



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



CAROLINA SILVIANE MORAIS LIMA

**MODELAGEM BIM “AS IS” DA MORADIA ESTUDANTIL
DA UFU – BLOCO “B”**

UBERLÂNDIA

2023

CAROLINA SILVIANE MORAIS LIMA

**MODELAGEM BIM “AS IS” DA MORADIA ESTUDANTIL
DA UFU – BLOCO “B”**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) da Universidade
Federal de Uberlândia (UFU) como requisito obrigatório
para conclusão do curso de Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Dra. Ana Carolina Fernandes Maciel

UBERLÂNDIA

2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer aos meus pais, Renato e Cristiane, por ter me dado a oportunidade de estudar em uma faculdade de excelência, por sempre me apoiarem e nunca medirem esforços para realização do meu sonho.

Aos meus irmãos, Renata e Mario, pelo estímulo, amor e carinho, vocês foram fundamentais na minha caminhada.

Ao meu sobrinho, João Pedro, que alegrava meus dias apenas com seu sorrisinho.

À minha namorada, Maria Carolina, pela paciência e apoio durante todo o processo, você tornou tudo mais fácil.

À minha orientadora, Ana Carolina, pelo apoio, ajuda e principalmente, por transmitir todo o conhecimento necessário para a realização deste trabalho.

RESUMO

A modelagem “*as is*” é a representação da edificação no momento da modelagem para fim de operação e manutenção. Este trabalho consiste na aplicação da metodologia BIM em uma modelagem “*as is*” da moradia estudantil da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), assim, realizou-se um estudo de caso da modelagem de três disciplinas e a compatibilização dessas. Este iniciou-se a partir da modelagem arquitetônica a partir do *software* Autodesk Revit, depois a modelagem estrutural a partir do *software* Eberick e do hidrossanitário utilizando o *software* QiBuilder, ambos da empresa AltoQi e por fim, a compatibilização dos modelos no *software* Navisworks. No decorrer da modelagem, notou-se inconsistências entre os projetos e o existente na edificação, alterações que não foram registradas, o que tornou a modelagem mais desafiadora, pois foi preciso várias filmagens, visitas e fotografias para a realização do trabalho. As incompatibilidades encontradas foram solucionadas durante a execução e, provavelmente, geraram custos, retrabalhos e tempo adicional. Dessa forma, foi possível concluir que a aplicação da metodologia BIM “*as is*” seria facilitada com a existência de uma modelagem “*as built*”, e que demanda muito esforço e dedicação do profissional que faz esse tipo de trabalho, inclusive na aquisição de equipamentos como raio-X para verificar tubulações embutidas.

Palavras-chave: Modelagem “*as is*”; BIM; Compatibilização;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Processo tradicional X BIM.....	11
Figura 2- Ciclo de vida da edificação	14
Figura 3- Exemplo de Tabela de quantitativos	16
Figura 4- Representação das fases do LOD.....	18
Figura 5- Fluxograma do software Navisworks	23
Figura 6 - Planta de situação da Moradia Estudantil	24
Figura 7- Fluxograma da metodologia	25
Figura 8- Cortes da edificação – Corte frontal e lateral.....	26
Figura 9- Planta Baixa do pavimento tipo (pav. térreo, pav. 2 e pav. 4).....	26
Figura 10- Planta baixa do pavimento 1	27
Figura 11- Planta baixa pavimento 4	27
Figura 12- Fotografia da sala de recreação e lazer	28
Figura 13- Fotografia da sala de estudos do quarto pavimento	29
Figura 14- Fotografia do ambiente administrativo	29
Figura 15- Planta planialtimétrica do terreno	31
Figura 16- Modelagem do terreno	31
Figura 17- Representação da delimitação do Bloco B.....	32
Figura 18 - Níveis definidos para a modelagem do Bloco B.....	32
Figura 19- Movimentação de terra edificação	33
Figura 20 - Quantitativo de corte e aterro no Revit.....	33
Figura 21- Representação da importação do CAD para o Revit.....	34
Figura 22- Modelagem da parede	35
Figura 23 - Modelagem da parede da cozinha com azulejo	35
Figura 24 - Parede da cozinha modelada	36

Figura 25- Fotografia do azulejo da cozinha	36
Figura 26 - Propriedades da parede cortina - brise	37
Figura 27- Propriedade parede cortina - painel de vidro	37
Figura 28- Painel de vidro e brise da fachada.....	38
Figura 29- Configuração do piso arquitetônico	39
Figura 30- exemplo da parametrização para portas	40
Figura 31- Antes e depois da Porta – camarão	40
Figura 32- Porta-camarão da moradia	41
Figura 33- Comando guarda-corpo na aba arquitetura	41
Figura 34- Propriedades da família de Guarda-corpos	42
Figura 35- Execução da escada.....	42
Figura 36- Telhado modelado.....	43
Figura 37- Paisagismo	43
Figura 38- Janela do quarto pavimento no projeto arquitetônico	44
Figura 39- Janelas quarto pavimento como executadas	44
Figura 40 - Situação atual do ambiente	45
Figura 41 - Porta do pavimento térreo.....	45
Figura 42- Gradis dos corredores	46
Figura 43- a) modelagem como no projeto b) modelagem como o existente	46
Figura 44- Ambiente baseado no projeto arquitetônico	47
Figura 45- Ambiente de acordo com o existente	47
Figura 46- Modelagem arquitetônica no Revit.....	48
Figura 47- Ferramenta de exportação IFC.....	49
Figura 48- Modelo 3D no Eberick.....	49
Figura 49- Planta baixa pavimento térreo no Eberick	50
Figura 50- Pavimento térreo no Autocad/ Pavimento térreo no Eberick.....	50

Figura 51- Modelagem estrutural	51
Figura 52- Modelagem da escada	52
Figura 53- Janela de diálogo para lançamento das cargas de paredes	52
Figura 54- Modelagem finalizada.....	53
Figura 55- Janela da lavanderia coincidindo com o pilar	54
Figura 56- Fotografia de como foi executado essa inconsistência	54
Figura 57- a) modelagem arquitetônica b) modelagem estrutural.....	55
Figura 58- Vista frontal do detalhe isométrico do Pavimento 2	56
Figura 59- Isométrico do banheiro	57
Figura 60 - Modelagem x existente	57
Figura 61- Incompatibilidade pavimento 1.....	58
Figura 62- Correção das instalações pavimento 1	58
Figura 63- Vaso com válvula de descarga	59
Figura 64- Antes e depois do banheiro	59
Figura 65- Modelagem do sistema de água fria e quente finalizada	60
Figura 66- Nota do detalhe da viga.....	61
Figura 67- Tubulação com desvio no QiBuilder	61
Figura 68- Tubulação da cozinha furando a viga	62
Figura 69 - Tubo colidindo com bloco de fundação.....	63
Figura 70- Tubo colidindo com bloco de fundação.....	63
Figura 71- Modelagem do sistema sanitário.....	64
Figura 72- Tubulação colidindo com o pilar	65
Figura 73- Tubulação colidindo com o bloco estrutural.....	65
Figura 74- Posicionamento correto da Tubulação	66
Figura 75- Prumada de água pluvial interceptando as vigas	66
Figura 76- Modelagem “as is” da sacada.....	67

Figura 77- Fotografia do shaft da sacada.....	68
Figura 78- Tubulação interceptando a viga	68
Figura 79- Modelagem do sistema pluvial	69
Figura 80- Bombas de recalque	70
Figura 81- Incompatibilidade entre a tubulação e blocos de fundação.....	70
Figura 82- Incompatibilidade resolvida.....	70
Figura 83- Rede de alimentação finalizada.....	71
Figura 84- Modelagem do hidrossanitário.....	71
Figura 85- Configurações para verificação de colisões	72
Figura 86- Verificar colisões no QiBuilder	73
Figura 87- Modelo Federado	73
Figura 88 - Incompatibilidade entre viga e tubulação	74
Figura 89- Incompatibilidade entre viga e tubulação	74
Figura 90 - Incompatibilidade entre esquadria e tubulação.....	75
Figura 91- Incompatibilidade entre esquadria e pilar	75
Figura 92- Incompatibilidade entre esquadria e pilar	76
Figura 93- Porta interferindo na viga.....	76
Figura 94- Porta interferindo no pilar.....	76
Figura 95- Janela colidindo com pilar	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Softwares com interface BIM	21
Quadro 2- Dados da edificação	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
	1.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
	2.1 BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)	13
	2.2 APLICAÇÃO DO BIM	14
	2.3 DIMENSÕES DO BIM.....	15
	2.4 BENEFÍCIOS DO BIM	17
	2.5 LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD).....	18
	2.6 LEVEL OF INFORMATION NEEDED (LOIN)	19
	2.7 INTEROPERABILIDADE	19
	2.8 MODELAGEM “AS IS”.....	21
	2.9 COMPATIBILIZAÇÃO	22
3	ESTUDO DE CASO	24
	3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	25
	3.2 ESCOLHA DOS PROGRAMAS BIM.....	29
	3.3 MODELAGEM ARQUITETÔNICA	30
	3.3.1 Modelagem do terreno	30
	3.3.2 Níveis da edificação	32
	3.3.3 Corte e aterro.....	33
	3.3.4 Modelagem do bloco.....	34
	3.3.5 Inconsistências encontradas	44
	3.4 ELABORAÇÃO DO MODELO ESTRUTURAL	48
	3.5 MODELAGEM HIDROSSANITÁRIA.....	56
	3.6 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS	72
4	CONCLUSÃO.....	78

1 INTRODUÇÃO

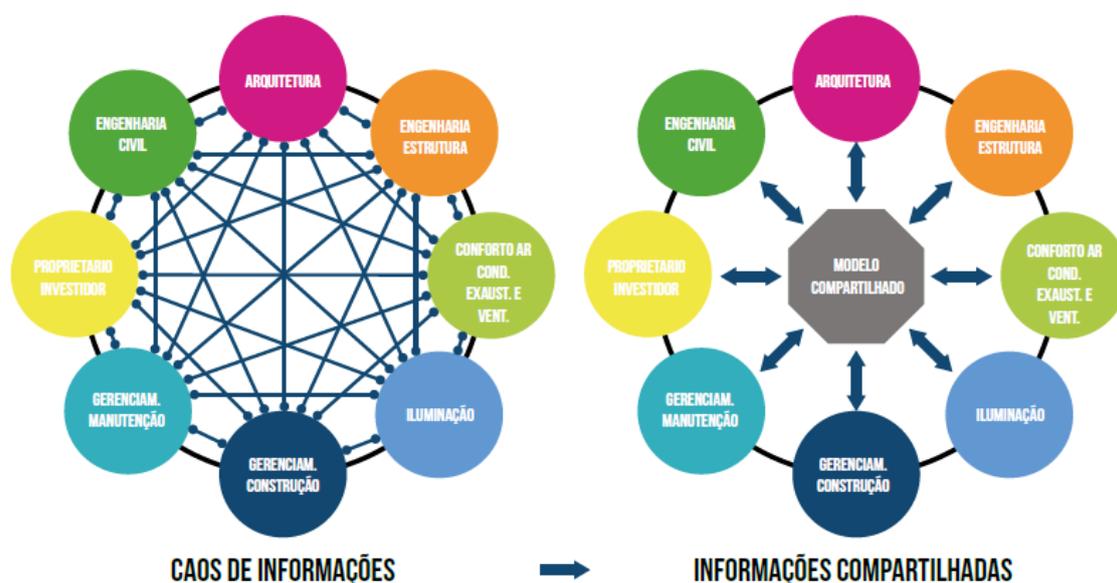
O Desenho Assistido por Computador ou Computer Aided Design em inglês (CAD) surgiu na década de 1960, para substituir os desenhos feitos à mão, sendo possível, a partir de então, representá-los de forma digital por meio de linhas, figuras geométricas e hachuras. Comparativamente aos desenhos manuais, o CAD foi revolucionário, pois permitia gerar documentos digitais, onde as alterações requeridas para os projetos eram realizadas somente nos itens necessários, não sendo mais preciso refazer todo o projeto, no entanto, essa tecnologia tem por base ser como uma prancheta eletrônica, onde é preciso alterar cada desenho individualmente.

Em 1974 surgiu a metodologia BIM, *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção), que foi revolucionária em relação ao CAD. No entanto, o BIM é muito mais do que meras ferramentas de projeto, nos programas BIM criam-se modelos virtuais que permitem a vinculação de várias disciplinas como: estruturas, hidrossanitário, elétrico, combate a incêndio, entre outros. Essa metodologia permite a compatibilização entre as diferentes disciplinas e detecta, de forma automática, as interferências, enquanto, com *software* CAD faz-se necessária a sobreposição de plantas baixas, o que impede uma análise precisa, pois não é possível visualizar alturas. (OLIVEIRA, 2022).

De acordo com Oliveira (2005), a qualidade do projeto é um fator determinante no sucesso do empreendimento, pois reduz desperdícios e patologias construtivas e resulta na melhoria das empresas responsáveis pela execução. Dessa forma, o BIM pode contribuir para tal premissa, uma vez que proporciona um planejamento preciso, eficiência na execução, custos controlados e prazo de entrega dentro do previsto (CTE, 2012).

Segundo CBIC (2016), a metodologia BIM facilita a troca de informações entre as diferentes equipes que desenvolvem o trabalho. A coletânea ressalta o princípio de “trabalho colaborativo”, de modo que o “esforço realizado por um participante do processo pode ser totalmente aproveitado por outro, que atuará no projeto em fases subsequentes do ciclo de vida de um empreendimento.” Na Figura 1 é apresentada a diferença entre o processo tradicional em CAD e a metodologia BIM:

Figura 1- Processo tradicional X BIM



Fonte: CBIC (2016)

De acordo com Mattos (2010), o desempenho do empreendimento depende, também, de um sistema de planejamento e controle, a fim de executar obras eficientes. Para o autor as suas vantagens são: conhecimento pleno da obra, detecção de situações desfavoráveis, agilidade de decisões, relação com o orçamento e otimização da alocação de recursos. Dessa maneira, a modelagem da informação da construção possui ferramentas indispensáveis no planejamento e gerenciamento físico e financeiro do empreendimento (CAPIOTTI, 2015).

A modelagem “*as is*” baseia-se em modelar o que foi construído ou modificado no decorrer do tempo de uma edificação. A utilização desse conceito é desafiadora, uma vez que não há registros das alterações feitas durante a execução e com isso, necessita-se de várias visitas técnicas, filmagens, fotos e verificações *in loco* durante todo o processo.

Neste sentido, este trabalho tem o intuito de apresentar a metodologia BIM aplicada em um estudo de caso de uma edificação pública residencial, por meio da modelagem tridimensional de três disciplinas compatibilizando-as para que em um trabalho futuro seja possível realizar o desenvolvimento do planejamento, orçamento e simulação virtual do empreendimento em suas diferentes fases. Além disso, analisar os

desafios de uma modelagem “*as is*” e fornecer à universidade esses modelos para futuras manutenções.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é analisar os benefícios e desafios da aplicação da metodologia BIM em uma modelagem “*as is*”, assim como as dificuldades inerentes ao processo de aprendizagem e aplicabilidade de diferentes programas , por meio de um estudo de caso, que utilizará como base a Moradia Estudantil da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), a partir da modelagem dos projetos de três disciplinas, com verificação *in loco* de possíveis alterações. E por último, será feita a compatibilização entre as disciplinas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este item tem como finalidade apresentar os fundamentos da metodologia BIM e sua importância na construção civil. Assim, a constituição desse capítulo baseia-se no conceito, nas dimensões, na interoperabilidade entre programas, na análise do nível de desenvolvimento (LOD, *level of development*) e o nível de informação necessária (LOIN, *level of information needed*), além do conceito de modelagem “*as is*” e de compatibilização.

2.1 BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) engloba um conjunto de informações que possibilita compatibilizar todas as fases de um projeto, visualizá-los em três dimensões, e inserir informações pertinentes a todo o ciclo de vida de uma edificação. Com a utilização dessa metodologia, de maneira eficaz, reduzem-se as incompatibilidades projetuais, o risco de imprevistos ocasionados pela falta de informação e evita-se retrabalhos e custos adicionais.

Segundo o *National Institute of Standards and Technology* (NIST) a integração inadequada entre projetos resulta em inúmeros problemas no canteiro de obra de uma edificação, o que geram gastos adicionais e retrabalhos. O estudo mostrou que essa problemática contribui com acréscimo nos custos da construção na ordem de US\$ 63,50 por metro quadrado para novas edificações. Com isso, a adoção do BIM é imprescindível para evitar a problemática apresentada.

Com o BIM é possível criar um modelo tridimensional do empreendimento, bem como o planejamento, a análise dos custos, a sustentabilidade e a gestão e manutenção. De acordo com Eastman (2014), o BIM fornece aos proprietários a viabilidade da construção, ou seja, se o orçamento e o cronograma enquadram às suas expectativas em relação ao investimento de tempo e dinheiro. Na Figura 2, visualiza-se o roteiro do ciclo de vida de um empreendimento utilizando a metodologia BIM.

Figura 2- Ciclo de vida da edificação



Fonte: BARROS e LIBRELOTTO (2017)

2.2 APLICAÇÃO DO BIM

O BIM proporciona melhoria na gestão de informação, além de aumentar a qualidade da construção, uma vez que prevê as incompatibilidades entre projetos e reduz gastos adicionais e retrabalhos de uma obra. Entretanto, a sua implementação enfrenta obstáculos e ocorre de maneira lenta. Pode-se citar alguns fatores que colaboram para esse fato, como: falta de incentivos nos negócios, segundo Holzer (2007); falta de treinamento, segundo Khemlani (2007) e deficiências na interoperabilidade, segundo Manzione (2013).

É válido ressaltar que o fator financeiro é um obstáculo para o avanço dessa metodologia – quando analisado a curto prazo, pois a implementação do BIM demanda aquisição de hardwares de alto desempenho e licenças de diversos programas. No entanto, no longo prazo, o investimento na implantação do BIM é a solução para produtividade e qualidade dos projetos. De acordo com CTE (2012) os investimentos altos se justificam ao longo do tempo, em razão dos ganhos que a compatibilização fornece. Enquanto, para Saghatforoush e Samimpay (2020), os ganhos referentes a implementação do BIM ocorrem em todas as fases do projeto e soluciona alguns dos principais desafios da construção: perdas de desempenho em prazo e custos.

Nesse contexto, de acordo com Francisco Gonçalves (2019), os projetos em BIM necessitam de mudanças culturais e comportamentais das pessoas, uma vez que o BIM exige treinamento e tempo para adaptação. Essa adoção não resulta instantaneamente em sucesso e benefício, sendo os maiores desafios desse processo:

- Equipes enraizadas em processos anteriores que não abrem espaço para aprender novas tecnologias;
- Profissionais consolidados que possuem dificuldade de aceitar a necessidade de mudança de metodologia;
- Medo de perder produtividade ao migrar para a nova metodologia.

Dessa forma, o autor conclui que para potencializar a adoção do BIM é necessário a disseminação e nivelamento da nova metodologia, por meio de workshops técnicos abordando as aplicações, conceitos básicos, benefícios, interoperabilidade e os programas. E somado a isso, o escritório deve efetuar um plano de treinamento e capacitação dos profissionais.

2.3 DIMENSÕES DO BIM

Convencionalmente os projetos são apresentados em formato bidimensional em desenhos como plantas, fachadas, cortes e elevações e suas representações demandam tempo para execução e as alterações são feitas manualmente. No BIM parte-se do tridimensional, e a partir desse, geram-se desenhos bidimensionais, que são atualizados automaticamente à medida em que o modelo virtual é alterado.

Nesse sentido, as dimensões do BIM variam do 3D ao 7D possibilitando a visualização de todos os detalhes e fases do projeto. É válido ressaltar que o conceito que divide o BIM em dimensões está em desuso. Com a modelagem 3D, em todas as disciplinas projetuais, é possível visualizar o projeto em três dimensões e compatibilizar todas as disciplinas entre si, durante o processo projetual e após as versões preliminares em *software* específico de compatibilização e planejamento.

Segundo Francisco Gonçalves (2018) o modelo 4D se caracteriza pela incorporação do processo de planejamento e execução na modelagem 3D ao associar os elementos construtivos à estrutura analítica de projeto (EAP). Com esse modelo é possível analisar e verificar as diversas possibilidades do canteiro de obra, definindo a

sua logística de acordo com o planejamento, de forma que o trabalho entre equipes multidisciplinares seja otimizado e os erros reduzidos drasticamente.

Na dimensão 5D acrescenta-se a variável custo ao modelo virtual, que pode ser 3D ou 4D. A partir desse modelo, é possível extrair, de forma automática os quantitativos da obra ou ainda, gerar, por meio da inserção de arquivos em formato IFC, orçamentos vinculados ao modelo virtual. Assim, é possível reduzir desperdícios e ter um empreendimento mais eficiente. Na Figura 3 apresenta-se um modelo de tabela de quantitativo extraída de um *software* BIM.

Figura 3- Exemplo de Tabela de quantitativos

<08 - JANELAS>					
A	B	C	D	E	F
QTD	CÓD.	DESCRIÇÃO	TIPO	PEITORIL	USO
PAV. TÉRREO					
1	J647	vidro fantasia boreal	.JANELA J06	1.02 m	
1	J647	vidro fantasia boreal	.JANELA J06	1.02 m	
1	J584		JANELA MAXIM-AR- DUPLA -	1.90 m	
1	J584		JANELA MAXIM-AR- DUPLA -	1.90 m	
1	J584		JANELA MAXIM-AR- DUPLA -	1.90 m	
1	J584		JANELA MAXIM-AR- DUPLA -	1.90 m	
1	J584		JANELA MAXIM-AR- DUPLA -	1.90 m	
1	J584		JANELA MAXIM-AR- DUPLA -	1.90 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	
1	J582		JanelaDeCorrerMetalica_2500	1.00 m	

Fonte: Autora (2023)

O BIM 6D está relacionado com a sustentabilidade do empreendimento. Segundo Vieira (2021) refere-se às análises de consumo de energia, às simulações de iluminação solar, ao desempenho térmico, à ventilação e à emissão de CO2. Essa dimensão consegue prever todo o ciclo de vida e manutenção da obra, colaborando para a vida útil da edificação por meio de planejamentos que evitam programas ineficientes de gestão e reparos caros.

O BIM 7D armazena informações como manuais de operação e manutenção, prazos de garantia, informações do fabricante, contatos, entre outras. Isso ocorre, segundo Pestana (2019), para que os gestores de operações administrem o empreendimento e os

planos de manutenção de maneira mais produtiva, aumentando, assim, a vida útil e a eficiência da edificação.

