseja um modelo, através dos já citados escopos de atividades, pois nem sempre é necessário que seja extremamente detalhado e desenvolvido para que se possa proceder com a análise necessária.

A edificação utilizada nesse estudo de caso possui elevado ND, conforme pode ser verificado nas seguintes figuras da representação paramétrica de algumas famílias. A Figura 20 representa uma família de gradis (*railing* em inglês) que é configurada pela janela da Figura 21, determinando a disposição dos balaústres, em termos de altura da base, altura do topo, formato e detalhamento – definidos por uma outra família de detalhamento – e distanciamento entre balaústres. Outro exemplo pode ser ilustrado pela modelagem das paredes deste prédio, conforme Figura 22, as famílias de paredes são objetos paramétricos configurados com diversas camadas, cuja estrutura é definida pela janela da Figura 23.

Esse tipo de informação é claramente desnecessário à compatibilização geométrica dos projetos sugeridos nesse estudo e pode ser simplificada para facilitar o manejo dos modelos. Isto é, elementos gráficos desse tipo tornam o modelo bastante pesado para manipulação em softwares.

Figura 20 - Imagem de representação da cerca no modelo BIM



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 21 - Janela de configuração e edição de balaústres da cerca

Edit Baluster Placement

Family: Railing Type: Gradil

Main pattern

	Name	Baluster Family	Base	Base offset	Top	Top offset	Dist. from previous	Offset
1	Pattern start	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	Balaústre re	Baluster - Square_with	Baixo	0.0000	Topo	0.1000	0.1350	0.0000
3	Balaústre re	Baluster - Square_with	Baixo	0.0000	Topo	0.1000	0.1350	0.0000
4	Balaústre re	Baluster - Square_with	Baixo	0.0000	Topo	0.1000	0.1350	0.0000
5	Balaústre re	Baluster - Square_with	Baixo	0.0000	Topo	0.1000	0.1350	0.0000
6	Balaústre re	Baluster - Square_with	Baixo	0.0000	Topo	0.1000	0.1350	0.0000
7	Balaústre re	Baluster - Square_with	Baixo	0.0000	Topo	0.1000	0.1350	0.0000
8	Balaústre re	Baluster - Square_with	Baixo	0.0000	Topo	0.1000	0.1350	0.0000
9	Balaústre re	Baluster - Square_with	Baixo	0.0000	Topo	0.1000	0.1350	0.0000

Break Pattern at: Each Segment End Angle: 15° 00' 00" Pattern Length: 3.1950

Justify: Center Excess Length Fill: Truncate Pattern Spacing: 0.0000

Use Baluster Per Tread On Stairs Balusters Per Tread: 2 Baluster Family: Baluster - Square : 15m

Posts

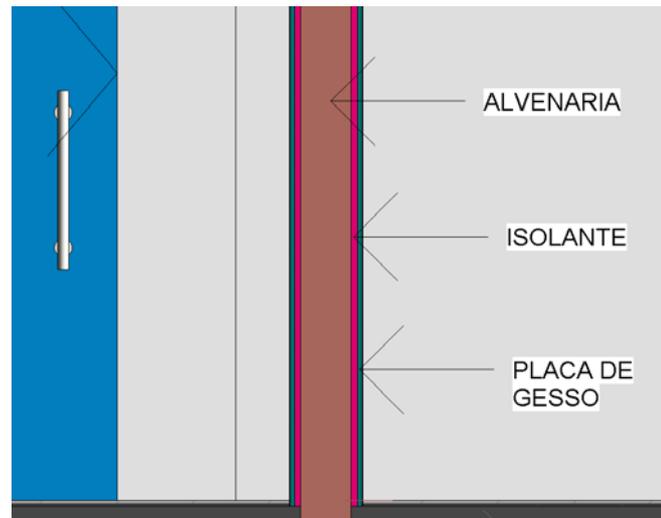
	Name	Baluster Family	Base	Base offset	Top	Top offset	Space	Offset
1	Poste inicial	Baluster - Square : 15m	Host	0.0000	Topo	0.1000	0.0125	0.0000
2	Poste do ca	Baluster - Square : 15m	Host	0.0000	Topo	0.2000	0.0000	0.0000
3	Poste final	Baluster - Square : 15m	Host	0.0000	Topo	0.1000	-0.0125	0.0000

Corner Posts At: Each Segment End Angle: 0° 00' 00"

<< Preview OK Cancel Apply Help

(fonte: elaborado pela autora)

Figura 22 - Estrutura de camadas da parede externa modelada



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 23 – Janela de configuração e edição da estrutura de camadas de paredes

Edit Assembly

Family: Basic Wall
 Type: Painel P.Ext- Concreto-Granito/Gesso-Pastilha
 Total thickness: 0.3109
 Resistance (R): 0.0000 (m²K)/W
 Thermal Mass: 0.00 kJ/K

Sample Height: 5.0000

Layers

EXTERIOR SIDE					
	Function	Material	Thickness	Wraps	Structural Material
1	Finish 1 [4]	Pedra Granito Fores	0.0300	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Core Boundary	Layers Above Wrap	0.0000		
3	Structure [1]	Painéis de concreto	0.1000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Thermal/Air Layer [Camadas diversas -	0.0500	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Structure [1]	Alvenaria - Bloco C	0.0900	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Thermal/Air Layer [Camadas diversas -	0.0184	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Core Boundary	Layers Below Wrap	0.0000		
8	Substrate [2]	Placa de Gesso Stan	0.0125	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Finish 1 [4]	Pastilha	0.0100	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

INTERIOR SIDE

Insert Delete Up Down

Default Wrapping

At Inserts: Exterior At Ends: Exterior

Modify Vertical Structure (Section Preview only)

Modify Merge Regions Sweeps

Assign Layers Split Region Reveals

<< Preview OK Cancel Help

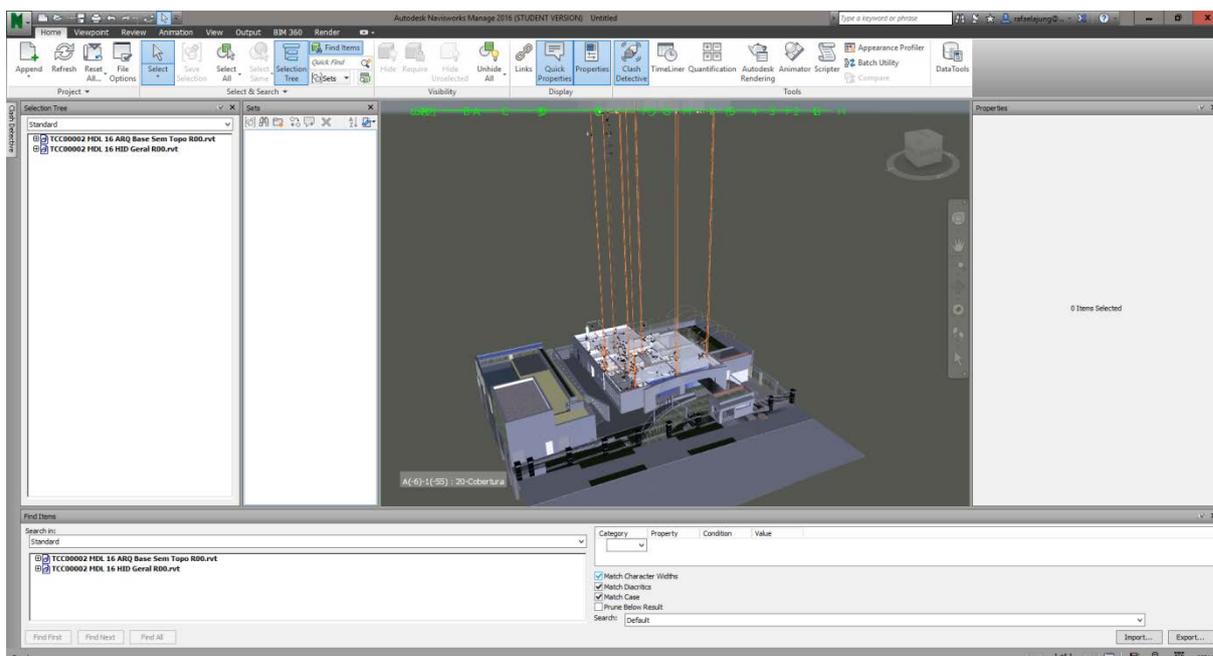
(fonte: elaborado pela autora)

Após essas verificações preliminares, identificou-se que a finalidade de modelagem não era simplesmente para compatibilização do modelo, haja vista os detalhes e características encontrados. O modelo fornecido foi concebido para diversas funções, podendo prejudicar algumas análises, como a de interferências entre disciplinas, por exemplo. Entretanto, optou-se por não o simplificar, uma vez que isso alteraria os resultados obtidos e já criaria um modelo mais adaptado à compatibilização. Como o objetivo desse estudo é identificar o máximo de dificuldades para sugerir melhorias em modelos, modificá-lo iria criar um projeto que poderia disfarçar algumas limitações que poderiam vir a ser encontradas por projetistas.

6.3.1 Teste de análise preliminar

Assim, utilizando os modelos da maneira como recebidos, foram realizados testes de compatibilização, *clash detection* (análise de conflitos, interferências) no software *Navisworks*, sem inserção de nenhuma regra para verificar o comportamento e resultados. A função desses testes preliminares é identificar como proceder com esses modelos para a seguinte etapa desse estudo. A Figura 24 mostra a modelo base do projeto arquitetônico e o modelo geral hidrossanitário inseridos no programa se análise. O procedimento de rodar testes de interferências será explicado em detalhe na próxima etapa.

Figura 24 – Modelos inseridos no *software* de análise



(fonte: elaborado pela autora)

Os resultados preliminares são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 1 – Tabela com número de interferências identificadas em testes preliminares com os modelos

PROJETOS ENVOLVIDOS	NÚMERO DE INTERFERÊNCIAS IDENTIFICADAS	PROJETOS ENVOLVIDOS	NÚMERO DE INTERFERÊNCIAS IDENTIFICADAS
AROxARO Geral	7566	AROxELE Tipo	423
AROxARO Base	4009	AROxELE Torre	295
AROxARO Tipo	567	AROxGAS Base	18
AROxARO Torre	1975	AROxGAS Tipo	26
ESTxEST Base	727	AROxGAS Torre	23
ESTxEST Tipo	547	AROxINC Base	84
ESTxEST Blocos	52	AROxINC Tipo	15
ESTxEST Painéis	2	AROxINC Torre	14
HIDxHID	4329	ESTxHID Base	644
ELExELE	1563	ESTxHID Tipo	500
INCxINC	147	ESTxHID Torre	93
ELExHID	37	ESTxELE Base	851
ELExGAS	14	ESTxELE Tipo	551
ELExINC	8	ESTxELE Torre	41
HIDxGAS	8	ESTxGAS Base	23
HIDxINC	6	ESTxGAS Tipo	1
GASxINC	2	ESTxGAS Torre	188
AROxHID Base	785	ESTxINC Base	62
AROxHID Tipo	332	ESTxINC Tipo	5
AROxHID Torre	552	ESTxINC Torre	84
AROxELE Base	686	AROxELE Gerais	13665

(fonte: elaborado pela autora)

Embora extensa, a Tabela 1 mostra que o número de interferências entre os projetos, inclusive entre os mesmos projetos, a exemplo de colisões entre o modelo de arquitetura com o próprio modelo de arquitetura, é grande. Isso dificulta o processo, porque cada uma dessas interferências precisa ser conferida pelos projetistas para verificar se é uma interferência que pode ocorrer em obra ou apenas algo que o software identificou e não é de fato, um problema real. Esses detalhes serão elucidados na próxima etapa de testes.

7 DIRETRIZES PARA DETECÇÃO E ANÁLISE DE INTERFERÊNCIAS

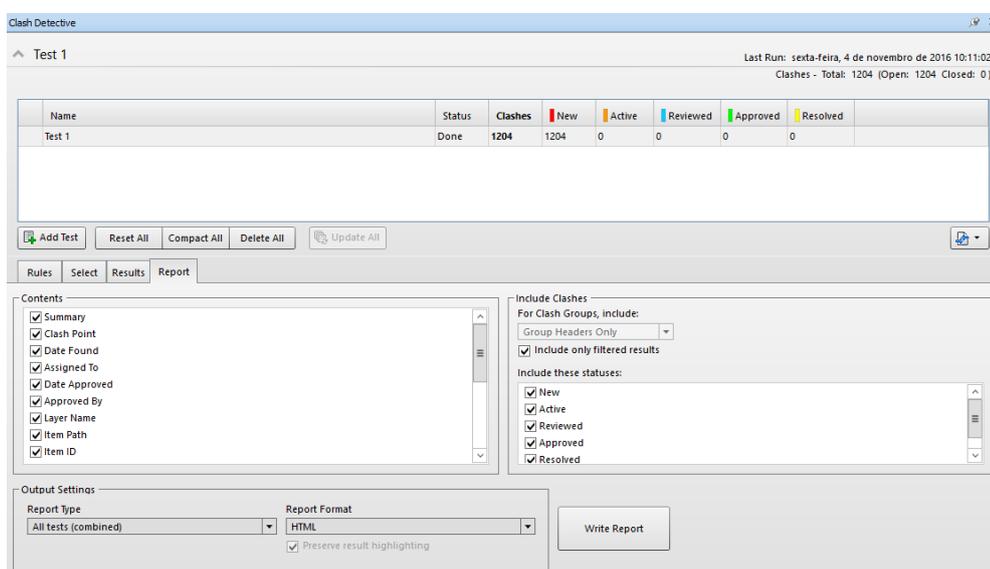
Visto que os projetos objetos desse estudo não foram modelados para o fim da análise de interferências, torna-se necessário determinar algumas diretrizes e procedimentos para que se possa analisá-los de maneira mais formal e ordenada, de modo a serem aplicados também a outros modelos com limitações semelhantes.

Neste capítulo, serão descritas as fases do processo adotado de análise do modelo deste estudo de caso, focando na preparação de arquivos e regras que auxiliem na detecção de interferências entre as disciplinas. Simultaneamente, serão apresentadas algumas dificuldades e limitações do modelo encontradas.

7.2 FUNCIONAMENTO DA ANÁLISE DE INTERFERÊNCIAS NO NAVISWORKS

A ferramenta do *Navisworks* utilizada na identificação de interferências do modelo é chamada *Clash Detective*, em uma tradução livre, significa “detecção de conflitos”. Sua utilização funciona para identificar, examinar e gerar relatórios de interferências entre modelos de projetos. Ela é acessada pela barra de ferramentas, Tools, do programa e configurada pela janela da Figura 25.

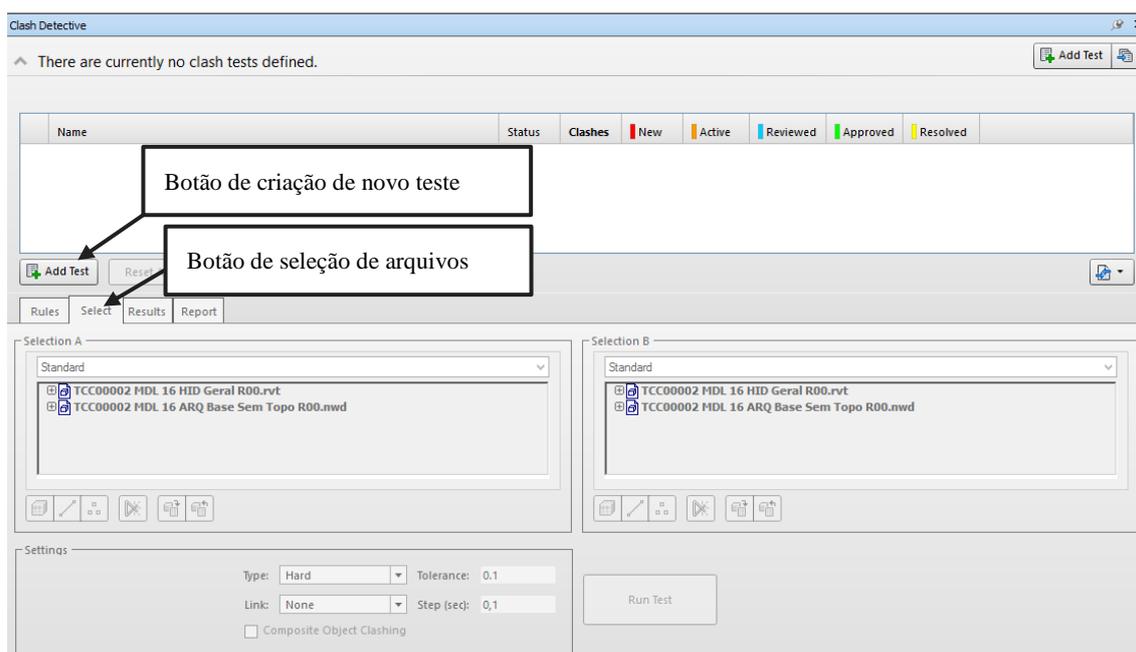
Figura 25 – Janela Clash Detective



(fonte: elaborado pela autora)

Uma vez que os modelos já foram inseridos no programa, eles ficam disponíveis para seleção na aba *Select* da janela de *Clash Detective*. Para gerar um teste básico, é necessário adicioná-lo através do botão *Add Test*, indicado na Figura 26. Criado o teste e clicando no botão *Run Test*, o programa irá iniciar a busca por interferências entre os projetos.

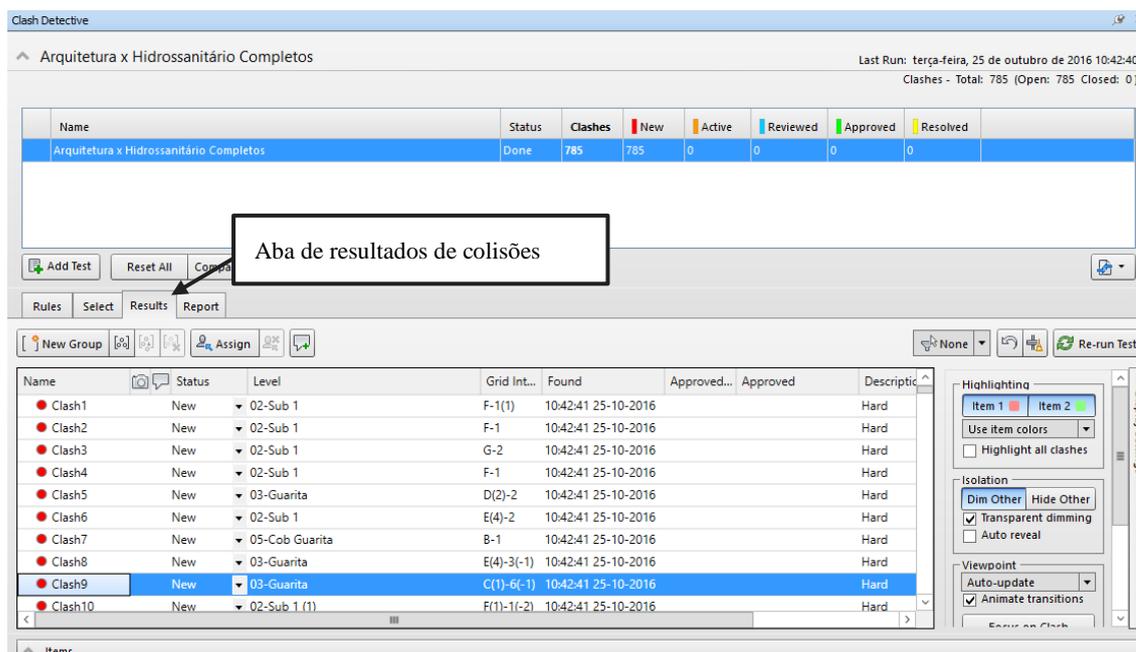
Figura 26 – Configurações iniciais de um teste de conflitos



(fonte: elaborado pela autora)

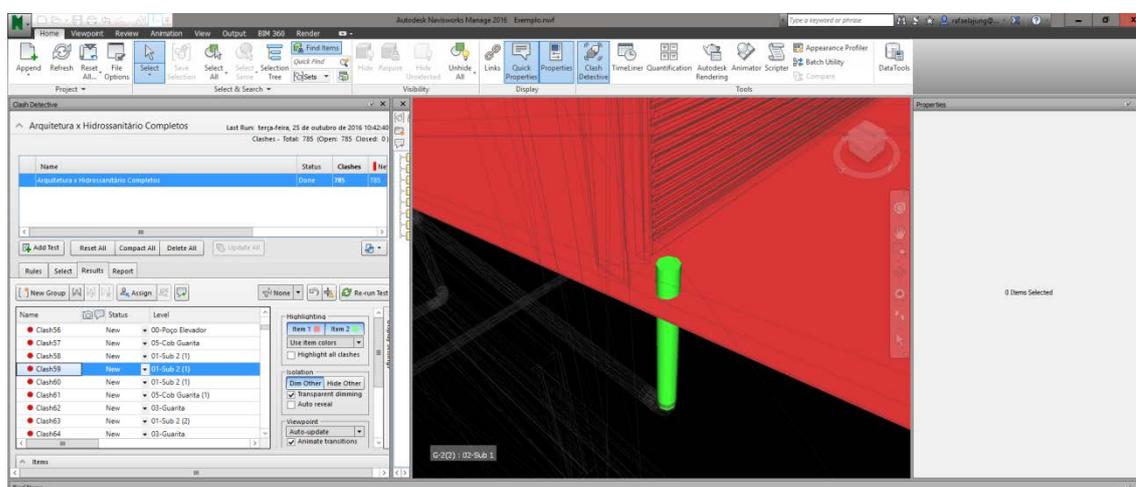
O resultado de um teste, depois de gerado, é apresentado na aba *Results*, através de uma listagem completa de todos *clashes*, identificados por nome, status, pavimento em que se encontram, entre outras informações, o que está evidenciado na Figura 28. O status, nesse caso, identifica se o conflito encontrado é novo no modelo, se está ativo, se foi ou não revisado, se foi aprovado ou resolvido. Essa funcionalidade do programa não será abordada nesse estudo. Além da aba de resultados, clicando em cada um dos testes listados, a funcionalidade do programa permite que o usuário consiga focar em cada um dos conflitos, mostrando apenas os objetos e famílias envolvidos, conforme Figura 29.

Figura 27 – Listagem de resultados de um teste de interferências



(fonte: elaborada pela autora)

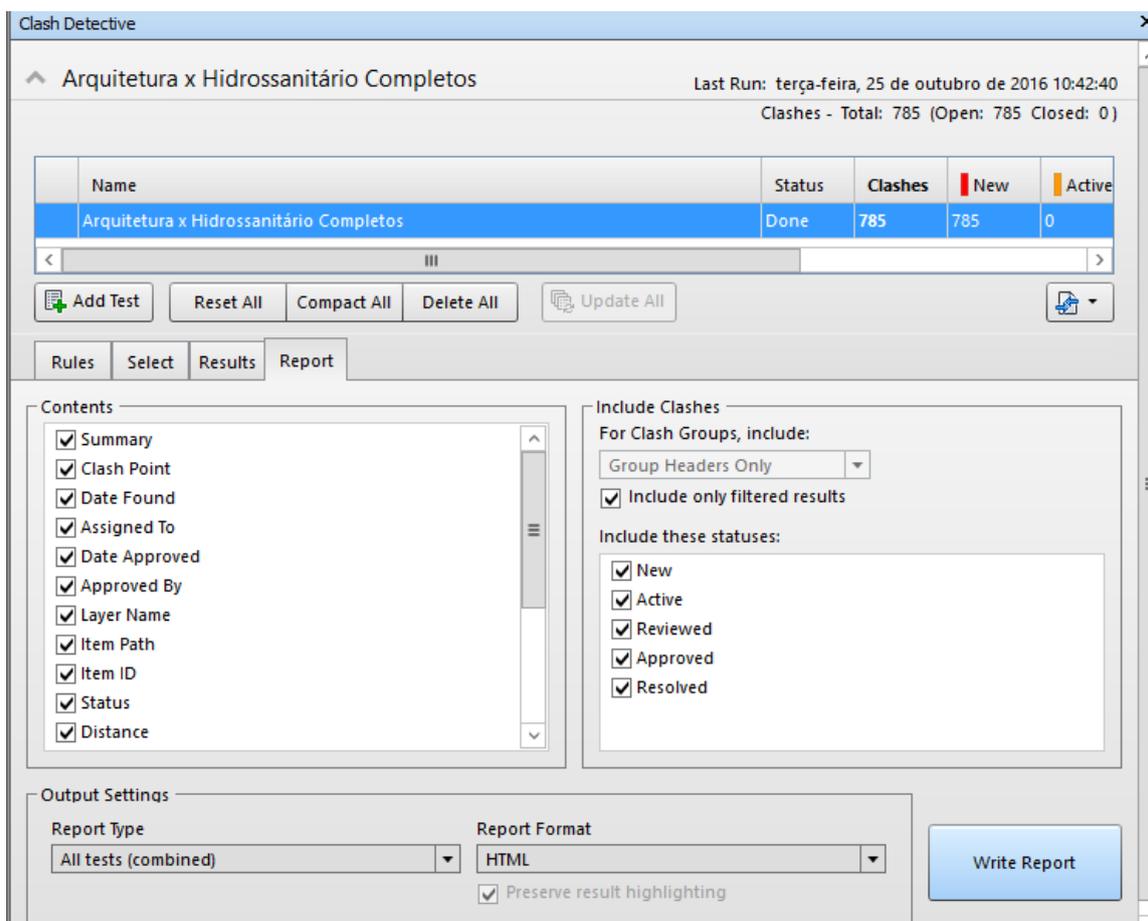
Figura 28 – Interface do Navisworks, com foco em uma interferência entre uma laje e uma tubulação



(fonte: elaborada pela autora)

Além da possibilidade de visualizar as interferências no próprio programa, é possível gerar relatórios em formato .html para visualização em qualquer navegador *web*, através da aba *Report* (Figura 30).

Figura 29 – Janela Clash Detective e aba de exportação de relatórios de conflitos



(fonte: elaborada pela autora)

7.2.1 Configurações dos tipos de conflitos

Um outro fator que ainda deve ser levantado, diz respeito ao tipo de interferências, conflito, ou no *software*, *clashes*, em inglês. Os conflitos podem ser classificados nos três seguintes grupos principais:

- a) *Hard clash*: denomina-se de “interferência rígida” a situação em que dois ou mais objetos ocupam o mesmo espaço físico. Esse tipo de interferência pode ser detectado pelos modelos 3D de projetos e através de regras inseridas em programas de análise. Por exemplo, uma tubulação de esgoto colidindo com uma tubulação de água fria é uma interferência rígida;
- b) *Soft clash/clearance*: é um tipo de interferência funcional, para quando alguns objetos e elementos necessitam de mais espaço físico que aquele propriamente ocupado por seu volume. Um exemplo pode ser o de abertura de uma porta: uma porta é representada no

modelo em sua configuração fechada, mas ela precisa de um espaço livre no seu entorno para permitir a abertura; se houver um pilar obstruindo esse espaço, não será estará ocupando o mesmo espaço físico da porta, mas impedirá o funcionamento a que se destina o elemento porta.

- c) *4D/Workflow clashes*: são interferências que podem ocorrer durante a obra, entre elementos da construção e equipamentos. Esse tipo necessita do planejamento para que possa ser testado.

O *Navisworks* permite identificar todos os três grupos de *clashes*, mas o escopo desse trabalho limitar-se-á a detecção de *hard clashes*, visto que não foi ainda desenvolvido todo o planejamento do empreendimento e porque os *soft clashes* exigem alguns conhecimentos mais sofisticados de programação do *software*, não dominados pelo autor.

Por fim, esta seção abordou a descrição de um dos testes de interferências rígidas mais básicos que podem ser realizados no *software*. No entanto, como já demonstrado anteriormente, esse tipo de teste identifica um número excessivo de intersecções entre objetos, que muitas vezes não são incompatibilidades. Além disso, fica complicado para o usuário analisar um por um, quando existe uma listagem com centenas de problemas.

Por exemplo, algumas tubulações, de fato, estão localizadas dentro de paredes, ou atravessar lajes, na execução prática de uma edificação e isso não necessariamente é um problema ou incompatibilidade. Por isso, optou-se pela criação de algumas combinações entre elementos específicos dos sistemas das disciplinas analisadas para facilitar a inspeção dessas interferências.

7.3 OS CONJUNTOS DE SELEÇÃO E LEVANTAMENTO DE FAMÍLIAS

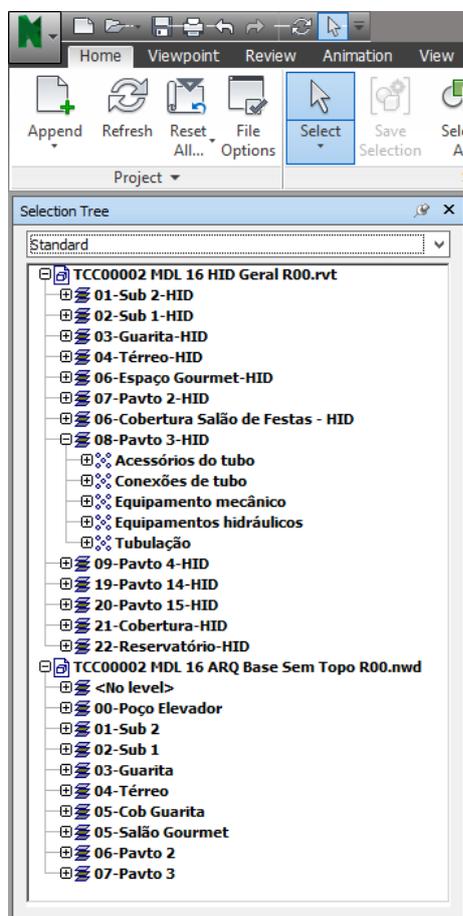
Para que se possa avaliar a situação das interferências entre projetos de uma maneira mais ordenada, o *Navisworks* permite selecionar grupos de famílias e objetos, que podem ser combinados de maneiras diferentes nas seleções dos testes. Nesta seção será abordada a criação de grupos de famílias para facilitar a análise.

7.3.1 Selection Tree, a árvore de seleção

O *Navisworks* possui o recurso de *Selection Tree*, ou árvore de seleção, conforme mostrado na Figura 31. Esse recurso permite selecionar objetos de maneira bastante simplificada se o modelo for concebido de forma organizada e possuir suas famílias vinculadas aos níveis e aos pavimentos a que pertencem de fato. Para famílias de pisos e paredes, por exemplo, isso funciona relativamente bem, visto que esses objetos podem ter seus níveis bem definidos. Agora, para tubulações, pode ocorrer que uma tubulação esteja entre dois pavimentos e não se sabe bem claro a qual deles o tubo pertence de fato.

O problema da árvore de seleção, entretanto, é que a seleção dos itens é manual, isto é, para selecionar as paredes de todos os pavimentos de um empreendimento, seria necessário entrar em cada um dos níveis e selecionar individualmente cada um dos grupos de paredes. Outro problema que ocorre, é quando os objetos não estão vinculados a nível nenhum e podem estar perdidos no modelo.

Figura 30 – Janela da Árvore de seleção de itens de um modelo, selection tree

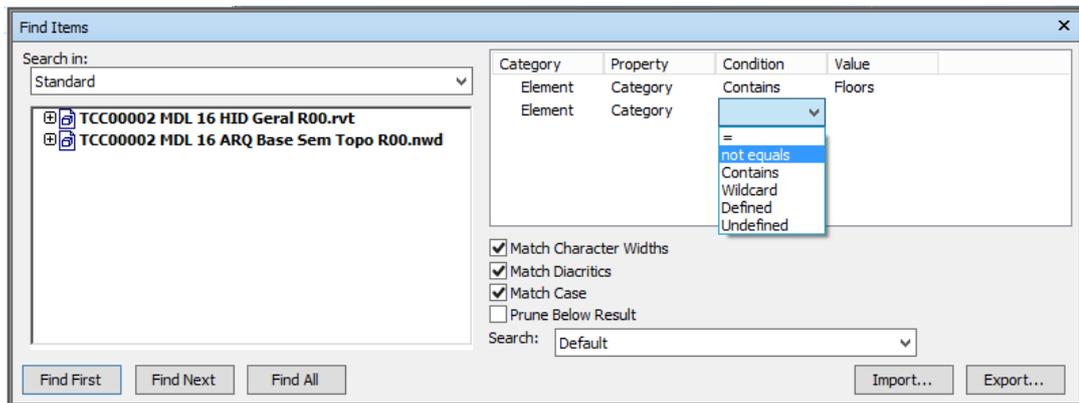


(fonte: elaborado pela autora)

7.3.2 Selection sets, conjuntos de seleção

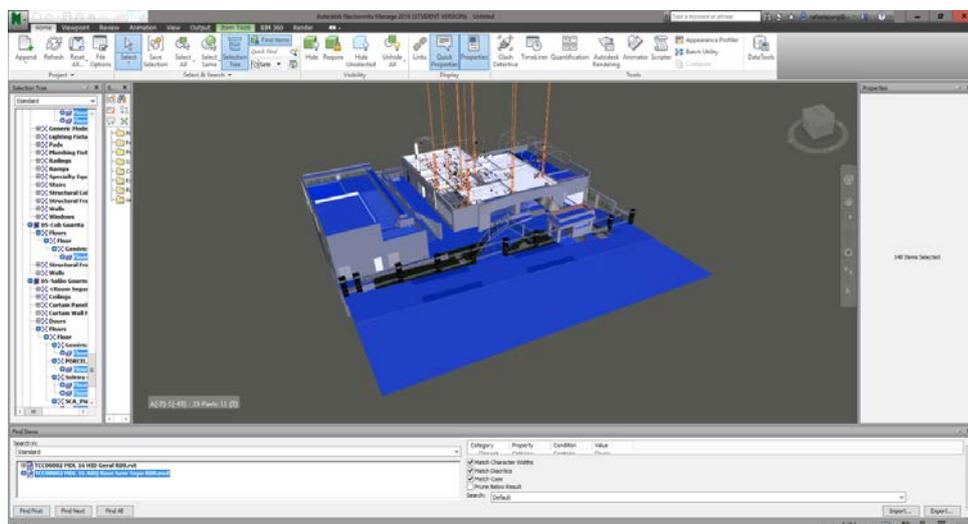
Entretanto, existe outro recurso que facilita bastante a seleção de grupos de famílias em diferentes projetos. É a combinação da ferramenta de procura, *find*, e de conjuntos, *sets*. A ferramenta de procura permite selecionar itens específicos no modelo através de regras lógicas básicas. Por exemplo, pode-se procurar no modelo da arquitetura, todos os elementos, cuja categoria contém o valor *Floors*, do que se obtém a seleção de todas as famílias que pertencem à categoria de pisos daquele projeto. A Figura 32 ilustra a janela da ferramenta procura para configuração dessas seleções e a Figura 33, o resultado da seleção dos elementos de piso de parte do modelo, em que o elemento selecionado fica destacado em azul.

