

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

RICHARD TOMIO LÔBO KURAMOTO

**ANÁLISE DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL COM AUXÍLIO DE UMA
FERRAMENTA BIM**

CAMPO MOURÃO

2022

RICHARD TOMIO LÔBO KURAMOTO

**ANÁLISE DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL COM AUXÍLIO DE UMA FERRAMENTA
BIM**

**Analysis of project compatibility of a residential building with the help of a BIM
tool**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jucélia Kuchla Vieira
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Vera Lucia Barradas Moreira

CAMPO MOURÃO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

RICHARD TOMIO LÔBO KURAMOTO

**ANÁLISE DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL COM AUXÍLIO DE UMA FERRAMENTA
BIM**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Data de aprovação: 06 de junho de 2022

Jucélia Kuchla Vieira

Doutorado em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Vera Lucia Barradas Moreira

Doutorado em Urbanismo
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Fabiana Goia Rosa de Oliveira

Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Valdomiro Lubachevski Kurta

Mestrado em Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2022

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me dado saúde e forças para superar todos os empecilhos que me deparei ao longo da minha graduação.

Aos meus pais Rosemeire e Ricardo e minha irmã Laura por todo o apoio e compreensão durante esses anos.

À minha professora orientadora, Jucélia Vieira, por todos os ensinamentos durante o decorrer de minha formação e neste momento, pelo suporte, disponibilidade e paciência para a realização deste trabalho.

À minha professora coorientadora, Vera Lucia, por todo o suporte e apoio durante este momento.

A todo o corpo docente por todos os ensinamentos no decorrer de minha formação e que auxiliaram na elaboração deste trabalho.

A Empresa Júnior por me proporcionar experiências que me enriqueceram profissionalmente e pessoalmente.

A todos os meus amigos e amigas, pelos momentos de estudos e de descontração que me agregou imensamente durante todo este período.

Por fim, agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná por me proporcionar a oportunidade de possuir um ensino superior.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso visa apresentar um estudo de caso sobre análise de compatibilização de projetos com uma ferramenta BIM, assunto abordado atualmente no mercado da construção civil e estimulado em universidades e pelo Governo Federal. Desta forma a pesquisa tem como objetivo analisar e compatibilizar os projetos de uma residência unifamiliar, do tipo sobrado, onde os projetos disponibilizados foram o Arquitetônico, Elétrico, Hidrossanitário e Estrutural, em formato 2D. Assim, os projetos primeiramente foram analisados perante as normas técnicas vigentes de cada projeto, e elaborados em uma plataforma que apresenta a metodologia BIM, no caso o Revit®, posteriormente os projetos foram justapostos, e apresentadas todas as incompatibilidades. De modo que a sobreposição destes 4 projetos resultou em 46 incompatibilidades, sendo posteriormente realizadas considerações, de modo a mostrar que estas incongruências impactam diretamente no planejamento e nos recursos de uma construção. Portanto a pesquisa constatou que a falta de compatibilização de projetos pode acarretar diversos problemas, e que o Revit® mostra ser uma eficiente ferramenta para compatibilização de projetos.

Palavras-chave: BIM; projetos; Revit®; compatibilização.

ABSTRACT

The present term paper aims to present a case study on the analysis of projects compatibility with a BIM tool, a subject that is currently discussed in the civil construction market and stimulated in universities and by the Federal Government. In this way, the research has the goal to analyze and compatible the projects of a family residence, of the two-story type, where the available projects were the Architectural, Electric, Hydro-sanitary and Structural, in 2D format. Therefore, the projects were first analyzed according to the current technical standards of each project, and prepared on a platform which presents the BIM methodology, in this case Revit®, posteriorly the projects were juxtaposed, and all incompatibilities were presented. So that the overlap of these 4 projects resulted in 46 incompatibilities, being later made considerations, in order to show that these incongruities directly impact the planning and resources of a construction. For this reason, the research found that the lack of project compatibility can cause several problems, and Revit® proves to be an efficient tool for projects compatibility.