2.4 BENEFÍCIOS DO BIM

O BIM possibilita o compartilhamento de informações em todas as fases do projeto e a colaboração de profissionais de diversas áreas. Essa metodologia resulta em projetos com menos erros e elimina, consideravelmente, a chance de retrabalho no decorrer da obra, de modo que aumenta a previsibilidade da entrega do empreendimento e reduz gastos adicionais. Segundo Collabo (2017), se ocorre a incompatibilidade de projetos no momento da execução, como por exemplo se uma viga coincide com o local onde seria instalada a tubulação de água, demandaria tempo e gastos para a solução do problema e conseqüentemente, atraso no prazo de entrega. Assim, com o BIM, os responsáveis pelo projeto hidráulico já teriam visto essa interferência no momento da modelagem e a solucionaria antes de o projeto ir para o canteiro de obra.

Collabo (2017) afirma que uma das vantagens da implementação do BIM é a sustentabilidade do empreendimento, uma vez que é possível especificar os materiais, as quantidades e os custos de forma precisa reduzindo, assim, os desperdícios em obra. Em relação às construções brasileiras, a adoção do BIM tem o potencial de impactar positivamente o meio ambiente, pois o uso dos materiais construtivos de forma consciente reduz os resíduos de materiais.

Segundo Eastman (2014), para os proprietários, os benefícios do BIM são:

- Aumento do valor da edificação com base na melhora do desempenho geral dessa;
- Redução da duração do cronograma devido a compatibilidade de informações e eficiência da mão de obra;
- Estimativas de custo confiáveis e precisos por meio do modelo 5D;
- Produzir instalações exigidas pelo mercado de forma que o projeto siga as tendências e tecnologias mais recentes;
- Otimizar o gerenciamento e a manutenção das instalações;

Dessa forma, o autor conclui que os proprietários que adotam o BIM estão em vantagem no mercado, pois entregam instalações de maior valor agregado e menor custo operacional.

2.5 LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD)

O LOD, *Level of Development* (em português, Nível de desenvolvimento) indica a quantidade de informações atuantes em um modelo e na sua geometria. Esse termo foi dividido em cinco níveis, sendo eles: 100 (fase conceitual), 200 (geometria aproximada), 300 (geometria precisa), 400 (execução ou fabricação) e 500 (obra concluída). Essas diretrizes foram criadas pela AIA (*American Institute of Architects*) e associa a precisão geométrica dos modelos com as informações não geométricas do BIM. As diretrizes da AIA foram adaptadas por Manzione (2013), que representam cada fase (Figura 4) e seu respectivo conteúdo da seguinte forma:

- LOD 100 - Modelo que permite visualizar os estudos de massa conceituais com dimensões, áreas, volumes, locação e orientação;
- LOD 200 - Essa versão apresenta as dimensões, formas, locações, orientação e quantidades dos elementos;
- LOD 300 - Versão mais detalhada e precisa do LOD200;
- LOD 400- Modelo utilizado para fabricação e montagem, apresentado com mais riqueza de detalhes;
- LOD 500 - Modelo *as built* (conforme executado na obra)

Figura 4- Representação das fases do LOD



Fonte: ACCA (2022)

2.6 LEVEL OF INFORMATION NEEDED (LOIN)

O nível de informação necessária, em inglês, *Level of Information Needed* (LOIN) é um conceito criado para determinar o grau de detalhamento de um elemento em uma determinada fase do projeto. Este conceito foi introduzido na norma internacional ISO 19650-1 para suprir as limitações do LOD e evitar o acúmulo de informações nas etapas de trabalho.

Mikami e Azevedo (2022) ressaltam que a ISO 19650-1, publicada em 2018, trouxe como propósito não só as características do projeto, mas também o nível de informação que atenda às necessidades do projetista. A versão brasileira da norma foi lançada em 2022 e disponibilizada em dois volumes: a ABNT NBR ISSO 19650-1 – Conceitos e princípios e ABNT NBR ISO 19650-2 – Fase de entregas de ativos e tem como objetivo facilitar os processos para os projetistas e profissionais do setor AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) (ACCA, 2022).

O LOIN surge para suprir a necessidade de evitar o excesso de informações, uma vez que é um desafio que afeta a o fluxo de trabalho ao utilizar a metodologia BIM, e é definido como o conjunto de três tipos de informações: (ACCA, 2022)

- Geométricas – veiculadas por forma, tamanho, dimensão e posição.
- Alfanuméricas – veiculadas por caracteres, dígitos, símbolos etc.
- Documentais – conjunto de documentos relativos a um certo assunto.

Na prática esse conceito funciona como por exemplo: as informações necessárias a serem entregues para um fabricante de esquadrias são: tipos de esquadria, existência ou não de soleiras, dimensões dos vãos, sentido e tipo de abertura das folhas, entre outros, no entanto, para o fabricante de forro não é necessário apresentar esse mesmo grau de detalhe. (ACCA, 2022)

2.7 INTEROPERABILIDADE

De acordo com o Checcucci (2011), devido à diversidade de programas BIM disponíveis no mercado (QUADRO 1), surgiu a necessidade de se criar padrões que permitam a troca de dados sem perda de informações. Dessa forma, a interoperabilidade

é responsável por essa troca entre os diversos aplicativos durante o ciclo de vida do empreendimento. Segundo Ferreira (2011):

Para se poder otimizar a aplicação do BIM, é crucial que os dados contidos no modelo sejam compartilhados entre os diversos intervenientes da equipe de projeto, sendo a interoperabilidade um fator determinante. Se tal não acontecer, ocorrerá uma duplicação de dados ao reintroduzi-los em outras aplicações utilizadas pela equipe, causando custos acrescidos desnecessários.

Nesse contexto, a maioria dos segmentos de projeto possui ferramentas específicas que geram modelos de arquivos proprietários que não permitem a troca de informações com outros programas. Para que ocorra a interoperabilidade entre eles adota-se o padrão de exportação/importação de arquivos de projeto, denominado *Industry Foundation Classes* (IFC). Assim, é necessário que cada projetista exporte seus arquivos na mesma extensão IFC para que mantenha a integridade das informações.

Segundo Manzione (2013), o ArchiCAD, REVIT e Autodesk Architectural Desktop, por exemplo, possuem dados no “formato proprietário”, o que impede o compartilhamento entre eles. Assim, o IFC (*Industry Foundation Classes*) foi criado para possibilitar a troca de informações entre os programas, representando um modelo de dados em formato “não proprietário”. Para o autor, essa extensão proporciona a competitividade de mercado, pois ocorre o compartilhamento de modelos entre diferentes desenvolvedoras.

Nesse sentido, segundo a *American Institute of Architects* (AIA, 2009), a falta da interoperabilidade de *software* contribui para o aumento do desperdício de tempo, materiais, energia e dinheiro. De acordo com um relatório do McGraw Hill SmartMarket 2007, citado por Ferreira (2011), em média, cerca de 3,1% das despesas de projeto estão relacionadas à falta de interoperabilidade. Isto ocorre, segundo Jacoski (2011), devido à inúmeros erros no processo de transferências de dados, como: perda, duplicação desnecessária e contradição de informações. Dessa forma, a interoperabilidade é imprescindível para que o fluxo de trabalho na metodologia BIM seja eficiente.

Quadro 1- Programas com interface BIM

DISCIPLINA DE PROJETO	SOFTWARE BIM
PROJETO ARQUITETÔNICO	Revit Architecture ArchiCAD
PROJETO ESTRUTURAL	Revit Structures TQS Eberick CypeCad
PROJETO DE INSTALAÇÕES	Revit MEP QiBuilder
ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES	Navisworks Solibri
PLANEJAMENTO	Navisworks QiVisus Microsoft Project
ORÇAMENTO E CONTROLE DE GASTOS	Orçafascio QiVisus

Fonte: Adaptado de Silva e Teixeira (2019)

2.8 MODELAGEM “AS IS”

Existem três tipos de modelagem baseado no que foi construído, sendo elas: “*as built*”, “*as is*” e “*as found*”, que são utilizadas para fim de operação e manutenção. A modelagem “*as built*” (como construído) tem por objetivo analisar as divergências entre o projeto e o que foi executado, e é um modelo criado logo após a construção, com LOD 500. Por exemplo, se após o término de uma edificação notar alteração na seção do pilar ou posicionamento durante a execução, nesse modelo essas modificações serão registradas. Entretanto, análises e estudos técnicos, como flambagens e torções nos pilares, não são inseridos no modelo. (França, 2015).

A modelagem “*as is*” (como está) é, comumente, utilizada em edificações mais antigas, as quais não tiveram registros “*as built*” após sua execução. Isto dificulta o processo de modelagem, pois são necessárias várias visitas técnicas, fotos, filmagens e verificações *in loco* para conferir como foi executado. Além disso, algumas alterações

realizadas no momento da execução podem ser desafiadores de serem visualizadas, como tubulações embutidas na parede, o que dificulta o processo. Dessa forma, esse modelo é uma representação de como a edificação está no momento da modelagem.

O modelo “*as found*” (como encontrado) é similar ao “*as is*”, porém utiliza-se em edificações que sofreram degradações ou modificações de elementos durante a execução. Por exemplo: “Numa fortaleza que é patrimônio histórico, existem paredes em ruínas espalhadas no ambiente. A parede não foi construída desta forma, portanto não é *as built*. A parede não está mais na forma de uma parede e, portanto, não é *as is*. O levantamento mostrará esta situação e permitirá ao projetista do restauro decidir se a parede será reconstruída ou mantida como está para ilustrar algum evento.” (França, 2015)

2.9 COMPATIBILIZAÇÃO

Segundo Ávila (2011), a compatibilização de projetos é definida como uma atividade de gerenciamento que integra as disciplinas envolvidas e as possíveis interferências entre essas. De acordo com o autor, é na etapa de estudo preliminar que ocorre o ajuste entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares, de forma a antecipar as divergências e a análise de suas possíveis soluções. Dessa maneira, a metodologia BIM fornece uma compatibilização precisa, diferente dos modelos tradicionais com a sobreposição de plantas e dependente da experiência e visualização do profissional.

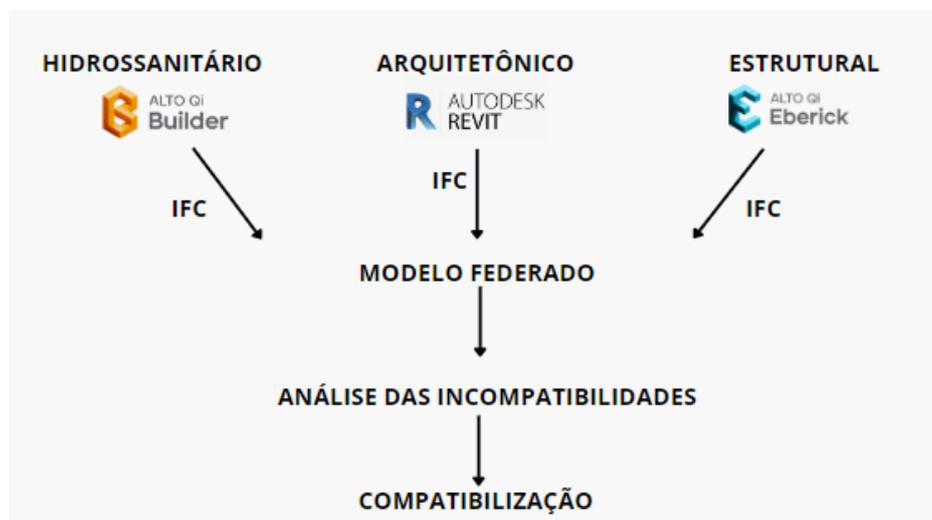
Ainda, para o autor, a falta da utilização da compatibilização das disciplinas de projeto pode gerar consequências negativas para o empreendimento como: má qualidade da edificação, gastos adicionais, retrabalhos e atraso na entrega da obra. Com a metodologia BIM é possível criar um ambiente multidisciplinar que permite a colaboração de diversos profissionais, de forma integrada, promovendo uma obra eficiente, melhoria na manutenção do empreendimento e redução nos erros de projeto de forma significativa. Nesse sentido, Nascimento (2015) descreve:

“Assim, o arquiteto desenvolve o projeto de arquitetura, com base no qual o engenheiro de estruturas lança e calcula a estrutura e, por sua vez, os engenheiros de instalações (elétrica, hidráulica, telecomunicações etc.) elaboram o projeto de sua especialidade. Cada um realiza o trabalho segundo

a sua percepção, sem trocar informações com os demais integrantes do processo de criação, pois essa troca demanda tempo, e tempo é dinheiro. Surgem daí as incompatibilidades de projeto, que só virão à tona na hora da execução, isto é, durante a obra”.

De acordo com uma pesquisa desenvolvida por Oliveira (2022), sobre incompatibilidades, tem-se que: “a metodologia BIM demonstra-se ser rápida e assertiva, uma vez que as informações entre os modelos são compartilhadas, uma alteração realizada é notificada e atualizada nos outros projetos. Essa comunicação entre modelos pode ocorrer de forma distinta entre aplicativos, porém é uma característica inerente à metodologia BIM.” Nesse contexto, é recomendada a utilização de *software* próprio para compatibilização e gerenciamento da edificação, como Navisworks ou Solibri, que permitem a união de todas as disciplinas em um mesmo ambiente, o chamado modelo federado. Essa integração proporciona análises mais complexas e precisas por meio de um passeio virtual, sendo possível navegar por cada ambiente do empreendimento e visualizar os modelos em conjunto. Esses programas, ainda geram relatórios de interferência por meio do recurso *Clash Detection* (em português, Detecção de Colisões), e alguns deles ainda permitem a verificação de regras, como por exemplo, se todos os ambientes possuem o pé-direito mínimo configurado. Na Figura 5 é apresentado o passo a passo utilizando o Navisworks:

Figura 5- Fluxograma do *software* Navisworks

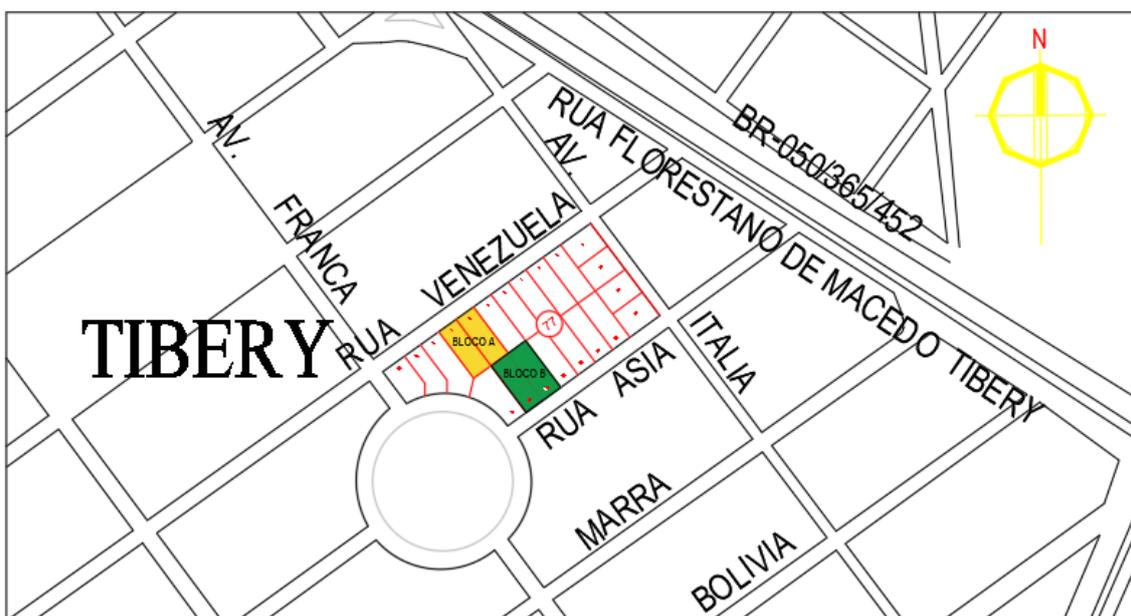


Fonte: Autora (2023)

3 ESTUDO DE CASO

O empreendimento, objeto deste estudo, refere-se a Moradia Estudantil da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada no Bairro Tibery, na cidade de Uberlândia – 8G, composta por duas edificações (blocos A e B) destinadas à discentes de baixa renda matriculados em cursos de graduação da Universidade. Na Figura 6 tem-se a planta de situação da moradia estudantil, o Bloco B foi representado pela cor verde e o Bloco A pela cor amarela.

Figura 6 - Planta de situação da Moradia Estudantil

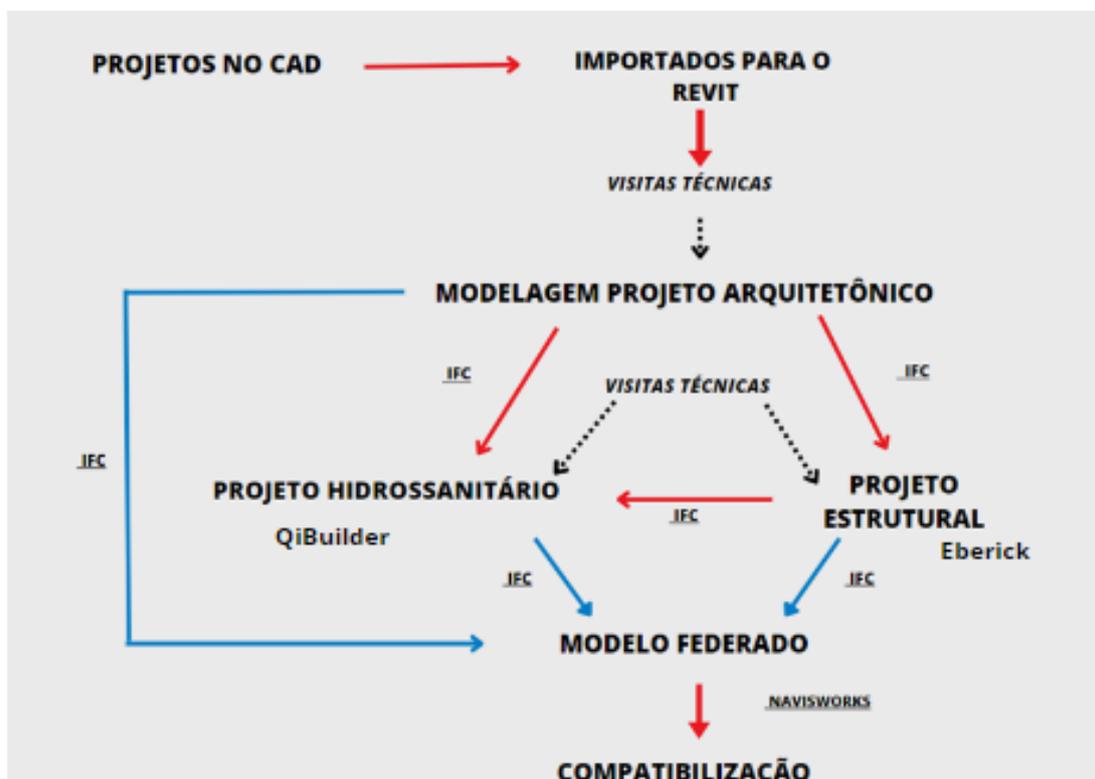


Fonte: Autora (2023)

Este trabalho consiste na elaboração de um modelo “*as is*” do bloco B da edificação, para fins de operação e manutenção. Com base nos projetos fornecidos pela Prefeitura da UFU (PREFE), visitas, filmagens, fotos e verificações *in loco*, para a criação de modelos virtuais por meio da metodologia BIM de três disciplinas (Arquitetura, Estrutura, Hidrossanitário). A execução deste trabalho tornou-se desafiadora pelo fato de não possuir registros *as built*, assim como na maioria dos empreendimentos brasileiros. Vale ressaltar que as ferramentas utilizadas para verificações *in loco* foram: trena métrica de 8 metros, trena a laser, trena de fibra de vidro de 30 metros, celulares e tablet.

Este estudo foi dividido em duas etapas: a primeira consistiu na importação das plantas baixas do projeto arquitetônico desenvolvidas na metodologia CAD para o *software* Autodesk Revit®, onde foi realizada a modelagem da disciplina de arquitetura. Posteriormente, foi gerado o arquivo em formato IFC para auxiliar no projeto estrutural no *software* Eberick. Feito isso, exportou-se os arquivos em IFC do arquitetônico e estrutural para o QiBuilder a fim de reduzir as incompatibilidades por meio da visualização tridimensional de todas as disciplinas. Com o término de todos os projetos complementares, os arquivos foram exportados para o Navisworks a fim de executar a checagem de interferências. Na Figura 7, tem-se a representação do fluxo de trabalho adotado.