Figura 31 – Janela de procura e seleção de itens por regras lógicas



(fonte: elaborado pela autora)

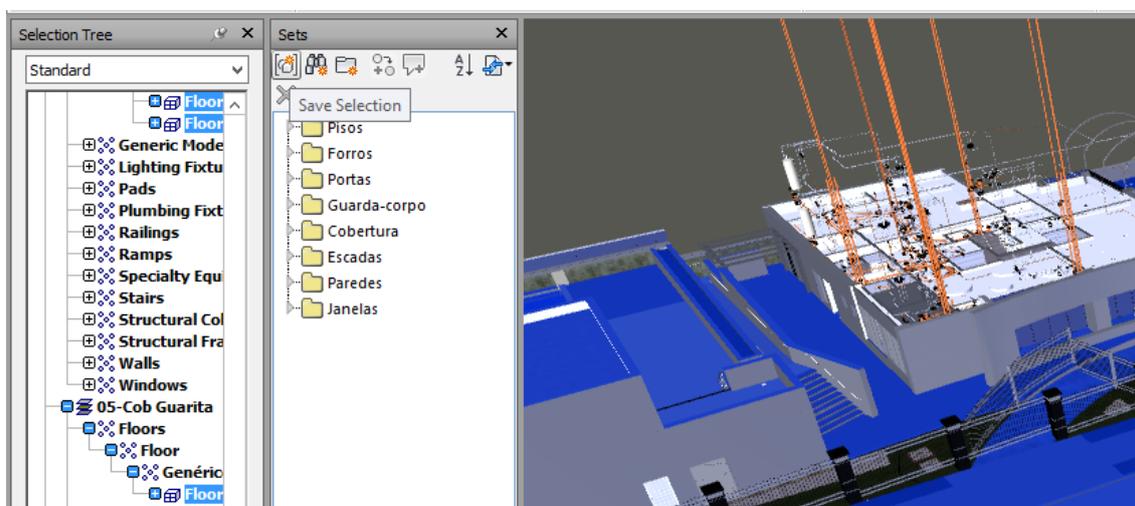
Figura 32 – Pisos da base do projeto arquitetônico selecionados através da ferramenta find



(fonte: elaborado pela autora)

A utilização dessas simples regras facilita bastante a seleção, ainda mais se for considerado que toda seleção manual é suscetível a erros, sendo que podem ser esquecidos elementos importantes. E nesse sentido, entra a ferramenta de conjuntos, *sets*, pois permite salvar em grupos ordenados as seleções resultantes da ferramenta de procura. Assim, uma vez que ficam salvos os conjuntos de elementos, eles podem ser utilizados mais adiante para futuras análises. A Figura 34 ilustra a janela de conjuntos e o salvamento da seleção de pisos para parte do modelo arquitetônico.

Figura 33 – Janela de conjuntos de seleção de famílias, selection sets



(fonte: elaborado pela autora)

Para assegurar que os conjuntos de seleção dentro do *Navisworks* para os diversos modelos analisados neste trabalho estivessem completos e incluíssem todos os elementos de interesse para a detecção de interferências, optou-se por tabelar as famílias de cada disciplina através de *schedules* no programa *Revit*. O recurso de *schedules* é o mesmo utilizado para extração de quantitativos de projetos entre outras informações. Algumas tabelas geradas estão no Apêndice A, ilustrando a quantidade excessiva de famílias no modelo.

Os seguintes quadros mostram a quantidade de famílias para cada categoria analisada em cada um dos projetos. Dessa maneira, quando selecionadas essas categorias no *Navisworks*, foi possível comparar a quantidade de elementos selecionados, com a quantidade que o modelo possuía, de fato, confirmando que todos os elementos necessários foram incluídos nos conjuntos.

Para o modelo BIM do projeto arquitetônico, considerando as famílias de portas, pisos, forros, guarda-corpos, coberturas, escadas, paredes e janelas, foram levantadas as quantidades de elementos listadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Quantidades de itens para os seguintes elementos das três partes do projeto arquitetônico (base, tipo e torre)

ARQUITETURA	Base	Tipo	Torre
Portas	81	24	30
Pisos	148	34	60
Forros	46	15	15
Guarda-corpos	46	-	27
Coberturas	1	-	2
Escadas	19	-	27
Paredes	632	142	201
Janelas	16	14	49

(fonte: elaborado pela autora)

No Quadro 4, aparecem as quantidades de itens nos modelos considerados para o grupo de estruturas. Avaliando o modelo “base”, elementos classificados como outros referem-se a arremates e elementos de junção de estruturas. No modelo dos pavimentos tipo, não existem escadas modeladas, pois aparecem no modelo arquitetônico denominado como torre. Para os modelos de blocos e painéis, a classificação de itens “outros”, refere-se respectivamente às famílias de blocos e painéis.

Quadro 4 – Quantidades de itens para os seguintes elementos das quatro partes do projeto estrutural (base, tipo, blocos e painéis)

ESTRUTURA	Base	Tipo	Blocos	Painéis
Vigas	469	350	-	-
Pilares	76	284	-	-
Lajes	2	46	-	-
Escadas	1	-	-	-
Outros	214	-	34757	312

(fonte: elaborado pela autora)

O Quadro 5 mostra a quantidade de itens para famílias do modelo BIM hidrossanitário. São classificados como equipamentos mecânicos bombas de recalque de reservatórios, bombas pressurizadoras entre outros. As classes de conexões e tubulações são autoexplicativas. Em acessórios de tubulação estão registros e válvulas, já em aparelhos hidráulicos estão louças como bacias, lavatórios e demais.

Quadro 5 - Quantidades de itens para os seguintes elementos do projeto de instalações hidrossanitárias

HIDROSSANITÁRIO	Geral
Equipamentos Mecânicos	72
Acessórios de Tubulações	99
Conexões de Tubulações	3143
Tubulações	2672
Aparelhos Hidráulicos	406

(fonte: elaborado pela autora)

Considerando o modelo BIM de projetos elétricos, resultaram as quantidades de itens do Quadro 6. As famílias que entram na classificação de equipamentos e aparelhos elétricos são semelhantes e constituem condutores, quadros elétricos, disjuntores entre outros. Dispositivos de iluminação e aparelhos, também abrangem peças semelhantes, como luminárias, lâmpadas e interruptores.

Quadro 6 – Quantidades de itens para os seguintes elementos do projeto de instalações elétricas

ELÉTRICO	Geral
Eletrocalhas e Leitões	34
Conexões de Eletrocalhas	23
Eletrodutos	1566
Conexões de Eletrodutos	1174
Equipamentos Elétricos	23
Aparelhos Elétricos	3142
Dispositivos de Iluminação	320
Aparelhos de Iluminação	389

(fonte: elaborado pela autora)

É pertinente comentar nessa seção que o modelo apresentava alguns problemas em relação às famílias. Alguns elementos não foram modelados conforme sua categoria. Por exemplo, algumas lajes foram modeladas com famílias de vigas e isso se reflete nas quantidades de itens nos quadros acima apresentados.

Outro fator que deve ser ressaltado, é em relação ao nome das famílias; é interessante que famílias de portas, contenham em seu nome a palavra porta, ou *door*, pois quando foram feitas as procuras de elementos através da ferramenta *search*, é interessante que elementos de uma mesma categoria

possuam alguns códigos e nomenclaturas comuns. Ainda assim, pode se citar o exemplo de portas que foram modeladas em vidro e acabaram entrando na categoria de painéis cortina, ou *curtain panels*. Embora para portas, em geral, se possa fazer a busca e a seleção de itens por categoria “door”, o mesmo não ocorre para famílias de elementos genéricos, por exemplo, que precisam ser selecionados separadamente pelos nomes.

Outra questão que ocorreu durante a seleção, é que nem todos os pisos do modelo arquitetônico foram modelados dentro dessa categoria, além de não possuírem a palavra “pisso”, ou *floor*, em seu nome, assim, não se conseguia obter a mesma quantidade de itens selecionados em relação aos *schedules* gerados no *Revit*. É interessante que tenha ocorrido esse tipo de problema, pois chama a atenção para esses fatores. As regras que podem ser compostas para a procura de elementos são bastante variadas, mas se eles não forem modelados conforme sua categoria e não receberem nomes com padrões bem estruturados, sua identificação e seleção fica extremamente dificultada.

7.4 COMPATIBILIZAÇÃO DO MODELO – ESTÁGIO 1

Uma vez que os conjuntos de elementos foram selecionados e agrupados para os modelos de cada uma das disciplinas, conforme a seção que trata dos *sets* de seleção, pôde-se proceder com a etapa de análise efetiva e compatibilização do modelo. Isto é, análise de interferências através da criação de regras e combinação de conjuntos de diferentes modelos.

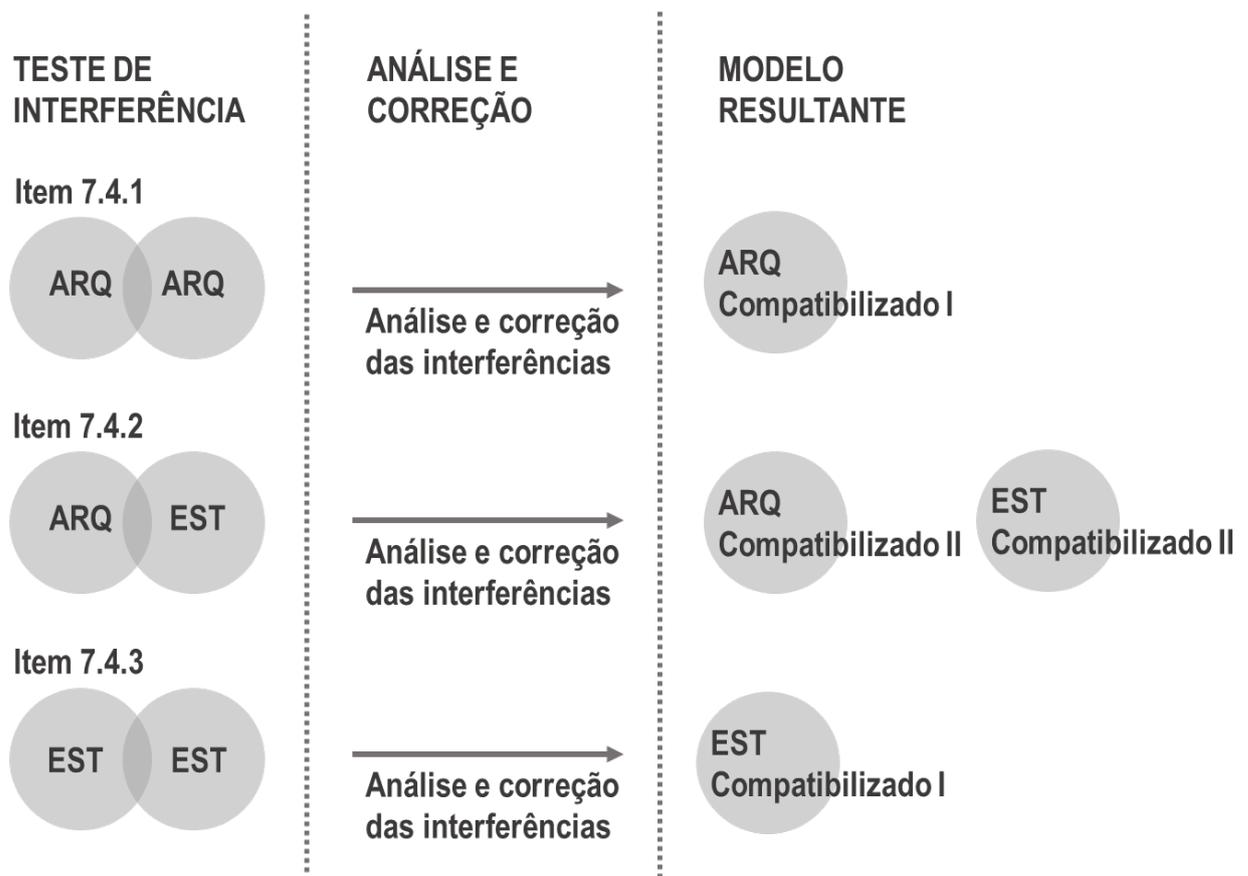
O primeiro estágio da etapa de compatibilização analisa as interferências entre os modelos do projeto arquitetônico e do projeto estrutural. A Figura 35 mostra um esquema que explica as ações do estágio 1. Primeiramente o modelo arquitetônico é inserido no software e combinado com ele mesmo, para verificar se existem elementos duplicados, ou se elementos do modelo arquitetônico interferem entre si, como por exemplo, um item de forro colidindo com um de esquadria; isso será tratado no item 7.4.1.

Em segundo, o modelo da arquitetura e da estrutura são inseridos no software e combinados para identificar como os objetos de ambos estão interferindo entre si; tal teste é descrito no item 7.4.2. Após, apenas o modelo da estrutura é inserido no software e o teste que se faz com ele é semelhante ao da arquitetura com ela mesma; características dessa ação são abordadas no item 7.4.3. Assim, cada um dos círculos do esquema representa o conjunto de itens contidos em um modelo e os conjuntos são combinados para verificar suas interseções. Em seguida, a análise e correção é a ação

em que se verificam os resultados do teste e modificam-se as implicações problemáticas de interferências, pois nem todas as interferências que o software detecta são relevantes.

Por último, tem-se um modelo modificado e compatibilizado em relação ao teste de interferência realizado. Essa última informação é relevante, pois ainda considerando o esquema da Figura 35, não necessariamente o modelo resultante “ARQ Compatibilizado I” é igual ao modelo “ARQ Compatibilizado II”, pois as interferências detectadas no teste do modelo da arquitetura com ele mesmo, podem ser diferentes das identificadas no teste da arquitetura com a estrutura. Outra questão importante, que configura uma limitação deste trabalho, é que todos os testes foram realizados entre modelos não modificados, isto é, para realizar o teste entre arquitetura e estrutura não se aguardou o resultado “ARQ Compatibilizado I”, mas utilizou-se o modelo em sua versão inicial. Se esse fosse o caso, a ordem dos testes em 7.4.2 e 7.4.3 deveria ser invertida.

Figura 34 – Esquema das ações do estágio I da compatibilização



(fonte: elaborado pela autora)

Mais detalhadamente, Quadro 7 a seguir mapeia a ação dos testes de interferência realizados com a utilização a configuração dos *sets* de seleção e considera ainda as subdivisões dos modelos em

partes. Assim, para o modelo da arquitetura com ele mesmo, por exemplo, tiveram de ser realizados três testes, um para a “base”, um para o “tipo” e outro para a “torre”, dado o tamanho do documento e necessidade de *hardware* para processar o arquivo por completo.

Quadro 7 – Testes Realizados com sets de seleção

DISCIPLINAS	CARACTERÍSTICAS
ARQxARQ	Base Com Sets
ARQxARQ	Tipo Com Sets
ARQxARQ	Torre Com Sets
ESTxEST	Base Com Sets
ESTxEST	Tipo Com Sets
ESTxEST	Blocos Com Sets
ESTxEST	Painéis Geral Com Sets
ARQxEST	Base Torre Base Torre
ARQxEST	Base Torre Blocos
ARQxEST	Base Torre Painéis
ARQxEST	Tipo Base Torre
ARQxEST	Tipo Blocos
ARQxEST	Tipo Painéis

(fonte: elaborado pela autora)

7.4.1 Análise Arquitetura x Arquitetura

Nesta seção, são feitas algumas considerações acerca da análise dos relatórios resultantes do teste de interferência do modelo arquitetônico com ele mesmo, além do teste propriamente dito e propostas de modificações para alcance de um modelo compatibilizado. Para a parte da “torre” do modelo do projeto arquitetônico, foram testadas as combinações ilustradas na janela da Figura 36. A figura e a seção explicitam apenas o realizado para a parte referente à torre da arquitetura, mas o que será descrito é análogo e válido para as partes da base e do pavimento tipo, sendo que as figuras das análises para essas partes estão no Apêndice E.

Na Figura 36 aparece novamente a janela do *Clash Detective* do *Navisworks*. No retângulo em vermelho, aba *select*, selecionou-se a opção, mostrada no retângulo azul, de *sets*. Isso significa que o teste será feito combinando em *Selection A* um conjunto de elementos e em *Selection B*, outro conjunto. Ainda que seja um único modelo, vários testes podem ser adicionados, combinando diferentes conjuntos de seleção criados para um modelo, como os que aparecem na janela da Figura

36. A linha do teste marcada em azul é a verificação de interferências entre paredes e esquadrias no modelo da torre, em que foram combinados os conjuntos de paredes e esquadrias desse mesmo modelo.

Figura 35 – Combinações de conjuntos de seleção para a torre do modelo arquitetônico.

Name	Status	Clashes	New
ARQxARQ Torre Duplicados	Done	18	0
ARQxARQ Torre Paredes x Janelas e Portas	Done	10	0
ARQxARQ Torre Paredes x Forros e Pisos	Done	96	0
ARQxARQ Torre Paredes x Guarda Corpos e Escadas	Done	12	0
ARQxARQ Torre Paredes x Coberturas	Done	2	0
ARQxARQ Torre Forros x Janelas e Portas	Done	3	0
ARQxARQ Torre Forros x Pisos	Done	0	0
ARQxARQ Torre Forros x Guarda Corpos e Escadas	Done	0	0
ARQxARQ Torre Forros x Cobertura	Done	0	0
ARQxARQ Torre Pisos x Janelas e Portas	Done	1	0
ARQxARQ Torre Pisos x Guarda Corpos e Escadas	Done	5	0
ARQxARQ Torre Janelas e Portas x Guarda Corpos e Escadas	Done	39	0

(fonte: elaborada pela autora)

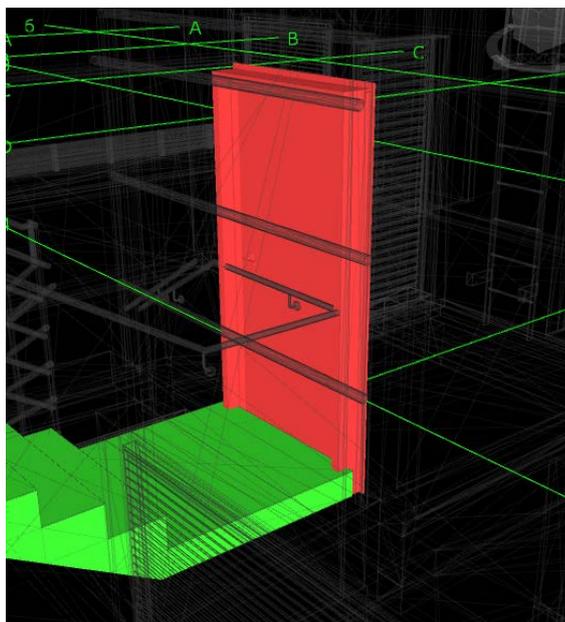
O fato de criar regras de seleção diminui consideravelmente a quantidade de interferências detectadas, mas não é só isso que favorece o processo, pois essas seleções permitem também identificar em quais conjuntos de elementos se encontram os maiores problemas. No caso da arquitetura, as interferências entre esquadrias e paredes não podem ser evitadas, visto que paredes funcionam como hospedeiras para as famílias de portas e paredes. Os elementos duplicados encontrados nessa análise também não representam nenhuma interferência para questões de

execução do empreendimento, mas para um modelo utilizado para orçamento podem ser um problema, visto que o quantitativo desses itens será duplicado ao ser considerado.

Além disso, depois de verificadas as 96 interferências que ocorrem entre pisos e forros com as paredes não apresentam um problema tão grave, visto que esses itens de fato acabam ficando em contato uns com os outros, sendo esses conflitos possivelmente erros pequenos de modelagem. No entanto, é necessário considerar que se elas ocorrem, alguns forros poderão ser deslocados na etapa de execução, podendo conflitar com outras instalações complementares. Os problemas mais graves encontrados no modelo de arquitetura, são as interferências entre esquadrias respectivamente com escadas, guarda-corpos e forros. Um exemplo é ilustrado na Figura 37, a porta, em vermelho, está desnivelada com o patamar da escada, e se fosse assim executada não abriria.

Se o projeto fosse dessa maneira para a obra, no momento da instalação das esquadrias, muito provavelmente não haveria espaço suficiente para essa porta. Ou ainda, esse problema pode ser percebido antes, e toda a envoltória da porta, considerando paredes e pisos, será deslocada para cima, com a finalidade de nivelá-la com a estrutura, causando maiores interferências em outros elementos. As soluções para esse tipo de conflito são muitas, nenhuma, porém é trivial, visto que influencia diversos sistemas da edificação.

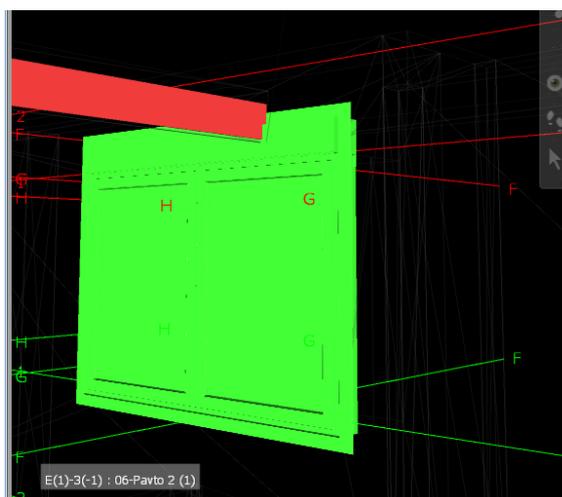
Figura 36 – Clash entre esquadrias e escadas



(fonte: elaborado pela autora)

Outro exemplo interessante é o que ocorre na Figura 38, um perfil de estruturação do forro de gesso colide com a caixa da persiana da janela. À primeira vista esse problema não parece tão crítico, entretanto, se for levado dessa maneira à obra, a solução provavelmente será a de elevação do forro. Se isso for feito, entretanto, poderá colidir com as instalações complementares que passam nessa região do cômodo. E mais crítico ainda, pode ocorrer que em função das instalações a elevação do forro não seja possível, e que colida de fato com a esquadria.

Figura 37 – Clash entre perfil de forro de gesso e caixa da persiana da janela



(fonte: elaborado pela autora)

7.4.2 Análise Arquitetura x Estrutura

Para a análise de conflitos entre os modelos dos projetos arquitetônico e estrutural, será discutido nessa seção o teste realizado entre a base e a torre do projeto arquitetônico e base e torre do projeto estrutural. A Figura 39 mostra a janela *Clash Detective* do *Navisworks*, em que aparecem os resultados de incompatibilidades da combinação de conjuntos de seleção de ambos os modelos considerados. Assim como no teste anterior, “*arquitetura x arquitetura*”, os testes realizados com as demais partes das disciplinas em questão estão no Apêndice E e não serão especificados no texto.

Na Figura 39 pode-se perceber que um teste realizado sem conjuntos de seleção, em que os modelos são combinados de maneira integral, resulta em um número bastante grande de conflitos. Em um caso como esse, do primeiro teste da lista da Figura 39, os 1858 *clashes* detectados dificultam a análise dos resultados, pois torna-se um processo bastante dispendioso para quem o for analisar. Novamente a utilização dos conjuntos de seleção mostra-se como de grande auxílio para identificar

em quais elementos ocorrem os maiores problemas. Com isso, a primeira atenção de quem estiver encarregado da análise dos resultados, deve se voltar àqueles testes cuja quantidade de interferências identificadas sejam maiores, como o que ocorre entre pilares, pisos e paredes, e entre vigas, pisos e paredes para o teste em questão.

Figura 38 - Combinações de conjuntos de seleção as partes explicitadas do modelo arquitetônico e estrutural.

Clash Detective

ESTxARQ BaseTorre x BaseTorre Sem Sets Last Run: quinta-feira, 3 de novembro de 2016 16:18:02
Clashes - Total: 1858 (Open: 1858 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxARQ BaseTorre x BaseTorre Sem Sets	Done	1858	0
ESTxARQ Laje EST x Piso ARQ	Done	50	37
ESTxARQ Laje EST x Parede ARQ	Done	28	0
ESTxARQ Laje EST x Forros, Cobertura ARQ	Done	3	0
ESTxARQ Laje EST x Esquadrias ARQ	Done	0	0
ESTxARQ Laje EST x Escadas, Guarda-Corpos ARQ	Done	1	0
ESTxARQ Pilares EST x Piso ARQ	Done	226	0
ESTxARQ Pilares EST x Paredes ARQ	Done	177	0
ESTxARQ Pilares EST x Forro, Cobertura ARQ	Done	9	9
ESTxARQ Pilares EST x Esquadrias ARQ	Done	2	2
ESTxARQ Pilares EST x Escadas, Guarda-Corpos ARQ	Done	3	3
ESTxARQ Vigas EST x Piso ARQ	Done	419	419
ESTxARQ Vigas EST x Paredes ARQ	Done	476	476
ESTxARQ Vigas EST x Forro, Cobertura ARQ	Done	9	9
ESTxARQ Vigas EST x Esquadrias ARQ	Done	7	7
ESTxARQ Vigas EST x Escadas, Guarda-Corpos ARQ	Done	4	4
ESTxARQ Escadas, Consolos x ARQ	Done	121	121

Rules Select Results Report

Selection A

Standard

- TCC00002 MDL 16 ARQ Torre R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 EST Base R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 EST Tipo R00.nwd

Selection B

Standard

- TCC00002 MDL 16 ARQ Torre R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 EST Base R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 EST Tipo R00.nwd

Settings

Type: Hard Tolerance: 0,010 m

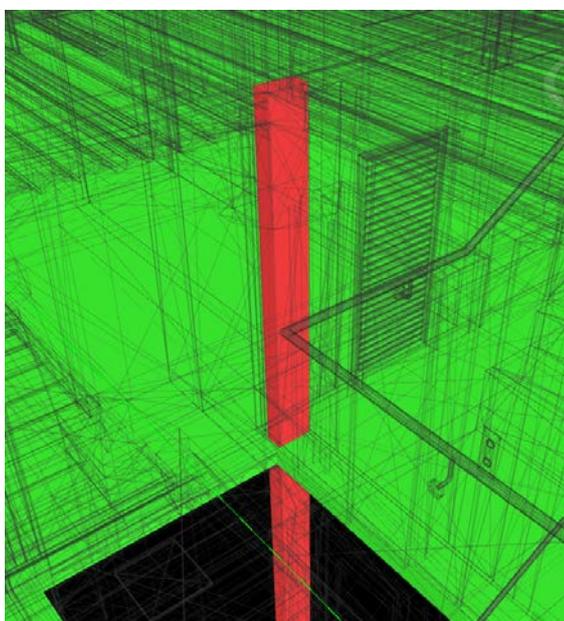
Link: None Step (sec): 0,1

Composite Object Clashing

(fonte: elaborada pela autora)

Uma análise preliminar dos testes que ocorrem entre pilares e pisos e entre pilares e paredes, para os quais os resultados foram de respectivamente 226 e 177 interferências, mostram que essas intercessões não são críticas, mas tratam-se de um problema de modelagem. Por exemplo, a Figura 40 mostra o que o *software Navisworks* identificou como um desses conflitos. Esse pilar, de fato deve “atravessar” a laje, pois serão deixadas esperas das armaduras do mesmo ultrapassando-a. O único problema nesse caso, é que se os elementos foram modelados no mesmo espaço, o volume da intersecção entre os elementos pilar e laje será considerado duplicado na contabilização de materiais. No entanto, em termos de incompatibilidade e problemas de execução, a maior parte desses conflitos não se caracteriza como um problema real.

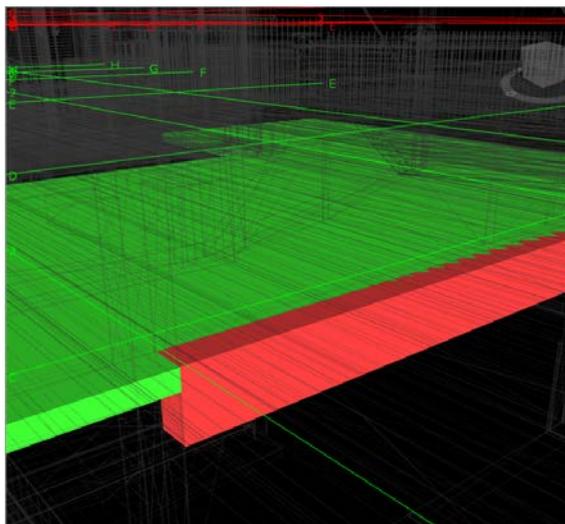
Figura 39 – Conflito entre pilar (vermelho) e laje (verde)



(fonte: elaborada pela autora)

O mesmo ocorre para os conflitos entre vigas e paredes e vigas e lajes. A Figura 41 apresenta um exemplo de uma viga dentro de uma laje do pavimento tipo. Embora apareça como um conflito, isso não é uma incompatibilidade e não deverá apresentar problemas na execução da obra se o modelo continuar assim em relação a esses elementos. Considerando que no pavimento tipo as lajes serão concretadas após a execução de vigas, essa incompatibilidade não deve ocorrer. Se, no entanto, erro semelhante ocorresse no subsolo, onde os elementos da estrutura são pré-moldados, essa montagem não seria possível e um desses dois elementos, viga, ou laje, deveriam ser remodelados.

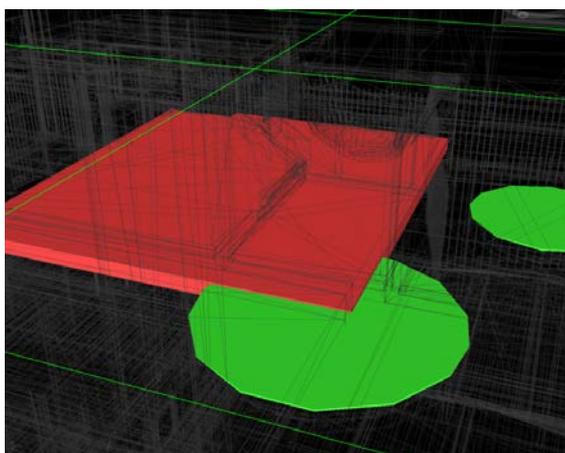
Figura 40 – Conflito entre viga (vermelho) e laje (verde)



(fonte: elaborada pela autora)

No entanto, interferências entre forros e lajes, por exemplo, podem ser um grande problema, conforme o que está mostrado na Figura 42. O elemento circular, em verde, colide com parte da laje da estrutura, em vermelho. Isso significa que um dos projetos não dimensionou corretamente o espaço que iriam ocupar. O problema de executar esse detalhe, não é apenas o rebaixamento do forro, que diminuirá o pé direito na região, mas o fato de que tubulações de elétrica ou hidráulica muito provavelmente passam por esse espaço entre laje e forro e também não se encontrará espaço para elas.

Figura 41 – Conflito entre elemento de forro (verde) e parte da laje (vermelho)



(fonte: elaborada pela autora)

7.4.3 Análise Estrutura x Estrutura

O último teste do primeiro estágio trata do projeto estrutural, para o qual foram testadas as combinações ilustradas na janela da Figura 43. Curiosamente, o modelo da estrutura foi o único não modelado em software BIM e ao mesmo tempo obteve o menor número de *clashes*. Isso se deve provavelmente ao fato de possuir elementos geometricamente mais simplificados do que os demais projetos e número reduzido de variações de elementos. Esta Figura 43 explicita o realizado para a parte referente ao tipo da estrutura, mas os testes foram realizados também para a base, blocos e painéis e seus resultados estão no Apêndice E.