Keywords: BIM; projects; Revit®; compatibility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estruturas de Classes	20
Figura 2 – Integração dos Ambientes BIM	21
Figura 3 – BIM, exemplo de incompatibilização	22
Figura 4 – Diagrama da elaboração de projetos convencionais	23
Figura 5 – Residência unifamiliar de 203,28m ²	24
Figura 6 – Perspectiva da Fachada Frontal.....	25
Figura 7 – Representação parcial do projeto elétrico desenvolvido	26
Figura 8 – Representação parcial do projeto hidrossanitário desenvolvido	26
Figura 9 – Representação parcial do projeto estrutural desenvolvido	27
Figura 10 - Perspectiva Projeto Arquitetônico.....	28
Figura 11 - Perspectiva Projeto Elétrico	29
Figura 12 - Perspectiva Projeto Hidrossanitário.....	30
Figura 13 - Perspectiva Projeto Estrutural	31
Figura 14 – Perspectiva parcial Projeto de Armação.....	32
Figura 15 – Representação escada com suas dimensões (corte).....	34
Figura 16 – Poço de Luz incompatibilidade	34
Figura 17 – Garagem Potência de Iluminação	35
Figura 18 - Previsão de Potência Sala de Jantar	36
Figura 19 - Previsão pontos de tomada, cozinha.....	37
Figura 20 - Tubulação de esgoto do Lavabo.....	38
Figura 21 – Tubulação de esgoto do Banheiro	39
Figura 22 – Incompatibilidade 1 -Pilares com ressalto, planta térreo.....	41
Figura 23 -Incompatibilidade 2 - Pilares com ressalto, planta superior.....	42
Figura 24 - Representação do nível, Projeto Arquitetônico.....	43
Figura 25 - Representação do nível do pavimento superior, Projeto Estrutural.....	44
Figura 26 - Diferença em corte das Lajes.....	44
Figura 27 – Incompatibilidade 3, exposição das lajes e vigas.....	45
Figura 28 – Incompatibilidade 4, representação das Vigas na garagem.....	45
Figura 29 – Incompatibilidade 5, representação das Vigas	46
Figura 30 – Incompatibilidade 6, ressalto na Arquitetura	46
Figura 31 – Incompatibilidade 7, viga transpassando a Porta.....	47
Figura 32 – Incompatibilidade 8, viga transpassando a Churrasqueira	48
Figura 33 - Ausência de representação de Shaft.....	49
Figura 34 - Incompatibilidade 1, tubulações aparentes.....	50
Figura 35 - Incompatibilidade 2, tubulações aparentes.....	50
Figura 36 – Incompatibilidade 6, tubulações aparentes.....	51
Figura 37 - Representação meia parede box.....	51
Figura 38 – Incompatibilidade 3, tubulações aparentes.....	52
Figura 39 - Incompatibilidade 4, tubulações aparentes.....	53
Figura 40 - Incompatibilidade 5, caixa de inspeção divergentes.....	54
Figura 41 - Incompatibilidade 1, interruptor sobre a porta.....	55
Figura 42 - Incompatibilidade 4, Interruptor sobre a janela.....	56
Figura 43 – Incompatibilidade 2, interruptores atrás da porta.....	57
Figura 44 - Incompatibilidade 3, dispositivos elétricos aparentes.....	58
Figura 45 - Incompatibilidade 1, tubulação de água fria transpassando a viga baldrame.....	60
Figura 46 - Incompatibilidade 2, tubulação de esgoto transpassando a viga baldrame.....	60
Figura 47 - Incompatibilidade 3, tubulações de esgoto transpassando a viga baldrame.....	60
Figura 48 - Incompatibilidade 4, tubulação de água pluvial transpassando a viga baldrame.....	61