Figura 7- Fluxograma da metodologia



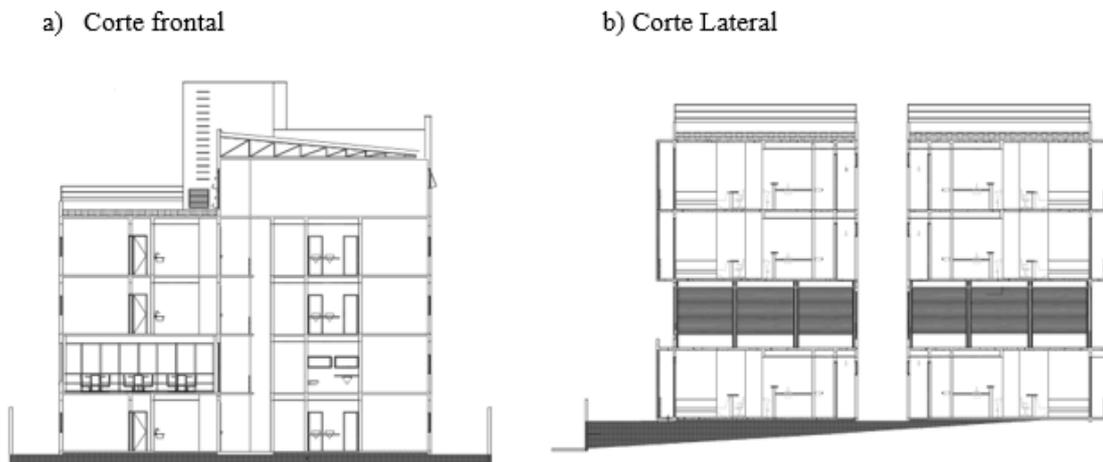
Fonte: Autora (2023)

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

O bloco B da Moradia Estudantil da UFU é composto por cinco pavimentos (Figura 8), sendo três pavimentos tipo (Figura 9), pavimento 1 (Figura 10) e pavimento

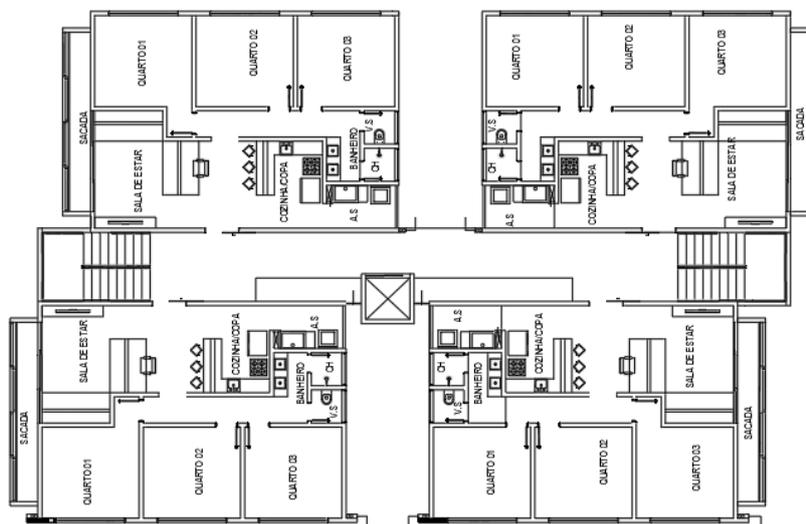
4 (Figura 11). Estas figuras foram retiradas do projeto enviado pela prefeitura universitária da faculdade (PREFE):

Figura 8- Cortes da edificação – Corte frontal e lateral



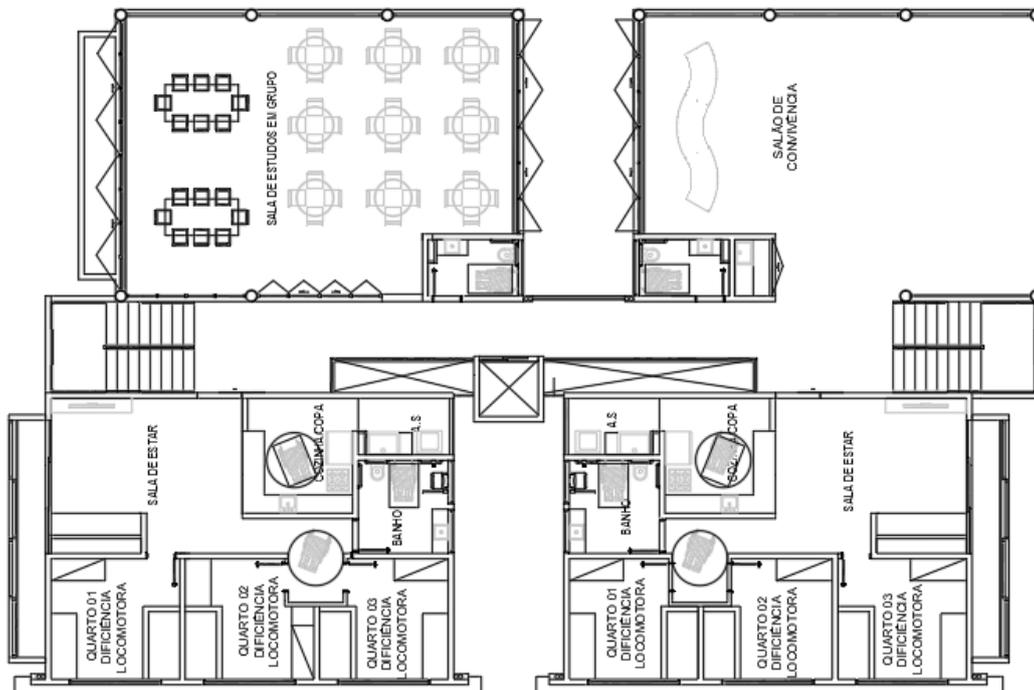
Fonte: PREFE (2010)

Figura 9- Planta Baixa do pavimento tipo (pav. térreo, pav. 2 e pav. 4)



Fonte: PREFE (2010)

Figura 10- Planta baixa do pavimento 1



Fonte: PREFE (2010)

Figura 11- Planta baixa pavimento 4



Fonte: PREFE (2010)

As informações das áreas de cada pavimento são apresentadas no Quadro 2:

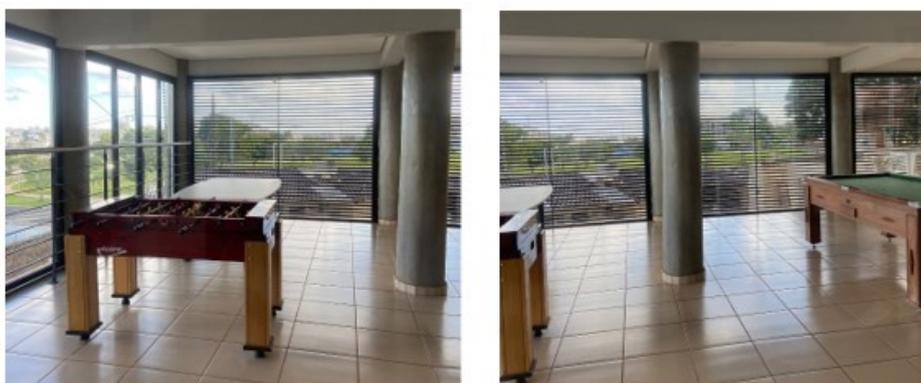
Quadro 2- Dados da edificação

Pavimento	Área (m ²)
Pavimento tipo (3x)	453,17
Pavimento 1	453,17
Pavimento 4	226,605
TOTAL	1132,945

Fonte: PREFE (2010)

Cada apartamento da edificação possui 95,6m², contendo: quartos, sala de estar, cozinha integrado com a copa, banheiro e área de serviço. O pavimento tipo (térreo, segundo e terceiro pavimento) é composto por quatro apartamentos. O primeiro pavimento possui dois apartamentos destinados à portadores de deficiência, sala em grupo e salão de convivência. Por fim, o quarto pavimento possui dois ambientes para recreação e lazer e o terraço verde. Vale ressaltar que como trata-se da modelagem “*as is*” da edificação, o primeiro e quarto pavimento foram modelados de acordo com a realidade. Dessa maneira, a sala de estudo no pavimento 1 tornou-se a sala de recreação (Figura 12), os ambientes de recreação e lazer do quarto pavimento foram destinados a sala de estudos (Figura 13) e administrativo da moradia estudantil (Figura 14).

Figura 12- Fotografia da sala de recreação e lazer



Fonte: Autora (2023)

Figura 13- Fotografia da sala de estudos do quarto pavimento



Fonte: Autora (2023)

Figura 14- Fotografia do ambiente administrativo



Fonte: Autora (2023)

3.2 ESCOLHA DOS PROGRAMAS BIM

A escolha dos programas ocorreu a partir da possibilidade de licenças educacionais pelas desenvolvedoras, o que viabiliza o aprendizado e aplicação do conhecimento adquirido no desenvolvimento deste trabalho.

O *software* Revit permite a integração de mais de uma disciplina por meio dos vínculos e permite exportação e importação de arquivos em formato IFC. Além disso, é possível utilizar *templates* apropriados para cada disciplina, contribuindo para o fluxo de trabalho do projetista. *Template* é um modelo padrão utilizado como base para o

desenvolvimento do projeto, constituído de diversas ferramentas básicas como famílias, modelos de vistas, entre outros. sendo que foi utilizado o *template* arquitetônico recebido em um curso realizado pela autora.

Nesse contexto, para realizar a modelagem estrutural optou-se pelo *software* eberick, da empresa AltoQi, uma vez que a autora realizou um curso com ênfase na configuração deste. Para a modelagem do hidrossanitário foi escolhido o QiBuilder, da AltoQi, devido a praticidade e produtividade que esse oferece. Após as modelagens, a compatibilização foi realizada no Navisworks devido ao fato do *software* possibilitar a integração de todos os modelos e verificar as divergências de forma rápida. Além disso, optou-se pela escolha de duas desenvolvedoras para ser possível analisar a interoperabilidade entre essas.

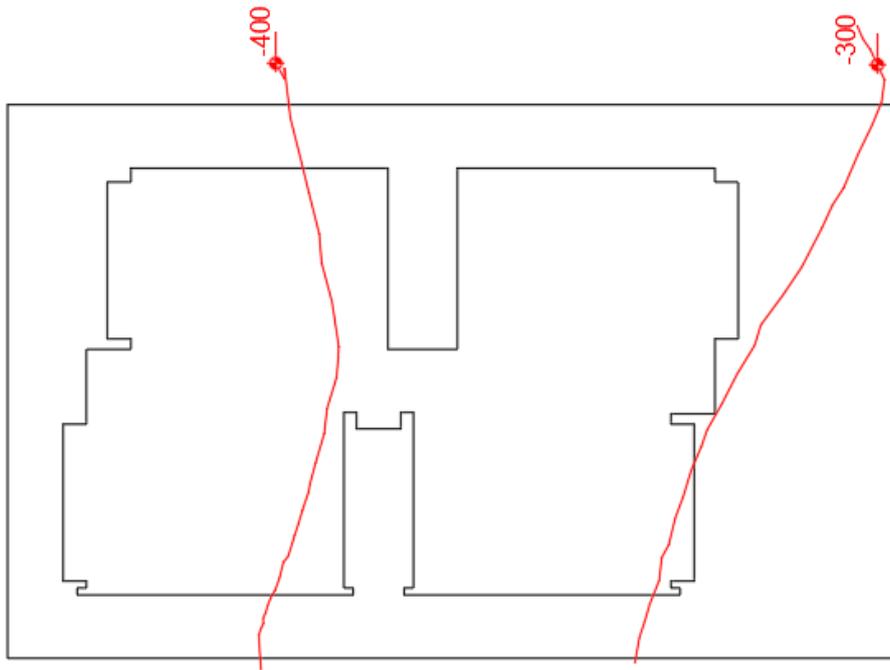
3.3 MODELAGEM ARQUITETÔNICA

Os projetos fornecidos em CAD foram importados para o *software* Revit para a modelagem arquitetônica. A modelagem foi realizada em LOD 500, uma vez que se trata de um modelo posterior à construção, onde tem-se o modelo atualizado com as alterações realizadas durante a execução e o uso. Em relação ao Nível de Informação Necessária (LOIN), apresentou-se informações como tipo de esquadrias, de piso, revestimento e entre outros, porém elementos como peças sanitárias, maçanetas foram apresentados de forma genérica.

3.3.1 Modelagem do terreno

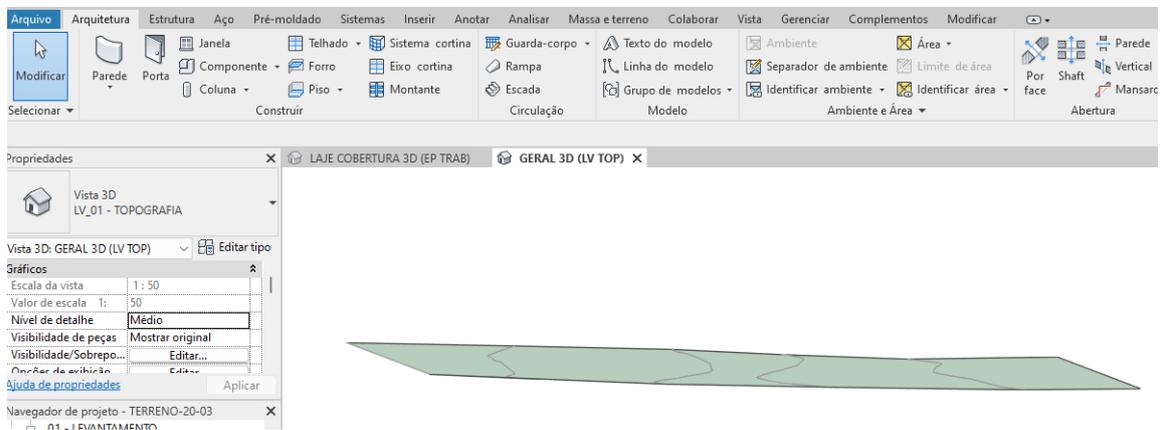
Antes de realizar a modelagem do Bloco B, foi necessário realizar a modelagem do terreno natural no qual está inserida a edificação. Com base na planta planialtimétrica fornecida em extensão .dwg (Figura 15) foi possível modelar o terreno, por meio da transferência dessa planta para o *software* Revit (Figura 16).

Figura 15- Planta planialtimétrica do terreno



Fonte: PREFE (2010)

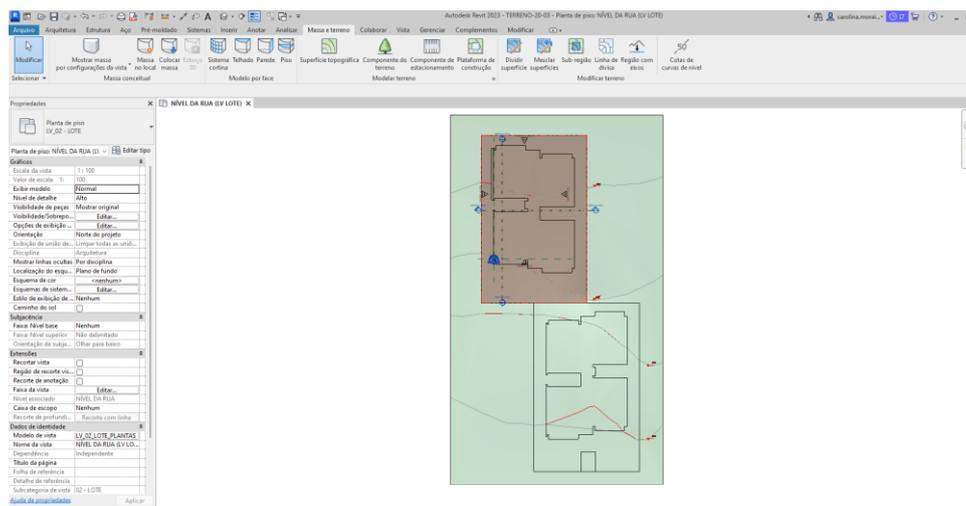
Figura 16- Modelagem do terreno



Fonte: Autora (2023)

A modelagem topográfica foi realizada para todo o terreno, ou seja, no Bloco A e no Bloco B. Dessa forma, delimitou-se apenas o bloco B (Figura 17) para posteriormente aplicar o corte e aterro.

Figura 17- Representação da delimitação do Bloco B



Fonte: Autora (2023)

3.3.2 Níveis da edificação

Para iniciar a modelagem arquitetônica foi realizada a criação dos níveis e ajuste das cotas, pois representam a altura de cada pavimento da edificação. Os níveis adotados foram o do projeto estrutural, uma vez que possuem divergência entre eles. O Revit utiliza esses níveis como referência para a criação de paredes, pisos, corte, aterro entre outros. Nesse caso, como se trata de uma edificação “*as is*” foram respeitados os níveis fornecidos na metodologia CAD, sendo representados na Figura 18:

Figura 18 - Níveis definidos para a modelagem do Bloco B

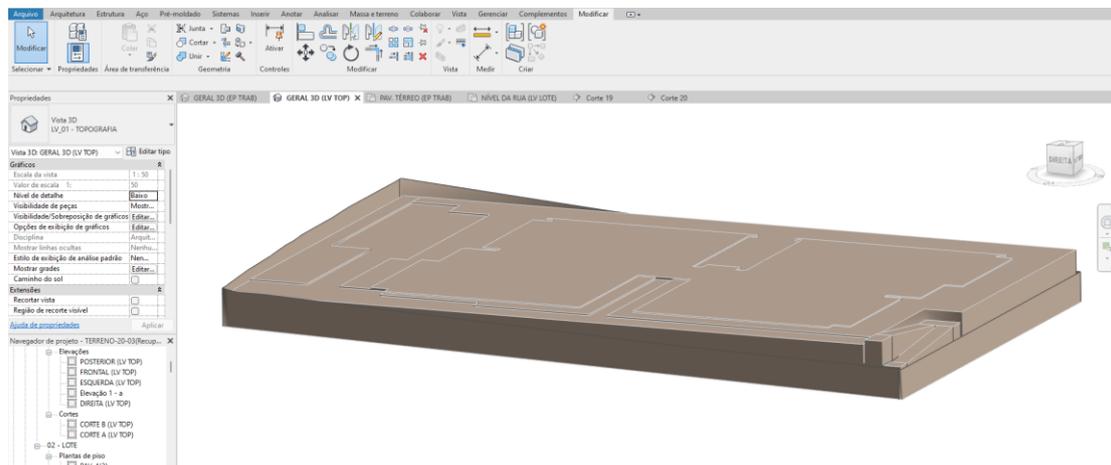
<Tabela de nível>	
A	B
Elevação	Nome
-2.90	PAV. TÉRREO
0.15	PAV. 1
0.00	NIVEL DA RUA
12.75	LAJE COBERTUR
3.30	PAV. 2
6.45	PAV. 3
9.60	PAV. 4
15.35	CAIXA D'ÁGUA
17.70	TAMPA RESERVA
-4.20	PASSEIO PUBLIC

Fonte: Autora (2023)

3.3.3 Corte e aterro

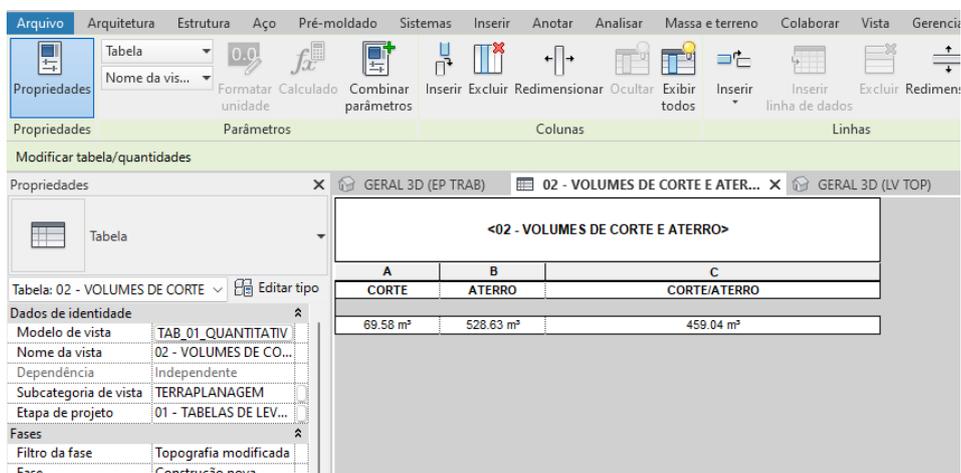
Com base nos níveis do projeto estrutural foi possível realizar a movimentação de terra (Figura 19), uma vez que para cada parte da edificação adotou-se um nível de referência. Por exemplo, a área no qual foi construída a edificação teve como referência o pavimento térreo, o que gera uma movimentação de terra entre o perfil natural do terreno e a referência adotada, nesse caso, executou-se um aterro. Ao terminar o corte e aterro, o *software* Revit gera uma tabela referente ao volume necessário para o nivelamento da construção (Figura 20).

Figura 19- Movimentação de terra edificação



Fonte: Autora (2023)

Figura 20 - Quantitativo de corte e aterro no Revit

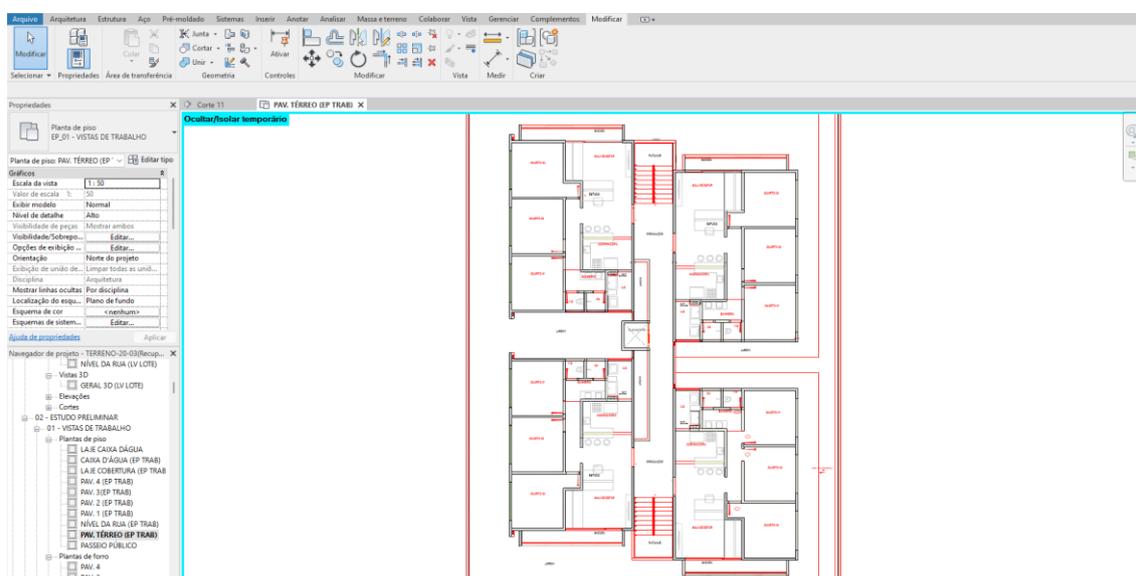


Fonte: Autora (2023)

3.3.4 Modelagem do bloco

Antes de iniciar a modelagem foi necessário limpar o projeto CAD para deixar somente a planta baixa dos pavimentos com informações mínimas para servir de base no *software* Revit. Em seguida, foram lançadas as paredes arquitetônicas, a autora estipulou a espessura das composições da alvenaria respeitando as dimensões do projeto inicial. Na Figura 21 é apresentada a inserção da planta importada da extensão .dwg.