Figura 42 - Combinações de conjuntos de seleção para o modelo estrutural

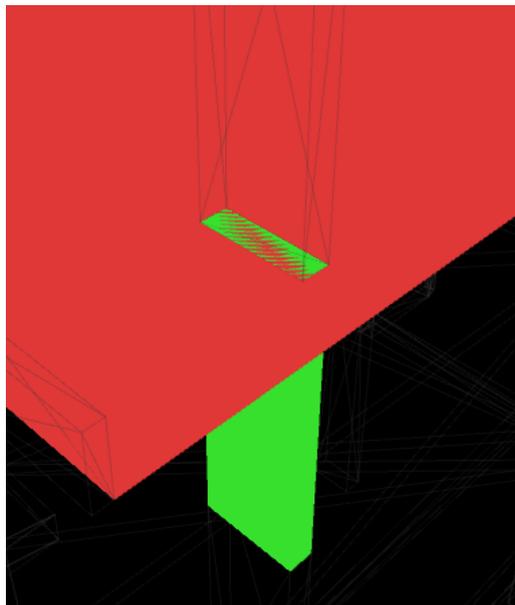
Name	Status	Clashes
ESTxEST Tipo Duplicados	Done	0
ESTxEST Tipo Lajes x Vigas	Done	6
ESTxEST Tipo Lajes x Pilares	Done	19
ESTxEST Tipo Pilares x Vigas	Done	3

The screenshot displays a software interface for testing structural models. At the top, a table lists test results for different combinations of selection sets. The table has three columns: Name, Status, and Clashes. The row for 'ESTxEST Tipo Lajes x Pilares' is highlighted in blue, indicating it is the current selection. Below the table, there is a toolbar with buttons for 'Add Test', 'Reset All', 'Compact All', 'Delete All', and 'Update All'. Underneath the toolbar are four tabs: 'Rules', 'Select', 'Results', and 'Report'. The 'Select' tab is active, showing two selection panels, 'Selection A' and 'Selection B'. Each panel contains a list of elements: 'Vigas', 'Pilares', and 'Lajes'. Below the selection panels are two sets of icons for manipulation. At the bottom, there is a 'Settings' section with a 'Type' dropdown set to 'Hard', a 'Tolerance' input field set to '0,010 m', a 'Link' dropdown set to 'None', a 'Step (sec)' input field set to '0,1', and a checked 'Composite Object Clashing' checkbox. A 'Run Test' button is located to the right of the settings.

(fonte: elaborado pela autora)

Os resultados para este teste não são considerados conflitos reais, pois não serão problemas para execução em obra. Por exemplo o pilar de fato deixará suas esperas ultrapassando lajes, como mostrado na Figura 44. O mesmo ocorre para interseção entre vigas e lajes, e vigas e pilares. Portanto, os poucos conflitos detectados, tratam-se mais de equívocos de modelagem do que possíveis problemas futuros.

Figura 43 – Clash entre laje e pilar do modelo estrutural



(fonte: elaborado pela autora)

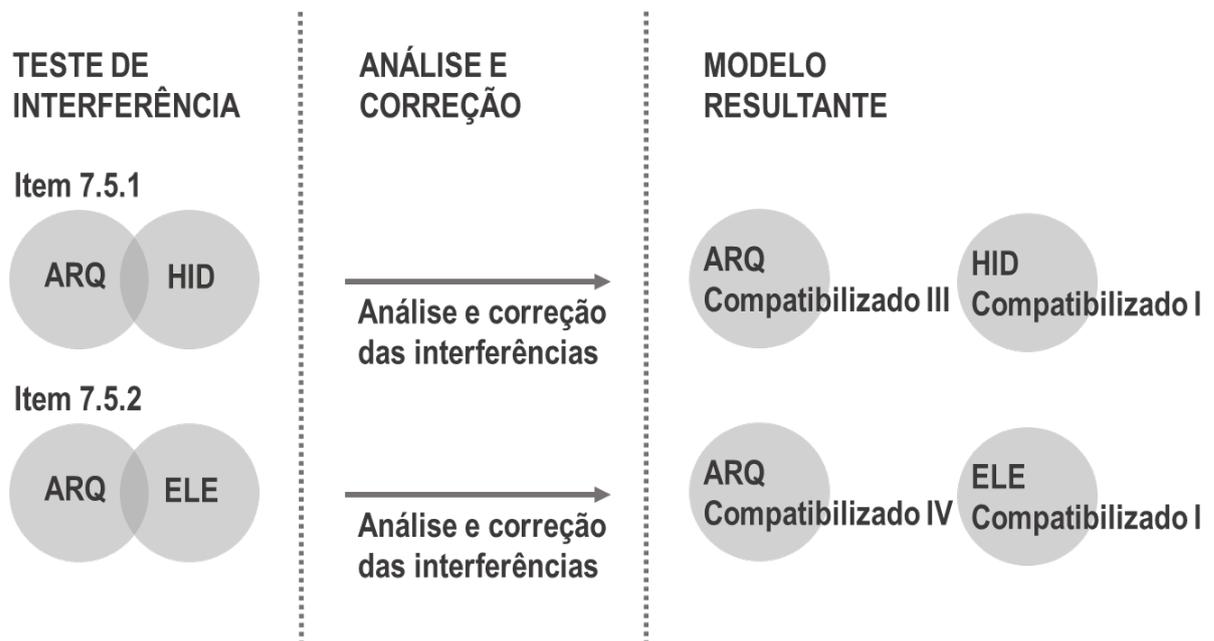
7.5 COMPATIBILIZAÇÃO DO MODELO – ESTÁGIO 2

O estágio 2 da etapa de compatibilização analisa as interferências entre os modelos do projeto arquitetônico e todos os modelos de projetos complementares, segundo esquema da Figura 45. No primeiro teste de interferência, os arquivos do modelo da arquitetura e hidrossanitário são abertos no software e combinados a fim de reconhecer como os objetos de ambos estão interferindo entre si; o teste é descrito no item 7.5.1. Após, o mesmo é feito com os modelos de instalações elétricas, o que será apresentado respectivamente nos itens 7.5.2.

O que foi descrito no estágio 1 a respeito dos modelos resultantes após a ação de análise e correção se aplica a esse estágio e todos os demais. Portanto, os modelos resultantes desta seção são denominados de “ARQ Compatibilizado III” a “ARQ Compatibilizado VI”, pois são modelos diferente dos chamados “ARQ Compatibilizado I” e “ARQ Compatibilizado II” obtidos no primeiro estágio da compatibilização.

O Quadro 8 mostra mais detalhadamente as ações do estágio 2, visto que para cada uma das combinações, para a arquitetura, foi necessário dividi-las em três partes, correspondentes à base, ao tipo e à torre.

Figura 44 – Esquema das ações do Estágio 2 da compatibilização.



(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 8 – Testes realizados com sets de seleção para o estágio 2

DISCIPLINAS	CARACTERÍSTICAS
ARQxHID	Base Com Sets
ARQxHID	Tipo Com Sets
ARQxHID	Torre Com Sets
ARQxELE	Base Com Sets
ARQxELE	Tipo Com Sets
ARQxELE	Torre Com Sets

(fonte: elaborado pela autora)

7.5.1 Análise Arquitetura x Hidrossanitário

Para caracterizar essa análise, opta-se novamente pela seleção de apenas o teste referente a uma das três partes da arquitetura, os demais testes são apresentados no Apêndice F. Assim, na Figura 46, apresentam-se os resultados para os testes realizados entre o modelo da base da arquitetura e o modelo do projeto hidrossanitário. Novamente realizou-se o teste sem os conjuntos de seleção para comparar os resultados.

Figura 45 – Combinações de conjuntos de elementos da base da arquitetura e projeto hidrossanitário

The screenshot shows the Clash Detective interface with the following data table:

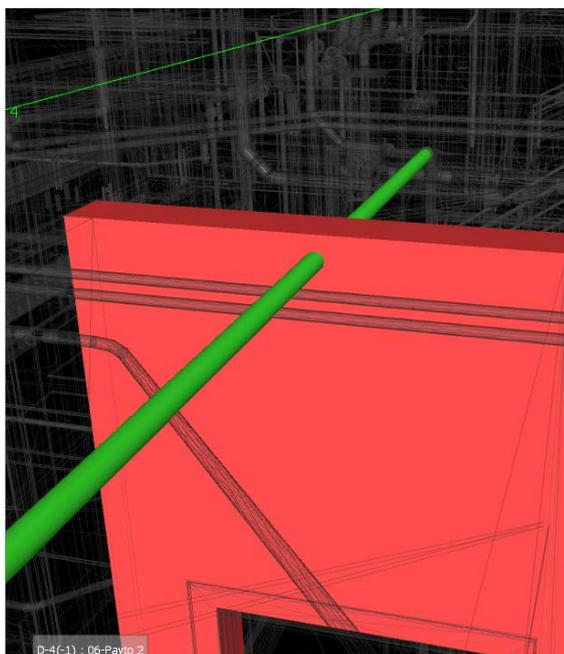
Name	Status	Clashes	New
ARQxHID Base	Done	785	785
ARQxHID Base Paredes x Tubulações	Done	237	237
ARQxHID Base Forros x Tubulações	Done	49	49
ARQxHID Base Pisos x Tubulações	Done	134	134
ARQxHID Base Esquadrias x Tubulações	Done	0	0
ARQxHID Base Paredes, Forros, Pisos x Equipamentos	Done	244	244
ARQxHID Base Escadas x Hidro	Done	0	0
ARQxHID Base Esquadrias x Equipamentos	Done	0	0

Additional interface details: Last Run: quarta-feira, 2 de novembro de 2016 15:56:22; Clashes - Total: 49 (Open: 49 Closed: 0). Selection A includes Forros, Portas, Guarda-corpo, Cobertura, Escadas, Paredes. Selection B includes Janelas, Equipamentos Mecânicos, Acessórios, Conexões, Aparelhos, Tubulações. Settings: Type: Hard, Tolerance: 0,010 m, Link: None, Step (sec): 0,1, Composite Object Clashing checked.

(fonte: elaborado pela autora)

Neste caso, chamam atenção os testes realizados entre paredes e tubulações e entre os elementos da arquitetura e equipamentos do sistema hidrossanitário. Na Figura 47 aparece a primeira situação, que é semelhante à maioria dos resultados encontrados no teste entre tubulações e paredes; muitas tubulações, de fato, acabam por atravessar alguns trechos de parede, principalmente na região de forros, que é o caso da imagem.

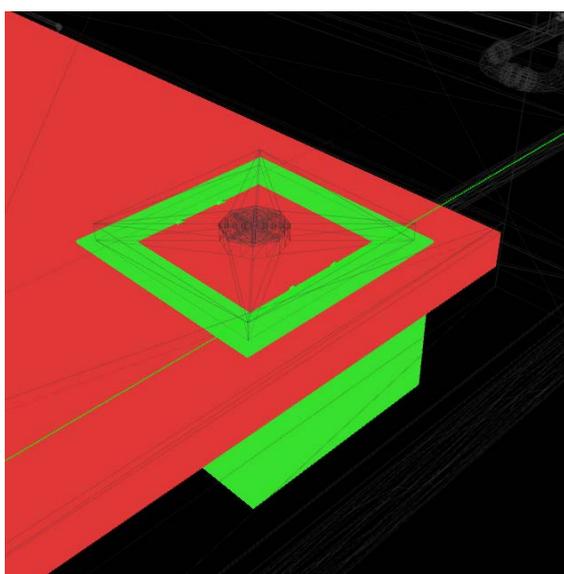
Figura 46 – Conflito entre tubulação (verde) e parede (vermelho)



(fonte: elaborado pela autora)

Na Figura 48, ocorre a situação de conflito de um equipamento do sistema, a caixa de inspeção, com o piso do projeto arquitetônico. Esta situação também não representa uma incompatibilidade que possa ser um problema na execução da edificação. Todas essas situações não apareceriam na análise, caso o modelo do projeto arquitetônico possuísse as furações dos sistemas complementares.

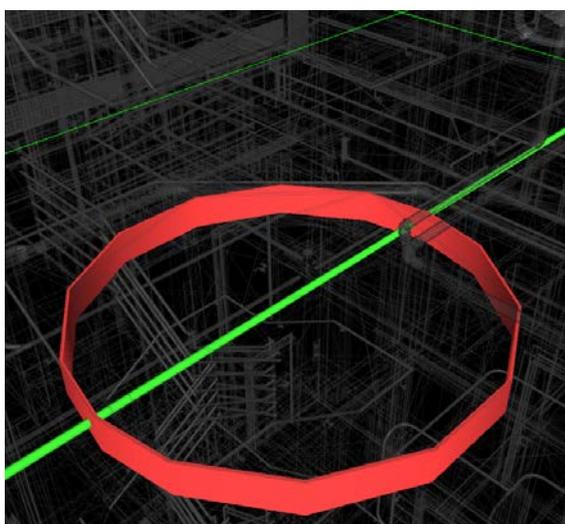
Figura 47 – Conflito entre caixa de inspeção (verde) e piso (vermelho)



(fonte: elaborado pela autora)

Em contrapartida, o que está mostrado na Figura 49 é uma incompatibilidade que pode trazer problemas na execução da obra. Neste caso, uma tubulação cruza horizontalmente um elemento de forro, quando na verdade deveria estar acima desse elemento. Se esse projeto for executado dessa maneira, na hora da instalação do forro as tubulações já estarão posicionadas e o forro sofrerá um deslocamento para baixo. Se houver elementos abaixo do forro que tem criticidade em relação à sua altura de acabamento, os mesmos serão também influenciados, como por exemplo, um aparelho de ar condicionado instalado abaixo do forro e muito próximo a ele.

Figura 48 – Conflito entre tubulação (verde) e elemento de forro (vermelho)



(fonte: elaborado pela autora)

7.5.2 Análise Arquitetura x Elétrico

O teste referente a uma das três partes da arquitetura escolhido para essa seção foi a parte do pavimento tipo e os resultados estão apresentados na Figura 50.

Figura 49 – Combinação de conjuntos de seleção para os modelos arquitetônicos e elétrico

The screenshot displays the Clash Detective application window. At the top, the title bar reads "Clash Detective". Below it, the main header shows the project name "ARQxELE Tipo Pisos x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões" and the date/time "Jarta-feira, 2 de novembro de 2016 17:59:56". A status bar indicates "Clashes - Total: 12 (Open: 12 Closed: 0)".

The central part of the interface features a table with the following data:

Name	Status	Clashes	New
ARQxELE Tipo	Done	423	423
ARQxELE Tipo Paredes x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	206	206
ARQxELE Tipo Forros x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	101	101
ARQxELE Tipo Pisos x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	12	12
ARQxELE Tipo Esquadrias x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	2	2
ARQxELE Tipo Paredes, Forros, Pisos, Esquadrias x Equipamentos	Done	31	31

Below the table are several control buttons: "Add Test", "Reset All", "Compact All", "Delete All", and "Update All". A navigation bar at the bottom includes tabs for "Rules", "Select", "Results", and "Report".

The "Select" tab is active, showing two selection sets, "Selection A" and "Selection B".

Selection A: A list of sets including Forros, Portas, Pisos (highlighted), Paredes, Janelas, Eletrocalhas, Conexões de Eletrocalha, Eletrodutos, and Conexões de Eletrodutos.

Selection B: A list of sets including Janelas, Eletrocalhas (highlighted), Conexões de Eletrocalha (highlighted), Eletrodutos (highlighted), Conexões de Eletrodutos (highlighted), Equipamentos Elétricos, Aparelhos Elétricos, and Dispositivos de Iluminação.

At the bottom, the "Settings" panel is visible, showing:

- Type: Hard
- Tolerance: 0,010 m
- Link: None
- Step (sec): 0,1
- Composite Object Clashing

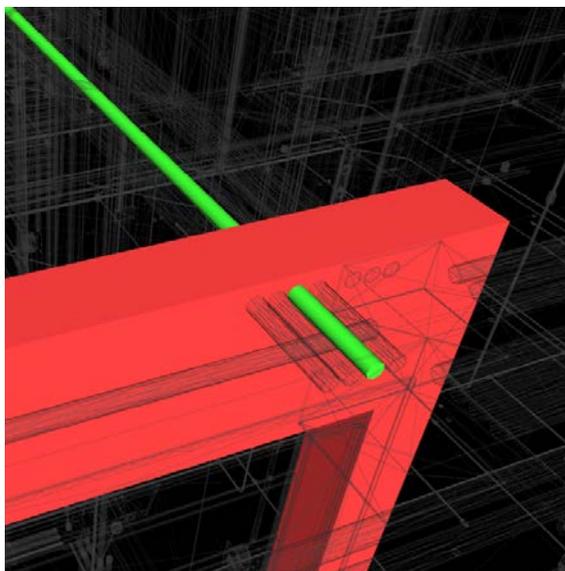
 A "Run Test" button is located to the right of the settings.

(fonte: elaborado pela autora)

Os testes resultando em maior número de conflitos foram os de paredes e forros em relação a elementos da infraestrutura das instalações elétricas. A exemplo do que ocorreu com as interferências do sistema hidrossanitário, a maior parte de eletrodutos e eletrocalhas colidiam com

as parede na região em que esses elementos passam por baixo de forros, como mostrado na Figura 51.

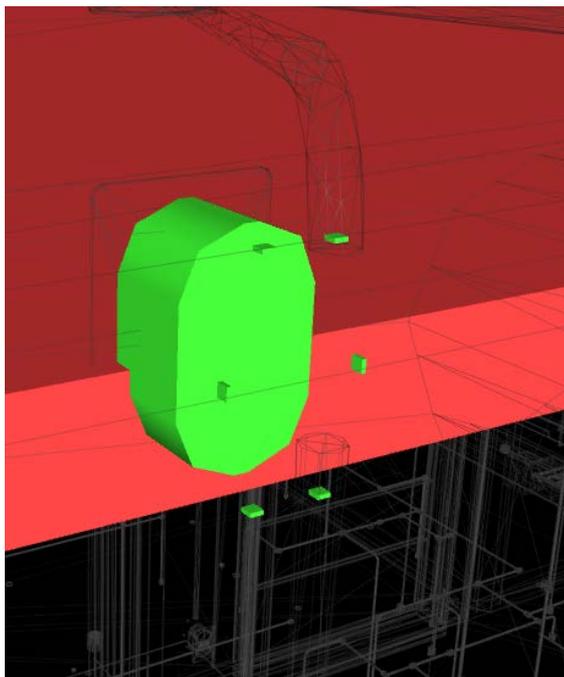
Figura 50 - Conflito entre tubulação (verde) e parede (vermelho)



(fonte: elaborado pela autora)

E novamente, semelhante ao que ocorre no item 7.5.1, elementos que acabam sofrendo interferências com o forro do projeto arquitetônico são uma incompatibilidade do sistema. Como exemplo, a Figura 52 mostra uma caixa elétrica dentro de um elemento de forro. Essas caixas próximas ao forro são para ligação dos aparelhos de condicionamento de ar. É mais simples modificar o projeto elétrico nesse caso e mover a caixa para cima ou para baixo do limite do forro. Embora os eletrodutos estejam conectados a essa caixa, o problema de deslocar esses elementos não é tão grave quanto deslocar tubulações hidrossanitárias, que para o caso de esgoto precisam de inclinações determinadas e para o caso de água, precisam obedecer a alguns traçados bem definidos para garantirem a pressurização do sistema.

Figura 51 - Conflito entre caixa elétrica (verde) e forro (vermelho)



(fonte: elaborado pela autora)

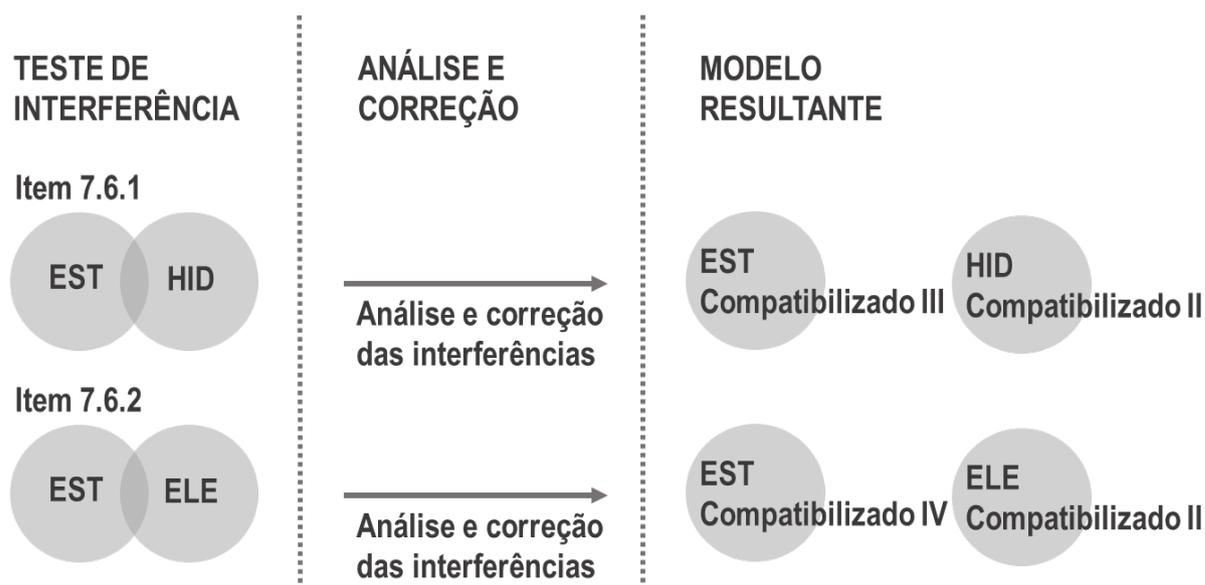
7.6 COMPATIBILIZAÇÃO DO MODELO – ESTÁGIO 3

Neste terceiro estágio da etapa de compatibilização analisaram-se as interferências entre os modelos do projeto estrutural e todos os modelos de projetos complementares, segundo esquema da Figura 53 e listagem do Quadro 9. Primeiramente, os arquivos do modelo da estrutura e hidrossanitário são abertos no software e combinados para a análise de como os objetos de ambas disciplinas estão interferindo entre si; o teste é descrito no item 7.6.1. Em seguida, é realizado o mesmo com os modelos de instalações elétricas, item 7.6.2.

Analogamente ao estágio 1, os modelos resultantes desta seção são denominados de “EST Compatibilizado III” a “EST Compatibilizado VI”, pois diferem dos chamados “EST Compatibilizado I” e “EST Compatibilizado II” alcançados no primeiro estágio da compatibilização.

No quadro 11 apresentam-se as ações do estágio 3 mais especificadas, já que para cada uma das combinações para a estrutura, foi necessária divisão em três partes, correspondentes à base junto com o tipo, aos blocos e aos painéis.

Figura 52 - Esquema das ações do estágio III da compatibilização



(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 9 – Testes realizados com sets de seleção

DISCIPLINAS	CARACTERÍSTICAS
ESTxHID	TipoBase Com Sets
ESTxHID	Blocos Com Sets
ESTxHID	Paineis Com Sets
ESTxELE	TipoBase Com Sets
ESTxELE	Blocos Com Sets
ESTxELE	Paineis Com Sets

(fonte: elaborado pela autora)

7.6.1 Análise Estrutura x Hidrossanitário

Para exemplificar as análises do modelo estrutural com o modelo hidrossanitário, optou-se pela parte do tipo e base da estrutura, conforme resultados mostrados na Figura 54. Nesse caso, o modelo da base e do tipo foram testados individualmente com o modelo hidrossanitário, para verificar novamente a questão da importância dos *sets* de seleção. Mas para os testes com os conjuntos de seleção, que são os relevantes para esse trabalho, chamam atenção as combinações entre as vigas e lajes da estrutura com as tubulações e conexões do modelo hidrossanitário.

Por exemplo, a Figura 55 mostra uma tubulação atravessando uma viga. Esse caso é identificado como uma interferência pelo *software*, mas o atravessamento de vigas por parte de tubulações ocorre de fato, visto que além da tubulação em verde, que é o foco, outras tubulações atravessam esse elemento estrutura, as que estão em azul. É importante, entretanto, verificar com os projetistas de estrutura, se a viga continua se comportando da mesma maneira se essas tubulações precisarem passar por esse elemento.

A maior parte das interferências entre o modelo hidrossanitário com a estrutura seguem essa lógica: o conflito poderia ser ignorado se verificado com o projetista das estruturas, confirmando que os elementos estruturais comportam essas furações.

Figura 53 - Combinações de conjuntos de seleção para o modelo da estrutura e hidrossanitário

Clash Detective

ESTxHID Tipo Last Run: quarta-feira, 2 de novembro de 2016 23:06:41

Clashes - Total: 335 (Open: 335 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New	
ESTxHID Tipo	Done	335	335	0
ESTxHID Base	Done	309	309	0
ESTxHID Estrutura Vigas x Tubulações, Conexões	Done	231	231	0
ESTxHID Estrutura Vigas x Equipamentos	Done	62	62	0
ESTxHID Estrutura Pilares x Tubulações, Conexões	Done	7	7	0
ESTxHID Estrutura Pilares x Equipamentos	Done	3	3	0
ESTxHID Estrutura Lajes x Tubulações, Conexões	Done	239	239	0
ESTxHID Estrutura Lajes x Equipamentos	Done	65	65	0
ESTxHID Estrutura Consolos, Escadas x Inst. Hidr.	Done	8	8	0

Rules | Select | Results | Report

Selection A

Standard

- TCC00002 MDL 16 EST Tipo R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 EST Base R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 HID Geral R00.nwd

Selection B

Standard

- TCC00002 MDL 16 EST Tipo R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 EST Base R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 HID Geral R00.nwd

Settings

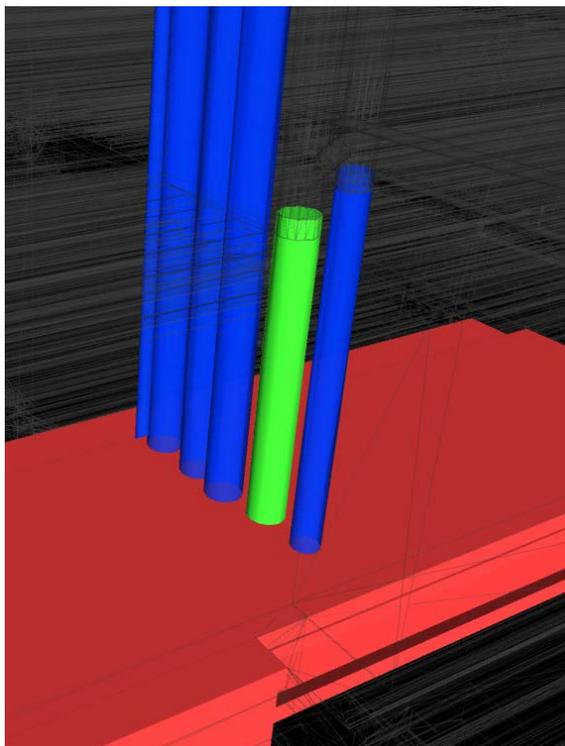
Type: Hard Tolerance: 0,010 m

Link: None Step (sec): 0,1

Composite Object Clashing

(fonte: elaborado pela autora)

Figura 54 – Interferência entre tubulação (verde) e viga (vermelho)



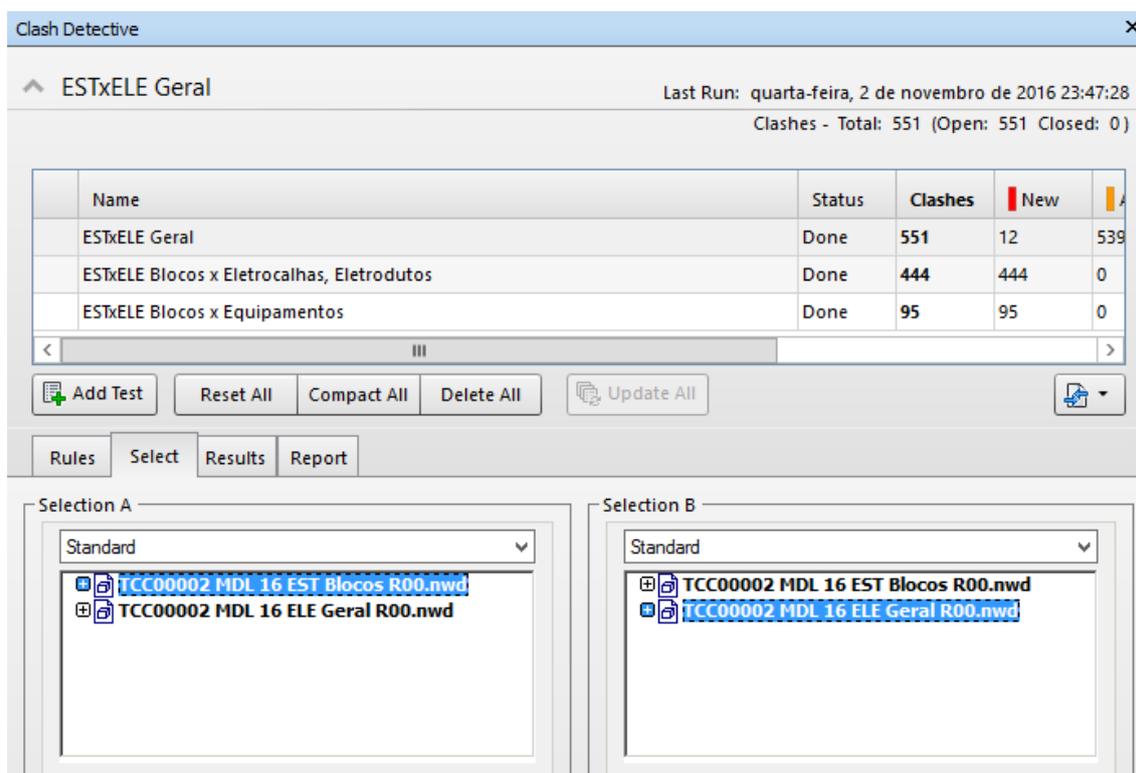
(fonte: elaborado pela autora)

7.6.2 Análise Estrutura x Elétrico

É interessante ainda que seja analisando um dos modelos com a modulação dos blocos cerâmicos. Portanto, utilizou-se essa combinação com o projeto elétrico, cujos testes estão explicitados na Figura 56. A intenção de utilizar a modulação dos blocos, é que eles venham com aberturas em algumas faces em pontos específicos para facilitar a instalação de projetos complementares. Por isso, combinar os projetos complementares com o modelo dos blocos permite ver se essa facilidade poderá ocorrer de fato na obra.

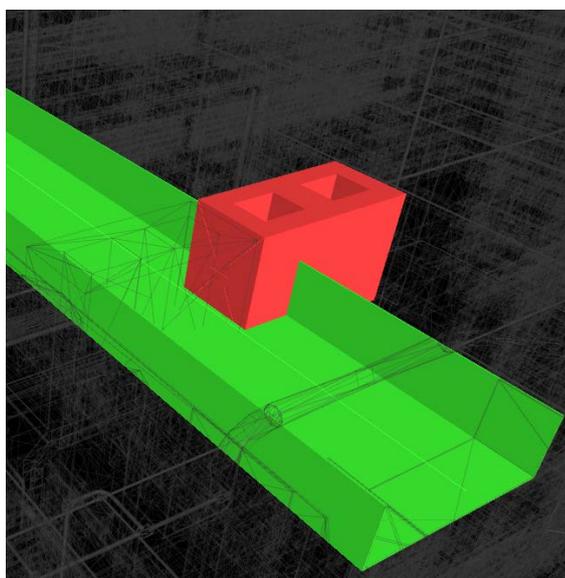
Na Figura 57 apresenta-se um exemplo de que isso não funciona. Se neste caso a alvenaria for assim executada, no momento da instalação das eletrocalhas, ela deverá ser quebrada e desfeita. No entanto, identificando os pontos de ocorrência desse tipo de incompatibilidade, o projeto de vedações poderia ser modificado, deixando aberturas na alvenaria como esperas para a passagem desse tipo de elemento de instalações complementares. A maior parte dos conflitos identificados nesse teste seguem essa lógica.

Figura 55 - Combinações de conjuntos de seleção para o modelo da estrutura e elétrico



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 56 - Conflito entre eletrocalha (verde) e bloco (cerâmico)

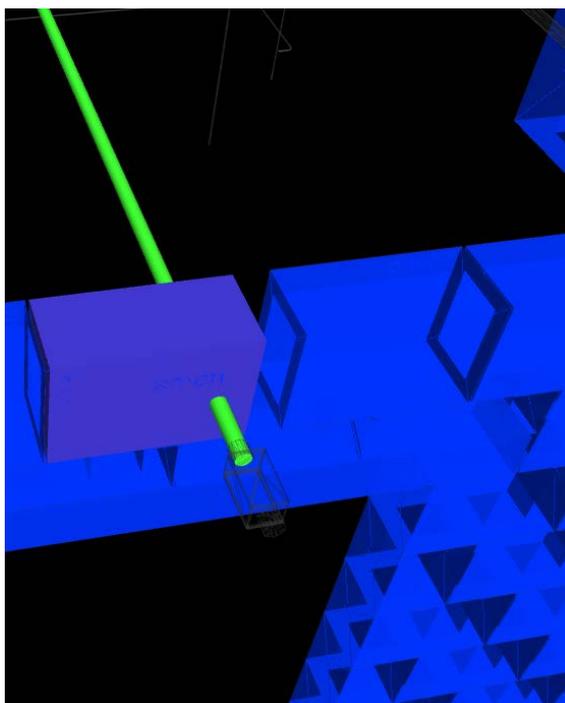


(fonte: elaborado pela autora)

Já no caso da Figura 58, em que um eletroduto está em conflito com um bloco de vedação, a solução mais simples seria mover o elemento da infraestrutura de elétrica. Como pode ser visto, ao lado

direito do conflito, é deixado um espaço entre dois blocos cerâmicos, o que significa que a modulação foi pensada para a passagem desse elemento e esperava que por essa região houvesse um eletroduto. Como trata-se de um sistema elétrico, em que não são imprescindíveis questões como localização, inclinação, entre outros fatores, como para um sistema hidráulico, o eletroduto pode ser movido para a região do vão sem grandes implicações.