Figura 49 – Incompatibilidade 5, ralo transpassando a viga baldrame.....	61
Figura 50 - Incompatibilidade 7, tubulação de água fria transpassando a viga baldrame.	62
Figura 51 - Incompatibilidade 8, tubulação de esgoto transpassando a viga baldrame.	62
Figura 52 - Incompatibilidade 9, tubulações de esgoto transpassando a viga baldrame.	63
Figura 53 - Incompatibilidade 11, tubulação de esgoto transpassando a viga.	64
Figura 54 - Incompatibilidade 12, tubulação de esgoto transpassando a viga.	64
Figura 55- Incompatibilidade 13, tubulação de água pluvial transpassando a viga.	65
Figura 56 - Incompatibilidade 14, tubulação de esgoto transpassando a viga.	65
Figura 57 - Incompatibilidade 15, tubulação de esgoto transpassando a viga.	66
Figura 58 - Incompatibilidade 16, tubulação de água pluvial transpassando a viga.	66
Figura 59 - Incompatibilidade 10, tubulação de ventilação transpassando o pilar.....	67
Figura 60 - Incompatibilidade 6, caixa de inspeção transpassando a viga.	68
Figura 61 - Incompatibilidade 1, eletroduto transpassando vigas.....	69
Figura 62 - Incompatibilidade 2, eletroduto traspassando viga.	70
Figura 63 - Incompatibilidade 3, eletroduto traspassando viga.	70
Figura 64 - Incompatibilidade 7, ponto de Luz transpassando a viga.	71
Figura 65 - Incompatibilidade 8, eletrodutos transpassando vigas.....	71
Figura 66 - Incompatibilidade 9, eletrodutos transpassando vigas.....	72
Figura 67 - Incompatibilidade 4, eletroduto transpassando pilar.....	73
Figura 68 - Incompatibilidade 5, eletroduto transpassando pilar.....	73
Figura 69 - Incompatibilidade 6, eletrodutos transpassando pilares.	74
Figura 70 - Incompatibilidade 1, Tubulação Água Fria e Eletroduto na mesma prumada.	75
Figura 71 - Incompatibilidade 2, eletroduto PEAD transpassando Tubulação de Esgoto	76
Figura 72 - Incompatibilidade 3, tubulação de Ventilação transpassando Eletroduto ..	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relatório de incompatibilidade Arquitetônico x Estrutural	40
Quadro 2 - Relatório de incompatibilidade Arquitetônico x Hidrossanitário.....	48
Quadro 3 - Relatório de incompatibilidade Arquitetônico x Elétrico	54
Quadro 4 - Relatório de incompatibilidade Estrutural x Hidrossanitário	58
Quadro 5 - Relatório de incompatibilidade Estrutural x Elétrico.....	68
Quadro 6 - Relatório de incompatibilidade Hidrossanitário x Elétrico.	74
Quadro 7 – Quadro Resumo.....	77

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BIM	Building Information Model
CAD	Computed-Aided Desingn
AEC	Arquitetura, engenharia e construção.
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS.....	13
2.1.	Objetivo geral	13
2.2.	Objetivos específicos.....	13
3.	JUSTIFICATIVA.....	14
4.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
4.1.	Projeto.....	16
4.1.1.	Projeto arquitetônico	16
4.1.2.	Projetos complementares	17
4.2.	BIM e compatibilização de projetos	19
4.2.1.	Tecnologia CAD	20
4.2.2.	BIM - Building Information Modeling	21
4.2.3.	Compatibilização de projetos.....	23
5.	MATERIAIS E MÉTODOS	24
5.1.	Projeto de estudo	24
5.2.	Análise dos projetos	27
5.3.	Representação dos projetos 2D em BIM	27
5.3.1.	Projeto Arquitetônico	28
5.3.2.	Projeto Elétrico	28
5.3.3.	Projeto Hidrossanitário	29
5.3.4.	Projeto Estrutural.....	31
5.4.	Apresentação de incompatibilidades e análise dos dados obtidos	32
6.	RESULTADOS.....	33
6.1.	Análise dos projetos	33
6.1.1.	Projeto Arquitetônico	33
6.1.2.	Projeto Elétrico	35
6.1.3.	Projeto Hidrossanitário	37
6.1.4.	Projeto Estrutural.....	40
6.2.	Incompatibilidades e análises	40
6.2.1.	Arquitetônico x Estrutural	40
6.2.2.	Arquitetônico x Hidrossanitário	48
6.2.3.	Arquitetônico x Elétrico	54

6.2.4.	Estrutural x Hidrossanitário	58
6.2.5.	Estrutural x Elétrico	68
6.2.6.	Hidrossanitário x Elétrico	74
6.3.	QUADRO RESUMO	77
7.	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS	81
	ANEXO A – Projeto Arquitetônico, Planta Baixa - Térreo	85
	ANEXO B – Projeto Arquitetônico, Planta Baixa - Superior	86

1. INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil é um dos setores que possui um grande potencial de crescimento tecnológico e econômico. Por esse motivo o setor da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) é frequentemente discutido melhorias para o aumento de produtividade e qualidade. Dessa forma a metodologia BIM (*Building Information Modeling*) se torna destaque atualmente (JACOSKI; JACOSKI, 2015).

O BIM compreende-se em uma tecnologia de gerenciamento de projeto ao longo de todo o seu ciclo, desta forma a metodologia busca oferecer uma prática de projeto integrada, proporcionando a comunicação entre todas as etapas de projeto (ANDRADE, 2009).

O BIM auxilia significativamente na compatibilização de projetos, ou seja, na análise e interação dos diferentes projetos de engenharia civil e arquitetura com o intuito de prevenir possíveis incongruências que poderiam prejudicar etapas futuras (SOUZA; AMORIM; LYRIO, 2009).