Figura 21- Representação da importação do CAD para o Revit

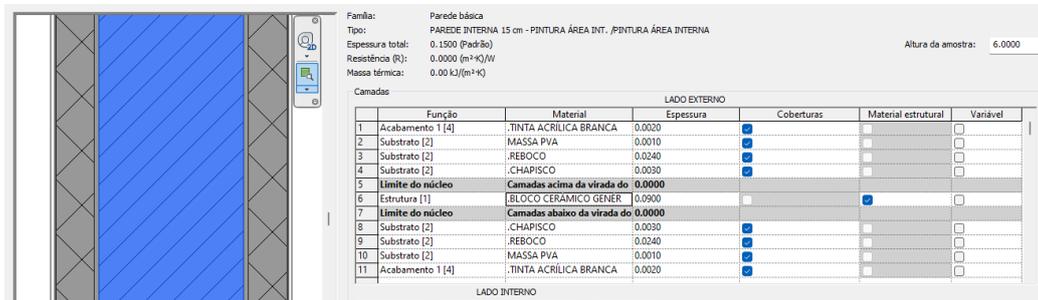


Fonte: Autora (2023)

A configuração das paredes depende do ambiente a ser modelado, então foram criadas famílias que representam as diferentes camadas estabelecidas no projeto arquitetônico. Por exemplo, as paredes internas que possuem pintura em ambos os lados, com espessura de 15cm, possui as seguintes configurações de camadas: Bloco cerâmico, chapisco, reboco, massa PVA e tinta acrílica branca (Figura 22). Nesse sentido, é importante ressaltar que nas paredes dos banheiros, área de serviço e cozinha foram inseridos azulejos e configuradas de acordo com o projeto (Figura 23). Dessa forma, a modelagem se torna mais rápida, uma vez que ao configurar a parede uma única vez, essa pode ser utilizada no decorrer da modelagem. Nas Figuras 24 e 25, apresenta-se a parede

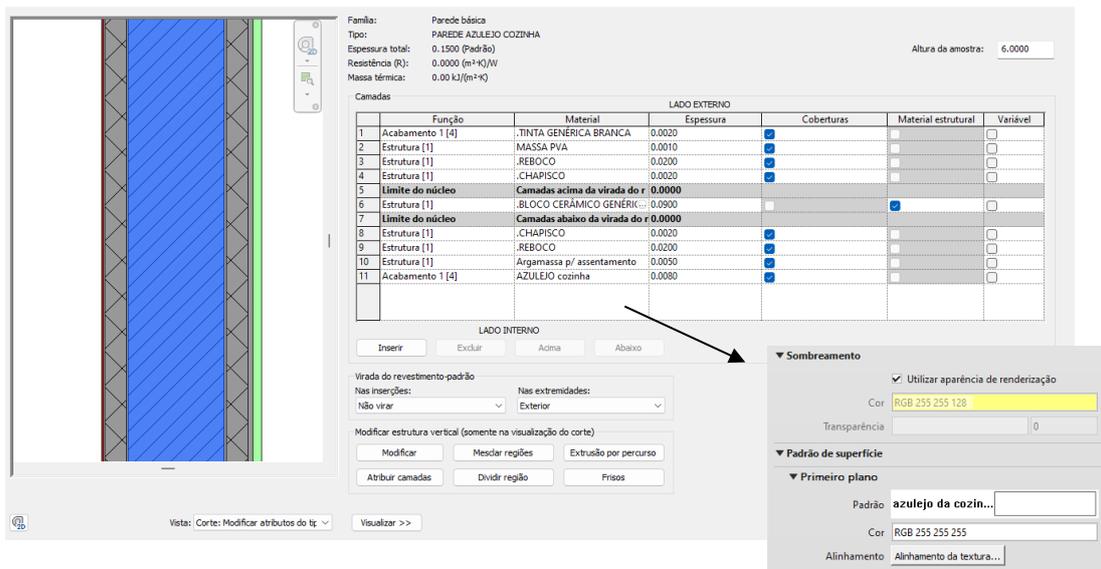
de cozinha modelada e a fotografia do azulejo da cozinha do primeiro pavimento, respectivamente.

Figura 22- Modelagem da parede



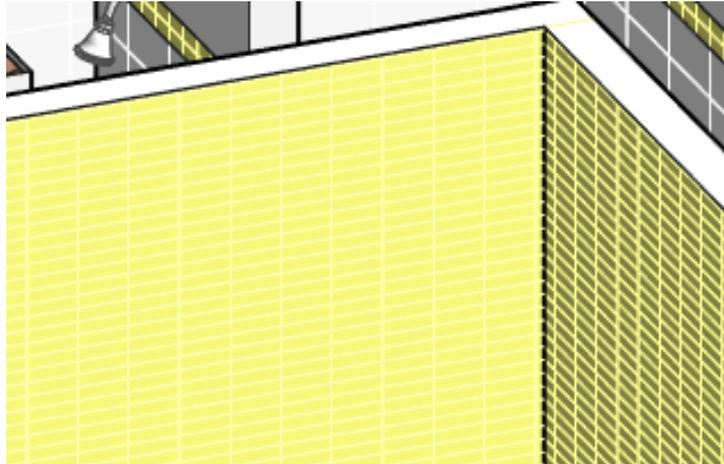
Fonte: Autora (2023)

Figura 23 - Modelagem da parede da cozinha com azulejo



Fonte: Autora (2023)

Figura 24 - Parede da cozinha modelada



Fonte: Autora (2023)

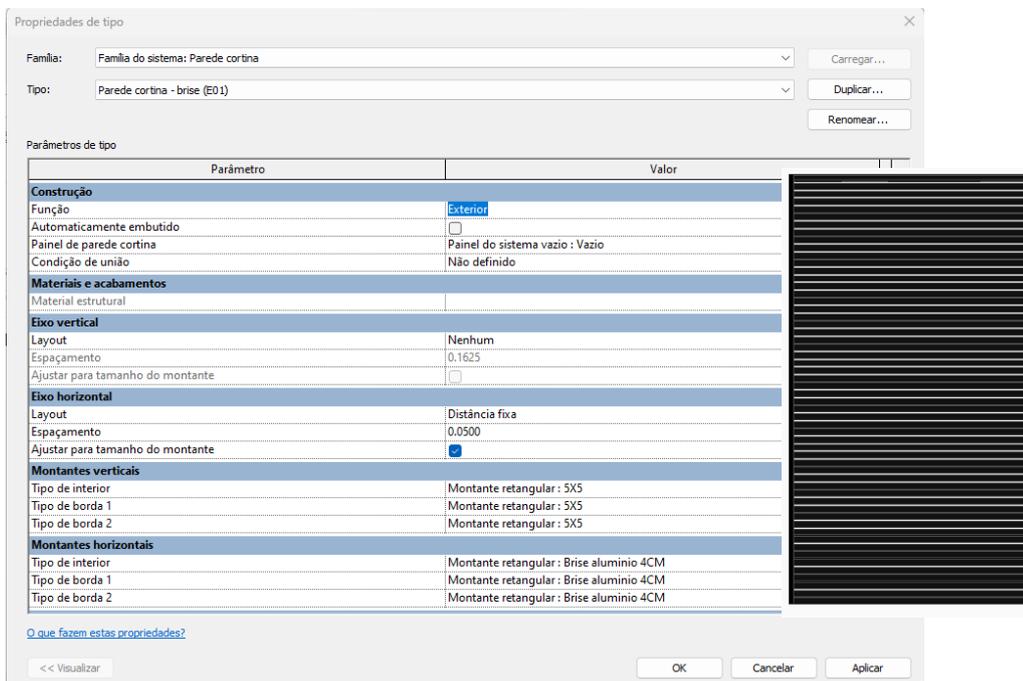
Figura 25- Fotografia do azulejo da cozinha



Fonte: Autora (2023)

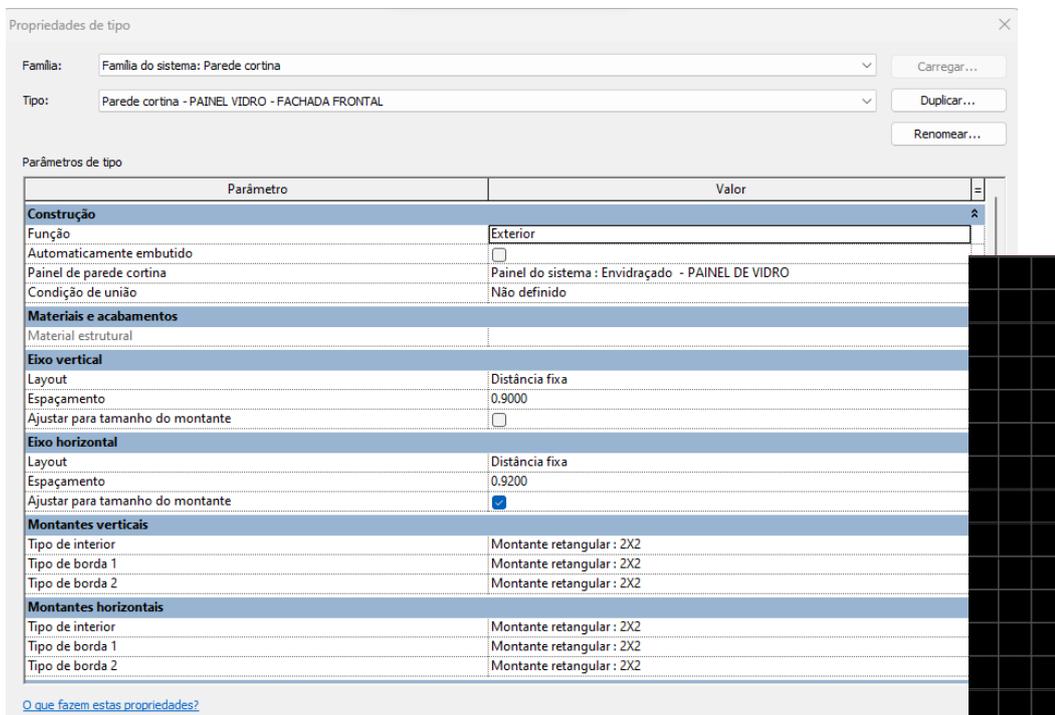
Ainda sobre as paredes, é válido ressaltar a criação das paredes cortinas do projeto. Esse tipo foi utilizado para a fachada de vidro da edificação, brises, vidro lateral do elevador, grade do corredor e fachada do muro e foram configuradas de acordo com sua especialidade. Por exemplo, a diferença entre o brise e a fachada de vidro é o tipo de painel, o tipo de montantes e os espaçamentos entre esses. Nas Figuras 26 e 27 tem-se a representação da configuração do brise e da fachada de vidro, respectivamente. Na Figura 28 tem-se a fotografia da fachada com ênfase no painel de vidro e no brise.

Figura 26 - Propriedades da parede cortina - brise



Fonte: Autora (2023)

Figura 27- Propriedade parede cortina - painel de vidro



Fonte: Autora (2023)

Figura 28- Pannel de vidro e brise da fachada



Fonte: Autora (2023)

O próximo passo foi inserir os pisos e as lajes, elementos que estão associados aos níveis da edificação. Para isso, é necessário delimitar o local em que serão inseridos e definir, como na alvenaria, os materiais que os compõem de acordo com a especificação do projeto. Dessa forma, as camadas que constituem o piso arquitetônico nos apartamentos são: porcelanato genérico 45x45, argamassa colante e regularização (Figura 29). Os demais pisos foram configurados conforme projeto e a regularização alterada de acordo com o nível de cada ambiente. As lajes foram modeladas de acordo com o corte no projeto arquitetônico e têm apenas efeito visual, a sua estruturação correta será feita na modelagem estrutural.

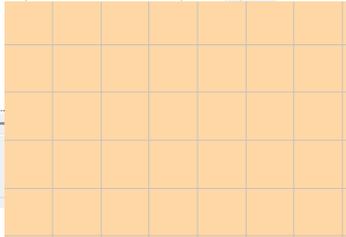
Figura 29- Configuração do piso arquitetônico

Família: Piso
 Tipo: PISO ARQUITETONICO 45X45
 Espessura total: 0.0700 (Padrão)
 Resistência (R): 0.0000 (m²·K)/W
 Massa térmica: 0.00 kJ/(m²·K)

Camadas

	Função	Material	Espessura	Coberturas	Material estrutural	Va
1	Acabamento 1 [4]	PORCELANATO GENÉRICO 45X45	0.0150	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Substrato [2]	Argamassa p/ assentamento	0.0050	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revestim	0.0000			
4	Estrutura [1]	.Regularização	0.0500	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revestim	0.0000			

Inserir Excluir Acima Abaixo



Fonte: Autora (2023)

As informações pertinentes de altura são consultadas durante o processo de modelagem, como altura do peitoril das janelas, altura das bancadas e altura das portas. Nesse contexto, as portas e janelas precisam das paredes como hospedeiro para serem inseridas, sendo necessário selecionar a família e incorporar na alvenaria desejada. Estes elementos são parametrizados, assim como as paredes, podendo modificar vários parâmetros como: largura, altura e tipo de material de elementos já existentes. A exemplificação dessa parametrização está presente na Figura 30. No entanto, alguns elementos não foram encontrados nas bibliotecas externas e para atender às necessidades do projeto optou-se por editar a família de um objeto com informações e características próximas do desejado. Por exemplo, na porta camarão do primeiro pavimento, na porta em frente a escada e na janela do quarto pavimento foi preciso editar a extrusão do objeto para que seus parâmetros ficassem fiéis aos existentes. Na Figura 31 tem-se antes e depois dos exemplos citados anteriormente e na Figura 32 a fotografia deste elemento na moradia.

Figura 30- exemplo da parametrização para portas

Propriedades de tipo

Familia: GRUPO 2_JanelaDeCorrerMetalica_120i Carregar...

Tipo: JanelaDeCorrerMetalica_2500x1000_Ac Duplicar... Renomear...

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
ClassificationCode(6)	
CodNCM	N.A.
Materiais e acabamentos	
Material Parte Interna	1 Alumínio Preto
Material Janela	Alumínio Preto
Material Alisar	Alumínio Preto
Cotas	
Vão Osso (Largura)	2.5350
Vão Osso (Altura)	1.0350
Largura bruta	2.5250
Largura Painel	0.6100
Altura bruta	1.0250
Altura	1.0000
Largura	2.5000
Propriedades analíticas	
Construção analítica	<Nenhum>
Definir propriedades térmicas por	Tipo esquemático
Transmissão de luz visual	
Coefficiente de ganho de calor s	

[O que fazem estas propriedades?](#)

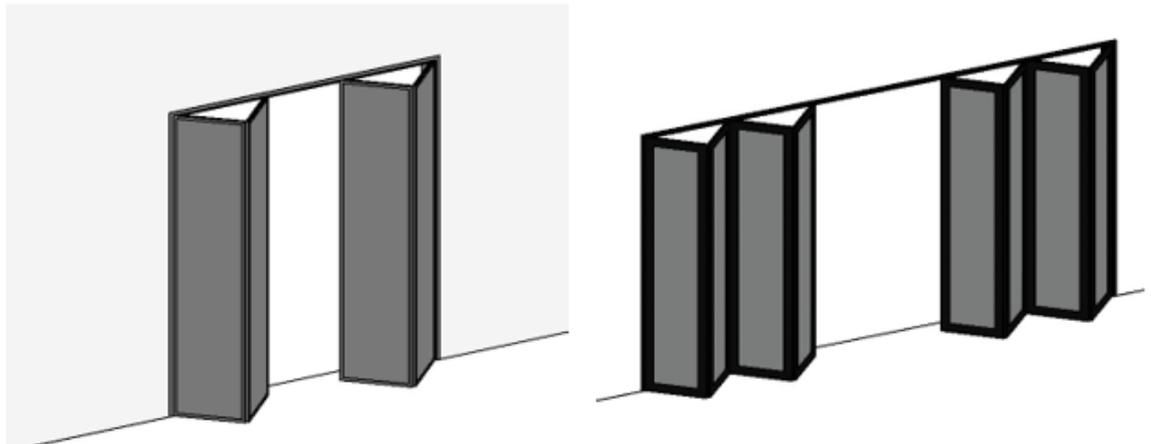
<< Visualizar OK Cancelar Aplicar

Fonte: Autora (2023)

Figura 31- Antes e depois da Porta – camarão

a) Antes

b) depois



Fonte: Autora (2023)

Figura 32- Porta-camarão da moradia



Fonte: Autora (2023)

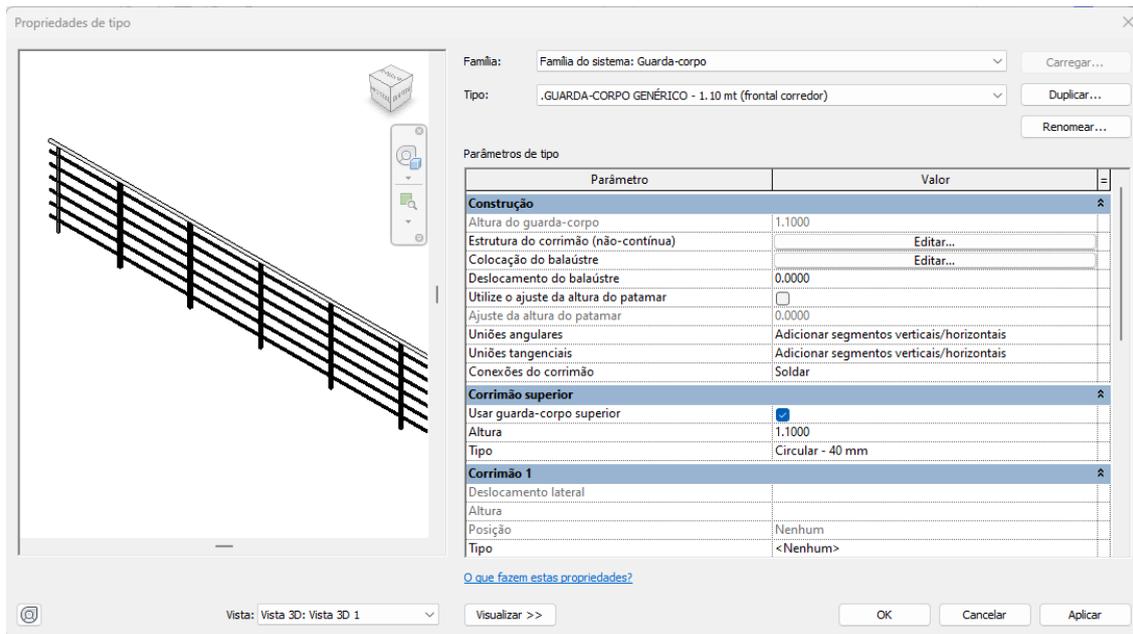
Posteriormente, foi modelado os guarda-corpos utilizando o comando “guarda-corpo” na aba arquitetura (Figura 33) e o seu caminho e suas características foram configurados de acordo com o croqui existente na planta baixa dos pavimentos e no detalhamento fornecido inicialmente. Na Figura 34 tem-se a representação da janela de diálogo deste elemento.

Figura 33- Comando guarda-corpo na aba arquitetura



Fonte: Autora (2023)

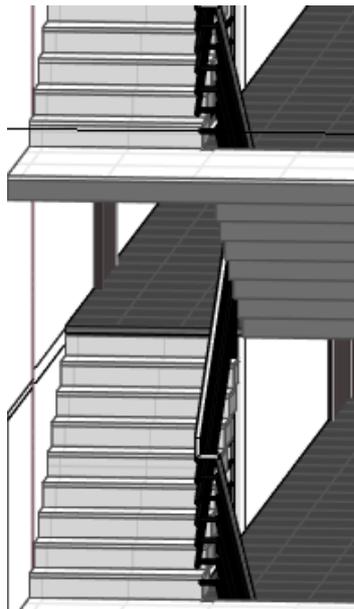
Figura 34- Propriedades da família de Guarda-corpos



Fonte: Autora (2023)

As escadas foram modeladas de acordo com o croqui existente, ou seja, aplicou-se a ferramenta “criar escada por croqui”. Feito no pavimento térreo esse procedimento, utilizou-se a função copiar e colar para os outros pavimentos. Na Figura 35 tem-se a escada modelada.

Figura 35- Execução da escada

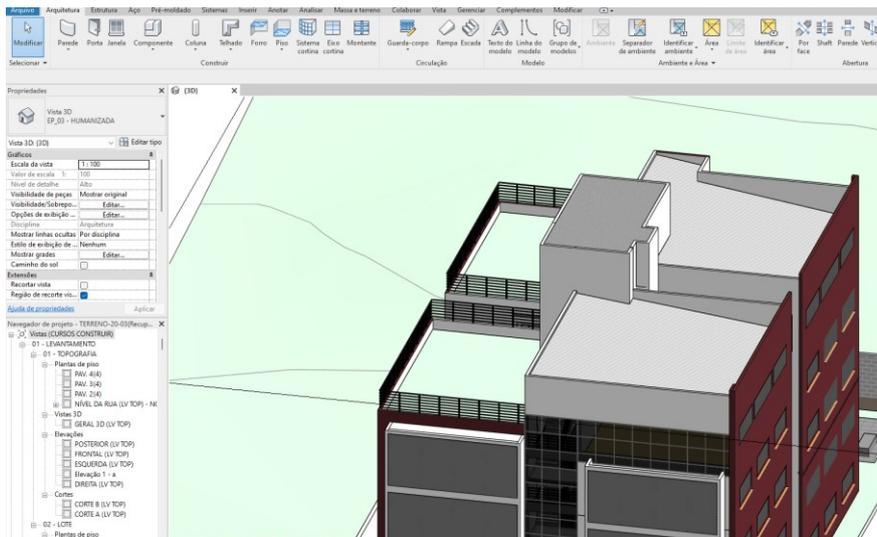


Fonte: Autora (2023)

A inserção do forro é feita de forma análoga aos pisos e lajes, porém utilizando o comando “forro”. O tipo de forro e sua altura para cada ambiente foram estabelecidos no projeto e respeitados na modelagem.

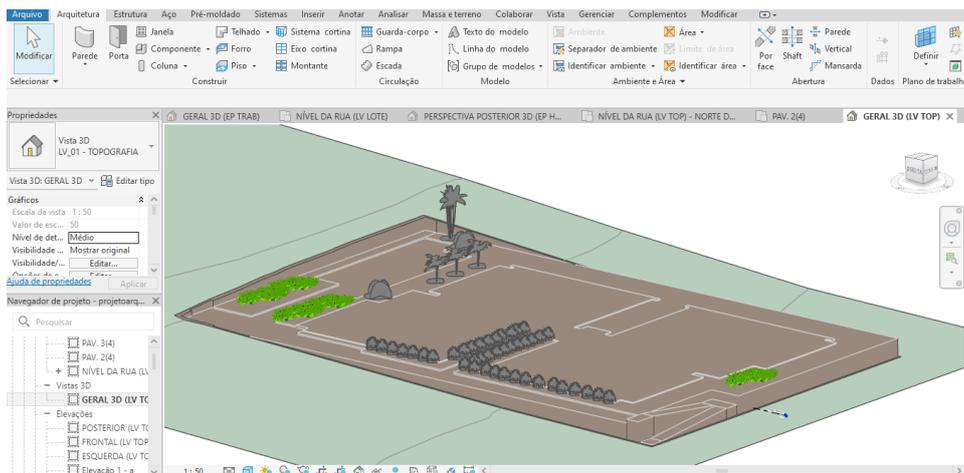
E por fim, foi executado o telhado e o paisagismo. As Figura 36 e 37, ilustram o telhado e o paisagismo finalizado, respectivamente.