Figura 57 – Conflito entre eletroduto (verde) e blocos de vedação (azul)



(fonte: elaborado pela autora)

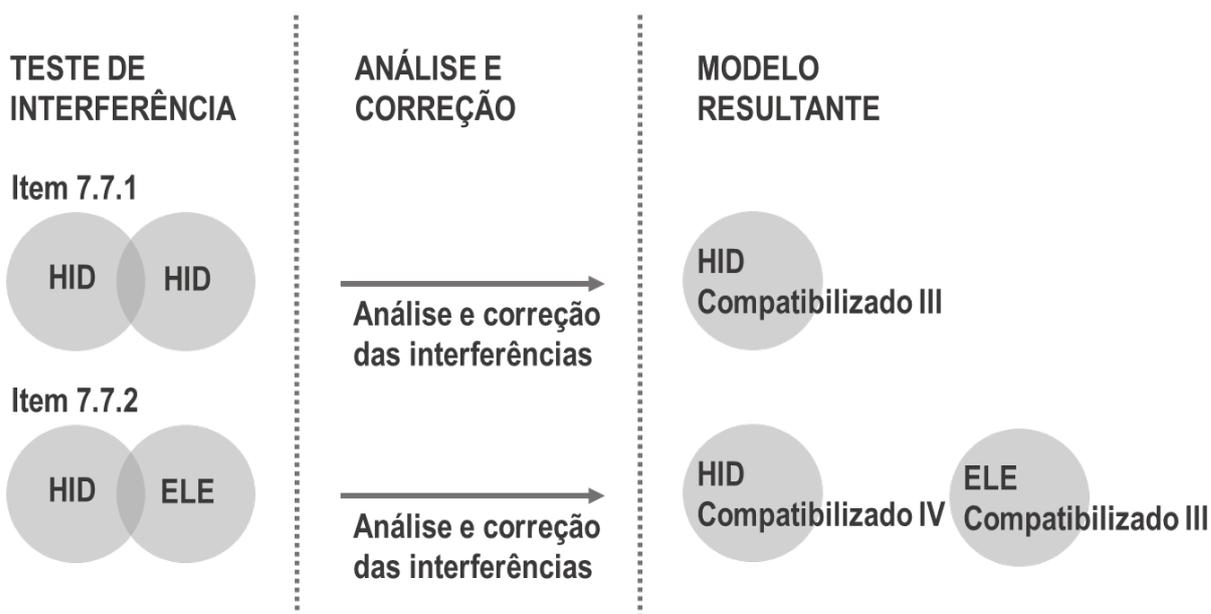
7.7 COMPATIBILIZAÇÃO DO MODELO – ESTÁGIO 4

O estágio 4 da compatibilização começa a tratar da análise dos projetos complementares com eles mesmos. Nessa seção, tem-se como parâmetro fixo o projeto hidrossanitário. A Figura 59 mostra as ações do estágio 4, em que serão discutidos o resultado do teste de compatibilização do projeto hidrossanitário com ele mesmo na seção 7.7.1 e do projeto hidrossanitário com o de instalações elétricas na seção 7.7.2.

No Quadro 10, aparecem os dois testes realizados nesse estágio. Como os modelos complementares utilizados não são divididos em partes, os números de ações são poucos. Além disso, os testes entre esses modelos foram realizados com e sem conjuntos de seleção para comparação.

A premissa que os modelos resultantes são diferentes para cada uma das compatibilizações é também válida nesse estágio, uma vez que o modelo “HID Compatibilizado III” é diferente dos modelos do projeto hidrossanitário resultantes da compatibilização com modelo estrutural e arquitetônico.

Figura 58 – Esquema das ações do estágio 4 da compatibilização



(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 10 – Testes realizados com conjuntos de seleção, mantendo o projeto hidrossanitário fixo

DISCIPLINAS	CARACTERÍSTICAS
HIDxHID	Geral Com Sets
ELExHID	Com Sets

(fonte: elaborado pela autora)

7.7.1 Análise Hidrossanitário x Hidrossanitário

Apresentam-se, na Figura 60, os resultados de interferências entre os testes do modelo hidrossanitário.

Figura 59 - Janela Clash Detective do teste de interferências entre projeto hidrossanitário com ele mesmo

The screenshot shows the Clash Detective software interface. At the top, the window title is "Clash Detective". Below the title bar, the main area displays "HIDxHID Geral Duplicados" with a "Last Run" timestamp of "domingo, 27 de novembro de 2016 22:30:34" and a summary of "Clashes - Total: 16 (Open: 16 Closed: 0)".

Name	Status	Clashes	New	Open
HIDxHID Geral Duplicados	Done	16	0	16
HIDxHID Geral Tubulações x Tubulações	Done	2	0	2
HIDxHID Geral Tubulações x Acessórios, Equipamentos e Aparelhos	Done	87	0	87
HIDxHID Geral Tubulações x Conexões	Done	3	0	3
HIDxHID Geral Conexões x Conexões	Done	0	0	0
HIDxHID Geral Conexões x Acessórios, Equipamentos e Aparelhos	Done	7	0	7
HIDxHID Geral Acessórios, Equipamentos e Aparelhos	Done	1	0	1

Below the table, there are navigation buttons: "Add Test", "Reset All", "Compact All", "Delete All", and "Update All". The interface also has tabs for "Rules", "Select", "Results", and "Report".

Two selection panels, "Selection A" and "Selection B", are visible, both containing a dropdown menu set to "Standard" and a list of selected items: "TCC00002 MDL 16 HID Geral R00.mwd".

At the bottom, there is a "Settings" section with the following options:

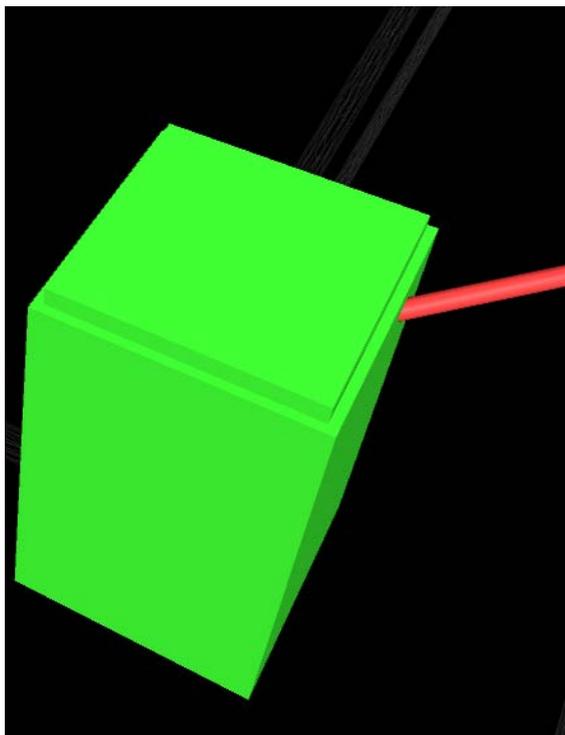
- Type: Duplicates
- Tolerance: 0,010 m
- Link: None
- Step (sec): 0,1
- Composite Object Clashing

 A "Run Test" button is located to the right of the settings.

(fonte: elaborado pela autora)

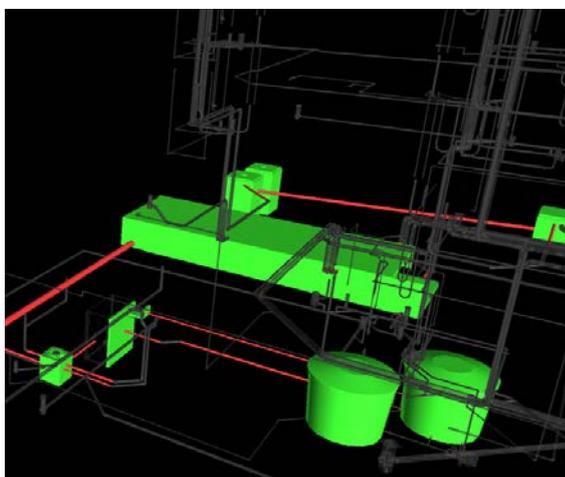
Nesse caso específico, fica logo evidente o número de conflitos que ocorrem entre tubulações e acessórios, equipamento e aparelhos do sistema. É importante ressaltar que para essa análise, o conjunto de tubulações considera elementos de conexões entre elas. Embora os 87 conflitos pareçam muitos, poucos deles são incompatibilidades de fato. O em todos os 87 conflitos é a situação ilustrada na Figura 61, em que uma tubulação de esgoto chega a uma caixa de inspeção. Isso não é um problema de compatibilização, como já explicado, essas tubulações de fato atravessam as paredes desses elementos. A Figura 62 mostra mais dessas situações, por exemplo, tubulações conectadas aos reservatórios, à bacia de amortecimento, entre outros.

Figura 60 – Conflito entre tubulação de esgoto (vermelho) e caixa de inspeção (verde)



(fonte: elaborado pela autora)

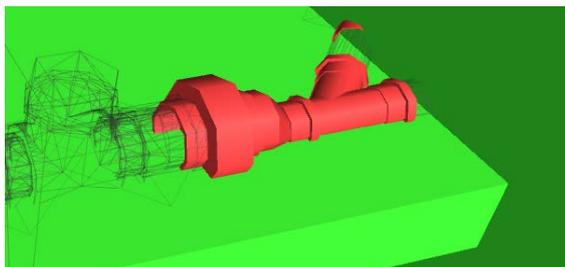
Figura 61 - Conflito entre tubulações de esgoto (vermelho) e equipamentos (verde)



(fonte: elaborado pela autora)

Ainda assim, alguns dos resultados encontrados são problemas de compatibilização, como o ilustrado na Figura 63. Nesse caso, uma conexão está embutida em um piso, referente à parte superior da bacia de amortecimento. Para isso, além da conexão, toda a tubulação conectada a ela sofrerá um deslocamento para cima, pois é impossível realizar uma instalação nessas condições.

Figura 62 - Conflito entre conexão de esgoto (vermelho) e paredes da bacia de amortecimento (verde)



(fonte: elaborado pela autora)

7.7.2 Análise Hidrossanitário x Elétrico

Na Figura 64, apresentam-se os resultados do teste entre hidrossanitário e de instalações elétricas.

Figura 63 – Janela Clash Detective do teste de interferências entre projeto hidrossanitário e elétrico

Clash Detective

ELExHID Geral Sem Sets Last Run: quinta-feira, 3 de novembro de 2016 02:15:32

Clashes - Total: 37 (Open: 37 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New	
ELExHID Geral Sem Sets	Done	37	37	0
ELExHID Geral Infra ELE x Tubulações HID	Done	10	10	0
ELExHID Geral Equipamentos ELE x Tubulações HID	Done	4	4	0
ELExHID Geral Infra ELE x Equipamentos HID	Done	1	1	0
ELExHID Geral Equipamentos ELE x Equipamentos HID	Done	2	2	0

Selection A

Standard

- TCC00002 MDL 16 ELE Geral R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 HID Geral R00.nwd

Selection B

Standard

- TCC00002 MDL 16 ELE Geral R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 HID Geral R00.nwd

Settings

Type: Tolerance:

Link: Step (sec):

Composite Object Clashing

(fonte: elaborado pela autora)

Para o resultado do primeiro teste, em que foram testadas interferências sem os conjuntos de seleção, ainda que tenham sido poucos os resultados, visto que 37 é um número fácil de analisar, muitos deles representavam situações com a mostrada na Figura 65, em que uma tubulação aparecia entrando em um *room*. *Rooms*, ou espaços em português, são um recurso do software de modelagem que permite selecionar cômodos por exemplo e inserir informações de nome e outras características no mesmo. Entretanto, quando aberto em um *software* de análise como o *Navisworks*, o recurso de *rooms* aparece como um volume tridimensional e acaba sendo reconhecido como um conflito entre os elementos, quando, de fato, esse volume não existe, não passando de uma representação. Esses resultados foram ignorados e não serão considerados como incompatibilidades.

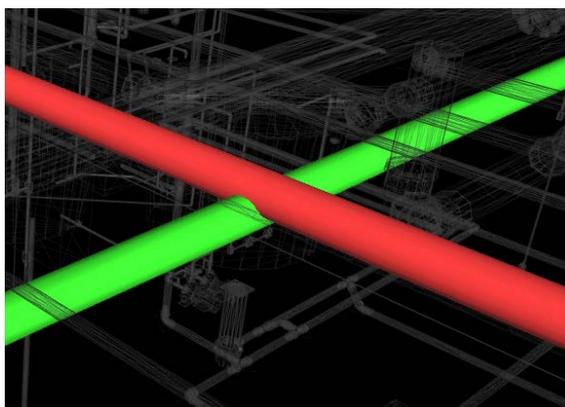
Figura 64 – Conflito de eletrocalha (vermelho) com room do modelo (verde)



(fonte: elaborado pela autora)

Já para os conflitos entre elementos da infraestrutura de instalações elétricas com tubulações hidrossanitárias, os conflitos encontrados foram semelhantes ao apresentado na Figura 66. Muitas tubulações acabam conflitando e até ocupando o mesmo espaço. Essa incompatibilidade também não apresenta grandes riscos, visto que são poucos centímetros que os elementos colidem, mas o deslocamento de qualquer uma dessas tubulações pode e muito provavelmente irá influenciar os elementos vizinhos desse sistema.

Figura 65 - Conflito entre eletroduto (vermelho) e tubulação de esgoto (em verde)

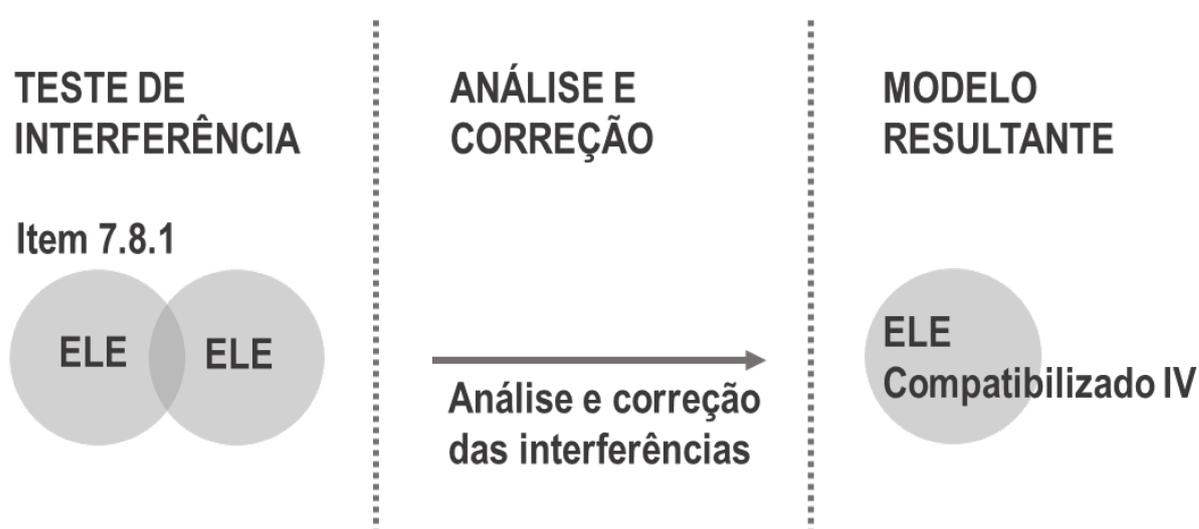


(fonte: elaborado pela autora)

7.8 COMPATIBILIZAÇÃO DO MODELO – ESTÁGIO 5

O último estágio da fase de compatibilização é o quinto, em que restou apenas a análise do projeto elétrico com ele mesmo, conforme esquema da Figura 67, e Quadro 11.

Figura 66 – Esquema das ações do estágio 5 da compatibilização



(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 11 – Teste realizado com conjunto de seleção

DISCIPLINAS	CARACTERÍSTICAS
ELExELE	Geral Com Sets

(fonte: elaborado pela autora)

7.8.1 Análise Elétrico x Elétrico

A Figura 68 explicita os testes realizados para detectar incompatibilidades do modelo de instalações elétricas com ele mesmo.

Nesse estágio, chama a atenção que restou apenas uma ação, pois todas as demais combinações com o projeto de instalações elétricas já foram analisadas. E nesse sentido, os testes que analisam tubulações com conexões e tubulações com acessórios e equipamentos são aqueles que mais chamam a atenção, devido ao número de interferências encontradas.

Figura 67 - Combinações de conjuntos de seleção para o modelo de instalações elétricas

The screenshot displays the Clash Detective application window. At the top, the title bar reads "Clash Detective". Below it, the main header shows "ELEXELE Geral Acessórios, Equipamentos, Aparelhos" and "Last Run: quarta-feira, 2 de novembro de 2016 20:43:47". A status bar indicates "Clashes - Total: 5 (Open: 5 Closed: 0)".

Name	Status	Clashes	New	Open	Closed
ELEXELE Geral Acessórios, Equipamentos, Aparelhos	Done	5	0	5	0
ELEXELE Geral Conexões x Acessórios, Equipamentos, Aparelhos	Done	0	0	0	0
ELEXELE Geral Conexões x Conexões	Done	0	0	0	0
ELEXELE Geral Duplicados	Done	4	4	0	0
ELEXELE Geral Tubulações x Acessórios, Equipamentos, Aparelhos	Done	72	72	0	0
ELEXELE Geral Tubulações x Conexões	Done	128	128	0	0
ELEXELE Geral Tubulações x Tubulações	Done	8	8	0	0

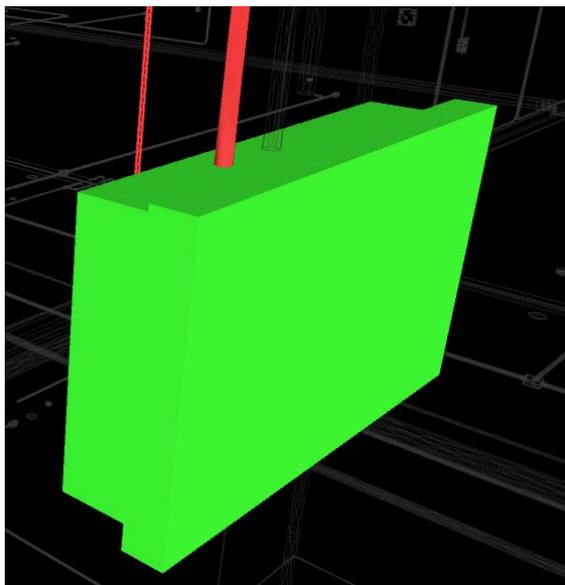
Below the table, there are buttons for "Add Test", "Reset All", "Compact All", "Delete All", and "Update All". The interface also features tabs for "Rules", "Select", "Results", and "Report".

The "Selection A" and "Selection B" panels show a list of sets: "Eletrodutos", "Conexões de Eletrodutos", "Equipamentos Elétricos", and "Aparelhos Elétricos". The "Settings" panel includes options for "Type" (Hard), "Tolerance" (0,010 m), "Link" (None), "Step (sec)" (0,1), and a checked "Composite Object Clashing" option. A "Run Test" button is also present.

(fonte: elaborado pela autora)

Em relação aos 72 conflitos de tubulações com acessórios, muitos deles tratam de situações semelhantes à da Figura 69. Essa circunstância é análoga à que ocorre com sistemas hidrossanitários, em que o software reconhece como conflito uma tubulação de esgoto chegando a uma caixa de inspeção. Por comparação, para que o sistema funcione, de fato, o eletroduto precisa chegar à caixa de disjuntores para que os condutores que estão dentro desse eletroduto possam ser conectados aos disjuntores dentro da caixa, para fazer o sistema funcionar corretamente. Portanto, esses conflitos foram analisados e desconsiderados.

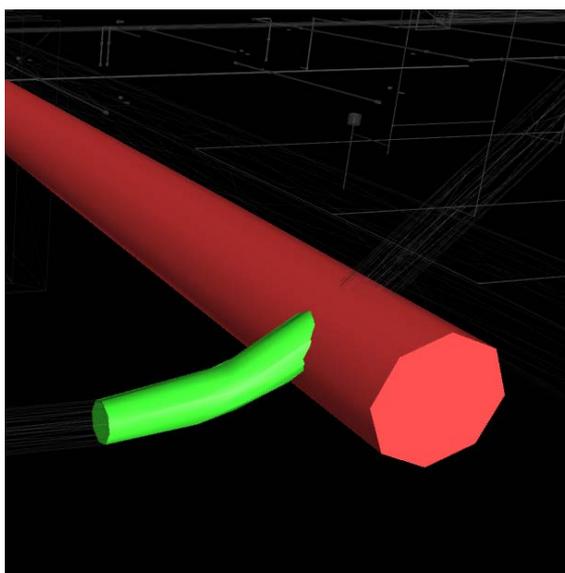
Figura 69 – Conflito entre eletroduto (vermelho) e caixa de disjuntores (verde)



(fonte: elaborado pela autora)

Na situação em que são analisadas as incompatibilidades entre eletrodutos e demais tubulações com as conexões, tem-se como exemplo a Figura 70. Nesse caso uma conexão de um eletroduto corrugado, em verde, atravessa um eletroduto em PEAD, em vermelho. Isso é uma incompatibilidade, mas não de difícil solução. Os eletrodutos corrugados desse projeto são flexíveis e a questão pode ser facilmente contornada deslocando esse elemento em verde.

Figura 70 - Conflito entre eletroduto corrugado (verde) e eletroduto em PEAD (vermelho)



(fonte: elaborado pela autora)

7.9 COMPATIBILIZAÇÃO – SÍNTESE DOS RESULTADOS

7.9.1 Compilação de resultados

Após a análise dos resultados dos 5 estágios de compatibilização, apresenta-se o Quadro 12 com um resumo de todas as ações realizadas na fase de compatibilização, nos diferentes estágios. Ainda a Figura 71 mostra o esquema dos estágios de compatibilização com os modelos resultantes para cada uma das ações.

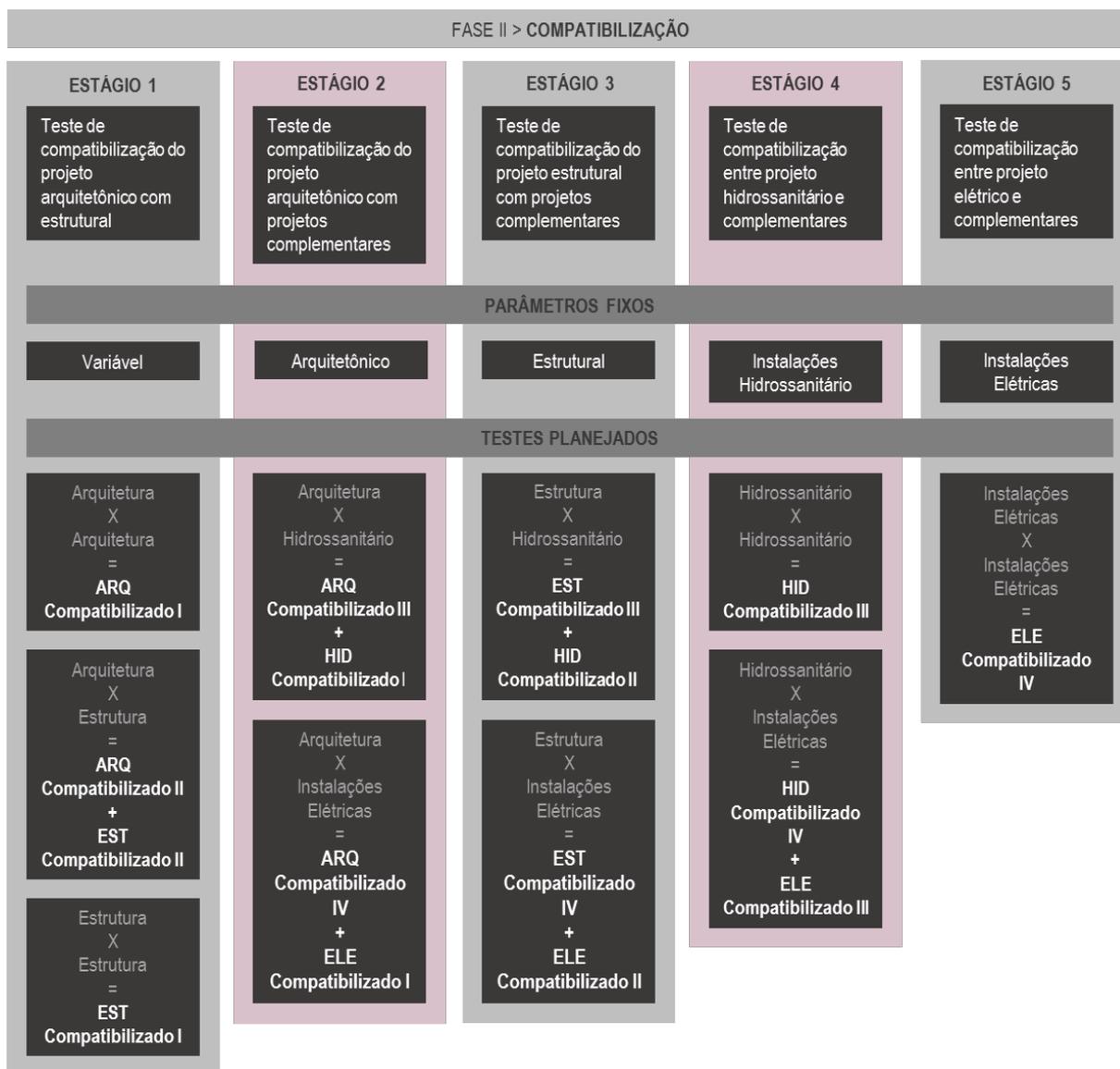
Quadro 12 – Resumo de interferências identificadas por teste realizado.

ESTÁGIO	PROJETOS ENVOLVIDOS	DESCRIÇÃO	NÚMERO DE INTERFERÊNCIAS IDENTIFICADAS
Estágio 1	ARQxARQ	Geral Sem Sets	7566
	ARQxARQ	Base Sem Sets	4009
	ARQxARQ	Base Com Sets	270
	ARQxARQ	Tipo Sem Sets	567
	ARQxARQ	Tipo Com Sets	52
	ARQxARQ	Torre Sem Sets	1975
	ARQxARQ	Torre Com Sets	186
	ESTxEST	Base Sem Sets	727
	ESTxEST	Base Com Sets	29
	ESTxEST	Tipo Sem Sets	547
	ESTxEST	Tipo Com Sets	28
	ESTxEST	Blocos Sem Sets	52
	ESTxEST	Blocos Com Sets	29
	ESTxEST	Painéis Geral Sem Sets	2
	ESTxEST	Painéis Geral Com Sets	2
	ARQxEST	Base Torre Base Torre	1858
	ARQxEST	Base Torre Blocos	13665
	ARQxEST	Base Torre Painéis	469
	ARQxEST	Tipo Base Torre	123
	ARQxEST	Tipo Blocos	2734
ARQxEST	Tipo Painéis	56	
Estágio 2	ARQxHID	Base Com Sets	785
	ARQxHID	Tipo Com Sets	332
	ARQxHID	Torre Com Sets	552
	ARQxELE	Base Com Sets	686
	ARQxELE	Tipo Com Sets	423

	ARQxELE	Torre Com Sets	295
Estágio 3	ESTxHID	TipoBase Com Sets	644
	ESTxHID	Blocos Com Sets	500
	ESTxHID	Painéis Com Sets	93
	ESTxELE	TipoBase Com Sets	851
	ESTxELE	Blocos Com Sets	551
	ESTxELE	Painéis Com Sets	41
	Estágio 4	HIDxHID	Geral Sem Sets
HIDxHID		Geral Com Sets	116
ELExHID		Sem Sets	37
ELExHID		Com Sets	17
Estágio 5	ELExELE	Geral Sem Sets	1563
	ELExELE	Geral Com Sets	217

(fonte: elaborado pela autora)

Figura 71 – Esquema de estágios da compatibilização com modelos resultantes.



(fonte: elaborado pela autora)

7.9.2 A correção das incompatibilidades

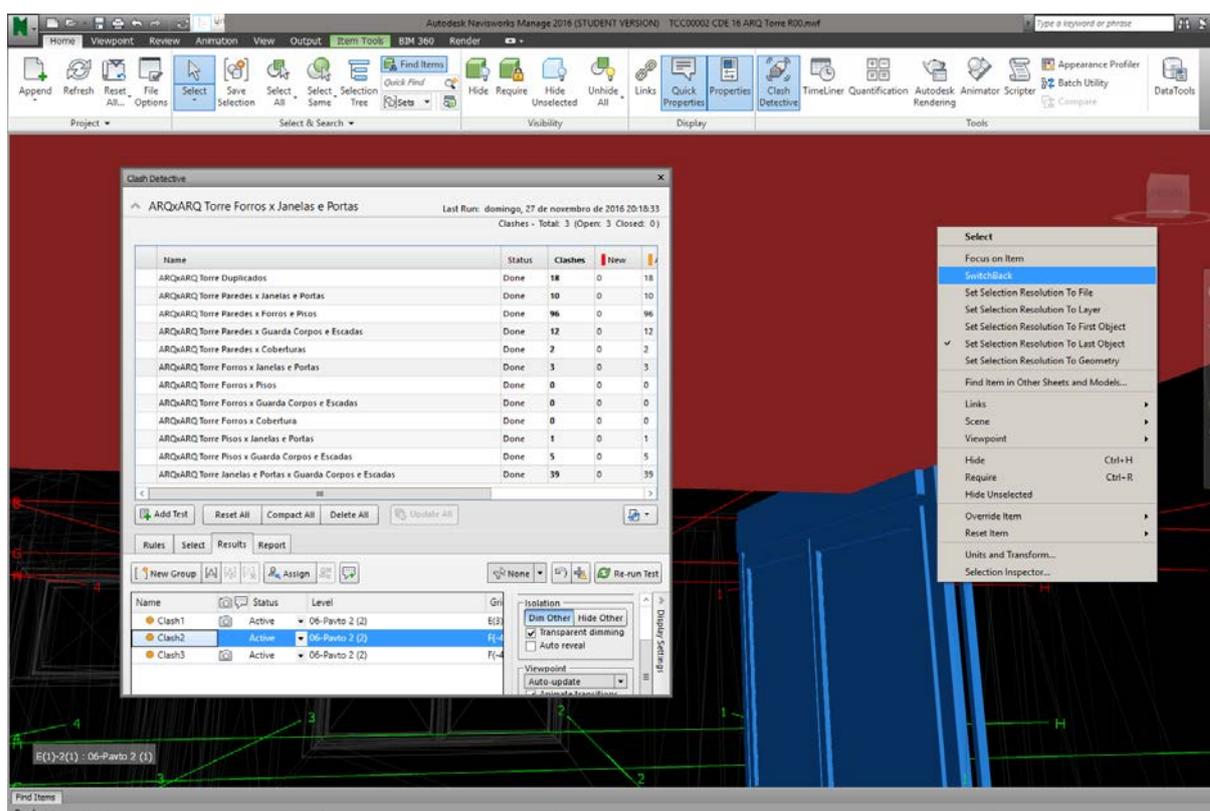
No âmbito desse trabalho, nem todas as incompatibilidades encontradas foram corrigidas, visto que o objetivo principal do mesmo era a identificação e análise de interferências e discussão de como melhor modelar os projetos em BIM, para que esses conflitos pudessem ser identificados.

No entanto, como sugestão de resolução, alguns dos conflitos que foram identificados foram corrigidos através de um recurso dos softwares utilizados, chamado *switchback*. Por exemplo, na figura da 74 aparece a janela do programa *Navisworks*, em que é mostrado um conflito entre uma esquadria e um forro, o qual está na altura da caixa da persiana. Para corrigir o modelo, é necessário

voltar ao *software Revit* e identificar em que parte do mesmo está essa janela e esse forro. Embora a busca por esses elementos possa ser feita de forma convencional, procurando no modelo os elementos pelo pavimento e cômodo, é possível utilizar o *switchback* para fazer isso automaticamente. Para isso, é preciso que o modelo a ser corrigido esteja aberto no *software Revit* ao mesmo tempo em que se está analisando ele no *Navisworks*.

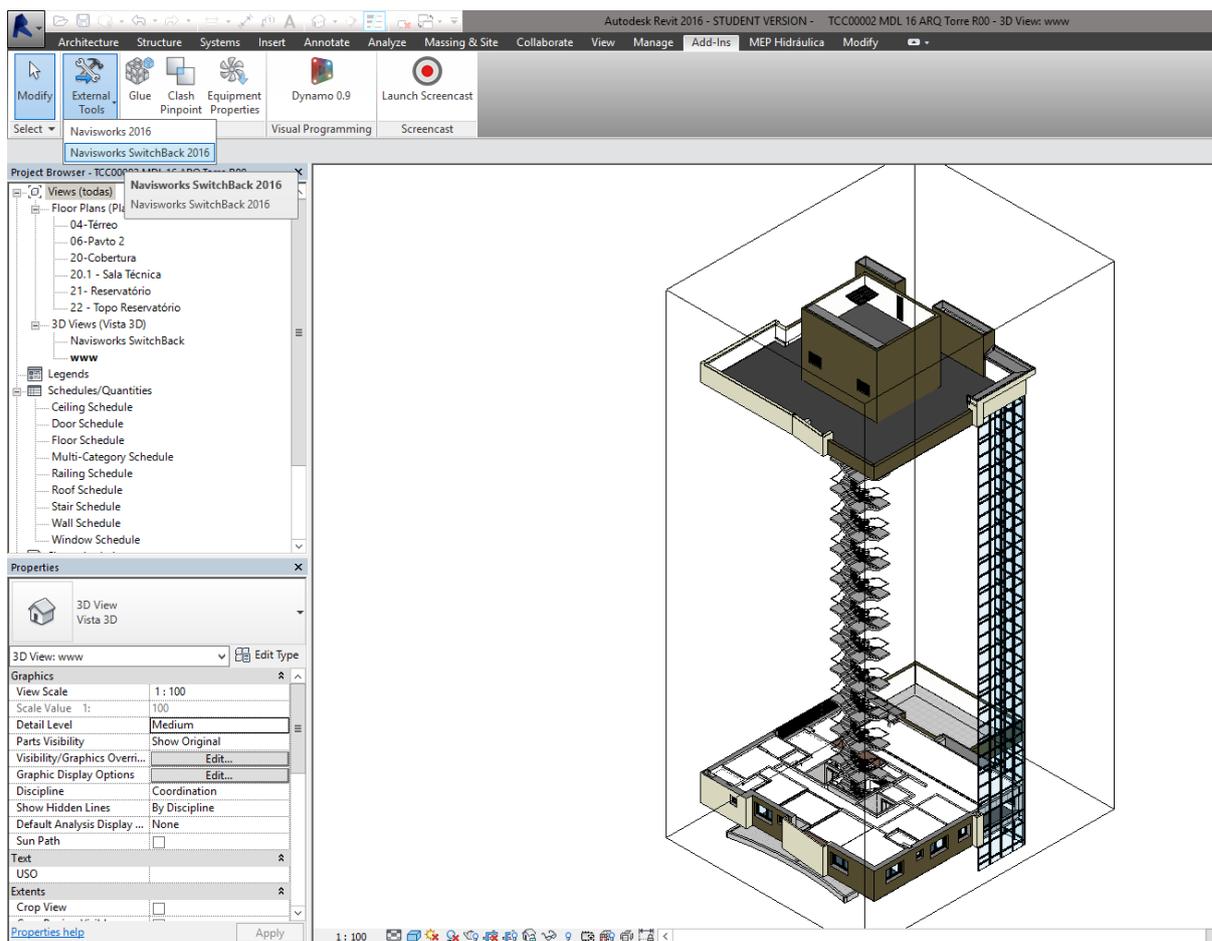
Neste exemplo da Figura 72 analisa-se o teste realizado da parte da torre da arquitetura com ela mesmo, em que o conflito a ser corrigido é o da esquadria com o forro. Para isso, abre-se o modelo arquitetônico no *Revit*, conforme Figura 73 e então, ativa-se o recurso *switchback* na janela de ferramentas externas. É importante que o arquivo no *Navisworks* esteja aberto também, em que deve haver esse modelo da torre da arquitetura.