Pode-se afirmar que o BIM está cada vez mais em destaque no setor AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) e no âmbito acadêmico, pois a tecnologia proporciona ganhos expressivos como a prevenção de erros, economia de materiais e otimização de tempo. Além disso o poder executivo já está implementando esta metodologia em obras públicas (CHECCUCCI, 2019).

Diante disso, em 2011 iniciou-se a concepção da primeira norma técnica brasileira relacionada a BIM, a NBR 15965 - Modelagem de Informação da Construção (BIM), com o objetivo de padronizar o repasse de informações, de forma entendível para todas as fases do projeto (ALTOQI, 2020).

Além disso, em 2 de abril de 2020 foi homologado o Decreto 10.306, que tem como objetivo disseminar o uso de BIM em obras públicas (BRASIL, 2020).

Deste modo, o presente projeto de pesquisa busca apresentar a eficiência da tecnologia BIM para análise de interferências, na fase de concepção, entre o projeto arquitetônico e seu complementares, podendo apontar inconsistências entre estes.

2. OBJETIVOS

O presente capítulo visa abordar os objetivos para a realização do Estudo de Caso.

2.1. Objetivo geral

Analisar o projeto arquitetônico e os seus complementares de uma edificação residencial unifamiliar de 230,28m² e com auxílio de uma ferramenta que representa a metodologia BIM, no caso o software Revit® identificar as interferências entre os projetos.

2.2. Objetivos específicos

- Analisar o projeto arquitetônico e os seus complementares, disponibilizados por uma empresa.
- Reproduzir os projetos que estão em plataformas 2D, para uma ferramenta que representa a metodologia BIM, no caso, o Software Revit® versão estudante 2020.
- Unificar os projetos com intuito de identificar erros, utilizando o Revit® com ferramenta de interferência 3D.

3. JUSTIFICATIVA

No setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) é comumente levantado a implantação da tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) para aumento de produtividade e qualidade no desenvolvimento do produto, tecnologia que atualmente aparece como destaque no setor (JACOSKI; JACOSKI, 2015).

A tecnologia BIM é uma metodologia que consiste no gerenciamento do projeto e dos seus dados ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento, no formato digital (PENTTILÄ, 2006).

Para Andrade (2009), o BIM compreende-se em tecnologias e processos que são usados na produção, comunicação e análise dos modelos de construção, com o objetivo de buscar uma prática de projeto integrada, melhorando suas fases, auxiliando na integração das disciplinas entre si e com a construção, reduzindo o tempo e custo.

Deste modo a integração entre os projetos, também chamada de compatibilização de projetos, se torna muito relevante no setor da AEC, e o uso da tecnologia BIM causa uma melhoria significativa nos projetos, com a diminuição de imprecisões entre as disciplinas, e assim, evitar problemas em etapas futuras (SOUZA; AMORIM; LYRIO, 2009).

Neste contexto, segundo Callegari e Barth (2002), a falta de compatibilização entre os projetos pode ocasionar erros na fase de concepção e possivelmente falhas na execução da obra e consequentemente gastos adicionais.

A implementação da tecnologia BIM na construção civil aparece em destaque em vários estudos, mostrando sua importância pela operabilidade 3D, mostrando possíveis incongruências na etapa de concepção de projetos e seus complementares. Desta forma, a tecnologia mostra ganhos representativos em sua fase de concepção e execução, ganhos estes com o tempo e recursos de uma obra (CHECCUCCI, 2019).

No âmbito do poder executivo, a metodologia BIM traz avanços significativos com a publicação do Decreto 10.306 de 2 de abril de 2020, que institui a disseminação do uso de BIM em obras públicas, o que mostra um cenário de adoção da metodologia (BRASIL, 2020).

Entretanto o BIM no âmbito da graduação a implementação apresenta um nível considerado introdutório e intermediário (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013), por

esse motivo o presente estudo contribuirá para a melhor aceitação da metodologia BIM para os acadêmicos.

Com base no exposto anteriormente Lino, Azenha e Lourenço (2012) explicam que a tecnologia BIM deve ser acrescentada a grade do curso de Engenharia Civil, o que mostraria um avanço tecnológico nas ferramentas gráficas, entretanto a iniciativa deve partir dos alunos e com o apoio dos docentes.

Portanto a presente pesquisa busca apresentar a importância da tecnologia no âmbito profissional, uma vez que a sua utilização busca diminuir inconsistências de projeto e redução de custos no setor da AECO, e consequentemente um avanço tecnológico.