Figura 36- Telhado modelado



Fonte: Autora (2023)

Figura 37- Paisagismo

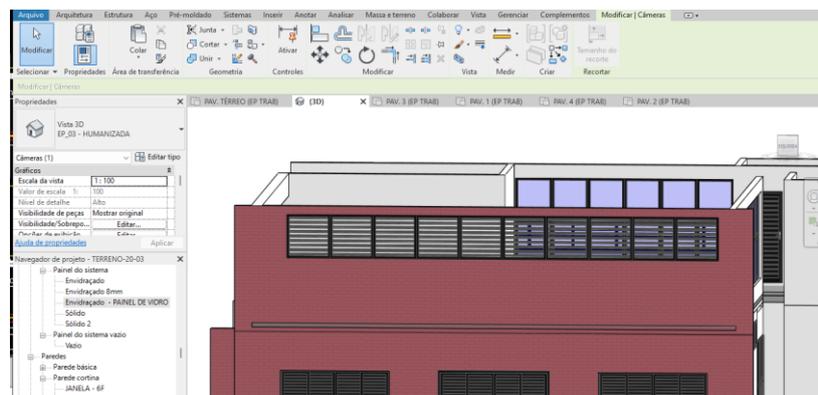


Fonte: Autora (2023)

3.3.5 Inconsistências encontradas

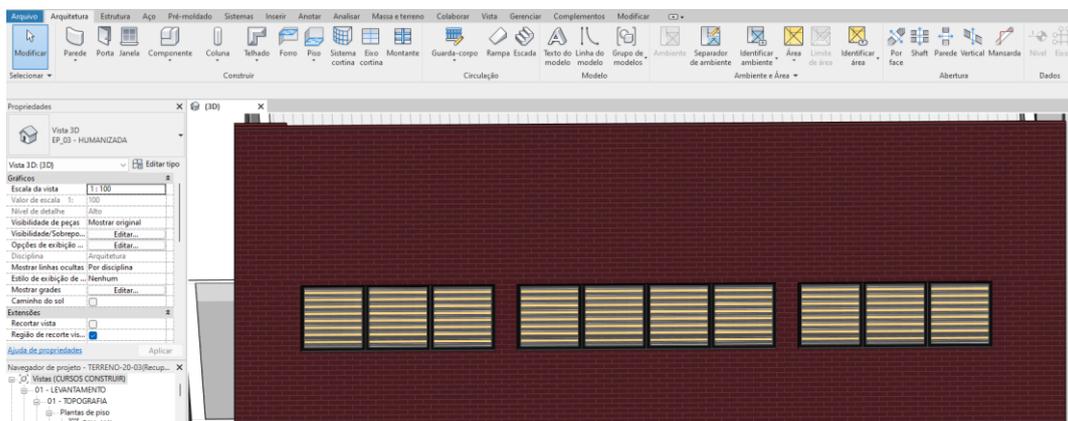
Como se trata de um modelo “as is” foram encontradas inconsistências entre o projeto arquitetônico e o que foi executado. Dessa forma, antes de finalizar a modelagem arquitetônica essas inconsistências visíveis foram alteradas durante o processo. Por exemplo, no quarto pavimento não foram previstos pilares e assim, executou-se o projeto arquitetônico com janelas em todo o vão da parede (Figura 38) e ao visitar a obra e visualizar o projeto estrutural verificou-se que as janelas deveriam ser modeladas conforme a Figura 39. Na Figura 40 é possível visualizar a foto de como foi executado no local.

Figura 38- Janela do quarto pavimento no projeto arquitetônico



Fonte: Autora (2023)

Figura 39- Janelas quarto pavimento como executadas



Fonte: Autora (2023)

Figura 40 - Situação atual do ambiente



Fonte: Autora (2023)

Nesse sentido, encontraram-se outras incoerências ao visitar a edificação como: o acréscimo de uma de porta 4 folhas no pavimento térreo (Figura 41) restringindo o acesso à área externa e nos corredores dos pavimentos superiores o acréscimo de gradis de proteção (Figura 42). Na Figura 43 é possível verificar o antes e depois deste exemplo.

Figura 41 - Porta do pavimento térreo



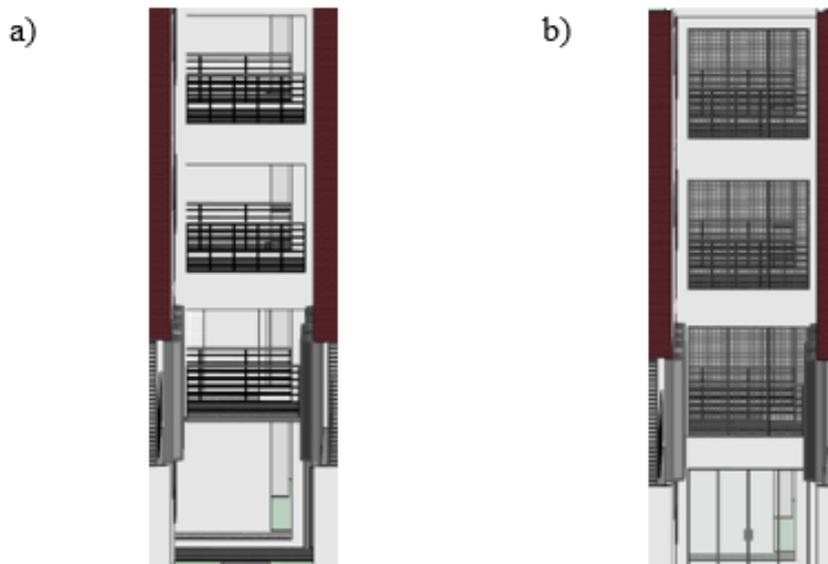
Fonte: Autora (2023)

Figura 42- Gradis dos corredores



Fonte: Autora (2023)

Figura 43- a) modelagem como no projeto b) modelagem como o existente

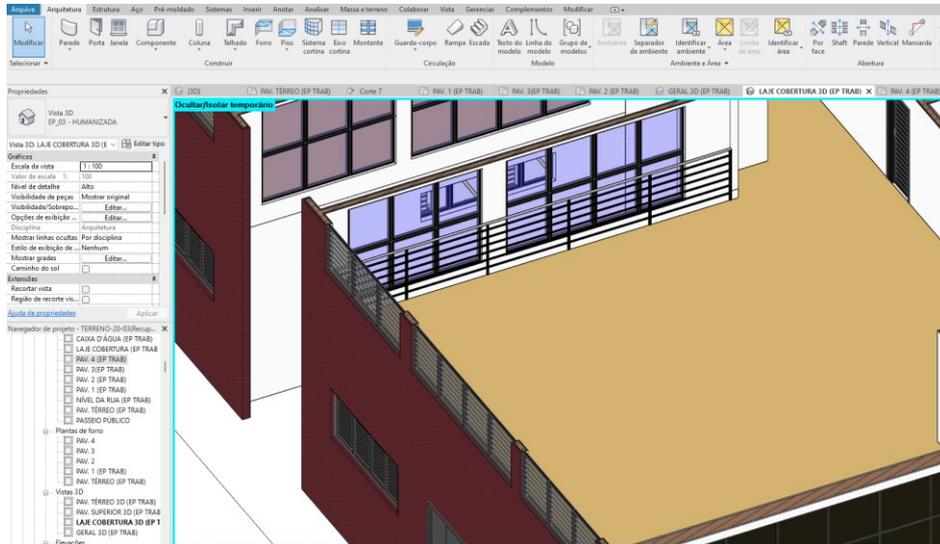


Fonte: Autora (2023)

É válido ressaltar, uma das inconsistências encontradas no quarto pavimento, havia um espaço todo aberto reservado para recreação e lazer, e atualmente está sendo

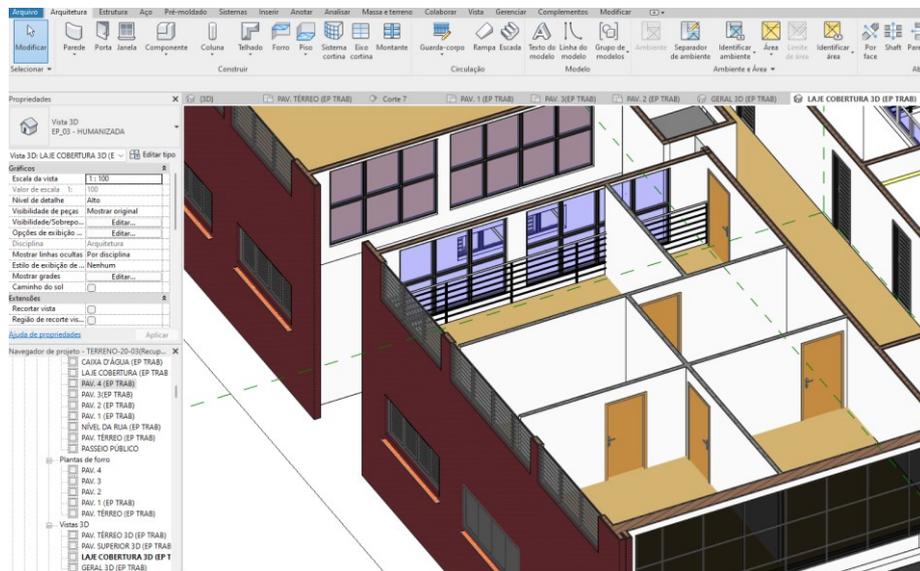
um ambiente administrativo com várias repartições com as paredes de drywall. Nas Figura 44 e 45, apresentam-se o antes e a situação atual, respectivamente.

Figura 44- Ambiente baseado no projeto arquitetônico



Fonte: Autora (2023)

Figura 45- Ambiente de acordo com o existente



Fonte: Autora (2023)

Feito isso com todas as inconsistências, foi possível finalizar a modelagem arquitetônica e dar início à elaboração do projeto estrutural. Na Figura 46 apresenta-se o projeto finalizado no Revit.

Figura 46- Modelagem arquitetônica no Revit

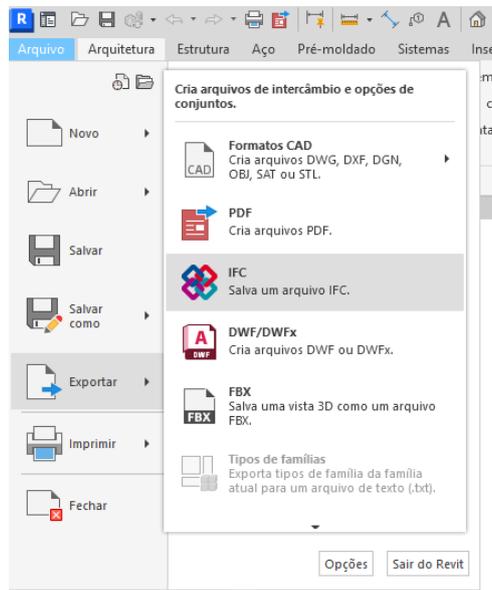


Fonte: Autora (2023)

3.4 ELABORAÇÃO DO MODELO ESTRUTURAL

Na sequência do modelo arquitetônico no Revit, utilizou-se a ferramenta de exportação e o projeto foi exportado no formato IFC (Figura 47), o qual permite a troca de informações entre programas de diferentes desenvolvedoras, ou seja, o modelo 3D (Figura 48) da arquitetura e as plantas baixas (Figura 49) dos pavimentos servirão de base para o lançamento estrutural no *software* Eberick.

Figura 47- Ferramenta de exportação IFC



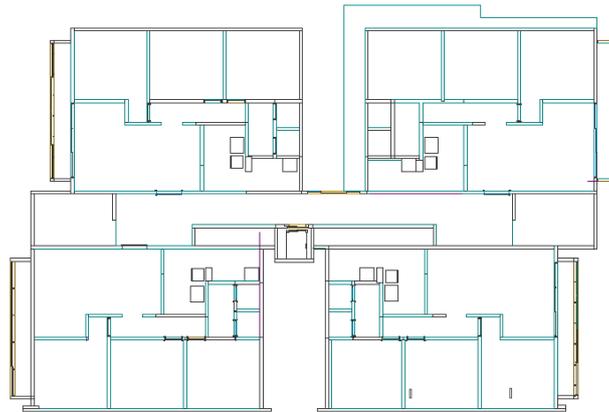
Fonte: Autora (2023)

Figura 48- Modelo 3D no Eberick



Fonte: Autora (2023)

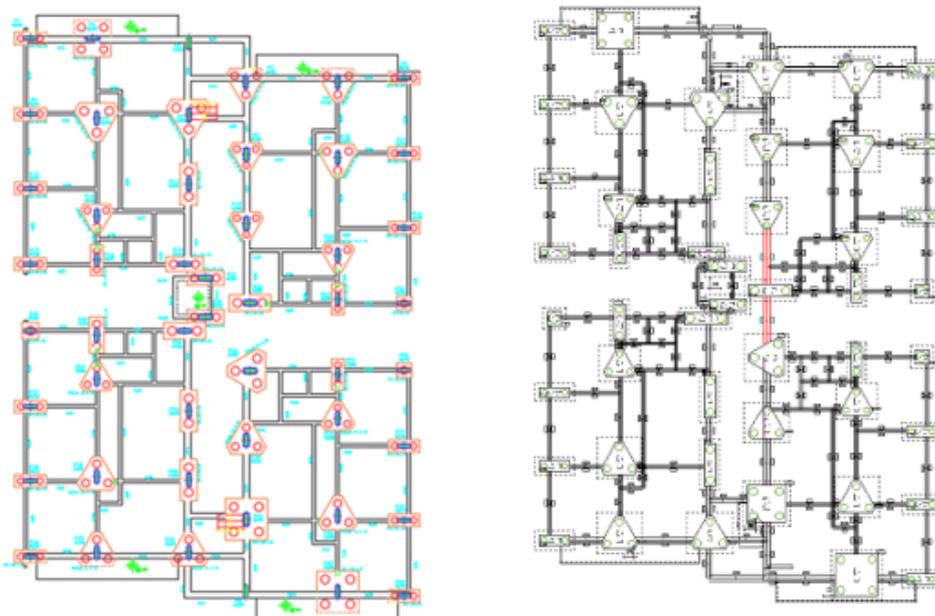
Figura 49- Planta baixa pavimento térreo no Eberick



Fonte: Autora (2023)

Por se tratar de um modelo “*as is*”, o lançamento estrutural seguiu o projeto estrutural enviado pela PREFE Universitária. Dessa forma, as dimensões dos pilares, das vigas, a altura e tipo da laje, assim como as medidas da parede do reservatório obedeceram ao projeto em questão. Como exemplo, tem-se o pavimento térreo no AutoCAD e no Eberick. (Figura 50).

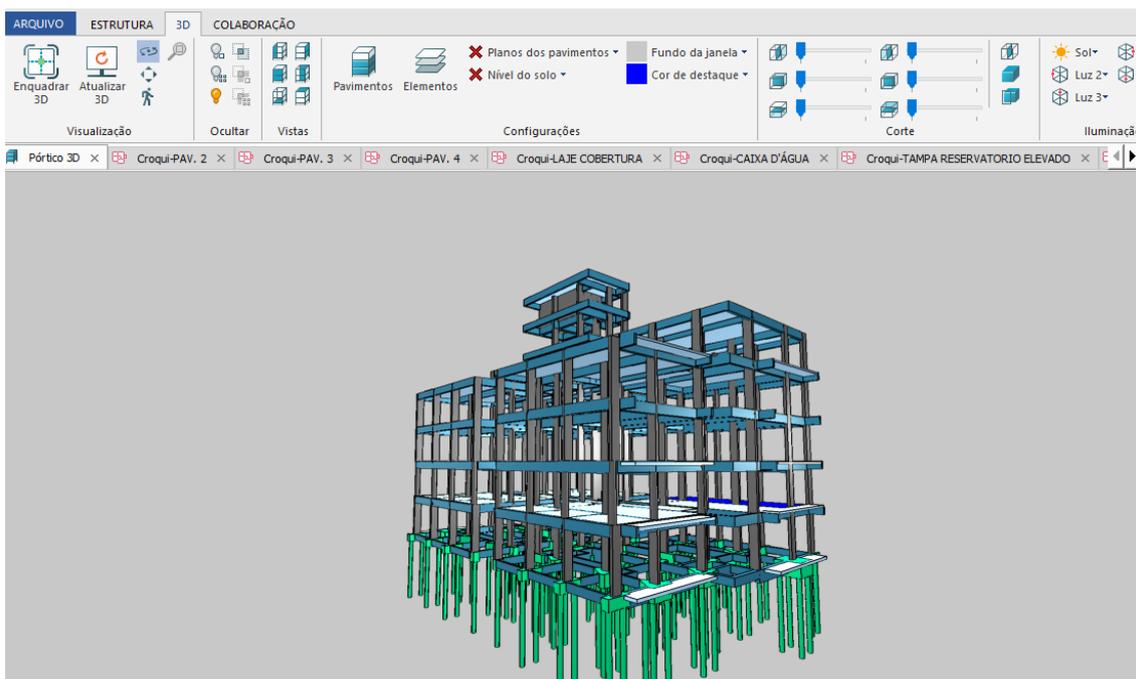
Figura 50- Pavimento térreo no Autocad/ Pavimento térreo no Eberick



Fonte: Autora (2023)

É possível verificar que o formato e o posicionamento dos elementos estruturais foram respeitados, o que ocorreu para todos os outros pavimentos. A partir desse lançamento foi possível fazer a modelagem dos blocos, pilares, vigas e lajes da edificação (Figura 51).

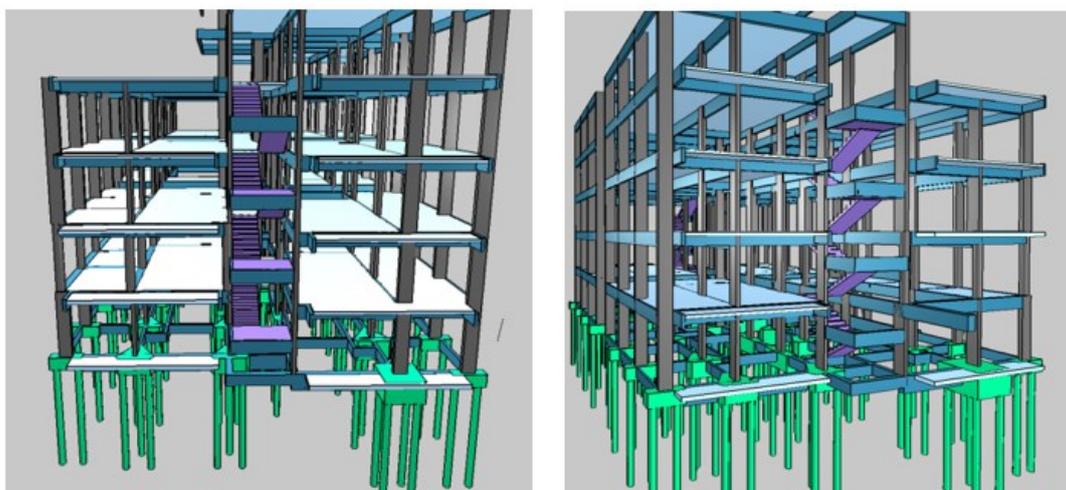
Figura 51- Modelagem estrutural



Fonte: Autora (2023)

O próximo passo foi realizar o lançamento das escadas, para isso foi necessário criar um nível intermediário em todos os pavimentos para inserir o patamar, na sequência, foram inseridos os lances: do pavimento superior ao patamar e do patamar ao pavimento inferior. Segundo a AltoQi, os lances são engastados no patamar para que este não rotacione e se torne rígido suficiente para se manter estático. A modelagem da escada é apresentada na Figura 52.

Figura 52- Modelagem da escada



Fonte: Autora (2023)

O Eberick considera engaste somente entre os elementos estruturais, assim, nota-se a importância de aplicar as vinculações corretas uma vez que influencia na estabilidade global da edificação. Dessa forma, instituiu-se que as ligações entre vigas seriam rotuladas e as ligações entre pilares e vigas seriam engastadas ou semirrígidas.

Na sequência, aplicaram-se as cargas das paredes nas vigas considerando a altura, a espessura do tijolo e informações essas que foram conferidas no local. A janela de diálogo do lançamento da carga de parede (Figura 43) traz as seguintes informações:

- Altura: da parede, ou seja, altura do pé direito subtraída a viga superior;
- Espessura: Espessura do tijolo somado à espessura do revestimento argamassado;
- Peso: considerado 1300 Kgf/m^2 .

Figura 53- Janela de diálogo para lançamento das cargas de paredes

Dimensões	
Grupo	Nenhum
Altura	255 cm
Espessura	17 cm
Carga	563.55 kgf/m
Peso	1300 kgf/m ²

Aberturas

Inserir
Editar
Excluir

OK Cancelar Ajuda

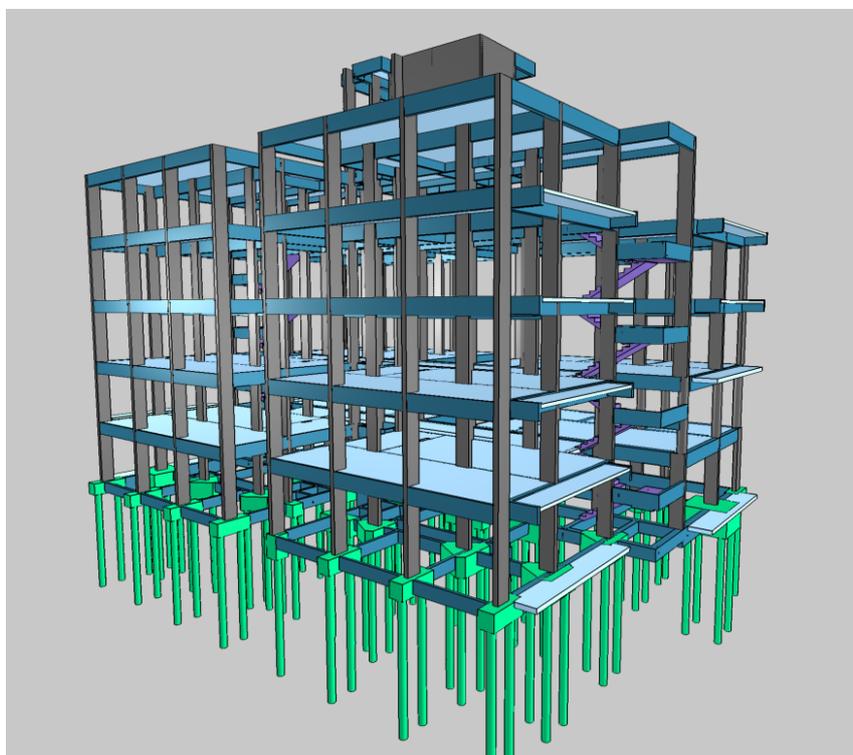
Fonte: Autora (2023)

As espessuras e o tipo da laje seguiram o projeto estrutural e foram inseridas as cargas acidentais de acordo com a ABNT NBR 6120:2019. Em relação as cargas permanentes consideraram-se as configurações que o *software* fornece.

- a) Lajes para áreas de uso comum (corredores): 300 kgf/m²
- b) Escadas: 250 kgf/m²
- c) Lajes de sala, copa e cozinha: 150 kgf/m²
- d) Lajes sacadas: 250 kgf/m²
- e) Lajes sanitários: 150 kfg/m²
- f) Lajes área de serviço: 200 kgf/m²
- g) Laje barrilete: 150 kgf/m²

Por último, realizou-se a modelagem da parede do reservatório conforme projeto estrutural disponibilizado pela PREFE. Na Figura 54 é possível verificar o resultado da modelagem estrutural no *software* Eberick.