Figura 68 – Janela do software Navisworks



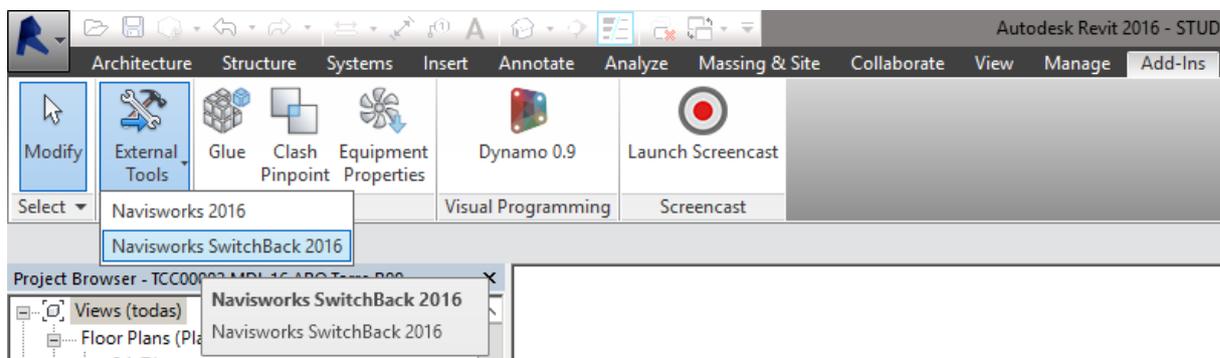
(fonte: elaborado pela autora)

Figura 69 - Janela do Revit com modelo arquitetônico da torre.



(fonte: elaborado pela autora)

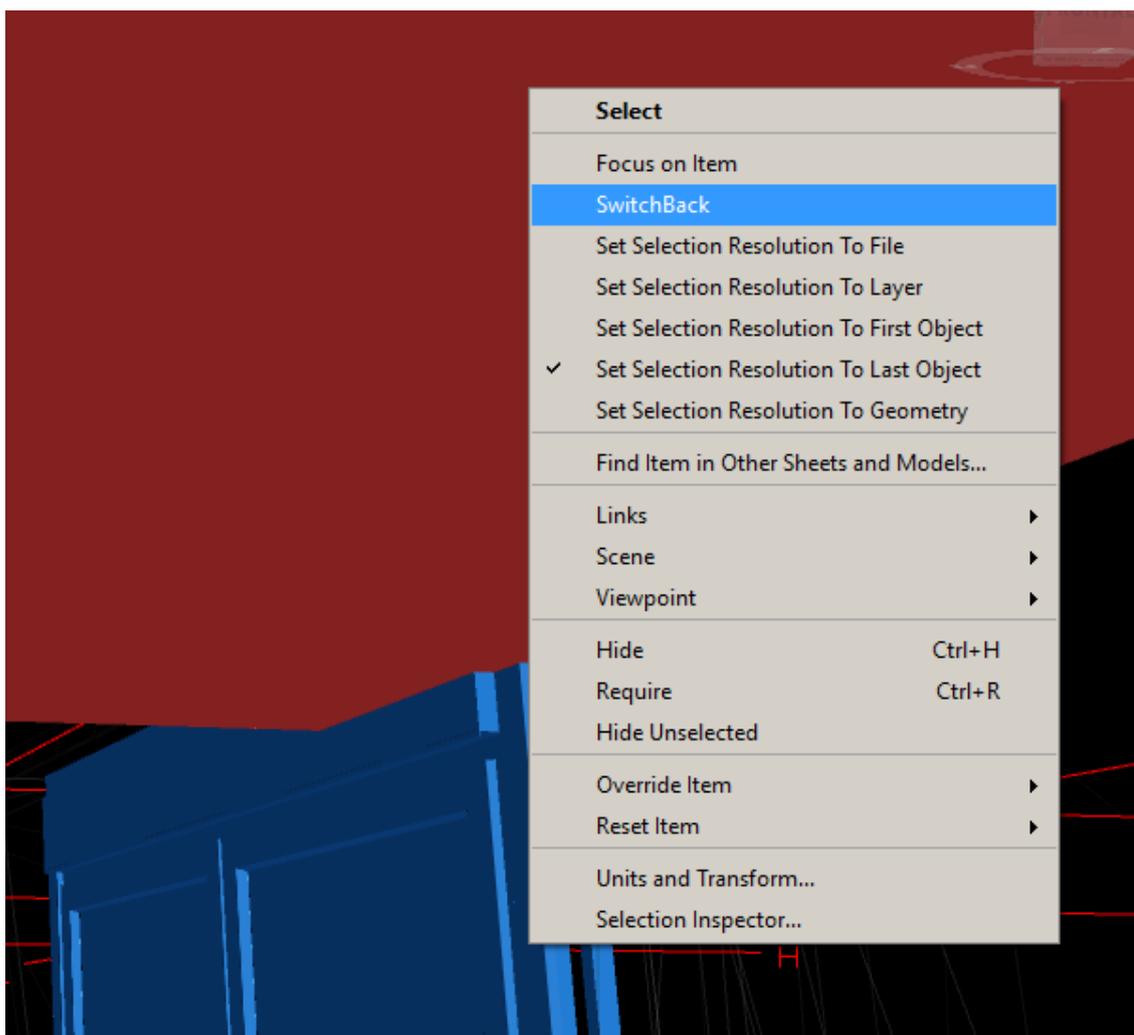
Figura 70 – Seleção do recurso Switchback



(fonte: elaborado pela autora)

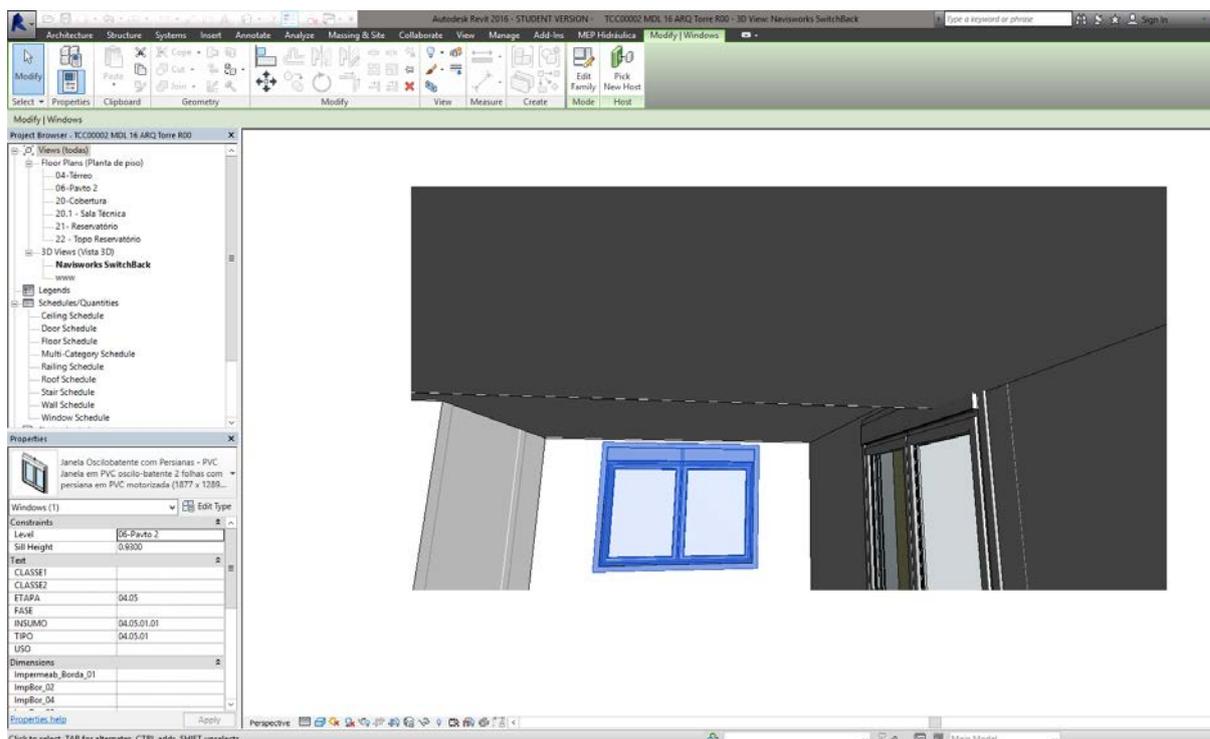
Em seguida, após acionado o *switchback* no *Revit*, volta-se à janela do *Navisworks* e com o botão direito clica-se em cima do elemento que se quer corrigir, no caso a esquadria em azul, na Figura 75, e seleciona-se o recurso *switchback*. Com isso, uma nova janela no *Revit* é aberta, mostrando o elemento a ser corrigido em evidência, conforme está ilustrado na Figura 76. Então, a modificação do elemento é apenas uma questão de deslocar aquele que for mais conveniente de ser corrigido.

Figura 71 - Acionamento do switchback para o recurso selecionado



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 76 – Janela em evidência, depois de acionado o switchback para esse elemento de esquadria.



(fonte: elaborado pela autora)

O *switchback* é uma ferramenta interessantíssima para o caso de se trabalhar com as soluções desse software. Entretanto, ela funciona bem para situações em que a análise e correção ocorrem entre projetistas que estão trabalhando em rede, utilizando os mesmos softwares e sob a mesma coordenação. Considerando esse projeto, todos os modelos das disciplinas analisadas são executados por diferentes escritórios, alguns deles utilizando softwares que não o *Revit*. Assim, a análise por parte do contratante e, nesse sentido, o *switchback*, não é uma solução viável para correção dos erros, embora tenha sido utilizada como solução para esse trabalho.

Outra consideração sobre os modelos compatibilizados desse trabalho, é que os mesmos não foram mais analisados após a sua compatibilização, por limitações de tempo.

7.9.3 Diretrizes de modelagem

Conforme foi estabelecido nos objetivos desse trabalho, propunha-se a listagem e o resumo de algumas diretrizes de modelagem que fossem importantes a partir de problemas identificados no modelo, assim o Quadro 13 apresenta os principais aspectos que devem ser considerados em uma modelagem cuja finalidade seja a de compatibilização.

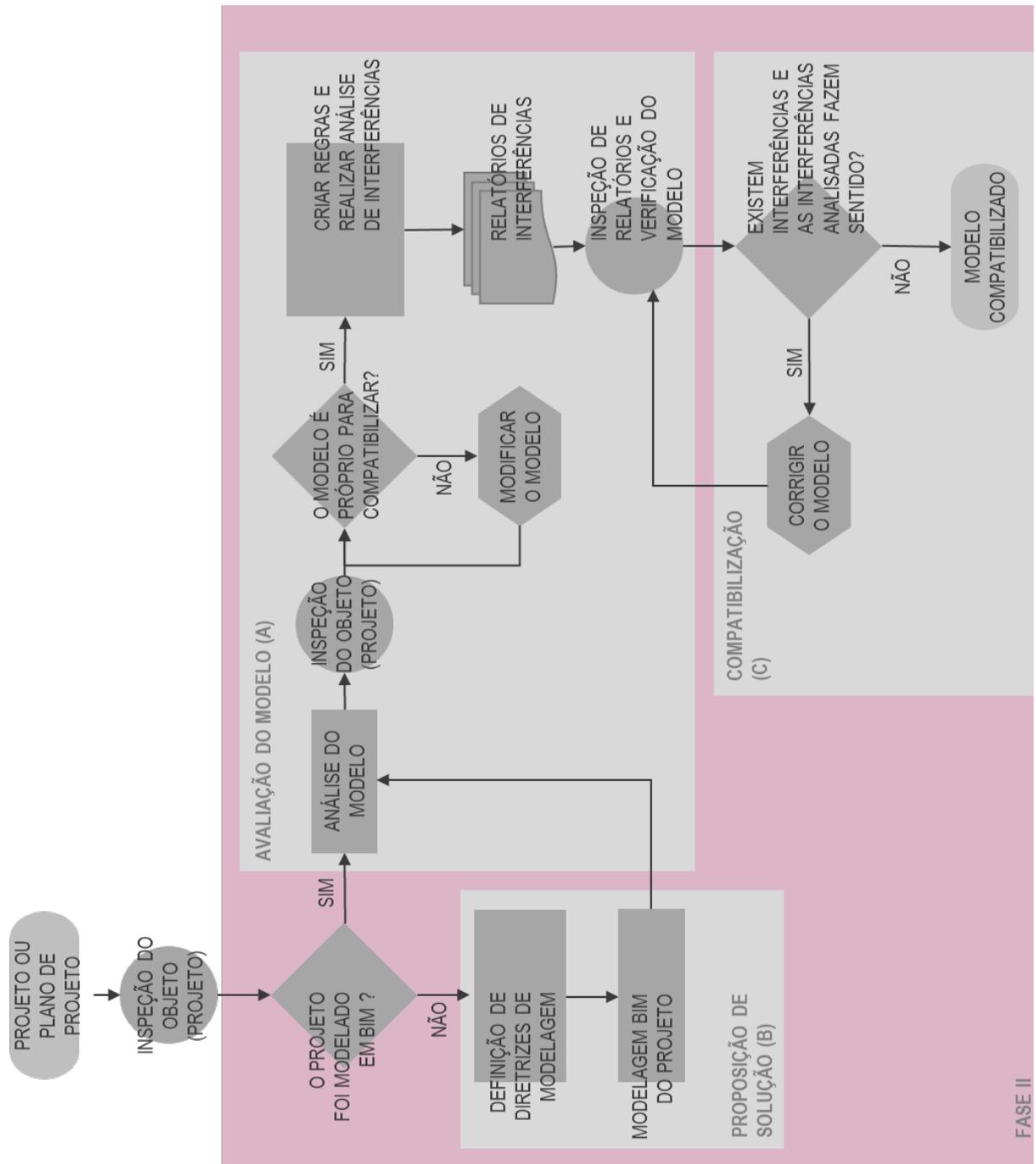
Quadro 13 – Síntese de diretrizes

DIRETRIZ	DESCRIÇÃO
1 Planejamento da Modelagem	Não é suficiente determinar a finalidade do modelo, é preciso que o mesmo seja planejado previamente para que todos os projetistas que nele venha a trabalhar estejam alinhados para criação e representações de objetos e informações seguindo padrões, códigos, entre outros.
2 Criação de Códigos e Padrões	É importante que modelos, cujas famílias sejam dotadas de muita informação, tenham códigos e padrões. Isso vale tanto para nomenclatura de elementos, quanto para criação de parâmetros geométricos, de texto, de classificação, entre outros, que os mesmos possam conter. Por exemplo, todos os objetos, famílias que pertençam ao modelo do projeto arquitetônico podem receber um nome que comece com as letra "ARQ"; ao mesmo tempo, existem parâmetros de texto que podem classificá-lo como um objeto que pertença ao modelo arquitetônico. O esquema que será utilizado vai depender de como a equipe irá trabalhar, por isso, é importante a criação desses códigos e padrões previamente, pois modificar todo o modelo para adaptá-lo a essas regras depois de começado é muito complicado.
3 Relacionar todos os projetos a um mesmo ponto de referência	É imprescindível que os projetos estejam todos vinculados a um mesmo ponto de referência. Assim, como uma regra, é indicado que o primeiro projeto que iniciar o modelo defina esse ponto e todos os demais, que iniciarem a modelagem depois, estejam vinculados a essa mesma coordenada. Isso deve ser cuidado, porque quando se analisam interferências geométricas, se os projetos estiverem deslocados um em relação aos outros, os resultados obtidos não serão confiáveis.
4 Configurar todos os projetos a um mesmo nível	Essa recomendação é semelhante à anterior, se os projetos estiverem desnivelados, o cruzamento de diferentes modelos poderá resultar em interferências que não existem de fato.
4 Modelar elementos conforme sua real função	Parece informação trivial, mas representar um pilar com um elemento virtual de modelagem que seja para pilares, é muito importante. Muitos dos programas permitem que, por exemplo, um pilar seja modelado com a ferramenta de parede e vice-versa. O mesmo pode ocorrer com pisos e lajes, ou pisos e forros, entre outros. O problema decorrente desse equívoco, é que quando os elementos forem analisados, muitas interferências podem não ser detectadas e não aparecer, de forma que a análise seja prejudicada.
5 Utilizar nomenclaturas coerentes	Essa diretriz é parte da criação de padrões, mas deve ser revisada a todo momento que um elemento for inserido no modelo. Para nomear uma porta, é interessante que ela contenha a palavra "Porta", "Door", ou qualquer outro nome que possa ser facilmente identificado e relacionado ao elemento porta (pode inclusive ser um código numérico, se o projetista estiver familiarizado com o mesmo). Isso é interessante, porque muitas ferramentas de identificação e busca de elementos trabalham a partir do nome dos mesmos, caso não houver ordem nesse sentido, ficará difícil identificar e detectar todos esses objetos em um modelo.

(fonte: própria da autora)

O fluxograma na Figura 77 mostra o processo adotado para a análise dos modelos de forma esquematizada. A área em rosa representa toda a Fase II da metodologia. Antes disso, tem-se um projeto, ou ideia de um projeto, o que precisa ser inspecionado para verificar se o projeto já foi modelado, e se foi modelado, se o mesmo é em BIM. Se a resposta for sim, inicia o processo A, de avaliação do modelo conforme processos e inspeções ilustradas; caso a resposta for não, inicia a modelagem do mesmo de acordo com Proposições e Soluções e retorna-se à Avaliação do modelo. Pós avaliação, é feita a compatibilização do modelo, ou seja o processo C.

Figura 72 – Fluxograma do processo de análise e compatibilização



(fonte: própria da autora)

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de validação do modelo BIM deveria ser inerente a todos os projetos que contratam esse tipo de tecnologia para sua realização. Isto não é, entretanto, observado com muita frequência, principalmente porque ainda não se conhece bem com o que se está trabalhando quando se discute a finalidade da modelagem BIM. O que foi denominado de validação neste trabalho, de maneira simplificada, é o ato de verificar se a informação que os objetos de um modelo carregam está de acordo com o fim para o qual tal arquivo foi proposto. Por fim, as considerações apresentadas a seguir estão condicionadas ao processo e software utilizados no desenvolvimento deste trabalho, conforme já foi ponderado, a utilização de diferentes modelos, processos e softwares podem alterar os resultados encontrados.

Após análises apresentadas nos capítulos anteriores, pode-se concluir que os resultados obtidos respondem parcialmente à questão proposta no princípio deste trabalho. Isto é, propunha-se inicialmente identificar as configurações adequadas e práticas de modelagem que melhor apresentassem resultados em termos de detecção de interferências entre modelos de projetos arquitetônico, estrutural e complementares de edificações. Conforme foi apresentado, existem configurações apropriadas e recomendadas em termos de nível de detalhamento de modelos, para que os mesmos possuam informações suficientes para realizar esse processo de análise de interferências e compatibilização. Muitas dessas recomendações não puderam ser observadas no modelo deste estudo, visto que o mesmo estava em fase avançada de projeto executivo e ainda assim, possuía problemas de compatibilização que já poderiam ter sido resolvidos em fase menos adiantada, com maior facilidade de correção. Em outras palavras, as modificações que serão necessárias para compatibilizar o projeto de acordo com as interferências identificadas, são muito mais dispendiosas em termos de tempo e custo horário de projetistas, do que teriam sido se fossem identificadas anteriormente, numa etapa de projeto básico, por exemplo.

Além disso, alguns problemas identificados acabam apresentando indicativos de uma modelagem não muito bem planejada e ordenada. Isso pode ser exemplificado pela nomenclatura das famílias, que não possui um padrão bem definido para diferentes projetos e entre os próprios projetos, além da má utilização de alguns recursos. Exemplo disso é dado pela utilização de uma família, representada por outro tipo de família. Essas configurações são cruciais na etapa de concepção e modelagem do projeto BIM. Em menor escala aparecem também problemas de objetos duplicados que acarretam em interferências que não existem efetivamente. Ainda assim, existem muitas outras

configurações essenciais à modelagem para o fim de compatibilização que não puderam ser identificadas nesse trabalho, por constituir apenas um caso específico, e que pode melhorar os resultados obtidos se o mesmo processo for repetido.

No entanto, pode-se considerar que o objetivo principal do trabalho foi alcançado, visto que diversas interferências entre projetos foram identificadas e poderão ser corrigidas antes da execução da obra. Assim, a ferramenta utilizada mostra-se como extremamente efetiva em relação a processos mais antigos, como a comparação de plantas, e modelos 3D sem informações paramétricas. Apesar de exigir análise e configuração de projetistas, o processo não é mais a procura de interferências, visto que o software já mostra as mesmas, mas sim a análise e ponderação se o conflito encontrado constitui uma questão que pode ser um problema em obra. Além disso, essa análise mostra que muitas das interferências encontradas possuem soluções que podem ser pensadas antes da obra e resolvidas para tornar o processo de construção menos trabalhoso em termos de resolução de problemas.

Em relação às limitações de configuração do modelo BIM para compatibilização, pouco pôde-se concluir, visto que ao contrário de limitado, as informações contidas nos modelos e recursos criados a cada atualização de softwares abrangem a análise de cada vez mais sistemas e funcionamento dos mesmos. Embora esse trabalho tenha analisado apenas os conflitos geométricos, já se discorreu sobre a possibilidade de análise de conflitos funcionais e consequências de conflitos em objetos adjacentes aos que estão no foco da análise.

Embora a utilização de BIM ainda seja, a nível nacional, incipiente, o processo utilizado para detecção de interferências não apresenta grande complexidade. O maior problema está na capacidade de análise dos relatórios de conflitos obtidos. Nesse sentido, é necessário que engenheiros e arquitetos projetistas desenvolvam cada vez mais um senso de execução das edificações projetadas e como os resultados que esses modelos apresentam podem influenciar nas diversas atividades em canteiro de obra.

Além disso, cabe ressaltar que o pressuposto do projeto era que os softwares utilizados geram resultados confiáveis, e que os relatórios de interferências abrangem todas as que poderiam ser encontradas, dadas as limitações de análise. Isto é, alguns resultados obtidos não deveriam ser classificados como interferências reais, no entanto, o maior problema seria se os programas utilizados identificassem apenas uma porcentagem dos conflitos que os modelos possuem. A

sugestão para a resolução desse questionamento, seria realizar os mesmos testes de interferências em *softwares* como o *Solibri* e *Tekla*, avaliando se os resultados obtidos são semelhantes.

De forma geral, acredita-se que a tecnologia auxilia e facilita de maneira significativa o processo de compatibilização. Além disso, deveria ser empregada com maior frequência em escritórios de projeto e solicitadas por contratantes. Conforme já foi ponderado, identificar esses conflitos anteriormente à execução, deverá gerar uma economia em termos de tempo e recursos em obras, visto que a quantidade de interferências identificadas é grande.

Além disso, muito ainda pode ser estudado e levantado a respeito de compatibilização de projetos. Uma das sugestões é que se analisem os modelos resultantes da fase de compatibilização, o que não foi feito com os resultados desse trabalho. Assim, por exemplo, poderia se analisar o modelo compatibilizado da arquitetura e da estrutura, resultantes de uma das ações do estágio 1, para verificar se as correções realizadas foram efetivas e se não acarretaram outras incompatibilidades decorrentes da mudança de local dos elementos. Outra sugestão seria analisar as interferências funcionais dos projetos, verificando questões como largura mínima de circulação para rotas de saída de emergência, inclinações de rampas de acesso para PNE, abertura de portas e espaço disponível para isso. Ainda, poder-se-ia, conforme já citado, utilizar outros softwares de análise de interferências para realização dos mesmos testes e comparação de resultados.

Um dos questionamentos que surgiram com esse trabalho, também diz respeito à correção das incompatibilidades, tratando de equipes que não trabalham juntas em um mesmo espaço. Assim, seria interessante analisar e propor a coordenação de correção e compatibilização desses projetos de maneira mais real, diferente do que foi feito nesse trabalho, em que um só indivíduo era responsável pela análise de correção. Esse tipo de coordenação envolve alguns conflitos de qual dos projetos devem ser modificados e como gerar novos modelos, quando os projetistas não trabalham em conjunto.

Por último, seria também relevante realizar alguns estudos das interferências que ocorrem durante a execução e etapas de obra para os projetos analisados, verificando como interagem com equipamentos temporários, móveis, e como funcionaria uma análise de compatibilização de elementos da edificação e elementos de canteiro de obras numa simulação de 4D.

As possibilidades de complementação e continuação de estudo desse tópico de coordenação e mais especificamente compatibilização de projetos são extremamente abrangentes e merecem estudo e atenção para melhoria da qualidade dos resultados de projetos e obras.

REFERÊNCIAS

AIA – AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. *Integrated Project Delivery: A Guide*. 2007, 62 p.

_____. **BIM Protocol Exhibit: E202**: 2008.

ARCHITECTURE RESEARCH LAB. **History of bim**. Disponível em: <<http://www.architectureresearchlab.com/arl/2011/08/21/bim-history/>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531**: Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 13532**: Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. Caderno Técnico Volume Dois: Migração BIM. Porto Alegre, abril de 2015.

BARRIE, Donald S.; PAULSON, Boyd C.. **Professional construction management**. New York, USA: Mcgraw-Hill, 1978. 453 p.

BERNSTEIN, Harvey M.. **The business value of bim for construction in major global markets: How contractors around the world are driving innovation with building information modeling**. 1 ed. Bedford: McGraw Hill, 2014. 64 p.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15.575/2013. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **Constructability concepts file**. 2 ed. Austin, Texas, USA: The University of Texas at Austin

CROTTY, Ray. **The impact of building information modelling: transforming construction**. 1 ed. New York: SPON Press, 2012.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. 1. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

ERNST&YOUNG. Estudo sobre produtividade na construção civil: desafios e tendências no Brasil. 2014 Disponível em: <[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Estudo_Produtividade_na_Construcao_Civil/\\$FILE/Estudo_Real_Estate.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Estudo_Produtividade_na_Construcao_Civil/$FILE/Estudo_Real_Estate.pdf)>. Acesso em: 8 abr. 2016.

GRAZIANO, F. Compatibilização de projetos, 2003. 145 p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 2003.

HARDIN, Brad; MCCOOL, Dave. **Bim and construction management: proven tools, methods, and workflows.** 2 ed. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, 2015. 408 p.

ISATTO, Eduardo Luis. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil.** 1 ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000. 183 p.

KEHL, C.; ISATTO, E. L. **Barreiras e oportunidades para a verificação automática de regras da produção na fase de projeto com uso da tecnologia BIM.** In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

LORENZI, L. S.; LORENZI, .; SILVA FILHO, L.C. P.. A compatibilização de projetos como estratégia para minimização de erros de construção: um estudo de caso. ALCONPAT, 2014

MANSO, M. A.; MITIDIARI, C. V.. **Gestão e coordenação de projetos em empresas construtoras e incorporadoras: Da escolha do terreno à avaliação pós-ocupação.** 1 ed. São Paulo: PINI, 2011. 158 p.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM.** 2013. 311 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MCKINSEY&COMPANY. The construction productivity imperative. Julho 2015 Disponível em: <<http://www.mckinsey.com/industries/infrastructure/our-insights/the-construction-productivity-imperative>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

MELHADO, Silvio Burrattino; AGOPYAN, Vahan. O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, São Paulo, n. 139, p. 1-23, jan./fev. 1995. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00139.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2016.

MIKALDO JR, JORGE. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de TI.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, 2006. 134 p.

NÓBREGA JÚNIOR, C. L.; MELHADO, S. B. **Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia.** São Paulo: EPUSP, 2013. 26 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/579)

OLIVEIRA, J. O. Modelo de gestão para pequenas empresas de projeto de edifícios. 2005. 279 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos: Guia PMBOK.** 5 ed. Newton Square, Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc., 2013. 595 p.

SANTA CATARINA. Caderno de apresentação de projetos em BIM. 1. ed. Florianópolis: [s.n.], 2015.

SCHEER; SERGIO, MIKALDO JR, JORGE. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual a melhor solução?. Revista Gestão e Tecnologia de Projetos, 2008, vol. 3, nº 1, p. 80, maio.

SILVA, Maria Angelica Covelo; SOUZA, Roberto De. **Gestão do processo de projeto de edificações**. 1 ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. 181 p.

WINCH, Graham M. **Managing construction projects: An information processing approach**. 2 ed. Singapura: John Wiley & Sons, 2010. 474 p.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman. 2001.

APÊNDICE A – Tabelas de Famílias do Modelo de Arquitetura

Base Arquitetura Planilha de Famílias de Forros	
Descrição	Quantidade
Forro de Gesso 1,25cm	25
Plano - Pintura Epóxi	1
Vertical 50	2
Vertical h=3.8cm	5
Vertical h=4.8cm	4
Vertical h=15cm	9
Total de Itens	46

Base Arquitetura Planilha de Famílias de Portas	
Descrição	Quantidade
Parede cortina com vidro simples e Puxador: Porta em Vidro temperado de abrir adesivada (1000x2100)	2
Porta Corta Fogo-SCA-v15.01: Porta corta fogo de abrir 1 folha (600x2100)	1
Porta Corta Fogo-SCA-v15.01: Porta corta fogo de abrir 1 folha (800x2100)	1
Porta Corta Fogo-SCA-v15.01: Porta corta fogo de abrir 1 folha (900x2100)	8
Porta de Alumínio de abrir 1 folha Veneziana: Porta em Alumínio de abrir 1 folha venezianada (600x2100)	1
Porta de Alumínio de abrir 1 folha Veneziana: Porta em Alumínio de abrir 1 folha venezianada (900x2100)	6
Porta de Alumínio de abrir 1 folha Veneziana: Porta em Alumínio de abrir 1 folha venezianada reforçada (800x2100)	1
Porta de Alumínio de abrir 1 folha Veneziana: Porta em Alumínio de abrir 1 folha venezianada reforçada (900x2100)	1
Porta de Garagem: Porta de Garagem 390x235	1
Porta de Garagem: Porta de Garagem 390x260	1
Porta de Vidro Temperado: 0.60 x 145mm	1
Porta de Vidro Temperado: Porta em PVC de abrir 1 folha para vidro (1050 x 2400)	7
Porta de Vidro Temperado: Porta em Vidro temperado de abrir 1 folha adesivada (600 x 2100 mm)	4
Porta de Vidro Temperado: Porta em Vidro temperado de abrir 1 folha adesivada (800 x 2100 mm)	1
Porta de Vidro Temperado: Porta em Vidro temperado de abrir 1 folha adesivada (1000 x 2100 mm)	1
Porta elevador abertura lateral com botoeira: 12000 x 2290 Opening	6
Porta em Alumínio de correr 2 folhas: Porta em Alumínio de correr 2 folhas venezianada (2650x2000 mm)	14
Porta em Alumínio de correr (2x) 4 folhas venezianada padrão CEEE: Porta em Alumínio de correr (2x) 4 folhas venezianada padrão CEEE	1

Porta Interna: Porta Blindada Classe III de abrir 1 folha sem acabamento (600 x 2100)	1
Porta Interna: Porta de madeira SINCOL semi-oca de abrir 1 folha branca (600 x 2100)	4
Porta Interna: Porta de madeira SINCOL semi-oca de abrir 1 folha branca (800 x 2100)	7
Porta Interna: Porta em madeira p/ sauna seca de abrir com escotilha (600 x 2100 mm)	1
Porta PVC Sanitário: Porta em PVC de abrir 1 folha Sanitário (600 x 1900 /20)	4
Portão_de_Cerca: Portão 90cm 2	1
Prota de correr 2 folhas-A: Porta janela em PVC de correr 2 folhas (1500 x 2400)	1
Prota de correr 2 folhas-A: Porta janela em PVC de correr 2 folhas (2500 x 2400)	1
RVT14-Porta Dupla Venezianada-SE-R11: Porta em Alumínio de abrir 2 folhas venezianada (1400 x 2100)	3
Total de Itens	81

Base Arquitetura Planilha de Famílias de Pisos	
Descrição	Quantidade
Água da Piscina	1
Calçada	4
Genérico 100mm	10
Genérico 150mm	10
Genérico 180mm	16
Genérico 290mm'	6
Gramma	7
Gramma Sintética	1
Painel Arquitetonico - Virada Horizontal	1
PORCEL. DOWNTOWN HD GR/WH/AR RET. 90x90	4
PORCEL. METRÓPOLE SGR BOLD 45x45	2
PORCEL. METRÓPOLE SGR BOLD 60x60	5
PORCEL. METRÓPOLE SGR BOLD 60x60 BOX	2
PORCEL. METRÓPOLE SGR BOLD 60x60 S/ MANTA ACÚSTICA	4
PORCEL. URBAN TARTAN 90x90 RET. S/ MANTA ACÚSTICA	1
SCA_Contrapiso + arg. Colante	1
SCA_Contrapiso Cimentado Queimado	3
SCA_Contrapiso Cimentado Queimado 4cm S/ Manta Acústica	7
SCA_Contrapiso+ GRANITO CREMA MARFIL/VERDE GUATEMALA S/ MANTA ACÚSTICA	1
SCA_Contrapiso+Porcelanato 60x60cm	2
SCA_Madeira Deck	4

SCA_PASTILHA 5x5 GAIL KERAPORCELAIN AZUL TURQUESA Cod8080	8
SCA_PASTILHA 5x5 GAIL KERAPORCELAIN CRISTAL Branca Cod8010	1
SCA_Pintura Epoxi	2
SCA_Piso Deck	2
SCA_Piso Elevado	3
SCA_Piso Elevado Solarium	5
SCA_PISO EMBORRACHADO PLAYFIT 40	1
SCA_Piso Escadas	16
SCA_PISO VINÍLICO TARKETT ABSOLUTE MADERO 9247673	1
SCA_PISO VINÍLICO TARKETT IMAGINE WOOD/FRENCH OAK/WHITE	1
Soleira e peitoril	3
Soleira e peitoril 2	13
Total de Itens	148

Base Arquitetura Planilha de Famílias de Guarda Corpos	
Descrição	Quantidade
1,30m Left	7
920mm Left	9
920mm Right	2
Gradil	9
<i>Gradil Lateral</i>	1
Gradil Simples	3
Gradil Simples 2	2
Gradil Simples Alto	8
Guarda corpo	5
Total de Itens	46

Base Arquitetura Planilha de Famílias de Coberturas	
Descrição	Quantidade
Cobertura Vidro	1

Base Arquitetura Planilha de Famílias de Escadas	
Descrição	Quantidade
Escada pré-moldada	11
Escada monolítica	8
Total de Itens	19

Base Arquitetura Planilha de Famílias de Paredes	
Descrição	Quantidade
P.Int- Cerâmica Estacionamento	200

P.Int-BI.09-Emboço	3
P.Int-BI.09-Emboço-Tijolo	10
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica/Ciment-Ceramica	4
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica/Gesso-Ceramica	9
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/	16
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Ciment-Ceramica	2
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Gesso-Ceramica	20
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Gesso-Pastilha	2
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Gesso-Pintura	21
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Isopor-Lambri	2
P.Int-BI.09-Isopor-Lambri/Ciment-Ceramica 2	1
P.Int-BI.09-Isopor-Lambri/Gesso-Ceramica	1
P.Int-BI.09-Isopor-Lambri/Gesso-Pastilha	1
P.Int-BI.14	14
P.Int-BI.14-Gesso Pintura	16
P.Int-BI.14-Gesso Pintura +10	4
P.Int-BI.14-Gesso Pintura/Gesso Pintura	40
P.Int-BI.14-Gesso-Ceramica/	1
P.Int-Divisória PVC	4
P.Int-Gesso-Escadas 2.25 cm	4
P.Int-Gesso-Escadas 2.25cm	6
P.Int-Gesso-Pastilha	2
P.Int-Gesso-Pintura 1,25 cm	2
P.Int-Gesso-Pintura 3cm	3
P.Int-Isopor-Lambri	2
P.Int-Madeira Deck	4
Painel Arquitetonico Granito Preto 300mm	4
Painel Arquitetonico Granito Preto + tijolo 9cm	6
Painel Arquitetonico Granito Preto / Concreto	8
Painel Arquitetonico Granito Preto x Ceramica 310mm	2
Painel P.Ext- Concreto Pre	36
Painel P.Ext- Concreto-Granito Preto s/bloco	6
Painel P.Ext- Concreto-Granito s/bloco	8
Painel P.Ext- Concreto-Granito/Gesso-Pastilha	1
Painel P.Ext- Concreto-Granito/Gesso-Pintura	6
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo (175.5mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo s/ bloco	10
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Bloco 9	3
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Ceramica	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Ceramica (175.5mm)	3

Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura	25
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura 45.3	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura 49.25	2
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura (97.5mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura (177.5mm)	2
Parede 10 cm - Depósitos Privativos	14
Parede Diafragma-40cm	1
Parede Diafragma-50cm	3
Parede Externa - Bloco Cerâmico 14 - Pintura / Pintura	4
Parede Externa - Bloco Cerâmico 14 - Pintura / Tijolo	16
Parede Externa - Bloco Cerâmico 14 - Tijolo	3
Parede Externa - Bloco Cerâmico 14 - Tijolo / Tijolo	4
Parede Externa - Bloco Cerâmico 33.5 - Pintura / Granito	2
Parede Interna - Bloco Cerâmico 14 - Pintura / Pintura	2
Parede Painel medidores	1
Piscina	10
Retenção - 150mm Concreto	1
Retenção - 200mm Concreto	3
Retenção - 250mm Concreto	7
Retenção - 300mm Concreto	27
Cobogo concreto 39x39	6
Esquadria da Frente	2
Parapeito Piscina	1
Parede cortina	2
Vidraça externa	3
Total de Itens	632

Base Arquitetura Planilha de Famílias de Paredes	
Descrição	Quantidade
Janela Correr 2 Folhas PVC: Janela em PVC de correr 2 folhas (1875 x 770)	1
Janela fixa - 1 Painel: Janela fixa - 1 Painel 2	1
Janela fixa - 1 Painel: Janela fixa - 1 Painel 3	1
Janela fixa - 1 Painel: Janela fixa - 1 Painel 4	1
Janela fixa - 1 Painel: Janela fixa - 1 Painel 5	1
Janela Maxiara PVC: Janela em PVC maxiara 1 folha (600 x 769)	3
Janela Maxiara PVC: Janela em PVC maxiara 1 folha (758 x 769)	7
janela veneziana: Janela em alumínio fixa 1 folha venezianada (1400 x 2100)	1
Total de Itens	16

Tipo Arquitetura Planilha de Famílias de Forros	
Descrição	Quantidade
Plano - Pintura Acril Semi Brilho	1
Plano - Pintura PVA	10
Vertical	2
Forro_Vertical_Estar	1
Forro_Vertical_Estar	1
Total de Itens	15

Tipo Arquitetura Planilha de Famílias de Portas	
Descrição	Quantidade
Porta Corta Fogo-SCA-v15.01: Porta corta fogo de abrir 1 folha (800x2100)	1
Porta de Alumínio de abrir 1 folha Veneziana: Porta em Alumínio de abrir 1 folha venezianada (800x2100)	1
Porta elevador abertura lateral com botoeira: Porta elevador - Abertura lateral com botoeira (1200 x 2290mm)	2
Porta Interna_SINCOL_181-184: Porta em madeira SINCOL Mod. 181 lisa c/ requ. ven. Inteiro de abrir 1 folha (600 x 2100)	1
Porta Interna_SINCOL_181-184: Porta em madeira SINCOL Mod. 184 lisa c/ requ. ven. Inferior de abrir 1 folha (800 x 2100)	1
Porta_de_Abrir_PVC_Veneziana: Porta em PVC de abrir 1 folha p/ vidro/venez. Inf. abertura ext. (860 x 1700)	1
Portas Internas SINCOL: Porta Blindada Classe III de abrir 1 folha sem acabamento (1000 x 2100)	2
Portas Internas SINCOL: Porta de madeira semi-oca branca (600 x 2100 mm)	1
Portas Internas SINCOL: Porta de madeira Silentia branca (600 x 2100 mm)	4
Portas Internas SINCOL: Porta de madeira Silentia branca (700 x 2100 mm)	2
Portas Internas SINCOL: Porta de madeira Silentia branca (800 x 2100 mm)	8
Total de Itens	24

Tipo Arquitetura Planilha de Famílias de Pisos	
Descrição	Quantidade
Genérico 120mm	1
Genérico 180mm	1
LAJE PROTENDIDA 40mm com inclinação	1
LAJE PROTENDIDA 180mm	1
PORCEL. DIAMANTE NAT. RET.60x120	1
PORCEL. DIAMANTE NAT. RET.60x120 BOX	1
PORCEL. DOWNTOWN HD WH RET. 90x90	3

PORCEL. DOWNTOWN HD WH RET. 90x90 BOX	3
PORCEL. METRÓPOLE SGR BOLD 60x60	3
PORCEL. METRÓPOLE SGR BOLD 60x60 BOX	1
PORCEL. URBAN TARTAN 90x90 RET.	1
SCA_Contrapiso	8
SCA_Contrapiso 6cm	1
SCA_Contrapiso Cimentado Queimado	1
SCA_Contrapiso enchimento	1
SCA_Contrapiso+ Granito Crema/Marfil Verde Guatemala	1
SCA_Contrapiso+Piso em Granito Branco Espirito Santo	1
Granito Banheira	1
GRANITO TAMPA ACESSO MOTOR BANHEIRA	1
Granito_Degrau	1
Granito_Vertical	1
Total de Itens	34

Tipo Arquitetura Planilha de Famílias de Paredes	
Descrição	Quantidade
Degrau granito 24	2
P.Int- Gesso/ Pintura Acril Semi Brilho - Escadas 2.5cm	6
P.Int-BI.09	2
P.Int-BI.09-Ciment-Granito/Ciment-Ceramica 30x90 (170 mm)	1
P.Int-BI.09-Ciment-Granito/Ciment-Granito (180 mm)	1
P.Int-BI.09-Cimento-Ceramica 30x90 (130.5 mm)	2
P.Int-BI.09-Dupla-Gesso-Textura Acril. Esp./Gesso-Ceramica	1
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica 30x90/Ciment-Ceramica 30x90 (173.5mm)	1
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica 30x90/Ciment-Ceramica 30x90 (211.5 mm) BOX	1
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica 32x45 /Ciment-Ceramica 30x60 (173.5mm) WC Serv / A. Serv	2
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica (130.5mm)	3
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica +10AR (223.4mm)	1
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica/Gesso-Ceramica	1
P.Int-BI.09-Gesso-Gesso Pintura Acril Semi Brilho/Gesso-Pintura PVA (154.2 mm)	2
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura Acril Semi Brilho/	2
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura PVA/	8
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura PVA/Ciment-Ceramica 30x90 (165.5mm)	4
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura PVA/Gesso-Ceramica 30X60 (163mm)	3
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura PVA/Gesso-Ceramica 30x90 (163 mm)	
Pint / Banho Suit	5
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura PVA/Gesso-Pintura PVA(154.2 mm)	11

P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Ciment-Ceramica 30x90 - BOX S. Master (193.1mm)	1
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Ciment-Ceramica 30x90 BOX S. Master (165.5mm)	1
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Ciment-Ceramica 32x45 (165.5mm) Dorm Serv / WC Serv	2
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Gesso-Ceramica 30x60 (162.6mm) Gesso Pint / A. Serv	1
P.Int-BI.09-Gesso-Textura Acril. Esp./	1
P.Int-BI.09-Gesso-Textura Acril. Esp./Gesso-Pintura PVA(154.2 mm)	4
P.Int-BI.14	4
P.Int-BI.14-Ciment-Ceramica 32x45 / (183 mm)	1
P.Int-BI.14-Ciment-Ceramica 32x45 / BOX SERV. (220 mm) 2	1
P.Int-BI.14-Ciment-Ceramica / BOX (220 mm)	1
P.Int-BI.14-Ciment-Granito (195mm)	2
P.Int-BI.14-Cimento-Ceramica 30x90/ (183 mm)	1
P.Int-BI.14-Gesso Gesso Pintura Acril Semi Brilho (172.1 mm)	2
P.Int-BI.14-Gesso Pintura (191.5mm)	1
P.Int-BI.14-Gesso Pintura Acril Semi Brilho/Cimento (241.2mm)	1
P.Int-BI.14-Gesso-Ceramica 30x60 / (183 mm)	1
P.Int-BI.14-Gesso-Ceramica 30x60/ (180.5mm)	4
P.Int-BI.14-Gesso-Ceramica 30x90/ (180.5mm)	4
P.Int-BI.14-Gesso-Pintura PVA (172.1 mm)	9
P.Int-BI.14-Gesso-Pintura PVA/Cimento (239.6mm)	2
P.Int-BI.14-Gesso-Textura Acril. Esp. (192.1mm)	1
P.Int-Cimento-Ceramica 30x90 (25 mm)	1
P.Int-Gesso-Ceramica 30x90 (225 mm)	2
Painel P.Ext- Concreto Arquitetónico/Gesso-Ceramica 30x60 (330.5mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Granito - Uso Especial (130mm)	2
Painel P.Ext- Concreto-Granito Preto s/bloco (130mm)	6
Painel P.Ext- Concreto-Granito s/bloco 422mm	1
Painel P.Ext- Concreto-Granito s/bloco (130mm)	3
Painel P.Ext- Concreto-Granito/Cement-Ceramica 30x90 (565mm)	2
Painel P.Ext- Concreto-Granito/Cement-Ceramica 30x90 (649.4mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo s/ bloco (no wrap)	8
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/	2
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Cimento-Ceramica 30x90 (421.5 mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Cimento-Ceramica 30x90 (452 mm)	2
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura (365.5mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura (408.6 mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura (441.1mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura PVA (494mm)	1

Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura PVA (451 mm)	2
Total de Itens	142

Tipo Arquitetura Planilha de Famílias de Paredes	
Descrição	Quantidade
Janela Correr 2 Folhas PVC: Janela em PVC de correr 2 folhas (2200 x 844)	1
Janela Correr 3 Folhas PVC: Janela em PVC de correr 3 folhas (3246 x 1289)	1
Janela Maxiar PVC: Janela em PVC maxiar 1 folha (758 x 769)	4
Janela Oscilobatente com Persianas - PVC: Janela em PVC oscilobatente 2 folhas com persiana (1254 x 1280 + 170)	1
Janela Oscilobatente com Persianas - PVC: Janela em PVC oscilobatente 2 folhas com persiana em PVC motorizada (1877 x 1289 + 170)	5
janela veneziana: Janela em alumínio fixa 1 folha venezianada (1400x600)	1
Veneziana de enrolar e janela envidraçada de correr - 2 Painéis: Janela em PVC de correr 2 folhas com persiana (1254 x 1280 + 170)	1
Total de Itens	14

Torre Arquitetura Planilha de Famílias de Forros	
Descrição	Quantidade
Compound Ceiling: Plano - Pintura Acril Semi Brilho	1
Compound Ceiling: Plano - Pintura PVA	10
Compound Ceiling: Vertical	2
Forro_Vertical_Estar2: Forro_Vertical_Estar	1
Forro_Vertical_Estar3: Forro_Vertical_Estar	1
Total de Itens	15

Torre Arquitetura Planilha de Famílias de Portas	
Descrição	Quantidade
Porta Corta Fogo-SCA-v15.01: Porta corta fogo de abrir 1 folha (800x2100)	1
Porta Corta Fogo-SCA-v15.01: Porta corta fogo de abrir 1 folha (900x2100)	1
Porta de Alumínio de abrir 1 folha Veneziana: Porta em Alumínio de abrir 1 folha venezianada (600x2100)	1
Porta de Alumínio de abrir 1 folha Veneziana: Porta em Alumínio de abrir 1 folha venezianada (800x2100)	4
Porta elevador abertura lateral com botoeira: Porta elevador - Abertura lateral com botoeira (1200 x 2290mm)	2

Porta Interna_SINCOL_181-184: Porta em madeira SINCOL Mod. 181 lisa c/ requ. ven. Inteiro de abrir 1 folha (600 x 2100)	1
Porta Interna_SINCOL_181-184: Porta em madeira SINCOL Mod. 184 lisa c/ requ. ven. Inferior de abrir 1 folha (800 x 2100)	1
Porta_de_Abrir_PVC_Veneziana: Porta em PVC de abrir 1 folha p/ vidro/venez. Inf. abertura ext. (860 x 1700)	1
Portas Internas SINCOL: Porta Blindada Classe III de abrir 1 folha sem acabamento (1000 x 2100)	2
Portas Internas SINCOL: Porta de madeira semi-oca branca (600 x 2100 mm)	1
Portas Internas SINCOL: Porta de madeira Silentia branca (600 x 2100 mm)	4
Portas Internas SINCOL: Porta de madeira Silentia branca (700 x 2100 mm)	2
Portas Internas SINCOL: Porta de madeira Silentia branca (800 x 2100 mm)	8
Porta de correr 2 folhas-A: Porta Janela em PVC de correr 2 folhas p/ vidro (2500 x 2100)	1
Total de Itens	30

Torre Arquitetura Planilha de Famílias de Pisos	
Descrição	Quantidade
Genérico 120mm	1
Genérico 130mm / Granito Preto	1
Genérico 150mm	3
Genérico 180mm	1
Impermeabilização cobertura	2
Impermeabilização reservatório	1
LAJE PROTENDIDA 40mm com inclinação	1
LAJE PROTENDIDA 120mm	1
LAJE PROTENDIDA 180mm	6
Painel Virada Cob Concreto Granito	5
Painel Virada Cob Concreto Tijolo	4
PORCEL. DIAMANTE NAT. RET.60x120	1
PORCEL. DIAMANTE NAT. RET.60x120 BOX	1
PORCEL. DISTRICT HD SGR HARD RET. 60X60	1
PORCEL. DOWNTOWN HD GR/WH/AR RET. 90x90 BOX	3
PORCEL. DOWNTOWN HD WH RET. 90x90	3
PORCEL. METRÓPOLE SGR BOLD 60x60	3
PORCEL. METRÓPOLE SGR BOLD 60x60 BOX	1
PORCEL. URBAN TARTAN 90x90 RET.	1
SCA_Contrapiso	8
SCA_Contrapiso 6cm	1

SCA_Contrapiso Cimentado Queimado	4
SCA_Contrapiso enchimento	1
SCA_Contrapiso+ Granito Crema/Marfil Verde Guatemala	1
SCA_Contrapiso+Piso em Granito Branco Espirito Santo	1
Granito Banheira	1
GRANITO TAMPA ACESSO MOTOR BANHEIRA	1
Granito_Degrau	1
Granito_Vertical	1
Total de Itens	60

Torre Arquitetura | Planilha de Famílias de Guarda Corpos

Descrição	Quantidade
1,30m Left	7
1,30m SIMPLES	9
920mm Left	2
Guarda Corpo 1,30m	9
Total de Itens	27

Torre Arquitetura | Planilha de Famílias de Coberturas

Descrição	Quantidade
Rufo	1
Telha Fibrocimento - Ondulada	1
Total de Itens	2

Torre Arquitetura | Planilha de Famílias de Escadas

Descrição	Quantidade
Escada pré-moldada - com pintura	18
Escada monolítica	9
Total de Itens	27

Torre Arquitetura | Planilha de Famílias de Paredes

Descrição	Quantidade
Degrau granito 24	2
P.Ext-BI.14	2
P.Int- Gesso/ Pintura Acril Semi Brilho - Escadas 2.5cm	9
P.Int-BI.09	2
P.Int-BI.09-Ciment-Granito/Ciment-Ceramica 30x90 (170 mm)	1
P.Int-BI.09-Ciment-Granito/Ciment-Granito (180 mm)	1
P.Int-BI.09-Cimento-Ceramica 30x90 (130.5 mm)	2
P.Int-BI.09-Dupla-Gesso-Textura Acril. Esp./Gesso-Ceramica	1
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica 30x90/Ciment-Ceramica 30x90 (173.5mm)	1

P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica 30x90/Ciment-Ceramica 30x90 (211.5 mm) BOX	1
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica 32x45 /Ciment-Ceramica 30x60 (173.5mm) WC Serv / A. Serv	2
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica (130.5mm)	3
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica +10AR (223.4mm)	1
P.Int-BI.09-Gesso-Ceramica/Gesso-Ceramica	1
P.Int-BI.09-Gesso-Gesso Pintura Acril Semi Brilho/Gesso-Pintura PVA (154.2 mm)	2
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura Acril Semi Brilho/	2
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura Acril Semi Brilho/Gesso-Pintura Acril Semi Brilho (155 mm)	6
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura PVA/	8
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura PVA/Ciment-Ceramica 30x90 (165.5mm)	4
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura PVA/Gesso-Ceramica 30X60 (163mm)	3
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura PVA/Gesso-Ceramica 30x90 (163 mm) Pint / Banho Suit	5
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura PVA/Gesso-Pintura PVA(154.2 mm)	11
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Ciment-Ceramica 30x90 - BOX S. Master (193.1mm)	1
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Ciment-Ceramica 30x90 BOX S. Master (165.5mm)	1
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Ciment-Ceramica 32x45 (165.5mm) Dorm Serv / WC Serv	2
P.Int-BI.09-Gesso-Pintura/Gesso-Ceramica 30x60 (162.6mm) Gesso Pint / A. Serv	1
P.Int-BI.09-Gesso-Textura Acril. Esp./	1
P.Int-BI.09-Gesso-Textura Acril. Esp./Gesso-Pintura PVA(154.2 mm)	4
P.Int-BI.14	4
P.Int-BI.14-Ciment-Ceramica 32x45 / (183 mm)	1
P.Int-BI.14-Ciment-Ceramica 32x45 / BOX SERV. (220 mm) 2	1
P.Int-BI.14-Ciment-Ceramica / BOX (220 mm)	1
P.Int-BI.14-Ciment-Granito (195mm)	2
P.Int-BI.14-Cimento-Ceramica 30x90/ (183 mm)	1
P.Int-BI.14-Gesso Gesso Pintura Acril Semi Brilho (172.1 mm)	6
P.Int-BI.14-Gesso Pintura (191.5mm)	1
P.Int-BI.14-Gesso Pintura Acril Semi Brilho/Cimento (241.2mm)	1
P.Int-BI.14-Gesso-Ceramica 30x60 / (183 mm)	1
P.Int-BI.14-Gesso-Ceramica 30x60/ (180.5mm)	4
P.Int-BI.14-Gesso-Ceramica 30x90/ (180.5mm)	4
P.Int-BI.14-Gesso-Pintura PVA (172.1 mm)	9
P.Int-BI.14-Gesso-Pintura PVA/Cimento (239.6mm)	2
P.Int-BI.14-Gesso-Textura Acril. Esp. (192.1mm)	1
P.Int-Cimento-Ceramica 30x90 (25 mm)	1
P.Int-Gesso-Ceramica 30x90 (225 mm)	2

Painel P.Ext- Concreto Arquitetonico/Gesso-Ceramica 30x60 (330.5mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Granito - Uso Especial (130mm)	2
Painel P.Ext- Concreto-Granito Preto s/bloco	10
Painel P.Ext- Concreto-Granito Preto s/bloco (130mm)	6
Painel P.Ext- Concreto-Granito s/bloco 422mm	1
Painel P.Ext- Concreto-Granito s/bloco (130mm)	3
Painel P.Ext- Concreto-Granito/Cement-Ceramica 30x90 (565mm)	2
Painel P.Ext- Concreto-Granito/Cement-Ceramica 30x90 (649.4mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Granito/Reboco-Pintura	6
Painel P.Ext- Concreto-Granito/Reboco-Pintura/Cob	2
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo s/ bloco	8
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo s/ bloco (no wrap)	8
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/	2
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Bloco (276 mm)	4
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Cimento-Ceramica 30x90 (421.5 mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Cimento-Ceramica 30x90 (452 mm)	2
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura	8
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura (36.5mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura (408.6 mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura (441.1mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura PVA (494mm)	1
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Gesso-Pintura PVA (451 mm)	2
Painel P.Ext- Concreto-Tijolo/Reboco-Pintura	4
Pele de Vidro - Fechamento Lateral - Direita - Imperador	1
Pele de Vidro - Fechamento Lateral - Esquerda - Imperador 2	1
Total de Itens	201

Torre Arquitetura Planilha de Famílias de Paredes	
Descrição	Quantidade
Jan_MaximAir_CurtainWall: Jan_MaximAir_CurtainWall	30
Janela Correr 2 Folhas PVC: Janela em PVC de correr 2 folhas (2200 x 844)	1
Janela Maxiar PVC: Janela em PVC maxiar 1 folha (758 x 769)	4
Janela Oscilobatente com Persianas - PVC: Janela em PVC oscilobatente 2 folhas com persiana (1254 x 1280 + 170)	1
Janela Oscilobatente com Persianas - PVC: Janela em PVC oscilobatente 2 folhas com persiana em PVC motorizada (1877 x 1289 + 170)	5
janela veneziana1: Janela em alumínio fixa 1 folha venezianada (1400x600)	1
janela veneziana: Janela em alumínio fixa 1 folha venezianada(1200x1000mm)	4

janela veneziana: Porta em Alumínio de abrir 1 folha venezianada (1800 x 1500)	2
Veneziana de enrolar e janela envidraçada de correr - 2 Painéis: Janela em PVC de correr 2 folhas com persiana (1254 x 1280 + 170)	1
Total de Itens	49

APÊNDICE B – Tabelas de Famílias do Modelo da Estrutura

Base Estrutura Planilha de Famílias de Vigas Analíticas	
Descrição	Quantidade
TQS - Viga PEDROCHAVES_A1(A1) 0,0 h=17,00 : Poligonal	21
TQS - Viga PEDROCHAVES_A2(A2) 0,0 h=10,00 : Poligonal	11
TQS - Viga PEDROCHAVES_A3(A3) 0,0 h=17,00 : Poligonal	12
TQS - Viga PEDROCHAVES_A5(A5) 0,0 h=27,00 : Poligonal	2
TQS - Viga PEDROCHAVES_A6 0,0 h=27,00 : Poligonal	4
TQS - Viga PEDROCHAVES_A7(A7) 0,0 h=0,00 : Poligonal	4
TQS - Viga PEDROCHAVES_A8(A8) 0,0 h=0,00 : Poligonal	1
TQS - Viga PEDROCHAVES_B1(B1) 0,0 h=17,00 : Poligonal	7
TQS - Viga PEDROCHAVES_B2(B2) 0,0 h=17,00 : Poligonal	3
TQS - Viga PEDROCHAVES_B3(B3) 0,0 h=29,00 : Poligonal	10
TQS - Viga PEDROCHAVES_B5(B5) 0,0 h=17,00 : Poligonal	2
TQS - Viga PEDROCHAVES_B6(B6) 0,0 h=29,00 : Poligonal	2
TQS - Viga PEDROCHAVES_CORTINA3 0,0 h=0,00 : Poligonal	5
TQS - Viga PEDROCHAVES_CORTINA4 0,0 h=0,00 : Poligonal	4
TQS - Viga PEDROCHAVES_CORTINA 0,0 h=0,00 : Poligonal	12
TQS - Viga Pre concretos_L12 h=5,00 : Poligonal	151
TQS - Viga Pre concretos_L12(SE) h=15,00 : Poligonal	8
TQS - Viga Pre concretos_L24 h=5,00 : Poligonal	119
TQS - Viga retangular : TQS 10,0 x 42,0	4
TQS - Viga retangular : TQS 10,0 x 61,0	1
TQS - Viga retangular : TQS 10,0 x 140,0	1
TQS - Viga retangular : TQS 10,0 x 176,0	4
TQS - Viga retangular : TQS 10,0 x 195,0	1
TQS - Viga retangular : TQS 10,0 x 270,0	5
TQS - Viga retangular : TQS 10,0 x 278,0	2
TQS - Viga retangular : TQS 10,0 x 284,0	11
TQS - Viga retangular : TQS 10,0 x 290,0	6
TQS - Viga retangular : TQS 10,0 x 316,0	6
TQS - Viga retangular : TQS 10,0 x 345,0	2
TQS - Viga retangular : TQS 15,0 x 41,0	4
TQS - Viga retangular : TQS 15,0 x 43,0	4
TQS - Viga retangular : TQS 20,0 x 45,0	8
TQS - Viga retangular : TQS 30,0 x 60,0	14
TQS - Viga retangular : TQS 30,0 x 85,0	3
TQS - Viga retangular : TQS 40,0 x 270,0	2
TQS - Viga retangular : TQS 40,0 x 284,0	5
TQS - Viga retangular : TQS 40,0 x 290,0	6
TQS - Viga retangular : TQS 50,0 x 17,0	1

TQS - Viga retangular : TQS 50,0 x 49,0	1
Total de Itens	469

Base Estrutura Planilha de Famílias de Pilares Analíticos	
Descrição	Quantidade
TQS - Pilar Polig_0 : TQS Column	1
TQS - Pilar Polig_1 : TQS Column	10
TQS - Pilar Polig_2 : TQS Column	3
TQS - Pilar Polig_3 : TQS Column	1
TQS - Pilar Polig_4 : TQS Column	1
TQS - Pilar Polig_5 : TQS Column	1
TQS - Pilar Polig_6 : TQS Column	1
TQS - Pilar Polig_7 : TQS Column	1
TQS - Pilar Polig_8 : TQS Column	1
TQS - Pilar Polig_9 : TQS Column	1
TQS - Pilar Polig_10 : TQS Column	1
TQS - Pilar Polig_11 : TQS Column	1
TQS - Pilar Polig_12 : TQS Column	1
TQS - Pilar Polig_13 : TQS Column	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 15,0x30,0	4
TQS - Pilar retangular : TQS - 20,0x20,0	4
TQS - Pilar retangular : TQS - 30,0x30,0	17
TQS - Pilar retangular : TQS - 30,0x42,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 30,0x68,0	2
TQS - Pilar retangular : TQS - 30,0x90,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 34,0x91,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 35,0x80,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 40,0x200,0	6
TQS - Pilar retangular : TQS - 40,0x210,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 40,0x250,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 49,0x37,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 50,0x19,0	4
TQS - Pilar retangular : TQS - 68,0x30,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 70,0x30,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 90,0x30,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 120,0x24,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 185,0x39,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 194,0x30,0	1
TQS - Pilar retangular : TQS - 232,5x30,0	1
Total de Itens	76

Base Estrutura Planilha de Famílias de Pisos / Lajes Analíticas	
Descrição	Quantidade
Floor: TQS h=15	1
Floor: TQS h=17	3
Floor: TQS h=20	1
Floor: TQS h=30	1
Total de Itens	2

Base Estrutura Planilha de Famílias Diversas	
Descrição	Quantidade
TQS - Consolo: C1	80
TQS - Consolo: C2	3
TQS - Consolo: C3	3
TQS - Consolo: C4	6
TQS - Consolo: C5	2
TQS - Consolo: C6	3
TQS - Consolo: C7	4
TQS - Consolo: C8	3
TQS - Consolo: C9	2
TQS - Consolo: C10	34
TQS - Consolo: C11	11
TQS - Consolo: C12	4
TQS - Consolo: C13	2
TQS - Consolo: C14	2
TQS - Consolo: C15	2
TQS - Consolo: C17	2
TQS - Consolo: C18	2
TQS - Consolo: C19	2
TQS - Consolo: C20	6
TQS - Consolo: C21	4
TQS - Consolo: C22	2
TQS - Consolo: C23	2
TQS - Consolo: C24	8
TQS - Consolo: C25	1
TQS - Consolo: C26	1
TQS - Consolo: C27	2
TQS - Consolo: C28	1
TQS - Consolo: C31	8
TQS - Consolo: C32	6
TQS - Consolo: C33	1
TQS - Consolo: C34	1

TQS - Consolo: C35	3
TQS - Consolo: C36	1
TQS - Consolo: G	13

Blocos Planilha de Famílias Diversas (Blocos Cerâmicos)	
Descrição	Quantidade
9cm_bloco_quebrado: Bloco 9cm - Meio bloco altura quebrado	138
14cm_bloco_quebrado: Bloco 14cm - Meio bloco altura quebrado	50
BCONCRETO.141914.00: Bloco de Concreto 14cm - Meio bloco	88
BCONCRETO.141929.00: Bloco Concreto 14cm - Inteiro	1880
BE.140929.00: Bloco 14cm - Meio bloco altura	169
BE.141904.00: Bloco 14cm - Compensador 4 bolacha	305
BE.141909.00: Bloco 14cm - Compensador 9	271
BE.141914.00: Bloco 14cm - Meio bloco	515
BE.141919.00: Bloco 14cm - Especial 19	258
BE.141921.00: Bloco 14cm - Especial 21	156
BE.141924.00: Bloco 14cm - Especial 24	447
BE.141929.00: Bloco 14cm - Inteiro	7378
Bloco 6 - 9cm: Bloco 9cm - Bloco "6"	389
Bloco 6 - 14cm: Bloco 14cm - Bloco "6"	74
Bloco 9cm - 19cm Comprimento: Bloco 9cm - Bloco 19cm Fechado	454
Bloco 9cm - Compensador 4 Bolacha (DEITADO): Bloco 9cm - Compensador 4 bolacha	51
Bloco C - 9cm1: Bloco 9cm - Bloco "C" especial 2	1
Bloco C - 9cm - Inteiro: Bloco 9cm - Bloco "C" inteiro	43
Bloco C - 9cm: Bloco 9cm - Bloco "C" especial	396
Bloco C - 14cm - Inteiro: Bloco 14cm - Bloco "C"	11
Bloco Calha - 14cm: Bloco 14cm - Calha	78
BV.090929.00: Bloco 9cm - Meio bloco altura	641
BV.091904.00: Bloco 9cm - Compensador 4 bolacha	790
BV.091909.00: Bloco 9cm - Compensador 9	672
BV.091914.00: Bloco 9cm - Meio bloco	998
BV.091921.00: Bloco 9cm - Especial 21	399
BV.091924.00: Bloco 9cm - Especial 24	730
BV.091929.00: Bloco 9cm - Inteiro	15193
BV.092919.00: Bloco 9cm - Encunhamento	1245
BV.142919.00: Bloco 14cm - Encunhamento	828
Graute: Graute	1
Mureta Box: Mureta Box	5
Pre-moldado Seção Retangular: Pre-moldado Seção Retangular	103
Total de Itens	34757