Figura 54- Modelagem finalizada



Fonte: Autora (2023)

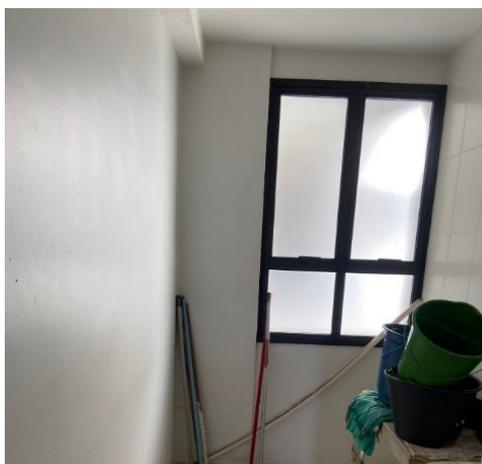
Ao finalizar a modelagem foram identificadas duas incompatibilidades, uma devido a um erro de compatibilização e a outra devido a um elemento existente na edificação que não existia nos projetos. A primeira ocorreu devido à falta de concordância entre projeto arquitetônico e estrutural, uma vez que o pilar coincidiu com a janela da lavanderia (Figura 55). Como o projeto analisado é o projeto final, conclui-se que essa inconsistência foi resolvida no canteiro de obras e solucionou-se reduzindo o vão da janela (Figura 56).

Figura 55- Janela da lavanderia coincidindo com o pilar



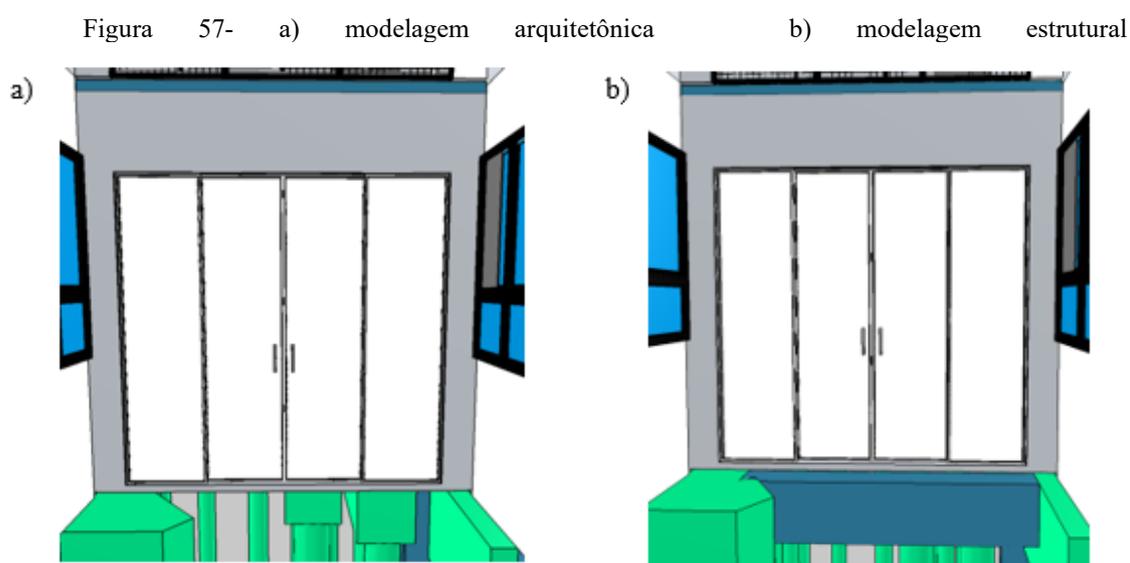
Fonte: Autora (2023)

Figura 56- Fotografia de como foi executado essa inconsistência



Fonte: Autora (2023)

A segunda só foi possível verificar ao visitar a edificação: a porta do pavimento térreo não estava prevista nos projetos arquitetônico e estrutural. Ao realizar a modelagem arquitetônica a autora adaptou essa inconsistência de acordo com o existente na edificação. Assim, durante a modelagem estrutural foi adicionada a viga baldrame para receber a porta e a carga de parede. Na Figura 57 tem-se a representação do antes e depois desta última situação.



Fonte: Autora (2023)

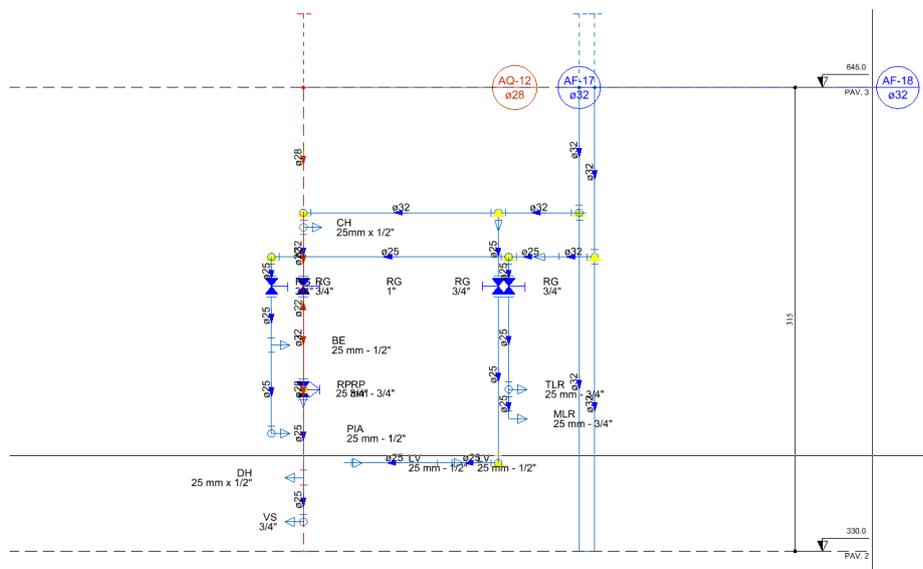
Após o término da modelagem estrutural, foi realizado o processamento da estrutura e deparou-se com erros nos blocos da fundação e a solução adotada foi aumentar a altura dos blocos uma vez que não influencia na manutenção da edificação. Os resultados obtidos ao processar a estrutura foram diferentes dos fornecidos nos projetos da PREFE, talvez pelos projetos não possuírem a classe de concreto utilizada durante a obra. As seções foram conservadas uma vez que o foco deste trabalho é a modelagem “*as is*” para operação e manutenção. Vale ressaltar que apesar dos resultados não serem compatíveis, o aprendizado de cálculo no *software* e a teoria aplicada no processo de modelagem foram satisfatórios.

3.5 MODELAGEM HIDROSSANITÁRIA

A modelagem do hidrossanitário teve como base as plantas 2D e os detalhes isométricos das instalações dos banheiros, cozinha, área de serviço e barrilete do projeto existente no *software* AutoCAD. A ferramenta utilizada foi o *software* QiBuilder 2023, da empresa AltoQi. Assim, para iniciar o projeto vinculou-se o IFC do modelo estrutural e do arquitetônico a fim de reduzir as incompatibilidades. Por se tratar de uma modelagem “*as is*”, as plantas 2D do hidrossanitário foram vinculadas aos seus respectivos pavimentos para auxiliar no posicionamento das tubulações.

Os modelos hidráulicos e sanitários são desenvolvidos separadamente no *software* devido à quantidade de informações contidas neles. Dessa maneira, iniciou-se o lançamento hidráulico com a inserção das colunas hidráulicas nos pontos definidos e posteriormente, realizou-se o lançamento das redes de água quente e água fria no detalhe isométrico criado pelo próprio *software* (Figura 58). As alturas dos ramais e sub-ramais, assim como as peças hidráulicas utilizadas foram conferidas no detalhe isométrico do projeto existente e acrescidas no detalhe isométrico do *software* QiBuilder. Ao finalizar esse processo em todos os pavimentos, foi realizada a ligação entre as colunas de água fria e o reservatório e entre as colunas de água quente e o boiler.

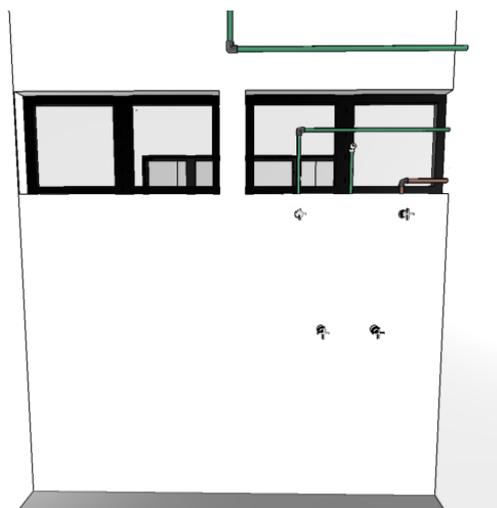
Figura 58- Vista frontal do detalhe isométrico do Pavimento 2



Fonte: Autora (2023)

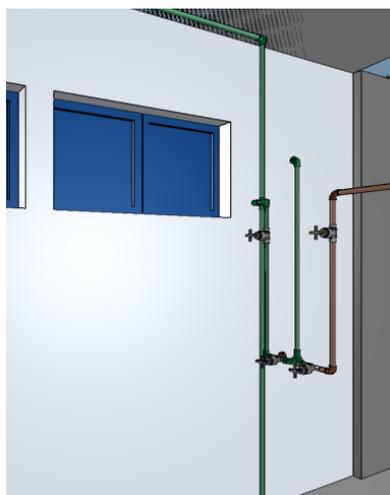
incompatibilidades entre os projetos. No pavimento de acessibilidade (Pavimento 1) as tubulações colidem com a janela (Figura 61). Dessa forma, verificou-se *in loco* o posicionamento destes elementos para realizar a correção da modelagem. Na Figura 62 está apresentada a instalação hidráulica corrigida.

Figura 61- Incompatibilidade pavimento 1



Fonte: Autora (2023)

Figura 62- Correção das instalações pavimento 1



Fonte: Autora (2023)

Para todos os banheiros no projeto hidráulico estava previsto vaso com caixa acoplada, após a finalização de todos os modelos e verificação *in loco*, foi verificado que

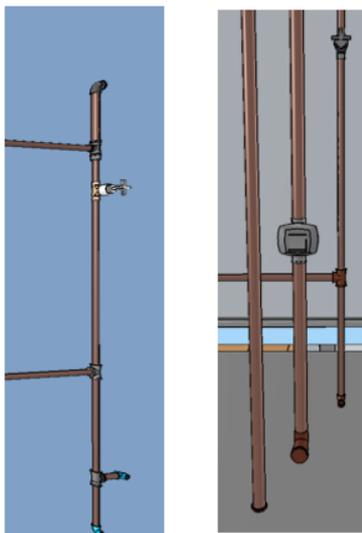
executaram bacia com válvula de descarga (Figura 63). Dessa forma, foi feita a alteração dos banheiros conforme executado. Vale ressaltar que devido a essa alteração não foi possível realizar a modelagem do barrilete fidedigna à execução, pois algumas tubulações foram difíceis de identificar suas prumadas. Na Figura 64, tem-se a modelagem do sistema de água fria e quente da edificação. Na Figura 65, tem-se a modelagem do sistema de água fria e quente da edificação.

Figura 63- Vaso com válvula de descarga



Fonte: Autora (2023)

Figura 64- Antes e depois do banheiro



Fonte: Autora (2023)

Figura 65- Modelagem do sistema de água fria e quente finalizada

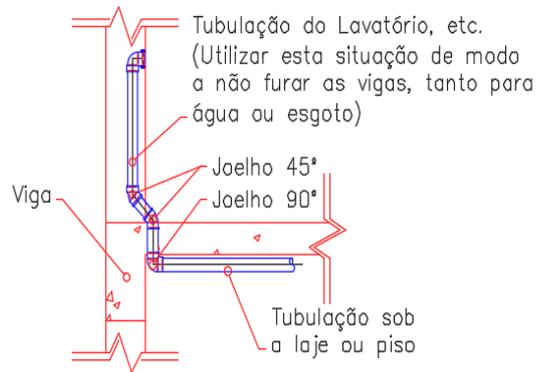


Fonte: Autora (2023)

O próximo passo foi realizar a modelagem do sistema pluvial e sanitário da edificação. Nessa etapa, os desafios foram crescentes devido à falta de informações das alturas das tubulações no projeto. A modelagem do sistema sanitário foi iniciada por meio da inserção dos tubos de queda e da coluna de ventilação nos seus respectivos pontos de acordo com o projeto base, com isso, foi possível traçar as tubulações seguindo as linhas de referência. Após, inseriu-se os aparelhos sanitários e as caixas sifonadas em cada ambiente.

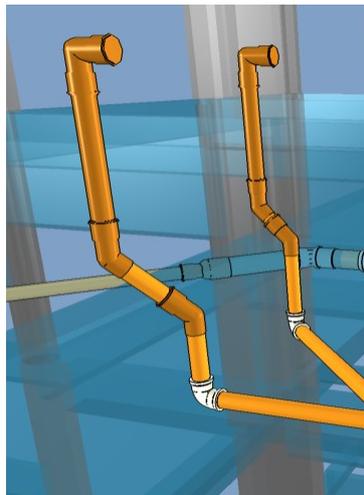
Na Figura 66 tem-se a nota do projeto utilizado como referência cuja finalidade é orientar os executores a não furarem as vigas, uma vez que não foi previsto no projeto estrutural. Dessa forma, na modelagem seguiu-se essa orientação sempre que possível. Na Figura 67 apresenta-se a tubulação com desvio.

Figura 66- Nota do detalhe da viga



Fonte: Autora (2023)

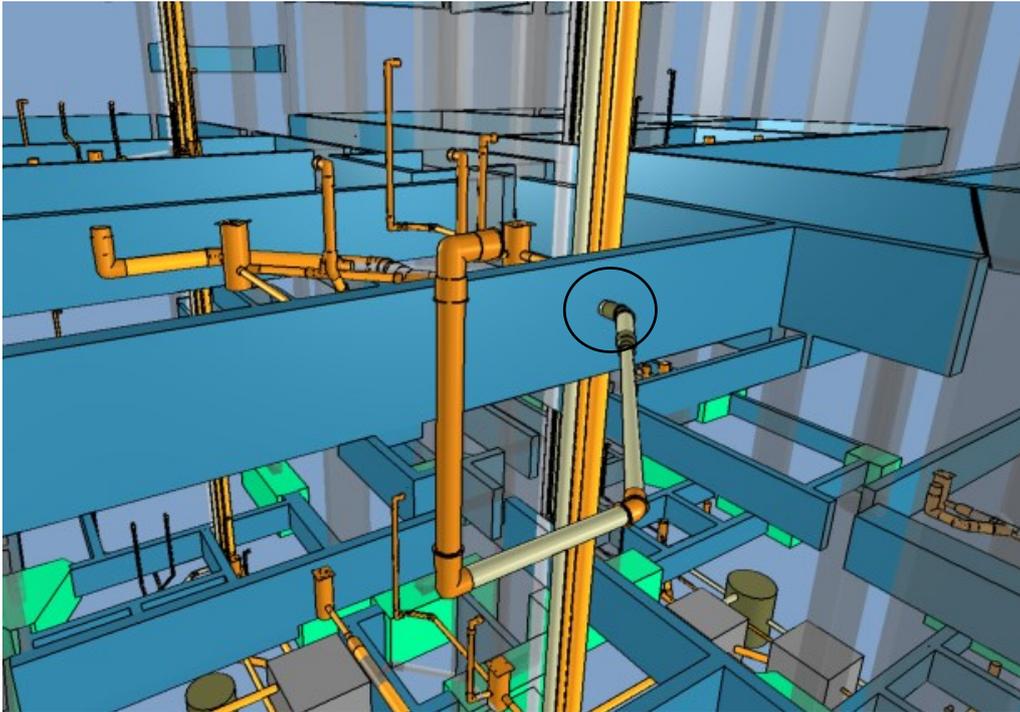
Figura 67- Tubulação com desvio no QiBuilder



Fonte: Autora (2023)

Apesar da nota no projeto, a tubulação da cozinha passou pela viga. Por se tratar de modelagem e não representação bidimensional, foi possível analisar se as tubulações poderiam ter passado abaixo da laje ou sob o piso para obedecer a recomendação. Na edificação verificou-se que a altura do forro coincide com a altura da viga e, por isso, não foi possível que tubulação desviasse da viga. Dessa forma, concluiu-se que furaram a viga, uma vez que ao passar a tubulação sob o piso ficaria inviável sua manutenção. Na Figura 68 é possível visualizar a representação da situação citada.

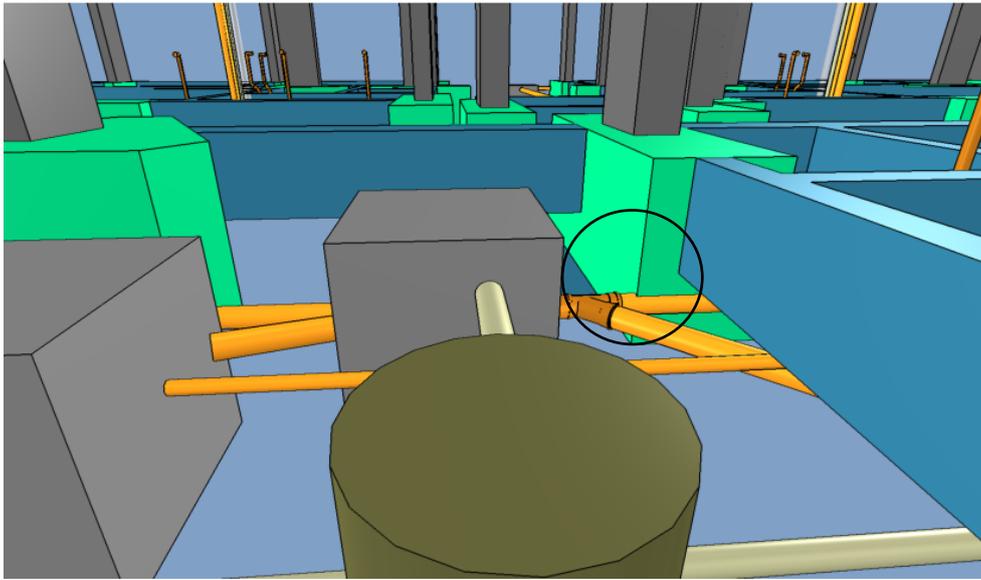
Figura 68- Tubulação da cozinha furando a viga



Fonte: Autora (2023)

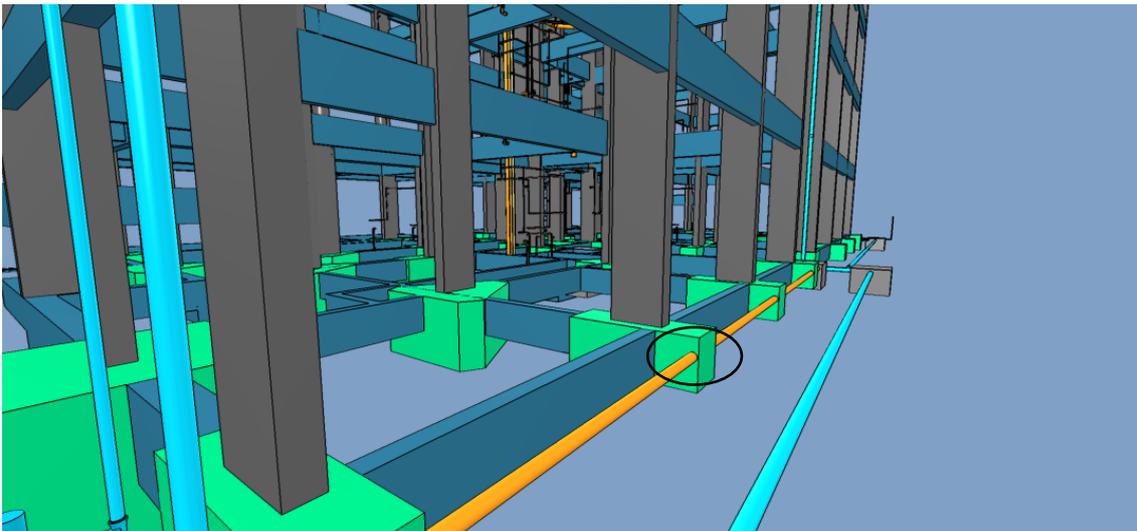
Para finalizar o sistema sanitário, inseriu-se as caixas de inspeção e as caixas de gorduras. O esgoto dos banheiros e área de serviços são despejados nas caixas de inspeção para facilitar a limpeza, já as caixas de gordura recebem o esgoto da cozinha e filtram a gordura para evitar entupimento das tubulações. Após, as tubulações são conduzidas para outra caixa de inspeção e na sequência direcionadas para a rede coletora da rua. Algumas tubulações no térreo colidiram-se com os blocos de fundação (Figura 69 e Figura 70) e foi necessário reposicioná-las. Ao executar as correções, a modelagem do sistema sanitário foi finalizada (Figura 71).

Figura 69 - Tubo colidindo com bloco de fundação



Fonte: Autora (2023)

Figura 70- Tubo colidindo com bloco de fundação



Fonte: Autora (2023)

Figura 71- Modelagem do sistema sanitário

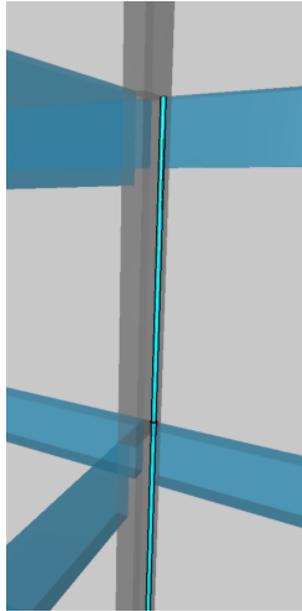


Fonte: Autora (2023)

O sistema pluvial foi iniciado com o lançamento das calhas para a coleta da água da chuva dos telhados e os ralos pluviais para a coleta da água da chuva das sacadas e terraço. Em seguida lançou-se as colunas verticais com destino as caixas de passagens com grelhas, conforme o projeto existente.

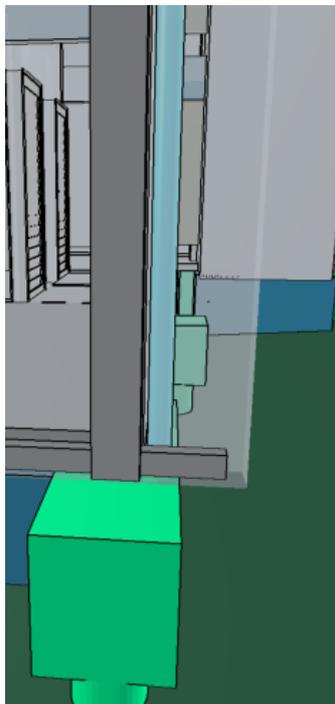
Nessa etapa foram encontradas inconsistências de projeto que foram fáceis de serem solucionadas em projeto, como: a tubulação passando dentro do pilar (Figura 72), tubulação perfurando o bloco (Figura 73). Nesses casos a solução adotada foi reposicionar as tubulações de forma que não interfira nos elementos estruturais como, por exemplo, na Figura 74.