Painéis Planilha de Famílias de Vigas Analíticas	
Descrição	Quantidade
204: 204	1
205: 205	1
206: 206	1
207: 207	1
210: 210	1
211: 211	1
212: 212	1
213: 213	1
214: 214	14
215: 215	1
216: 216	1
1601: 1601	1
1602: 1602	1
1603: 1603	1
1604: 1604	1
1605: 1605	1
1606: 1606	1
1607: 1607	1
1608A: 1608A	1
1608B: 1608B	1
1609A: 1609A	1
1609B: 1609B	1
1610: 1610	1
1611: 1611	1
1611A: 1611A	1
1611B: 1611B	1
1611C: 1611C	1
1612: 1612	1
1613: 1613	1
1613A: 1613A	1
1613B: 1613B	1
1613C: 1613C	1
1614: 1614	1
1615: 1615	1
1616: 1616	1
MD-PCX22_IMPÉRIO_DIB: MD-PCX22_IMPÉRIO_DIB	4
MD-PCX23_IMPÉRIO_DIB: MD-PCX23_IMPÉRIO_DIB	8
MD-PCX23P2_IMPÉRIO_DIB: MD-PCX23P2_IMPÉRIO_DIB	1

MD-PCX23P_IMPÉRIO_DIB: MD-PCX23P_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PG01_IMPÉRIO_DIB: MD-PG01_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PG02_IMPÉRIO_DIB: MD-PG02_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PG03_IMPÉRIO_DIB: MD-PG03_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PG10_IMPÉRIO_DIB: MD-PG10_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PG11_IMPÉRIO_DIB: MD-PG11_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PG13_IMPÉRIO_DIB: MD-PG13_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PG49-muro: MD-PG49-muro	6
MD-PG50-muro: MD-PG50-muro	26
MD-PG51-muro: MD-PG51-muro	2
MD-PG52-muro: MD-PG52-muro	3
MD-PGX01_IMPÉRIO_DIB: MD-PGX01_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PGX04_IMPÉRIO_DIB: MD-PGX04_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PGX05_IMPÉRIO_DIB: MD-PGX05_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PGX06_IMPÉRIO_DIB: MD-PGX06_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PGX07_IMPÉRIO_DIB: MD-PGX07_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PGX08_IMPÉRIO_DIB: MD-PGX08_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PGX09_IMPÉRIO_DIB: MD-PGX09_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PGX11_IMPÉRIO_DIB: MD-PGX11_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PGX12_IMPÉRIO_DIB: MD-PGX12_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PGX13_IMPÉRIO_DIB: MD-PGX13_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PGX14_IMPÉRIO_DIB: MD-PGX14_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PSX14S_IMPÉRIO_DIB: MD-PSX14S_IMPÉRIO_DIB	2
MD-PSX15S_IMPÉRIO_DIB: MD-PSX15S_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PSX15SS_IMPÉRIO_DIB: MD-PSX15SS_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PSX16S_IMPÉRIO_DIB: MD-PSX16S_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX03_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX03_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX04_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX04_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX05_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX05_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX06_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX06_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX07_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX07_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX08_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX08_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX12_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX12_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX13_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX13_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX13S_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX13S_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX14_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX14_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX14S_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX14S_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX15S_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX15S_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX16S_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX16S_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX17S_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX17S_IMPÉRIO_DIB	1

MD-PTEX18S_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX18S_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX19S_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX19S_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX20S_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX20S_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX21_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX21_IMPÉRIO_DIB	1
MD-PTEX25_IMPÉRIO_DIB: MD-PTEX25_IMPÉRIO_DIB	1
X01: X01	14
X02: X02	14
X03: X03	14
X04: X04	13
X05: X05	13
X06: X06	13
X07: X07	13
X10: X10	13
X11: X11	13
X12: X12	13
X13: X13	13
X15: X15	13
X16: X16	13
Total de Itens	312

Tipo Estrutura Planilha de Famílias de Vigas Analíticas	
Descrição	Quantidade
M_Concrete-Rectangular Beam : V01 14/38	30
M_Concrete-Rectangular Beam : V1 50/38	1
M_Concrete-Rectangular Beam : V2 14/58	20
M_Concrete-Rectangular Beam : V2 99/38	1
M_Concrete-Rectangular Beam : V3 24/58	14
M_Concrete-Rectangular Beam : V3c 24/38	1
M_Concrete-Rectangular Beam : V4 24/58	14
M_Concrete-Rectangular Beam : V4C 24/38	1
M_Concrete-Rectangular Beam : V5 14/58	23
M_Concrete-Rectangular Beam : V7 14/32	15
M_Concrete-Rectangular Beam : V8 32/19	44
M_Concrete-Rectangular Beam : V8c 32/19	16
M_Concrete-Rectangular Beam : V8C 470/19	5
M_Concrete-Rectangular Beam : V9 14/58	42
M_Concrete-Rectangular Beam : V10 24/38	15
M_Concrete-Rectangular Beam : V11 24/32	15
M_Concrete-Rectangular Beam : V12 19/38	15
M_Concrete-Rectangular Beam : V13 32/30	15
M_Concrete-Rectangular Beam : V14 19/58	15

M_Concrete-Rectangular Beam : V15 24/58	15
M_Concrete-Rectangular Beam : V17 32/30	15
M_Concrete-Rectangular Beam : V18 19/58	15
M_Concrete-Rectangular Beam : V19 14x20	3
Total de Itens	350

Tipo Estrutura Planilha de Famílias de Pilares Analíticos	
Descrição	Quantidade
M_Concrete-Rectangular-Column : P1 24/120	16
M_Concrete-Rectangular-Column : P2 68/29	16
M_Concrete-Rectangular-Column : P3 68/29	16
M_Concrete-Rectangular-Column : P3C 68/29	1
M_Concrete-Rectangular-Column : P4 35/45	16
M_Concrete-Rectangular-Column : P5 39/70	15
M_Concrete-Rectangular-Column : P6 159/29	15
M_Concrete-Rectangular-Column : P7 80/26	15
M_Concrete-Rectangular-Column : P8 2000/19	15
M_Concrete-Rectangular-Column : P8 3210/19	15
M_Concrete-Rectangular-Column : P8 3580/19	15
M_Concrete-Rectangular-Column : P9 24/90	15
M_Concrete-Rectangular-Column : p10 75/26	15
M_Concrete-Rectangular-Column : P11 24/70	15
M_Concrete-Rectangular-Column : P12 70/29	15
M_Concrete-Rectangular-Column : P13 86/34	14
M_Concrete-Rectangular-Column : P13c 86/34	1
M_Concrete-Rectangular-Column : P14 24/90	15
M_Concrete-Rectangular-Column : P20 30/30	3
M_Concrete-Rectangular-Column : P21 14x14	11
M_Concrete-Rectangular-Column : PC -metálico	25
Total de Itens	284

Tipo Estrutura Planilha de Famílias de Pisos / Lajes	
Descrição	Quantidade
Floor: LAJE PROTENDIDA 120mm	15
Floor: LAJE PROTENDIDA 180mm	31
Total de Itens	46

APÊNDICE C – Tabelas de Famílias do Modelo Hidrossanitário

Hidrossanitário Planilha de Famílias de Equipamentos Mecânicos	
Descrição	Quantidade
FLP14-H-AF-Motobomba-Flange-KSB-Megabloc-R51: Com Flange	4
FLP14-H-AQ-Pressurizador-Schneider-Solaris-R51: Pressurizador - 11 m.c.a.	2
GEO15-Barra Roscada-R01: 06/16pol - 3/8pol	44
PÇ15-Suporte Amortecedor-Caixa Sifonada-Barras-R01: Suporte Acústico ø150mm	22
Total de Itens	72

Hidrossanitário Planilha de Famílias de Acessórios de Tubulações	
Descrição	Quantidade
FLP14-Registro Esfera Aço: Metálico	6
FLP15-Registro-Esfera-Metal-R01: Esfera-PVC Soldável	8
FLP15-Registro-Gaveta-Base-R01: Gaveta-Base-PEX Multi	59
FLP15-Registro-Gaveta-Base-R01: Gaveta-Base-PVC Soldável	3
FLP15-Válvula-Retenção Horizontal-R01: Horizontal-PVC Soldável	1
PÇ15-Torneira Bóia-R01: Torneira Bóia	4
RVT14-Hidrômetro Individual Com Conexão-R41: Hidrômetro Multijato - inclinado - 3.0 m³/h - 1/2pol	1
RVT14-Hidrômetro Individual Com Conexão-R41: Hidrômetro Multijato - plano - 5.0 m³/h - 3/4pol	4
RVT14-Registro Esfera VS Roscável-R41: PVC roscável	13
Total de Itens	99

Hidrossanitário Planilha de Famílias de Conexões	
Descrição	Quantidade
FLP15-EsgNor-Cap-R01: Esgoto Normal	1
FLP15-EsgNor-Curva Longa-R01: Esgoto Normal	20
FLP15-EsgNor-Joelho-R01: Esgoto Normal	91
FLP15-EsgNor-Junção Tê-R01: Esgoto Normal	36
FLP15-EsgNor-Lateral-R01: Esgoto Normal	2
FLP15-EsgNor-Luva-R01: Esgoto Normal	1
FLP15-EsgNor-Plug-R01: Esgoto Normal	10
FLP15-EsgNor-Redução-R01: Esgoto Normal	3
FLP15-EsgNor-Terminal De Ventilação-R01: Esgoto Normal	7
FLP15-EsgRef-Joelho-R01: Esgoto Reforçado	146
FLP15-EsgRef-Junção Tê-R01: Esgoto Reforçado	33
FLP15-EsgRef-Luva-R01: Esgoto Reforçado	1
FLP15-EsgRef-Redução-R01: Esgoto Reforçado	19
FLP15-EsgSil-Cap-R01: Esgoto Silencioso	1
FLP15-EsgSil-Joelho 45-R01: Esgoto Silencioso	2
FLP15-EsgSil-Joelho-R01: Esgoto Silencioso	457

FLP15-EsgSil-Junção Tê-R01: Esgoto Silencioso	129
FLP15-EsgSil-Lateral-R01: Esgoto Silencioso	4
FLP15-EsgSil-Luva-R01: Esgoto Silencioso	3
FLP15-EsgSil-Redução-R01: Esgoto Silencioso	25
FLP15-PEXMulti-Conector Fêmea-R01: PEX Multicamada	2
FLP15-PEXMulti-Curva Tubo-R01: PEX Multicamada	568
FLP15-PEXMulti-Joelho Com Rosca Fêmea-R01: PEX Multicamada	91
FLP15-PEXMulti-Joelho Com Rosca Macho-R01: PEX Multicamada	16
FLP15-PEXMulti-Joelho-R01: PEX Multicamada	37
FLP15-PEXMulti-Luva De Redução-R01: PEX Multicamada	62
FLP15-PEXMulti-Tê-R01: PEX Multicamada	133
FLP15-PVCsol-Adaptador Para Caixa D'Água-R01: PVC Soldável	4
FLP15-PVCsol-Bucha De Redução-R01: PVC Soldável	5
FLP15-PVCsol-Cap-R01: PVC Soldável	6
FLP15-PVCsol-Curva De Transposição-R01: PVC Soldável	2
FLP15-PVCsol-Curva-R01: PVC Soldável	3
FLP15-PVCsol-Joelho-R01: PVC Soldável	235
FLP15-PVCsol-Luva Com Bucha-R01: PVC Soldável	4
FLP15-PVCsol-Luva De Redução-R01: PVC Soldável	25
FLP15-PVCsol-Tê-R01: PVC Soldável	55
FLP15-PVCsol-União-R01: PVC Soldável	1
GEO15-Ducha-Joelho PEX AQ-R01: PEX Multicamada	13
PÇ15-EsgNor-Luva-R01: Esgoto Normal	105
PÇ15-EsgRef-Luva-R01: Esgoto Reforçado	154
PÇ15-EsgSil-Luva-R01: Esgoto Silencioso	451
PÇ15-PEXMulti-Conector Macho-R01: PEX Multicamada	118
PÇ15-PVCros-Plug-R01: PVC Roscável	19
PÇ15-PVCsol-Adaptador Para Registro-R01: PVC Soldável	24
RVT14-PEX-Distribuidor 2 Saídas-R41: PEX Monocamada	7
RVT14-Peça-EsgNor-Luva-R41: Esgoto Normal	1
RVT14-Peça-EsgNor-Tubo-R41: Esgoto Normal	1
RVT14-Peça-PVC soldável-Luva com Bucha Fêmea-R41: PVC Soldável	10
Total de Itens	3143

Hidrossanitário Planilha de Famílias de Objetos de Tubulação	
Descrição	Quantidade
FLP14-H-AF-Equipamento Parede-Parede-R51: Tanque	2
FLP15-Aquecedor-Gás-Giacomet-R01: Aquecedor De Água A Gás-250L	2
FLP15-Chuveiro-Monocomando-PEX Multi-R01: 1/2pol-PEX Multicamada	11

FLP15-Chuveiro-Monocomando-PEX Multi-R01: 3/4pol-PEX Multicamada	2
FLP15-Ducha Higiénica-Monocomando-R01: 3/4pol	6
FLP15-H-EC-Caixa De Inspeção-Retangular-R01: Inspeção - 060x060cm	1
FLP15-H-EC-Caixa De Inspeção-Retangular-R01: Inspeção - 110x110cm	3
FLP15-H-EC-Caixa Sifonada-Silencioso-150x150x50-7 Entradas-Suporte-R01: 150x150x50mm Grelha Quadrada	18
FLP15-H-EC-Caixa Sifonada-Silencioso-150x185x75-5 Entradas-Suporte-R01: 150x185x75mm Grelha Quadrada	3
FLP15-H-EC-Caixa Sifonada-Silencioso-150x185x75-5 Entradas-Suporte-R01: 150x185x75mm Grelha Redonda	1
FLP15-H-EC-Ralo Linear-Ralo Linear-R01: Residencial-0800mm	10
PÇ15-Caixa Sifonada-Grelha-Tampa-R01: Grelha Quadrada ø150mm Em Polietileno	21
PÇ15-Caixa Sifonada-Grelha-Tampa-R01: Grelha Redonda ø150mm Em Polietileno	1
PÇ15-Caixa Sifonada-Porta Grelha-Tampa-R01: Porta Grelha Quadrado Para Grelha Quadrada ø150mm	21
PÇ15-Caixa Sifonada-Porta Grelha-Tampa-R01: Porta Grelha Redondo ø150mm	1
PÇ15-Caixa Sifonada-Prolongador-Silencioso-R01: Prolongador	22
RVT14-Caixa Sifonada 100-250mm-R41: Caixa De Gordura 250x230x75mm Com Tampa Cega Completa	5
RVT14-Caixa Sifonada 150mm-R41: Caixa Sifonada 150x150x50mm Grelha Quadrada Completa	11
RVT14-Caixa Sifonada 150mm-R41: Caixa Sifonada 150x150x50mm Grelha Redonda Completa	9
RVT14-Caixa Sifonada 150mm-R41: Caixa Sifonada 150x185x75mm Grelha Quadrada Completa	15
RVT14-Caixa Sifonada 150mm-R41: Caixa Sifonada 150x185x75mm Grelha Redonda Completa	7
RVT14-Equipamentos AF Parede-Parede-R41: Máquina De Lavar Roupa	5
RVT14-Equipamentos AF Parede-Piso-R41: Lavatório	4
RVT14-Equipamentos AF Parede-Piso-R41: Mictório - Válvula De Descarga Sem Sifão	1
RVT14-Equipamentos AF Parede-Piso-R41: Máquina De Lavar Louça	2
RVT14-Equipamentos AF Parede-Piso-R41: Pia	1
RVT14-Equipamentos AF Parede-Piso-R41: Vaso Sanitário - Caixa Acoplada	18
RVT14-Equipamentos AF Parede-R41: Geladeira	2
RVT14-Equipamentos AF Parede-R41: Ponto AF	4
RVT14-Equipamentos AF-AQ Parede-Parede-R41: Lavatório	13
RVT14-Equipamentos AF-AQ Parede-Parede-R41: Pia	1
RVT14-Equipamentos AF-AQ Parede-Piso-R41: Lavatório	7
RVT14-Equipamentos AF-AQ Parede-Piso-R41: Pia	2
RVT14-Equipamentos AF-AQ Parede-R41: Ponto AF/AQ	1

RVT14-H-EC-Caixa De Gordura Retangular-R42: Fossa Séptica Com Septos De Tubos	1
RVT14-H-EP-Caixa De Areia Retangular-R42: Com Grelha 060x060cm	7
RVT14-Peça-Grelhas 150mm-R41: Grelha 150mm	42
RVT14-Peça-Porta Grelha Quadrada-Quadrada 150mm-R41: Porta Grelha Quadrada / Grelha Quadrada 150mm	26
RVT14-Peça-Porta Grelha Redonda-R41: Porta Grelha Redonda	21
RVT14-Peça-Prolongador-R41: Prolongador	47
RVT14-Peça-Tampa Alvenaria Com Inspeção-R41: Tampa De Alvenaria Com Inspeção	8
RVT14-Peça-Tampa Cega 250mm-R41: Tampa Redonda 250mm	5
RVT14-Peça-Tampa De Ferro 250mm-R41: Grelha/Tampa 250mm Ferro	8
RVT14-Ralo Sifonado Cônico 100mm-R41: Redondo 100mm	4
RVT14-Reservatório Redondo-Fibra De Vidro-Fortlev-R51: 10000 lts	2
RVT14-Reservatório Redondo-Fibra De Vidro-Fortlev-R51: 12000 lts	2
Total de Itens	406

Hidrossanitário Planilha de Famílias de Tubulações	
Descrição	Quantidade
Pipe Types: Coleta Pluvial PEAD preto 100 mm	22
Pipe Types: Dreno Pluvial PEAD preto 100 mm	15
Pipe Types: Esgoto Coletor PVC ocre 250 mm	1
Pipe Types: Esgoto Normal PVC branco 40 mm	
Pipe Types: Esgoto Normal PVC branco 50 mm	
Pipe Types: Esgoto Normal PVC branco 75 mm	
Pipe Types: Esgoto Normal PVC branco 100 mm	
Pipe Types: Esgoto Normal PVC branco 150 mm	
Pipe Types: Esgoto Normal PVC branco 200 mm	188
Pipe Types: Esgoto Reforçado PVC cinza 50 mm	
Pipe Types: Esgoto Reforçado PVC cinza 75 mm	
Pipe Types: Esgoto Reforçado PVC cinza 100 mm	
Pipe Types: Esgoto Reforçado PVC cinza 150 mm	213
Pipe Types: Esgoto Silencioso PVC laranja 40 mm	
Pipe Types: Esgoto Silencioso PVC laranja 50 mm	
Pipe Types: Esgoto Silencioso PVC laranja 75 mm	
Pipe Types: Esgoto Silencioso PVC laranja 100 mm	
Pipe Types: Esgoto Silencioso PVC laranja 150 mm	736
Pipe Types: PEX Multicamada PEX alumínio 20 mm	
Pipe Types: PEX Multicamada PEX alumínio 26 mm	
Pipe Types: PEX Multicamada PEX alumínio 32 mm	
Pipe Types: PEX Multicamada Air 15 mm	1068

Pipe Types: PVC Soldável PVC marrom 20 mm	
Pipe Types: PVC Soldável PVC marrom 25 mm	
Pipe Types: PVC Soldável PVC marrom 32 mm	
Pipe Types: PVC Soldável PVC marrom 40 mm	
Pipe Types: PVC Soldável PVC marrom 50 mm	
Pipe Types: PVC Soldável PVC marrom 60 mm	
Pipe Types: PVC Soldável PVC marrom 75 mm	
Pipe Types: PVC Soldável Air 15 mm	429
Total de Itens	2672

APÊNDICE D – Tabelas de Famílias do Modelo de Instalações Elétricas

Elétrico Planilha de Famílias de Conexões de Eletrocalhas	
Descrição	Quantidade
RVT14-Eletrocalha Perf-Curva Horizontal-R41: Pré-Zincado Perfurado	9
RVT14-Eletrocalha Perf-Curva Vertical Externa-R41: Pré-Zincado Perfurado	4
RVT14-Eletrocalha Perf-Curva Vertical Interna-R41: Pré-Zincado Perfurado	9
RVT14-Eletrocalha Perf-Tê Horizontal-R41: Pré-Zincado Perfurado	1
Total de Itens	23

Elétrico Planilha de Famílias de Eletrocalhas	
Descrição	Quantidade
Cable Tray with Fittings: Eletrocalha Perfurada Uso Interno	34
Total de Itens	34

Elétrico Planilha de Famílias de Infraestrutura para Conexões de Conduítes	
Descrição	Quantidade
FLP15-E-GND-Cabo de Cobre-Nú-Curva-R01: Nú	6
FLP15-E-Infra-Caixa De Passagem-Metálica-R01: Sobrepor-100x100mm	3
FLP15-E-Infra-Caixa De Passagem-Metálica-R01: Sobrepor-200x200mm	12
FLP15-E-Infra-Caixa Octogonal-4x4-PVC-R01: 4x4-Octogonal-Roscável	30
FLP15-E-Infra-Caixa Retangular-4x4-PVC-R01: 4x4-Retangular-Roscável	11
FLP15-E-Infra-Eletroduto-Flexível-Curva-R01: PEAD-Corrugado	4
FLP15-E-Infra-Eletroduto-Flexível-Curva-R01: PVC-Corrugado Flexível Reforçado	391
FLP15-E-MT-Cabo de Cobre-Curva-R1: 12/20kV	9
FLP15-E-MT-Conector Com Mufla-Torquimétrico-42kV-R01: Conector Torquimétrico - 42kV	3
FLP15-E-MT-Vergalhão-Curva-R01: Vergalhão De Cobre	9
PÇ15-E-Infra-Octogonal-4x4-Caixa-PVC-R01: 4x4-Caixa-Roscável	81
PÇ15-E-Infra-Retangular-4x2-Caixa-Drywall-R01: 4x2-Caixa-Drywall	138
PÇ15-E-Infra-Retangular-4x4-Caixa-Drywall-R01: 4x4-Caixa-Drywall	7
PÇ15-E-Infra-Retangular-4x4-Caixa-PVC-R02: 4x4-Caixa-Roscável	11
PÇ15-E-MT-Mufla-R01: Mufla Termocontrátil	3
RVT14-Bucha De Redução AL Sem Rosca-R11: Bucha De Redução Sem Rosca AL	6
RVT14-Cabo Da Cobre Nu-Curva-R51: Cabo De Cobre Nú	7
RVT14-Cabo De Cobre Nú-Solda T-R51: Solda T	9
RVT14-Condulete AL Sem Rosca C-R41: Sem Rosca	102
RVT14-Condulete AL Sem Rosca E-R41: Sem Rosca	16
RVT14-Condulete AL Sem Rosca L-R41: Sem Rosca	70

RVT14-Condulete AL Sem Rosca LB-R41: Sem Rosca	2
RVT14-Condulete AL Sem Rosca T-R41: Sem Rosca	105
RVT14-Condulete AL Sem Rosca X-R41: Sem Rosca	21
RVT14-Eletroduto Aço-Curva-R41: Aço Galvanizado	9
RVT14-Eletroduto Aço-Curva-R41: Aço Pré-Zincado	7
RVT14-Eletroduto Aço-Curva-R41: Aço Zincado	58
RVT14-Eletroduto Corrugado-Curva-R41: Eletroduto Corrugado	2
RVT14-Eletroduto PVC Roscável-Curva-R41: PVC Roscável	42
Total de Itens	1174

Elétrico | Planilha de Famílias Diversas

Descrição	Quantidade
Conduit with Fittings: Aço Carbono Zincado - Pesado	5
Conduit with Fittings: Aço Galvanizado a Fogo NBR5624 Pesado	39
Conduit with Fittings: Aço Zincado NBR13057 Pesado	4
Conduit with Fittings: Condulete-Aço Zincado NBR13057 Médio I	418
Conduit with Fittings: PVC NBR15465 Rígido Roscável	288
Conduit without Fittings: Cabo de Cobre 12/20kV	10
Conduit without Fittings: Cabo De Cobre Nú NBR6524	30
Conduit without Fittings: Cobre - Cabo Nú	11
Conduit without Fittings: Cobre - Vergalhão Cilíndrico-MT	12
Conduit without Fittings: PEAD Corrugado NBR15715	23
Conduit without Fittings: PVC Corrugado Flexível Reforçado	726
Total de Itens	1566

Elétrico | Planilha de Famílias de Equipamentos Elétricos

Descrição	Quantidade
FLP15-E-MT-Seccionadora-Com Carga-R01: Com Carga	1
FLP15-E-MT-Trafo-Óleo-0500kVA-15kV-ABB: Óleo-0500kVA-15kV	1
RVT14-E-Commu-Quadro De Distribuição Metálico-Sobrepor-R41: 0300 x 0300mm	1
RVT14-E-Commu-Quadro De Distribuição Metálico-Sobrepor-R41: 0400 x 0400mm - Tipo 3	1
RVT14-E-Commu-Quadro De Distribuição Metálico-Sobrepor-R41: 0600 x 0600mm - Tipo 4	1
RVT14-E-Eletr-Painel DIN-Embutir-R41: Embutir	1
RVT14-E-Eletr-Painel Espinha De Peixe-Sobrepor-R41: Sobrepor	2
RVT14-E-Eletr-Painel Mini Pragma-Embutir-R41: Mini Pragma Embutir	1
RVT14-E-Eletr-Painel Pragma-Embutir-R41: Pragma Embutir	1
RVT14-E-Eletr-Painel Pragma-Embutir-R42: Pragma Embutir	2
RVT14-E-Eletr-Painel Pragma-Sobrepor-R41: Pragma Sobrepor	3
RVT14-E-Eletr-Painel Pragma-Sobrepor-R42: Pragma Sobrepor	4

RVT14-E-Sistemas-Painel VDI-Sobrepôr-R41: 40x40cm Sobrepôr	2
RVT14-E-Telep-Quadro De Distribuição Metálico-Sobrepôr-R41: 0300 x 0300mm	1
RVT14-E-Telep-Quadro De Distribuição Metálico-Sobrepôr-R41: 0600 x 0600mm - Tipo 4	1
Total de Itens	23

Elétrico Planilha de Famílias de Acessórios Elétricos	
Descrição	Quantidade
FLP15-E-Eletr-Chuveiro-4x2-Drywall-Parede-R01: Drywall	2
FLP15-E-Eletr-Pial Vela-Ponto-Interruptor 1 Simples+Tomada-Branca-4x2-Drywall-R01: 4x2-Drywall-Tomada-Branco+Interruptor	3
FLP15-E-Eletr-Pial Vela-Ponto-Interruptor 2 Simples+Tomada-Branca-4x2-Drywall-R01: 4x2-Drywall-Tomada-Branco+Interruptor	3
FLP15-E-Eletr-Pial Vela-Ponto-Tomada-4x2-Drywall-R01: 4x2-Drywall-Tomada-Branco	59
FLP15-E-Eletr-Pial Vela-Ponto-Tomada-4x4-Drywall-R01: 4x4-Drywall-Tomada-Branco	6
FLP15-E-Eletr-Ponto De Força-4x2-Drywall-Parede-R01: 2-Bifásico	1
FLP15-E-GMG-Pial Vela-Ponto-Tomada-4x2-Drywall-R01: 4x2-Drywall-Tomada-Vermelho	1
FLP15-E-GND-Barramento-R1: Cobre-Nú	1
FLP15-E-GND-Barramento-R01: Cobre-Nú	1
FLP15-E-Infra-Caixa Retangular-4x2-Drywall-R01: 4x2-Retangular-Drywall	4
FLP15-E-MT-Placa-Alta Tensão-R01: Advertência	2
FLP15-E-MT-Placa-Atenção-R01: Atenção	1
FLP15-E-MT-Placa-Seccionadora-R01: Seccionadora	1
FLP15-E-MT-Seccionadora-Manípulo-R01: Punho Acionamento	1
FLP15-E-MT-Seccionadora-Suporte-R01: Suporte para seccionadora	1
FLP15-E-MT-Suporte-Fixação Cabos-R1: Suporte para cabos	1
FLP15-E-MT-Tapete Isolante-R01: Tapete Isolante	1
FLP-14-CAIXA: Caixa 400x281.5x250mm	1
FLP-14-CED: FLP-14-CAIXA TC'S	1
FLP-14-CED: FLP-14-CED 130x100	2
FLP-14-CP4: FLP-14-CP4	1
FLP-14-CP-2(Texto): FLP-14-CP-2(Texto)	29
FLP-14-Letras: 0	30
FLP-14-Letras: 1	57
FLP-14-Letras: 2	20
FLP-14-Letras: 3	4
FLP-14-Letras: 4	3
FLP-14-Letras: 5	2
FLP-14-Letras: 6	2

FLP-14-Letras: 7	2
FLP-14-Letras: 8	2
FLP-14-Letras: 9	2
Fundo em Madeira de Cerne2: Fundo em Madeira de Cerne	1
PÇ15-E-Eletr-4x2-Módulo-Espelho-R01: 4x2-Módulo-Espelho	5
PÇ15-E-Eletr-4x2-Módulo-Suporte-R01: 4x2-Módulo-Suporte	5
PÇ15-E-Eletr-4x4-Circular-Espelho-R01: 4x4-Circular-Espelho	47
PÇ15-E-Eletr-4x4-Módulo-Espelho-R01: 4x4-Módulo-Espelho	12
PÇ15-E-Eletr-4x4-Módulo-Suporte-R01: 4x4-Módulo-Suporte	12
PÇ15-E-Eletr-Módulo-Cego-R01: Módulo-Cego	1
PÇ15-Pial Vela-4x2-Módulo-Cego-R01: 4x2-Módulo-Cego	15
PÇ15-Pial Vela-4x2-Módulo-Espelho-R01: 4x2-Módulo-Espelho	130
PÇ15-Pial Vela-4x2-Módulo-Suporte-R01: 4x2-Módulo-Suporte	130
PÇ15-Pial Vela-4x2-Módulo-Tomada-R01: 4x2-Módulo-Tomada-Branco	59
PÇ15-Pial Vela-4x2-Módulo-Tomada-R01: 4x2-Módulo-Tomada-Vermelho	1
PÇ15-Pial Vela-4x4-Módulo-Cego-R01: 4x4-Módulo-Cego	4
PÇ15-Pial Vela-4x4-Módulo-Espelho-R01: 4x4-Módulo-Espelho	6
PÇ15-Pial Vela-4x4-Módulo-Suporte-R01: 4x4-Módulo-Suporte	6
PÇ15-Pial Vela-4x4-Módulo-Tomada-R01: 4x4-Módulo-Tomada-Branco	6
PÇ15-Pial Vela-Módulo-Cigarra-R01: Módulo-Cigarra	1
PÇ15-Pial Vela-Módulo-Coaxial-R01: Módulo-Coaxial	9
PÇ15-Pial Vela-Módulo-RJ45-R01: Módulo-RJ45-Cat 6	8
PÇ15-Pial Vela-Módulo-Tomada-R01: Módulo-Tomada-Branco	6
RVT14-Caixa De Passagem Em Alvenaria-R41: 30x30x60cm	2
RVT14-Caixa De Passagem Em Alvenaria-R41: 80x80x80cm	1
RVT14-Caixa De Passagem Em Alvenaria-R41: 80x80x100cm	3
RVT14-Caixa De Passagem Metálica Customizada-R41: Caixa Metálica 20x20x20cm	3
RVT14-Caixa De Passagem Metálica Customizada-R41: Caixa Metálica 40x40x20cm	2
RVT14-Caixa De Passagem Metálica Customizada-R41: Caixa Metálica 40x40x25cm	2
RVT14-Caixa De Passagem Metálica Customizada-R41: Caixa Metálica 50x50x25cm	2
RVT14-Caixa De Passagem Metálica Customizada-R41: Caixa Metálica 60x60x30cm	1
RVT14-Caixa De Passagem Metálica Customizada-R41: Caixa Metálica 80x80x30cm	2
RVT14-Caixa De Passagem Metálica Customizada-R41: Caixa Metálica 80x80x30cm Com Lacre	3
RVT14-Caixa De Passagem Metálica Fabricada-R41: 10x10cm Sobrepor	4

RVT14-Caixa De Passagem Metálica Fabricada-R41: 20x20cm Sobrepôr	16
RVT14-E-Eletr-Chuveiro 4x2-R41: Chuveiro Com Furo - 4x2 Flexível	2
RVT14-E-Eletr-Condulete AL Com Rosca E-Tomada-R41: Simples Branca	2
RVT14-E-Eletr-Condulete AL Sem Rosca C-Tomada-R41: Simples Branca	3
RVT14-E-Eletr-Condulete AL Sem Rosca E-Tomada-R41: Dupla Branca	4
RVT14-E-Eletr-Condulete AL Sem Rosca E-Tomada-R41: Simples Branca	10
RVT14-E-Eletr-Módulo2-Tomada-R41: Módulo Branco	4
RVT14-E-Eletr-Ponto De Cortineiro-R41: Monofásico - Sem Caixa	5
RVT14-E-Eletr-Ponto De Força 4x2-R41: Bifásico - 4x2 Flexível	10
RVT14-E-Eletr-Ponto De Força 4x2-R41: Monofásico - 4x2 Flexível	3
RVT14-E-Eletr-Ponto De Força 4x2-R41: Trifásico - 4x2 Flexível	1
RVT14-E-Eletr-Ponto De Força-R41: Bifásico - Sem Caixa	4
RVT14-E-Eletr-Ponto De Força-R41: Monofásico - Sem Caixa	18
RVT14-E-Eletr-Ponto De Força-R41: Trifásico - Sem Caixa	6
RVT14-E-Eletr-Quadro De Força 4x4-R41: Bifásico - 4x4 Flexível	2
RVT14-E-Eletr-Quadro De Força 4x4-R41: Trifásico - 4x4 Flexível	8
RVT14-E-Eletr-Tomada 1C 4x2 Branco-R41: Cego - 1C - 4x2 Flexível	8
RVT14-E-Eletr-Tomada 1C 4x2 Branco-R41: Duplo - 1C - 4x2 Flexível	4
RVT14-E-Eletr-Tomada 1C 4x2 Branco-R41: Simples - 1C - 4x2 Flexível	23
RVT14-E-Eletr-Tomada-Piso 1C 4x2-R41: Cego - 1C - 4x2 Roscável	5
RVT14-E-Gerad-Tomada 1C 4x2 Branco-R41: Simples - 1C - 4x2 Flexível	11
RVT14-E-SPDA-Barra Chata De Alumínio Line Based-R12: E-SPDA Barra Chata Em Alumínio 7/8 x 1/8 x 3m (#70mm ²) - Com Furos ø7mm	32
RVT14-E-SPDA-Barra Rebar De Aço Galvanizado Line Based-R12: E-SPDA - Barra Lisa De Aço Galvanizado A Fogo Re-Bar ø3/8pol (9.5mm) x 3.40m (#70mm ²)	13
RVT14-E-SPDA-Caixa De Injeção Para Aterramento-R41: ø300mm x 300mm em Cimento	4
RVT14-E-SPDA-Haste De Aterramento Cobreada-R41: E-SPDA Haste De Aterramento Alta Camada 3/4pol x 2.40m Conector 1 Cabo	4
RVT14-E-SPDA-Mastro Com Captor Franklin-R41: Mastro Simples ø2pol x 3,00m Com Estaiamento de 2,00m	1
RVT14-E-SPDA-Peça-Barra Chata De Alumínio Com Encaixe-R11: E-SPDA - Barra Chata De Alumínio 7/8pol x 1/8pol x 3m (#70mm ²) Com Furos ø7mm	31
RVT14-E-SPDA-Peça-Barra Rebar De Aço Galvanizado-R11: E-SPDA - Barra Lisa De Aço Galvanizado A Fogo Re-Bar ø3/8pol (9.5mm) x 3.40m (#70mm ²)	198

RVT14-E-SPDA-Terminal Aéreo Face Based-R41: E-SPDA Terminal Aéreo Horizontal \varnothing 5/16pol x 350mm Fixação Horizontal 2 Furos - Barra de Alumínio	20
RVT14-Peça-E-Commu-Módulo Vídeo-R41: Cego Com Furo	5
RVT14-Peça-E-Eletr-Caixa 4x2 Embutida PVC-R41: 4x2 - Flexível	171
RVT14-Peça-E-Eletr-Caixa 4x4 Embutida PVC-R41: 4x4 - Flexível	10
RVT14-Peça-E-Eletr-Caixa de Piso 4x2-R41: 4x2	5
RVT14-Peça-E-Eletr-Caixa Octavada 3x3 Embutida PVC-R45: Oitavada 3x3 - Flexível	12
RVT14-Peça-E-Eletr-Caixa Oitavada 3x3 Embutida PVC-R41: Oitavada 3x3 - Flexível	7
RVT14-Peça-E-Eletr-Caixa Oitavada 4x4 Embutida PVC-R41: Oitavada 4x4 - Flexível Reforçado	57
RVT14-Peça-E-Eletr-Caixa Oitavada 4x4 Embutida PVC-R41: Oitavada 4x4 - Roscável	68
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Com Rosca Caixa-R41: E Com Rosca	2
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Sem Rosca Caixa-R41: C Sem Rosca	110
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Sem Rosca Caixa-R41: E Sem Rosca	52
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Sem Rosca Caixa-R41: L Sem Rosca	70
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Sem Rosca Caixa-R41: LB Sem Rosca	2
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Sem Rosca Caixa-R41: T Sem Rosca	105
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Sem Rosca Caixa-R41: X Sem Rosca	21
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Tampa L-R41: Cega	72
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Tampa-R41: Cega	244
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Tampa-R41: Dois Postos	1
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Tampa-R41: Três Postos	17
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Tampa-R41: Um Posto	13
RVT14-Peça-E-Eletr-Condulete AL Tampa-R41: Uma Tomada NBR	15
RVT14-Peça-E-Eletr-Eletroduto Aço-Luva-R41: Aço Galvanizado	18
RVT14-Peça-E-Eletr-Eletroduto Aço-Luva-R41: Aço Pré-Zincado	14
RVT14-Peça-E-Eletr-Eletroduto Aço-Luva-R41: Aço Zincado	116
RVT14-Peça-E-Eletr-Eletroduto PVC Roscável-Luva-R41: PVC Roscável	84
RVT14-Peça-E-Eletr-Espelho 4x2-R41: 4x2 - 1 Módulo	107
RVT14-Peça-E-Eletr-Espelho 4x2-R41: 4x2 - 2 Módulos	13
RVT14-Peça-E-Eletr-Espelho 4x2-R41: 4x2 - 3 Módulos	2
RVT14-Peça-E-Eletr-Espelho 4x2-R41: 4x2 - Cego	40
RVT14-Peça-E-Eletr-Espelho Redondo 3x3-R41: Cego	19
RVT14-Peça-E-Eletr-Espelho Redondo 4x4-R41: Cego	204
RVT14-Peça-E-Eletr-Fixa Tomada Dupla-R41: Branca	4

RVT14-Peça-E-Eletr-Fixa Tomada Simples+Interruptor Duplo-R41: Branca	1
RVT14-Peça-E-Eletr-Fixa Tomada Simples+Interruptor Simples-R41: Branco	12
RVT14-Peça-E-Eletr-Fixa Tomada Simples-R41: Branca	15
RVT14-Peça-E-Eletr-Módulo Com Furo-R41: Cego Com Furo	2
RVT14-Peça-E-Eletr-Módulo Tomada-R41: Miolo Branco	46
RVT14-Peça-E-Eletr-Tampa de Piso-R41: 4x2	5
RVT14-Peça-E-Light-Fixa Interruptor Duplo-R41: Padrão	1
RVT14-Peça-E-Light-Fixa Interruptor Simples-R41: Padrão	13
RVT14-Peça-E-Light-Módulo Interruptor-R41: Interruptor	86
RVT14-Peça-E-SPDA-Base Mastro-R41: Base Para Mastro ø2pol	1
RVT14-Peça-E-SPDA-Captor Franklin-R41: Captor Franklin 250mm 1 Descida	1
RVT14-Peça-E-SPDA-Conjuto Estais Rígido-R41: Conjunto Para Estaiamento Rígido 2.00m Mastro ø2pol	1
RVT14-Peça-E-SPDA-Isolador BT-R41: ø20mm x 40mm	2
RVT14-Peça-E-SPDA-Sinalizador Duplo-R41: Sinalizador Duplo Com Relé Para SPDA	1
RVT14-Peça-E-SPDA-Suporte Sinalizador-R41: Suporte Para Sinalizador Mastro ø2pol	1
RVT14-Peça-E-SPDA-Tampa Para Inspeção-R41: Tampa Para Inspeção	4
RVT14-Peça-Espelho Redondo 3x3-R41: Cego	82
Total de Itens	3142

Elétrico Planilha de Famílias de Dispositivos de Iluminação	
Descrição	Quantidade
FLP15-E-GMG-Pial Vela-Interruptor-4x2-Drywall-1 Simples-LED-R01: 4x2-Drywall	6
FLP15-E-Light-Interruptor-4x4-Drywall-Parede-1 Simples-R01: Drywall	1
FLP15-E-Light-Pial Vela-Interruptor-4x2-Drywall-1 Simples-R01: 4x2-Drywall	22
FLP15-E-Light-Pial Vela-Interruptor-4x2-Drywall-2 Duplo-R01: 4x2-Drywall	6
FLP15-E-Light-Pial Vela-Interruptor-4x2-Drywall-3 Triplo-R01: 4x2-Drywall	3
GEO15-E-Light-Módulo-Interruptor-R01: Módulo-Interruptor-Simples	1
PÇ15-Pial Vela-Módulo-Interruptor-Com LED-R01: Módulo-Interruptor-Simples	6
PÇ15-Pial Vela-Módulo-Interruptor-R01: Módulo-Interruptor-Simples	52
RVT14-E-Gerad-Interruptor Único 4x2-R41: Simples - 4x2 Flexível	56
RVT14-E-Light-Condulete AL Sem Rosca C-Interruptor Simples+Tomada-R41: 1 interruptor simples + 1 tomada	2
RVT14-E-Light-Condulete AL Sem Rosca C-Interruptor Simples-R41: Hotel	2

RVT14-E-Light-Condulete AL Sem Rosca C-Interruptor Simples-R41: Simples	1
RVT14-E-Light-Condulete AL Sem Rosca E-Interruptor Duplo+Tomada-R41: 2 interruptores simples + 1 tomada	1
RVT14-E-Light-Condulete AL Sem Rosca E-Interruptor Duplo-R41: Duplo Simples	1
RVT14-E-Light-Condulete AL Sem Rosca E-Interruptor Simples+Tomada-R41: 1 interruptor simples + 1 tomada	10
RVT14-E-Light-Condulete AL Sem Rosca E-Interruptor Simples-R41: Hotel	2
RVT14-E-Light-Condulete AL Sem Rosca E-Interruptor Simples-R41: Simples	8
RVT14-E-Light-Fixa1-Interruptor-R41: Padrão	14
RVT14-E-Light-Fixa2-Interruptor-R41: Padrão	2
RVT14-E-Light-Interruptor Duplo 4x2-R41: Duplo - 4x2 Flexível	5
RVT14-E-Light-Interruptor Triplo 4x2-R41: Triplo - 4x2 Flexível	2
RVT14-E-Light-Interruptor Único 4x2-R41: Simples - 4x2 Flexível	10
RVT14-E-Light-Interruptor Único + Tomada Única 4x2 Branco-R41: Interruptor (1) + Tomada (1) - 4x2 Flexível	4
RVT14-E-Light-Módulo1-Interruptor-R41: Padrão	11
RVT14-E-Light-Módulo2-Interruptor-R41: Padrão	7
RVT14-E-Light-Módulo3-Interruptor-R41: Padrão	2
RVT14-E-Light-Sensor De Presença-Parede-R41: Sobrepor	33
RVT14-E-Light-Sensor De Presença-Teto-R41: Embutir	2
RVT14-E-Light-Sensor De Presença-Teto-R41: Sobrepor	48
Total de Itens	320

Elétrico Planilha de Famílias de Acessórios de Iluminação	
Descrição	Quantidade
FLP15-E-Eletr-Pial Vela-Cigarra-4x2-Drywall-R01: 4x2-Retangular-Drywall	1
FLP15-E-GMG-Ponto De Luz-Octogonal-4x4-PVC-R01: 4x4-Octogonal-Roscável	6
FLP15-E-Light-Pial Vela-Arandela-4x2-Drywall-R01: 4x2-Retangular-Drywall	9
FLP15-E-Light-Ponto De Luz-Octogonal-4x4-PVC-R01: 4x4-Octogonal-Roscável	45
RVT14-E-Gerad-Ponto De Luz-Teto-R41: Luz Gerador 4x4 - Flexível Reforçado	55
RVT14-E-Light-Ponto De Luz-Parede-4x2-R41: Luz 4x2 - Flexível	18
RVT14-E-Light-Ponto De Luz-Parede-R41: Luz 3x3 - Flexível	7
RVT14-E-Light-Ponto De Luz-Parede-R45: Luz 3x3 - Flexível	12
RVT14-E-Light-Ponto De Luz-Parede-Sem Caixa-R45: Luz 3x3 - Flexível	82
RVT14-E-Light-Ponto De Luz-Teto-R41: Luz 4x4 - Flexível Reforçado	75
RVT14-E-Light-Ponto De Luz-Teto-R41: Luz 4x4 - Roscável	79

Total de Itens	389
----------------	-----

**APÊNDICE E – Janelas de resultados de conflitos entre modelos do Estágio
1**

Clash Detective

ARQxARQ Tipo Forro x Paredes

Clashes - Total: 22 (Open: 22 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ARQxARQ Tipo Duplicados	Done	0	0
ARQxARQ Tipo Forro x Janelas e Portas	Done	3	0
ARQxARQ Tipo Forro x Paredes	Done	22	0
ARQxARQ Tipo Pisos x Janelas e Portas	Done	1	0
ARQxARQ Tipo Pisos x Paredes	Done	26	0

Selection A

Sets

- Forros
- Portas
- Pisos
- Paredes
- Janelas

Selection B

Sets

- Forros
- Portas
- Pisos
- Paredes
- Janelas

Settings

Type: Tolerance:

Link: Step (sec):

Composite Object Clashing

Clash Detective

ARQxARQ Torre Duplicados

Clashes - Total: 18 (Open: 18 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ARQxARQ Torre Duplicados	Done	18	0
ARQxARQ Torre Paredes x Janelas e Portas	Done	10	0
ARQxARQ Torre Paredes x Forros e Pisos	Done	96	0
ARQxARQ Torre Paredes x Guarda Corpos e Escadas	Done	12	0
ARQxARQ Torre Paredes x Coberturas	Done	2	0
ARQxARQ Torre Forros x Janelas e Portas	Done	3	0
ARQxARQ Torre Forros x Pisos	Done	0	0
ARQxARQ Torre Forros x Guarda Corpos e Escadas	Done	0	0
ARQxARQ Torre Forros x Cobertura	Done	0	0
ARQxARQ Torre Pisos x Janelas e Portas	Done	1	0
ARQxARQ Torre Pisos x Guarda Corpos e Escadas	Done	5	0
ARQxARQ Torre Janelas e Portas x Guarda Corpos e Escadas	Done	39	0

Selection A
 Standard
 TCC00002 MDL 16 ARQ Torre R00.nwd

Selection B
 Standard
 TCC00002 MDL 16 ARQ Torre R00.nwd

Settings
 Type: Duplicates Tolerance: 0,010 m
 Link: None Step (sec): 0,1
 Composite Object Clashing

Run Test

Clash Detective

ARQxARQ Base Duplicados

Clashes - Total: 18 (Open: 18 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ARQxARQ Base Duplicados	Done	18	18
ARQxARQ Base Paredes x Janelas e Portas	Done	18	18
ARQxARQ Base Paredes x Forros e Coberturas	Done	27	27
ARQxARQ Base Paredes x Escadas e Guarda Corpos	Done	26	26
ARQxARQ Base Forros x Janelas e Portas	Done	0	0
ARQxARQ Base Forros x Coberturas	Done	0	0
ARQxARQ Base Forros x Escadas e Guarda Corpos	Done	0	0
ARQxARQ Base Pisos x Janelas e Portas	Done	18	0
ARQxARQ Base Pisos x Paredes	Done	154	154
ARQxARQ Base Pisos x Escadas e Guarda Corpos	Done	9	9
ARQxARQ Base Portas e Janelas x Escadas e Guarda Corpos	Done	0	0
ARQxARQ Base Portas x Janelas	Done	0	0

Selection A

Standard

TCC00002 MDL 16 ARQ Base Sem Topo R00

Selection B

Standard

TCC00002 MDL 16 ARQ Base Sem Topo R00

Settings

Type: Duplicates Tolerance: 0,010 m

Link: None Step (sec): 0,1

Composite Object Clashing

Clash Detective

ESTxARQ BaseTorre x BaseTorre Sem Sets

Clashes - Total: 1858 (Open: 1858 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxARQ BaseTorre x BaseTorre Sem Sets	Done	1858	0
ESTxARQ Laje EST x Piso ARQ	Done	50	37
ESTxARQ Laje EST x Parede ARQ	Done	28	0
ESTxARQ Laje EST x Forros, Cobertura ARQ	Done	3	0
ESTxARQ Laje EST x Esquadrias ARQ	Done	0	0
ESTxARQ Laje EST x Escadas, Guarda-Corpos ARQ	Done	1	0
ESTxARQ Pilares EST x Piso ARQ	Done	226	0
ESTxARQ Pilares EST x Paredes ARQ	Done	177	0
ESTxARQ Pilares EST x Forro, Cobertura ARQ	Done	9	9
ESTxARQ Pilares EST x Esquadrias ARQ	Done	2	2
ESTxARQ Pilares EST x Escadas, Guarda-Corpos ARQ	Done	3	3
ESTxARQ Vigas EST x Piso ARQ	Done	419	419
ESTxARQ Vigas EST x Paredes ARQ	Done	476	476
ESTxARQ Vigas EST x Forro, Cobertura ARQ	Done	9	9
ESTxARQ Vigas EST x Esquadrias ARQ	Done	7	7
ESTxARQ Vigas EST x Escadas, Guarda-Corpos ARQ	Done	4	4
ESTxARQ Escadas, Consolos x ARQ	Done	121	121

Selection A
 Standard
 TCC00002 MDL 16 EST Tipo R00.nwd
 TCC00002 MDL 16 ARQ Base Sem Topo

Selection B
 Standard
 TCC00002 MDL 16 ARQ Torre R00.nwd
 TCC00002 MDL 16 EST Base R00.nwd
 TCC00002 MDL 16 EST Tipo R00.nwd
 TCC00002 MDL 16 ARQ Base Sem Topo R00

Settings
 Type: Tolerance:
 Link: Step (sec):
 Composite Object Clashing

Clash Detective

ESTxARQ Blocos x Forros, Coberturas ARQ

Clashes - Total: 108 (Open: 108 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxARQ Blocos x Pisos ARQ	Done	756	756
ESTxARQ Blocos x Forros, Coberturas ARQ	Done	108	108
ESTxARQ Blocos x Escadas, Guarda-Corpos ARQ	Done	262	262
ESTxARQ Blocos x Esquadrias ARQ	Done	417	417

Selection A

Sets

- MDL 16 EST Blocos Blocos
- MDL 16 EST Blocos Mureta
- MDL 16 EST Blocos Graute
- MDL 16 EST Blocos Pré-moldados
- Forros
- Portas

Selection B

Sets

- MDL 16 EST Blocos Pré-moldados
- Forros
- Portas
- Pisos
- Guarda-Corpos
- Coberturas

Settings

Type: Tolerance:

Link: Step (sec):

Composite Object Clashing

Clash Detective

ESTxARQ BaseTorre Painéis Sem Sets

Clashes - Total: 469 (Open: 469 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxARQ BaseTorre Painéis Sem Sets	Done	469	0
ESTxARQ Painéis x Piso ARQ	Done	32	0
ESTxARQ Painéis x Forro, Cobertura ARQ	Done	0	0
ESTxARQ Painéis x Escadas, Guarda-Corpos ARQ	Done	2	0
ESTxARQ Painéis x Esquadrias ARQ	Done	21	0
ESTxARQ Painéis x Paredes ARQ	Done	286	0

Selection A

Standard

- TCC00002 MDL 16 ARQ Torre R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 ARQ Base Sem Topo R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 EST Paineis R00.nwd

Selection B

Standard

- TCC00002 MDL 16 ARQ Torre R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 ARQ Base Sem Topo R00.nwd
- TCC00002 MDL 16 EST Paineis R00.nwd

Settings

Type: Tolerance:

Link: Step (sec):

Composite Object Clashing

Clash Detective

ESTxARQ Blocos x Forros ARQ

Clashes - Total: 7 (Open: 7 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxARQ Blocos x Forros ARQ	Done	7	7
ESTxARQ Blocos x Pisos ARQ	Done	49	49
ESTxARQ Blocos x Esquadrias ARQ	Done	118	118

Selection A

Sets

- [-] Pisos
- [-] Paredes
- [-] Janelas
 - MDL 16 EST Blocos Blocos
 - MDL 16 EST Blocos Mureta
 - MDL 16 EST Blocos Graute
 - MDL 16 EST Blocos Pré-moldados

Selection B

Sets

- [-] Forros
- [-] Portas
- [-] Pisos
- [-] Paredes
- [-] Janelas
 - MDL 16 EST Blocos Blocos
 - MDL 16 EST Blocos Mureta
 - MDL 16 EST Blocos Graute
 - MDL 16 EST Blocos Pré-moldados

Settings

Type: Tolerance:

Link: Step (sec):

Composite Object Clashing

Clash Detective

ESTxARQ Tipo Painéis Sem Sets

Clashes - Total: 56 (Open: 56 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxARQ Tipo Painéis Sem Sets	Done	56	0
ESTxARQ Painéis x Pisos ARQ	Done	0	0
ESTxARQ Painéis x Forros ARQ	Done	0	0
ESTxARQ Painéis x Esquadrias ARQ	Done	0	0
ESTxARQ Painéis x Paredes ARQ	Done	0	0

Selection A

Standard

- TCC00002 MDL 16 EST Paineis R00.nwc
- TCC00002 MDL 16 ARQ Tipo R00.nwd

Selection B

Standard

- TCC00002 MDL 16 EST Paineis R00.nwc
- TCC00002 MDL 16 ARQ Tipo R00.nwd

Settings

Type: Tolerance:

Link: Step (sec):

Composite Object Clashing

Clash Detective

ESTxARQ Tipo Torre Sem Sets

Clashes - Total: 123 (Open: 123 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxARQ Tipo Torre Sem Sets	Done	123	123
ESTxARQ Vigas EST x Paredes ARQ	Done	34	0
ESTxARQ Vigas EST x Forro, Cobertura ARQ	Done	2	2
ESTxARQ Vigas EST x Piso ARQ	Done	22	22
ESTxARQ Vigas EST x Esquadrias ARQ	Done	1	1
ESTxARQ Pilares EST x Paredes ARQ	Done	6	6
ESTxARQ Pilares EST x Forro, Cobertura ARQ	Done	0	0
ESTxARQ Pilares EST x Piso ARQ	Done	14	14
ESTxARQ Pilares EST x Esquadrias ARQ	Done	0	0
ESTxARQ Lajes EST x Paredes ARQ	Done	27	27
ESTxARQ Lajes EST x Forro, Cobertura ARQ	Done	1	1
ESTxARQ Lajes EST x Piso ARQ	Done	2	2
ESTxARQ Lajes EST x Esquadrias ARQ	Done	0	0

Selection A
 Standard
 TCC00002 MDL 16 ARQ Tipo R00.nwd
 TCC00002 MDL 16 EST Tipo R00.nwd

Selection B
 Standard
 TCC00002 MDL 16 ARQ Tipo R00.nwd
 TCC00002 MDL 16 EST Tipo R00.nwd

Settings
 Type: Tolerance:
 Link: Step (sec):
 Composite Object Clashing

Clash Detective

ESTxEST Base Duplicados

Clashes - Total: 0 (Open: 0 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxEST Base Duplicados	Done	0	0
ESTxEST Base Pilares x Vigas	Done	0	0
ESTxEST Base Pilares x Lajes	Done	0	0
ESTxEST Base Lajes x Vigas	Done	1	0
ESTxEST Base Consolos x Outros Elementos	Done	28	0

Selection A
 Standard
 TCC00002 MDL 16 EST Base R00.nwd

Selection B
 Standard
 TCC00002 MDL 16 EST Base R00.nwd

Settings
 Type: Tolerance:
 Link: Step (sec):
 Composite Object Clashing

Clash Detective

ESTxEST Blocos Duplicados

Clashes - Total: 0 (Open: 0 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxEST Blocos Duplicados	Done	0	0
ESTxEST Blocos Entre Blocos	Done	26	0
ESTxEST Blocos Blocos x Pré-moldados	Done	27	0
ESTxEST Blocos Pré-moldados	Done	0	0
ESTxEST Blocos Blocos x Outros Elementos	Done	28	0
ESTxEST Blocos Outros Elementos	Done	0	0

Selection A

Standard

TCC00002 MDL 16 EST Blocos R00.nwd

Selection B

Standard

TCC00002 MDL 16 EST Blocos R00.nwd

Settings

Type: Duplicates Tolerance: 0,010 m

Link: None Step (sec): 0,1

Composite Object Clashing

Clash Detective

ESTxEST Tipo Duplicados

Clashes - Total: 0 (Open: 0 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	Net
ESTxEST Tipo Duplicados	Done	0	0
ESTxEST Tipo Lajes x Vigas	Done	6	0
ESTxEST Tipo Lajes x Pilares	Done	19	0
ESTxEST Tipo Pilares x Vigas	Done	3	0

Add Test
 Reset All
 Compact All
 Delete All
 Update All

Rules | Select | Results | Report

Selection A
 Standard
 TCC00002 MDL 16 EST Tipo R00.mwd

Selection B
 Standard
 TCC00002 MDL 16 EST Tipo R00.mwd

Settings
 Type: Duplicates Tolerance: 0,010 m
 Link: None Step (sec): 0,1
 Composite Object Clashing

Run Test

**APÊNDICE F – Janelas de resultados de conflitos entre modelos do Estágio
2**

Clash Detective

ARQxHID Base

Clashes - Total: 785 (Open: 785 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ARQxHID Base	Done	785	785
ARQxHID Base Paredes x Tubulações	Done	237	237
ARQxHID Base Forros x Tubulações	Done	49	49
ARQxHID Base Pisos x Tubulações	Done	134	134
ARQxHID Base Esquadrias x Tubulações	Done	0	0
ARQxHID Base Paredes, Forros, Pisos x Equipamentos	Done	244	244
ARQxHID Base Escadas x Hidro	Done	0	0
ARQxHID Base Esquadrias x Equipamentos	Done	0	0

Add Test Reset All Compact All Delete All Update All

Clash Detective

ARQxHID Tipo

Clashes - Total: 332 (Open: 332 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ARQxHID Tipo	Done	332	332
ARQxHID Tipo Paredes x Tubulações	Done	63	63
ARQxHID Tipo Forro x Tubulações	Done	11	11
ARQxHID Tipo Piso x Tubulações	Done	66	66
ARQxHID Tipo Esquadrias x Tubulações	Done	0	0
ARQxHID Paredes, Forros, Pisos, Esquadrias x Equipamentos	Done	121	121

Add Test Reset All Compact All Delete All Update All

Clash Detective

ARQxHID Torre

Clashes - Total: 552 (Open: 552 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ARQxHID Torre	Done	552	552
ARQxHID Torre Parede x Tubulação	Done	120	120
ARQxHID Torre Forro x Tubulação	Done	19	19
ARQxHID Torre Piso x Tubulação	Done	95	95
ARQxHID Torre Esquadrias x Tubulação	Done	0	0
ARQxHID Paredes, Forros, Pisos, Esquadrias x Equipamentos	Done	194	194
ARQxHID Escadas e Guarda Corpos x Hidro	Done	9	9

Add Test Reset All Compact All Delete All Update All

Clash Detective

ARQxELE Base

Clashes - Total: 686 (Open: 686 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ARQxELE Base	Done	686	686
ARQxELE Base Paredes x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	197	197
ARQxELE Base Forros x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	26	26
ARQxELE Base Pisos x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	113	113
ARQxELE Base Esquadrias x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	3	3
ARQxELE Base Escadas e Guarda-corpos x Inst. Elétricas	Done	5	5
ARQxELE Base Paredes, Forros, Pisos, Esquadrias x Equipamentos	Done	163	163

Add Test Reset All Compact All Delete All Update All

Clash Detective

ARQxELE Tipo

Clashes - Total: 423 (Open: 423 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ARQxELE Tipo	Done	423	423
ARQxELE Tipo Paredes x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	206	206
ARQxELE Tipo Forros x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	101	101
ARQxELE Tipo Pisos x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	12	12
ARQxELE Tipo Esquadrias x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	2	2
ARQxELE Tipo Paredes, Forros, Pisos, Esquadrias x Equipamentos	Done	31	31

Add Test Reset All Compact All Delete All Update All

Clash Detective

ARQxELE Torre

Clashes - Total: 295 (Open: 295 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ARQxELE Torre	Done	295	295
ARQxELE Torre Paredes x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	3	3
ARQxELE Torre Forros x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	0	0
ARQxELE Torre Pisos x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	40	40
ARQxELE Torre Esquadrias x Eletrocalhas, Eletrodutos e Conexões	Done	0	0
ARQxELE Torre Escadas e Guarda-Corpos x Inst. Elétricas	Done	39	39
ARQxELE Torre Paredes, Forros, Pisos e Esquadrias x Equipamentos	Done	71	71

Add Test Reset All Compact All Delete All Update All

**APÊNDICE G – Janelas de resultados de conflitos entre modelos do Estágio
3**

Clash Detective

ESTxHID Blocos Blocos x Tubulações

Clashes - Total: 260 (Open: 260 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxHID Blocos	Done	500	500
ESTxHID Blocos Blocos x Tubulações	Done	260	260
ESTxHID Blocos Blocos x Equipamentos	Done	3	3

Clash Detective

ESTxHID Tipo

Clashes - Total: 335 (Open: 335 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxHID Tipo	Done	335	335
ESTxHID Base	Done	309	309
ESTxHID Estrutura Vigas x Tubulações, Conexões	Done	231	231
ESTxHID Estrutura Vigas x Equipamentos	Done	62	62
ESTxHID Estrutura Pilares x Tubulações, Conexões	Done	7	7
ESTxHID Estrutura Pilares x Equipamentos	Done	3	3
ESTxHID Estrutura Lajes x Tubulações, Conexões	Done	239	239
ESTxHID Estrutura Lajes x Equipamentos	Done	65	65
ESTxHID Estrutura Consolos, Escadas x Inst. Hidr.	Done	8	8

Clash Detective

ESTxHID Paineis Geral

Clashes - Total: 93 (Open: 93 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxHID Paineis Geral	Done	93	0
ESTxHID Paineis Paineis x Tubulação	Done	39	0
ESTxHID Paineis Paineis x Equipamentos	Done	7	0

Clash Detective

ESTxELE Blocos x Eletrocalhas, Eletrodutos

Clashes - Total: 444 (Open: 444 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxELE Geral	Done	551	12
ESTxELE Blocos x Eletrocalhas, Eletrodutos	Done	444	444
ESTxELE Blocos x Equipamentos	Done	95	95

Clash Detective

ESTxELE Estrutura Vigas x Equipamentos

Clashes - Total: 66 (Open: 66 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxELE Base	Done	334	334
ESTxELE Tipo	Done	517	517
ESTxELE Estrutura Vigas x Tubulações, Conexões	Done	254	254
ESTxELE Estrutura Vigas x Equipamentos	Done	66	66
ESTxELE Estrutura Pilares x Tubulações, Conexões	Done	28	28
ESTxELE Estrutura Pilares x Equipamentos	Done	321	321
ESTxELE Estrutura Lajes x Tubulações, Conexões	Done	103	103
ESTxELE Estrutura Lajes x Equipamentos	Done	62	62
ESTxELE Consolos, Escadas x Inst. Elétricas	Done	10	10

Clash Detective

ESTxELE Paineis Geral

Clashes - Total: 41 (Open: 41 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ESTxELE Paineis Geral	Done	41	0
ESTxELE Paineis Paineis x Tubulações, Conexões	Done	10	0
ESTxELE Paineis Paineis x Equipamentos	Done	31	0

**APÊNDICE H – Janelas de resultados de conflitos entre modelos do Estágio
4**

Clash Detective

^ HIDxHID Geral Duplicados

Clashes - Total: 16 (Open: 16 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
HIDxHID Geral Duplicados	Done	16	0
HIDxHID Geral Tubulações x Tubulações	Done	2	0
HIDxHID Geral Tubulações x Acessórios, Equipamentos e Aparelhos	Done	87	0
HIDxHID Geral Tubulações x Conexões	Done	3	0
HIDxHID Geral Conexões x Conexões	Done	0	0
HIDxHID Geral Conexões x Acessórios, Equipamentos e Aparelhos	Done	7	0
HIDxHID Geral Acessórios, Equipamentos e Aparelhos	Done	1	0

Clash Detective

^ ELEXHID Geral Sem Sets

Clashes - Total: 37 (Open: 37 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ELEXHID Geral Sem Sets	Done	37	37
ELEXHID Geral Infra ELE x Tubulações HID	Done	10	10
ELEXHID Geral Equipamentos ELE x Tubulações HID	Done	4	4
ELEXHID Geral Infra ELE x Equipamentos HID	Done	1	1
ELEXHID Geral Equipamentos ELE x Equipamentos HID	Done	2	2

**APÊNDICE I – Janelas de resultados de conflitos entre modelos do Estágio
5**

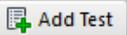
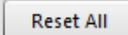
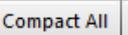
Clash Detective

^ ELEXELE Geral Acessórios, Equipamentos, Aparelhos

Clashes - Total: 5 (Open: 5 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New
ELEXELE Geral Acessórios, Equipamentos, Aparelhos	Done	5	0
ELEXELE Geral Conexões x Acessórios, Equipamentos, Aparelhos	Done	0	0
ELEXELE Geral Conexões x Conexões	Done	0	0
ELEXELE Geral Duplicados	Done	4	4
ELEXELE Geral Tubulações x Acessórios, Equipamentos, Aparelhos	Done	72	72
ELEXELE Geral Tubulações x Conexões	Done	128	128
ELEXELE Geral Tubulações x Tubulações	Done	8	8

< ||| >

 Add Test
  Reset All
  Compact All
  Delete All
  Update All
 