Figura 72- Tubulação colidindo com o pilar



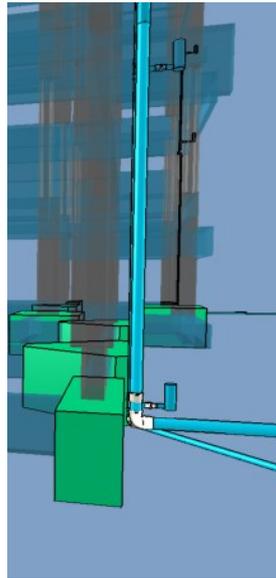
Fonte: Autora (2023)

Figura 73- Tubulação colidindo com o bloco estrutural



Fonte: Autora (2023)

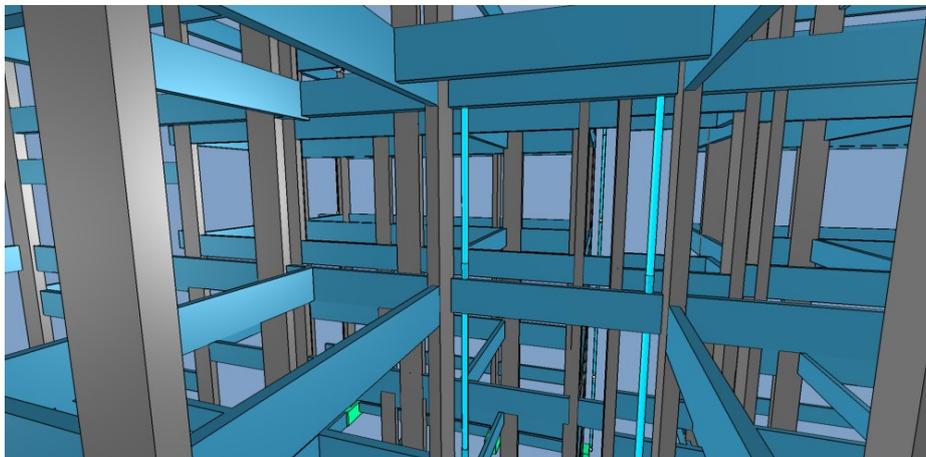
Figura 74- Posicionamento correto da Tubulação



Fonte: Autora (2023)

Na tubulação que coleta a água da chuva do terraço apresentou uma inconsistência na descida da prumada, pois intercepta as vigas (Figura 75). Ao visitar a edificação observou-se que do lado esquerdo do elevador foi executado um *shaft* não previsto em projeto, com isso, supôs-se que essas tubulações foram deslocadas para o local, para essa conclusão tomou-se como base o Bloco A, uma vez que a descida de água pluvial é prevista neste local nesse Bloco.

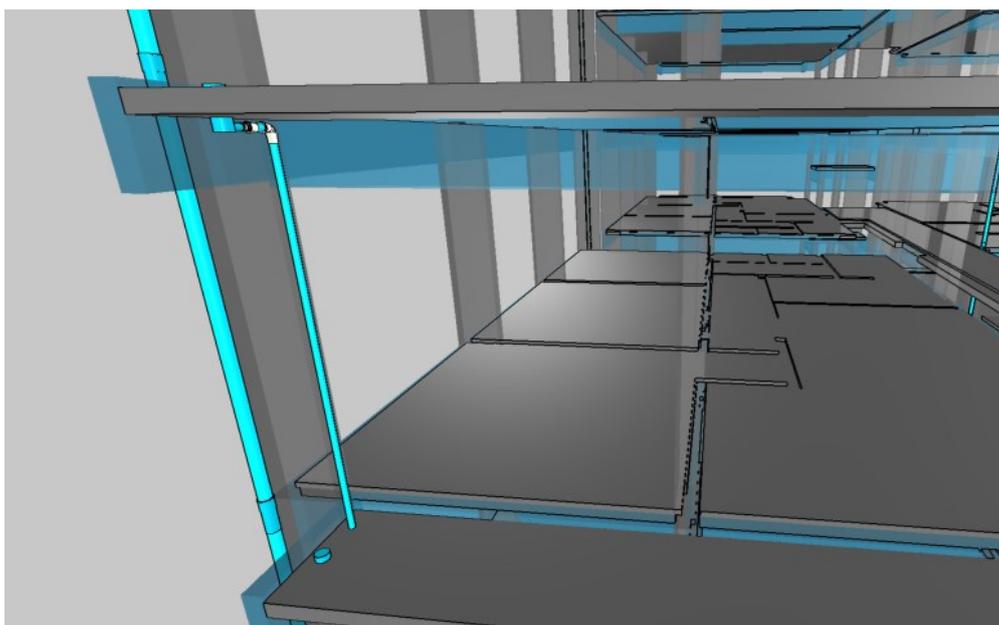
Figura 75- Prumada de água pluvial interceptando as vigas



Fonte: Autora (2023)

Nas prumadas de água pluvial das sacadas eram localizadas dentro do quarto e o ralo pluvial centralizado na sacada, dessa forma, as tubulações interceptavam a viga entre quarto e sacada. Dessa forma, observou-se que na edificação mudaram a posição da prumada para dentro da sacada e o ralo pluvial para a extremidade (Figura 76). Supõe-se que essa modificação foi executada a fim de facilitar a captação da água da chuva e evitar que as tubulações interceptassem a viga. O posicionamento do ralo pluvial na extremidade facilita o assentamento dos pisos, promovendo queda mínima necessária. Esses detalhes demonstram a necessidade da utilização da metodologia BIM, pois essas intercorrências poderiam ter sido solucionadas ainda em projeto, evitando alterações *in loco*, que geram retrabalho e aumento de custo. Na Figura 77 tem-se a fotografia do *shaft* da sacada.

Figura 76- Modelagem “as is” da sacada



Fonte: Autora (2023)

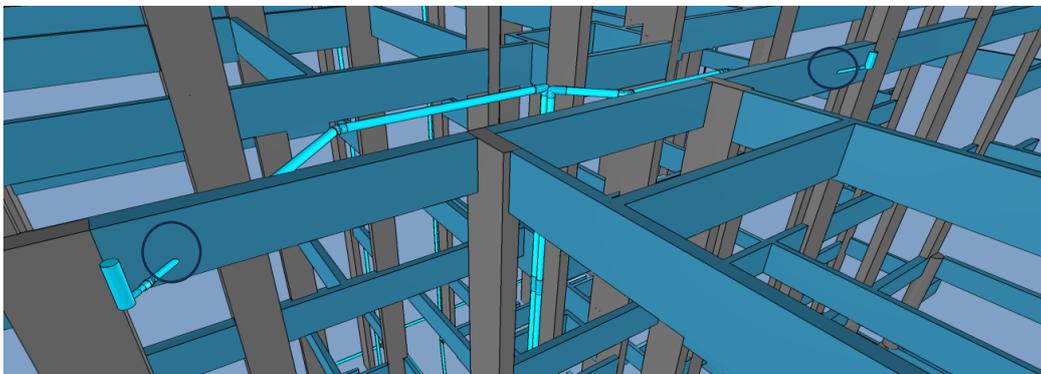
Figura 77- Fotografia do shaft da sacada



Fonte: Autora (2023)

Para a coleta de água pluvial do terraço, verificou-se colisão entre tubulação e viga. Ao tentar solucionar o problema, notou-se que, para passar a tubulação por baixo da viga o pé direito ficaria abaixo do que foi executado na edificação. Dessa forma, não havendo alternativas, seguiu-se conforme projeto, ou seja, a tubulação furou a viga (Figura 78).

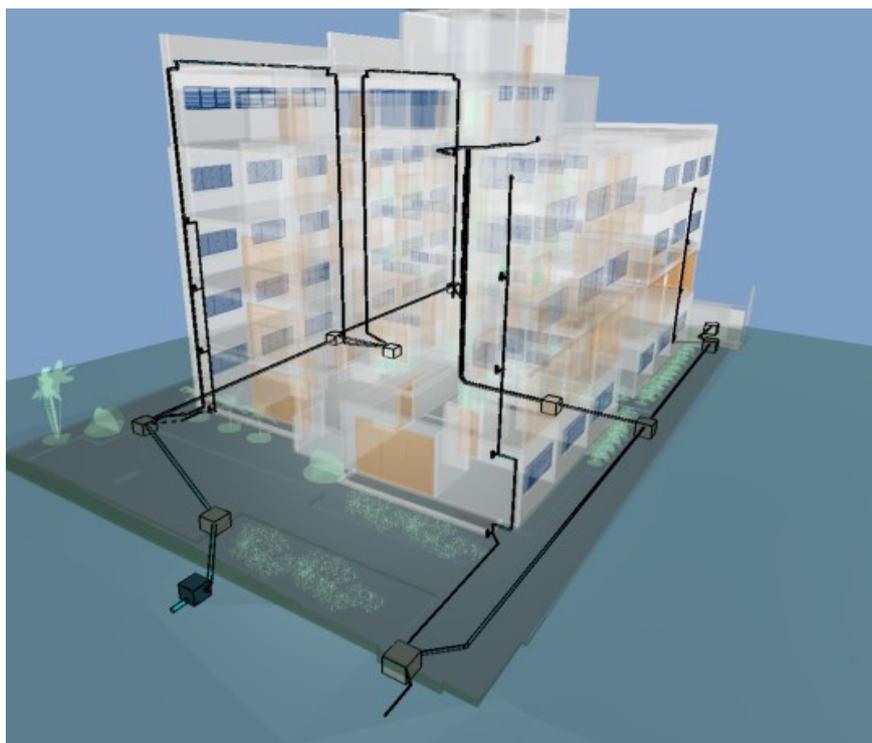
Figura 78- Tubulação interceptando a viga



Fonte: Autora (2023)

Por fim, conectou-se as tubulações às suas respectivas caixas de passagem, caixa de areia e filtro de água de chuva. Na Figura 79 apresentasse o sistema de água pluvial da edificação finalizado.

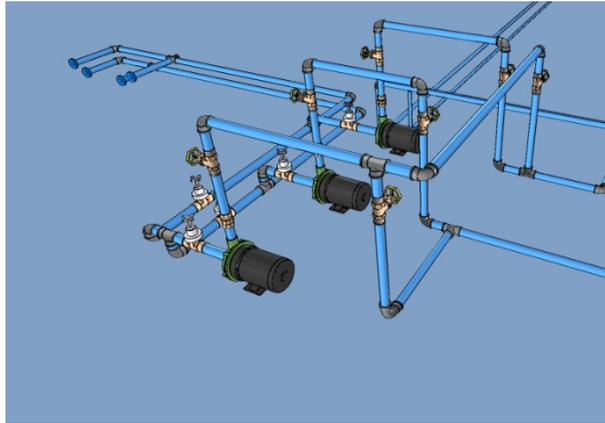
Figura 79- Modelagem do sistema pluvial



Fonte: Autora (2023)

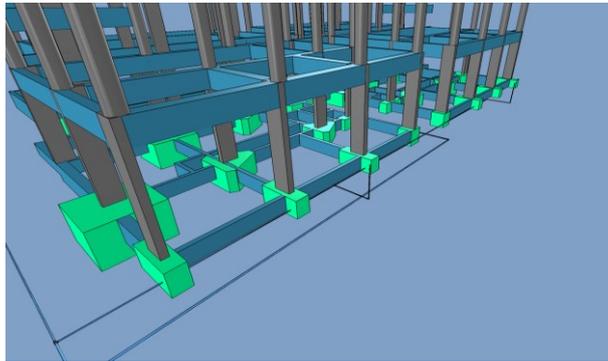
Por fim, realizou-se a modelagem da rede de alimentação da edificação iniciada pela inserção de três bombas de recalque, uma que abastece o bloco A, outra que abastece o Bloco B e uma como reserva para os dois blocos (Figura 80). A rede que abastece o Bloco B passa pelo jardim e sobe até os reservatórios superiores. Ainda, tem-se uma rede originada do hidrômetro do Bloco A para abastecer as torneiras de jardim e os reservatórios inferiores do Bloco B. A tubulação que passa pelo jardim apresentou incompatibilidade com os blocos de fundação (Figura 81), com isso, foi necessário realocá-las para solucionar essa inconsistência (Figura 82). Assim, foi possível finalizar a rede de alimentação (Figura 83). Na Figura 84 tem-se a modelagem do projeto hidrossanitário completa.

Figura 80- Bombas de recalque



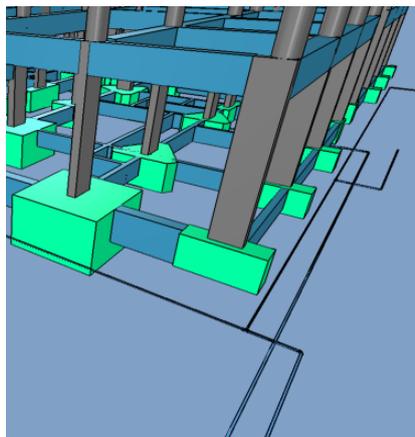
Fonte: Autora (2023)

Figura 81- Incompatibilidade entre a tubulação e blocos de fundação



Fonte: Autora (2023)

Figura 82- Incompatibilidade resolvida



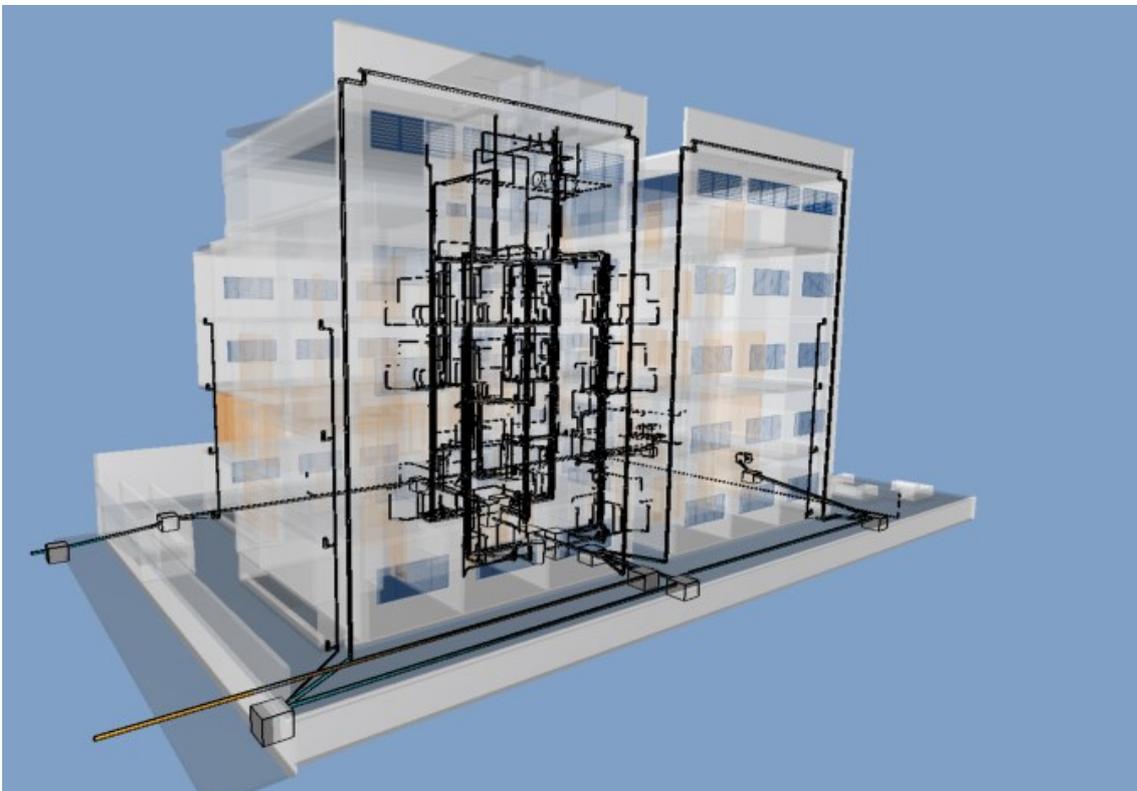
Fonte: Autora ((2023)

Figura 83- Rede de alimentação finalizada



Fonte: Autora (2023)

Figura 84- Modelagem do hidrossanitário

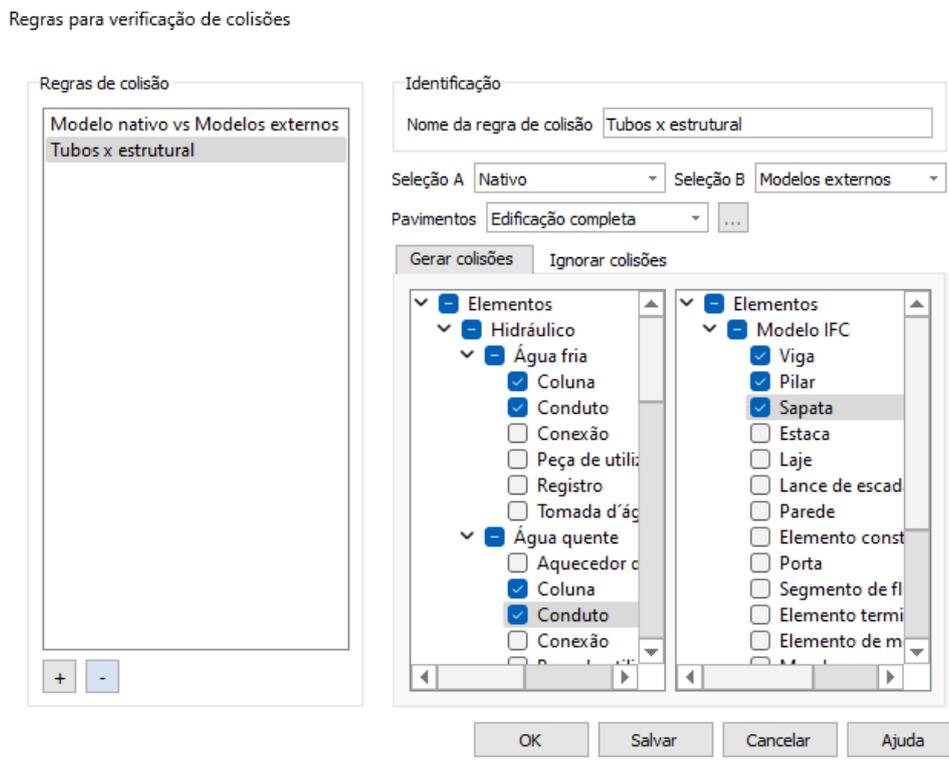


Fonte: Autora (2023)

3.6 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

A compatibilização foi iniciada do anteriormente. Com a finalização das modelagens, iniciou-se o processo de compatibilização formal, por meio da ferramenta “verificar colisões” no *software* QiBuilder e verificou-se as colisões entre as tubulações e os elementos estruturais (Figura 85).

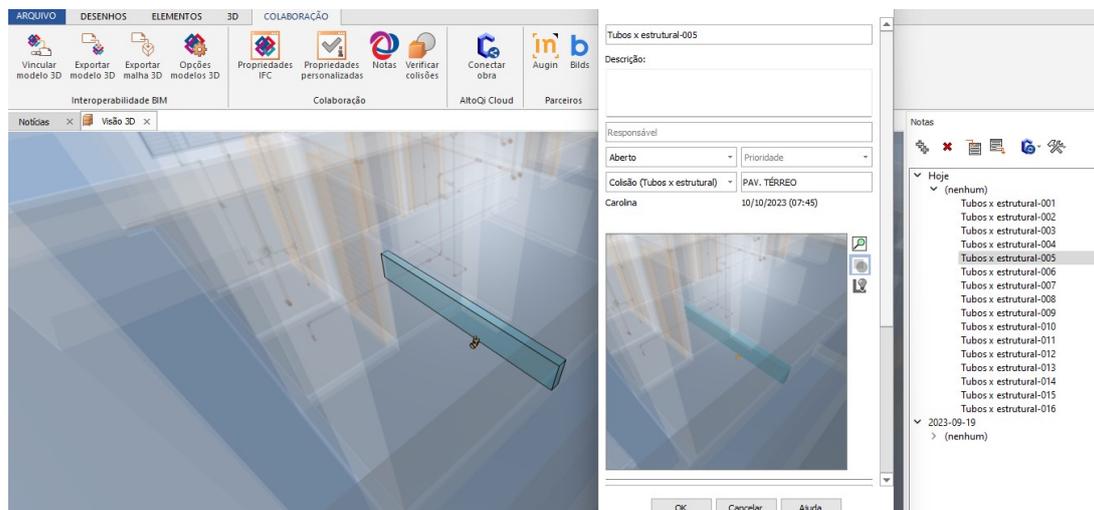
Figura 85- Configurações para verificação de colisões



Fonte: Autora (2023)

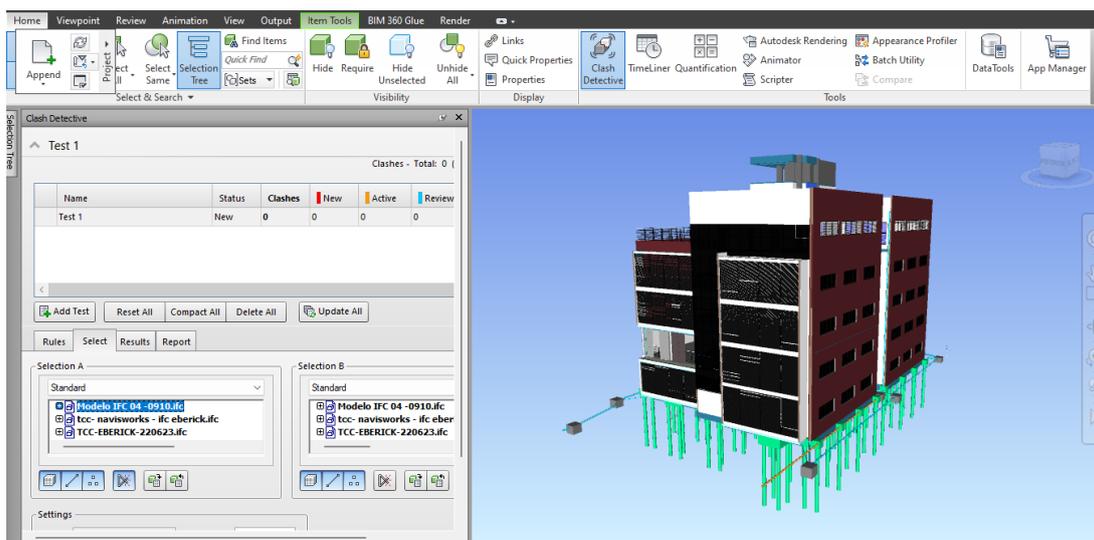
O *software* fornece a lista das colisões para a visualização (Figura 86). Feitas as correções, exportou-se para o *software* Navisworks juntamente com o projeto estrutural e arquitetônico, todos em formato IFC. (Figura 87).

Figura 86- Verificar colisões no QiBuilder



Fonte: Autora (2023)

Figura 87- Modelo Federado

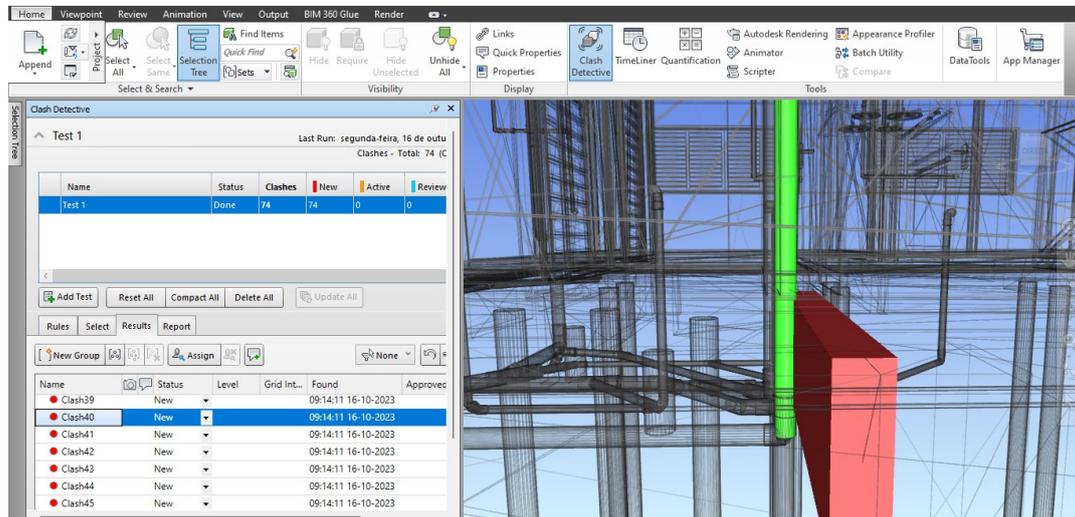


Fonte: Autora (2023)

Com a ferramenta “*clash detective*” foi possível verificar as interferências. Primeiramente, foi verificado entre os elementos estruturais (pilares, vigas e blocos de fundação) e o modelo hidrossanitário e constatou-se 75 incompatibilidades, mesmo após as correções durante o processo de modelagem. Destas, apenas nove eram incompatibilidades de fato, 25 eram as tubulações que, obrigatoriamente, perfuraram as

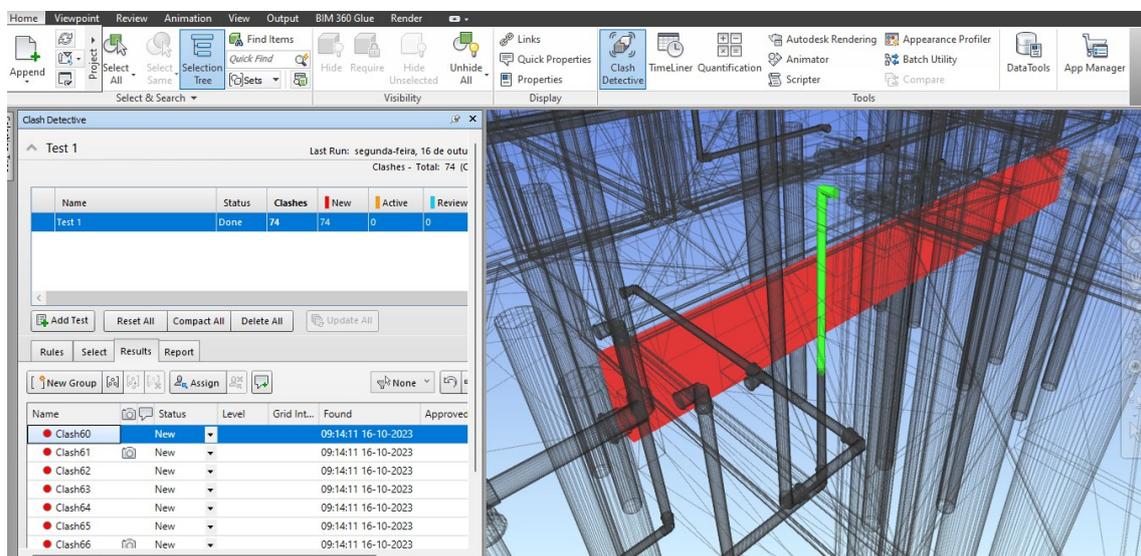
vigas durante a modelagem e o restante eram erros que se repetiam. Nas Figuras 88 e 89 estão apresentados exemplos dessas nove incompatibilidades.

Figura 88 - Incompatibilidade entre viga e tubulação



Fonte: Autora (2023)

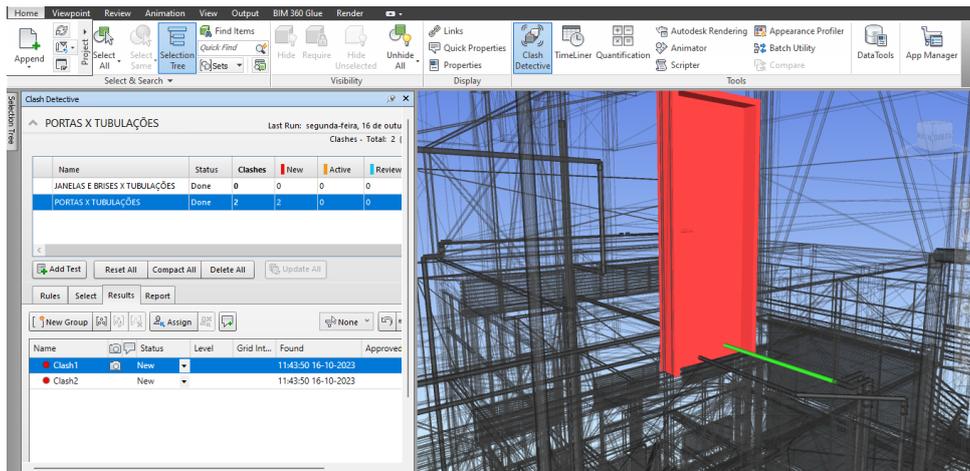
Figura 89- Incompatibilidade entre viga e tubulação



Fonte: Autora (2023)

O próximo teste analisado foi entre esquadrias e tubulações e a única incompatibilidade foi no barrilete (Figura 90). A solução adotada foi desviar as duas tubulações da porta.

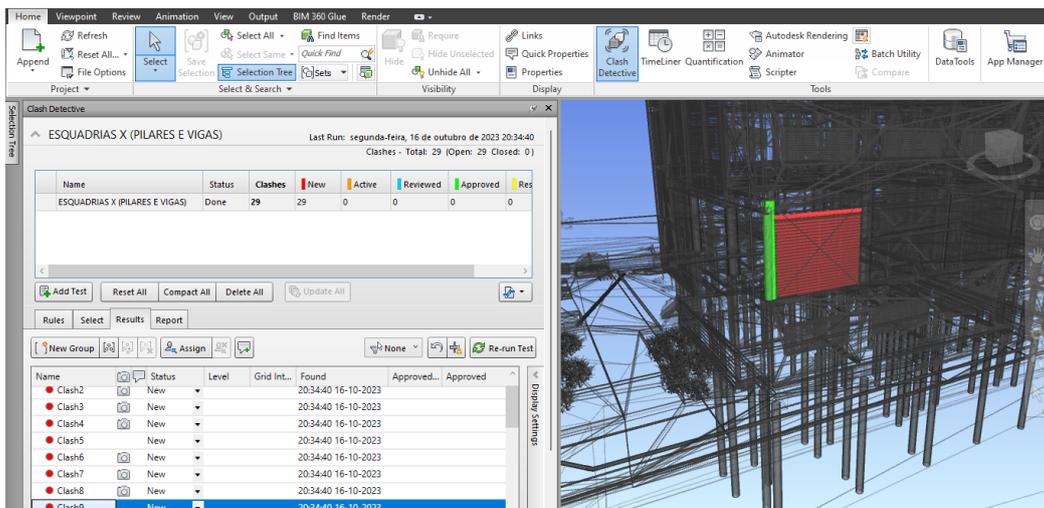
Figura 90 - Incompatibilidade entre esquadria e tubulação



Fonte: Autora (2023)

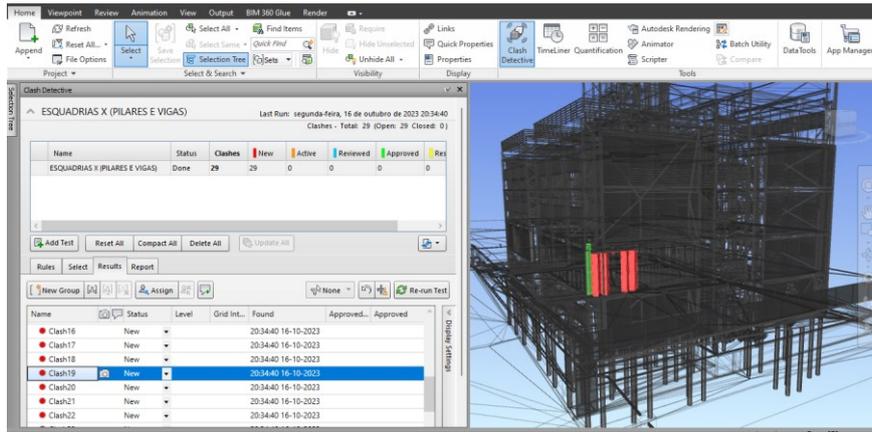
Em por último, foi realizado o teste: esquadrias, pilares e vigas. No primeiro pavimento todos brises e as portas – camarão apresentaram incompatibilidades, pois no projeto arquitetônico foi considerado pilares com o diâmetro de 30cm e no projeto estrutural foi considerado 40cm. Assim, as esquadrias interceptaram os pilares. De 29 incompatibilidades, 17 eram em relação a isso. Nas Figuras 91 e 92 apresenta-se exemplos dessa interferência. As outras 12 incompatibilidades foram: esquadria interferindo na viga (Figura 93), porta interferindo no pilar (Figura 94) e janela interferindo no pilar (Figura 95).

Figura 91- Incompatibilidade entre esquadria e pilar



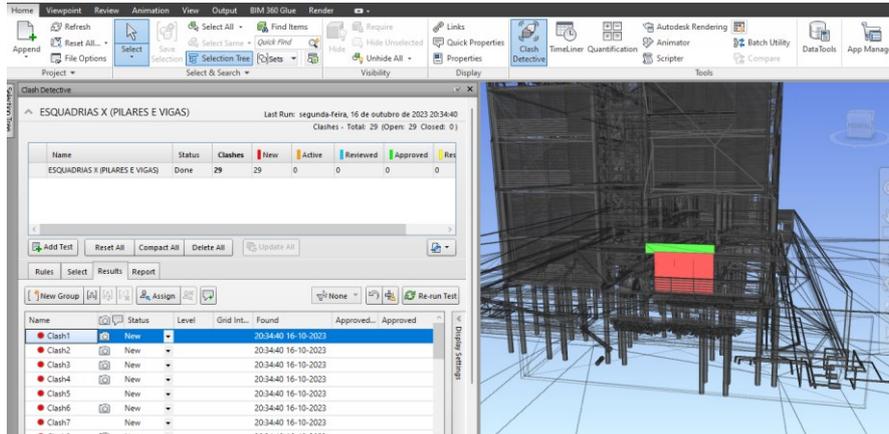
Fonte: Autora (2023)

Figura 92- Incompatibilidade entre esquadria e pilar



Fonte: Autora (2023)

Figura 93- Porta interferindo na viga



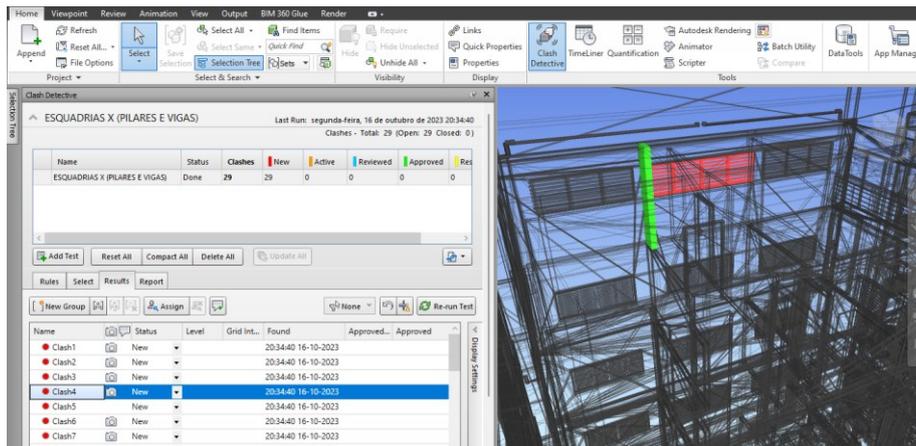
Fonte: Autora (2023)

Figura 94- Porta interferindo no pilar



Fonte: Autora (2023)

Figura 95- Janela colidindo com pilar



Fonte: Autora (2023)

Visto todas as incompatibilidades, foi necessário voltar aos programas de origem para fazer as correções. O *software* Navisworks foi eficiente, uma vez que mesmo com todos os projetos não ocorreu travamentos e as incompatibilidades eram fáceis de serem identificadas. Dessa forma, conclui-se que a utilização de um *software* específico para compatibilização é relevante, além de facilitar o processo pela simplicidade do aplicativo escolhido, permite que as interferências sejam solucionadas antes da execução da obra.

4 CONCLUSÃO

O objetivo desse trabalho era realizar a modelagem “*as is*” da moradia estudantil da Universidade Federal de Uberlândia e aprender os programas em questão, o resultado de ambos foram satisfatórios. A modelagem “*as is*” de uma edificação é diferente de modelar projetos, uma vez que necessita de várias visitas, filmagens e fotos para verificar como a edificação foi executada. Devido à falta de conhecimento dos aplicativos, o seu aprendizado demandou muito tempo e optou-se por usar aqueles que melhor se adequassem ao objetivo final: a modelagem e a compatibilização.

Para o arquitetônico a utilização do *software* Revit foi bem sucedida e nesse caso, a grande dificuldade de realizar a modelagem “*as is*” foi encontrar famílias fidedignas ao projeto arquitetônico base devido ao fato de possuir esquadrias específicas. Na modelagem do projeto estrutural optou-se pelo *software* Eberick pelo fato de importar o modelo tridimensional do projeto arquitetônico para auxiliar na compatibilização entre eles durante o processo de modelagem e nessa etapa, o resultado não foi fidedigno ao projeto pela falta de informações, como as cargas e classe de concreto utilizada. Já para a realização da modelagem hidrossanitária, as dificuldades encontradas foram em relação à falta de informações sobre a altura das tubulações e por meio de verificações *in loco* foi possível finalizar o processo. Além disso, no barrilete o resultado não foi satisfatório devido ao acréscimo de tubulações e a dificuldade de localizar suas origens.

Na compatibilização foi utilizado o *software* Navisworks, que foi eficiente para verificação de interferências. Vale ressaltar que mesmo compatibilizando os projetos durante todo processo, ainda foi possível detectar inconsistências nessa etapa. Este fato demonstra a importância de utilizar programas específicos de compatibilização. Por fim, conclui-se que a troca de desenvolvedoras (Autodesk e AltoQi) durante o trabalho fornece competitividade de mercado, integração dos projetos e profissionais por meio da exportação e importação dos arquivos em formato IFC. Ainda, é possível afirmar que o IFC dos aplicativos utilizados apresentou interoperabilidade eficiente, uma vez que não houve perda de dados nas transferências.

As interferências detectadas durante o trabalho foram originadas da falta de integração entre os projetos e compatibilização entre esses, o que dificultou o processo de modelagem da edificação, uma vez que era necessário verificar *in loco* o que foi

executado, por diversas vezes. As alterações em projeto foram significativas, o que, provavelmente, acarretou atraso na obra e custos adicionais. Dessa forma, com a metodologia BIM, essas inconsistências poderiam ser solucionadas antes da execução da obra, uma vez que essa tecnologia permite a visualização dos modelos tridimensionais e incompatibilidades de forma automatizada durante todo o processo.

Por fim, notou-se que o aprendizado e aplicação da metodologia requer tempo e corrobora com a implementação da metodologia BIM na formação acadêmica. Para isso, deve-se ter incentivo das universidades com disciplinas voltadas na metodologia, além do investimento na infraestrutura computacional, uma vez que necessita de máquinas com maior capacidade para um bom desempenho dos programas. Ademais, para trabalhos futuros, sugere-se a realização da modelagem do projeto elétrico, de incêndio e suas compatibilizações com as demais disciplinas e verificações *in loco*. Ainda, é interessante o avanço no Nível de Informação Necessária (LOIN), como marca e modelo das peças sanitárias, cubas, fechaduras, maçanetas, para que o modelo fique completo para uso e manutenção da instituição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCA *Software*. **As PAS 1192 desaparecem: as normas inglesas sobre o BIM serão incluídas na ISO 19650. 2018.** Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/as-pas-1192-desaparecem-as-normas-inglesas-sobre-o-bim-serao-incluidas-na-iso-19650/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

ACCA *Software*. **ABNT NBR ISO 19650. 2022a.** Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/abnt-nbr-iso-19650-saiba-mais-sobre-a-norma/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

ACCA *Software*. **LOD e LOIN no BIM. 2022b.** Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/lod-e-loin-no-bim-o-que-sao-e-para-que-servem/>. Acesso em: 30 maio 2023.

AIA, American Institute of Architects. **Building Information Modeling Protocol Exhibit – E202. AIA Document E20.** 2008. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 19650-1:** Organização da informação acerca de trabalhos da construção - Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção - Parte 1: Conceitos e princípios. Rio de Janeiro: ABNT, 2022

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 15965-1:** Sistema de classificação da informação da construção - Parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - procedimento.** Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.** Rio de Janeiro, 2019.

ÁVILA, Vinícius. **Compatibilização de projetos na Construção Civil: Estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar.** Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escolha de Engenharia UFMG, 2011.

AZEVEDO, L., MIKAMI, R. **Nível de informação (NI) e sua utilização em modelos BIM para projetos e obras públicas.** Revista Técnico-Científica do CREA-PR, dezembro, 2022. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/924/632>> Acesso em: 17 maio 2023.

BARROS, R., LIBRELOTTO, L. A. **Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de edificações integrada a Modelagem da Informação da Construção (BIM): O uso de ferramentas computacionais como abordagem para o processo de projeto.** ENSUS - Encontro de Sustentabilidade em Projeto – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 03 a 05 de maio de 2017.

CAPIOTTI, Laura. **Vantagem do uso de modelagem BIM 4D e 5D no planejamento e controle da produção aplicado ao setor da construção civil.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

CBIC- Câmara Brasileira da Indústria da Construção Coletânea Implementação do BIM para Construtora e incorporadoras – Building Information Modeling – Volume 1 a 6. Brasília – DF, 2016

CHECCUCCI, E. S. et al. **Colaboração e Interoperabilidade no contexto da Modelagem da Informação da Construção (BIM).** In: XV CONGRESSO SIGRADI. Santa Fé, Argentina, 2011.

COLLABO. **O uso do Bim e a possibilidade de reduzir custos e cumprir prazos.** Publicado em 06 de setembro de 2017. Disponível em: <<https://blog.collabo.com.br/o-uso-do-bim-e-possibilidade-de-reduzir-custos-e-cumprir-prazos/>>. Acesso em: 10 maio 2023.

CTE, Centro de Tecnologia de Edificações. **CTE – Inteligência 360°.** 2012a Disponível em: <http://www.cte.com.br/site/evento_visualizar.php?idEvento=32>. Acesso em: 20 maio 2023

CTE, Centro de Tecnologia de Edificações. **CTE – Inteligência 360°.** 2012b Disponível em :<http://www.cte.com.br/site/evento_visualizar.php?idEvento=35>. Acesso em: 20 maio 2023

MATTOS, Aldo José. **Guia completo: BIM 6D sustentabilidade**, 2019. Disponível em: < <https://utilizandobim.com/blog/bim-6d-sustentabilidade/> >. Acesso em: 01 abr. de 2023.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman Editora LTDA, 2014.

FERREIRA, Bruno. **Aplicação de conceitos BIM à instrumentação de estruturas**. Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construções – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011

FRANÇA, Rovane. *As Built, As Is, As Found*. **MundoGeo**. Disponível em: <https://mundogeo.com/2015/01/15/as-built-as-is-as-found/>. Acesso em: 21 out. 2023.

GONÇALVES, Francisco. **BIM 4D – O planejamento inteligente da obra. O setor eletrônico**. Disponível em: <https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/documentos/fasciculos/BIM_162.pdf >. Acesso em: 07 abr. 2023.

GONÇALVES, Francisco. **Implementação BIM desafios e por onde começar?** Mais Engenharia. Disponível em: < <https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/implantacao-bim-desafios-e-por-onde-comecar> >. Acesso em: 15 maio 2023.

GONÇALVES, Francisco. **Os processo de compatibilização de projetos na construção Civil. Mais Engenharia**. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/os-processos-de-compatibilizacao-de-projetos-na-construcao-civil-e-o-bim/> >. Acesso em: 27 maio 2023.

HOLZER D., BIM's Seven Deadly Sins, *International Journal of Architectural Computing* Vol. 9, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PADRÕES E TECNOLOGIA DOS EUA (NIST). Disponível em: https://www.nist.gov/system/files/documents/el/Schmidt_20120420-final-cib-presentation.pdf. Acesso em: 01 maio 2023.

JACOSKI, Claudio. **Integração e interoperabilidade em projetos de edificações – uma implementação com IFC/XML**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

KHEMLANI, L. The IFC Building Model: A Look Under the Hood. AEC Bytes, 2004.

LONGO, Luis Filipe. **Comparativo entre vinculações de vigas**. Disponível em: <https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/115001285093-Comparativo-entre-vincula%C3%A7%C3%B5es-de-vigas>. Acesso em: 7 jun. 2023

Maciel, A. C. F., Souza Júnior, D.A, & Oliveira, P.H; (2022, set./dez.). **Detecção de incompatibilidades de projetos entre metodologia convencional 2D e BIM: Um estudo comparativo**. Revista de Gestão e projetos – (GeP), 13(3), 97-116.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

NASCIMENTO, Rafael. **Compatibilização de projetos de edificações**. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

OLIVEIRA, V. **Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 24, n. 2, p. 3-12, jul. 2005.

PESTANA, António. **Aplicação de BIM 7d e realidade aumentada em facility management**. 2019. Mestrado em Engenharia Civil – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2019.

Samimpay, R., & Saghatforoush, E. (2020). **Benefits of implementing building information modeling (BIM) in infrastructure projects**. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 10(2), pp.123-140.

SILVA, Iggy. TEIXEIRA, João Vitor. **UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM EM PROJETOS COMPLEMENTARES**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2014.

VIEIRA, Cláudia. **BIM 6D: Sustentabilidade**. Disponível em: <<https://www.eng.com.br/artigo.cfm?id=7427&post=bim-6d:-sustentabilidade>>. Acesso em: 05 maio 2023