No âmbito acadêmico a pesquisa tem como objetivo incentivar os alunos a aprenderem e utilizarem a metodologia em sua formação, visto que o seu ensino está em estágio introdutório, e seu aprendizado trará avanços positivos em sua profissão e consequentemente no mercado da construção civil.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo visa apresentar trabalhos científicos no setor de projetos para o auxílio e realização do Estudo de Caso. Desta forma o presente tópico abrangerá sobre o projeto arquitetônico e seus complementares, e por fim explanará sobre as tecnologias CAD e BIM conjuntamente com o termo Compatibilização de Projetos.

4.1. Projeto

De acordo com a NBR ISO 9000 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015a), projeto compreende-se em um conjunto de etapas controladas e coordenadas, com início e fim, desenvolvido com o intuito de alcançar um objetivo, analisando as limitações de prazo, custos e recursos.

Segundo a NBR 16636-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p.11) projeto é uma:

representação do conjunto dos elementos conceituais, desenvolvida e elaborada por profissional habilitado, necessária à materialização de uma ideia, realizada por meio de princípios técnicos e científicos, visando à consecução de um objetivo ou meta, adequando-se aos recursos disponíveis, leis, regramentos locais e às alternativas que conduzam à viabilidade da decisão.

4.1.1. Projeto arquitetônico

Rauber e Rizzatti (2005), afirmam que o projeto arquitetônico representa a “espinha dorsal” de uma edificação, pois todos os seus complementares são desenvolvidos a partir deste projeto, o que lhe concede uma elevada importância. O desenvolvimento do projeto arquitetônico contempla todos os aspectos técnicos envolvidos na construção respeitando diversos fatores, entre eles a legislação vigente, normalização, recomendações técnicas, limitações orçamentárias, durabilidade dos materiais, dificuldades de manutenção e reposição.

Conforme a NBR 16636-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p.11), o projeto arquitetônico é uma:

representação do conjunto dos elementos conceituais, concebida, desenvolvida e elaborada por profissional habilitado, necessária à materialização de uma ideia arquitetônica, realizada por meio de princípios técnicos e científicos, visando à consecução de um objetivo ou meta,

adequando-se aos recursos disponíveis, leis, regramentos locais e às alternativas que conduzam à viabilidade da decisão.

4.1.2. Projetos complementares

Para Buss, Carneiro e Lédo (2020) os complementares são projetos técnicos que visam complementar o arquitetônico, portanto os projetos devem se relacionar, para o melhor desempenho futuro.

(a) Projeto elétrico

Segundo Lima Filho (2011), o projeto elétrico tem o intuito de garantir a transferência de energia desde a rede de distribuição da concessionária até os pontos de utilização (pontos de luz, tomadas, motores etc.), deste modo o projeto deve ser elaborado, observando as normas técnicas vigentes.

A norma vigente para projetos de instalações elétricas é a NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, p.1) e tem como objetivo estabelecer “as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.”

(b) Projeto água fria

A NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p.8), estabelece que o sistema predial de água fria é o “conjunto de tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes destinado a conduzir água fria da fonte de abastecimento aos pontos de utilização mantendo o padrão de potabilidade.”

(c) Projeto água quente

De acordo com a norma NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p.8), o sistema predial de água quente é o:

conjunto de tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes destinado a produzir, eventualmente armazenar, e a conduzir água quente da fonte geradora aos pontos de utilização mantendo o padrão de potabilidade.

(d) Projeto esgoto sanitário

Segundo a Norma NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.3), sistema predial de esgoto sanitário é o “conjunto de tubulações e acessórios destinados a coletar e transportar o esgoto sanitário, garantir o encaminhamento dos gases para a atmosfera e evitar o encaminhamento dos mesmos para os ambientes sanitários.”

(e) Projeto águas pluviais

Santos (2018) afirma que o sistema de águas pluviais necessita ser projetado e executado de forma correta para garantir que a água pluvial que precipite sobre as edificações e seja conduzida para um local adequado.

A norma vigente para projetos de águas pluviais é a NBR 10844 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989, p.1) e tem como objetivo: “fixar exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia”.

(f) Projeto estrutural

De acordo com Corrêa (1991, apud PIEROTTO; YU, 2019, p. 20):

todo edifício para que possa cumprir a função a que se destina deve possuir uma forma matéria. A manutenção dessa forma só é possível se alguma das partes do edifício tiverem, capacidade resistente. Esse conjunto é usualmente denominado estrutura ou sistema estrutural. Sem a estrutural não há como a arquitetura se exprimir.

Para o desenvolvimento de projetos estruturais são utilizadas normas de acordo com seu material, suas utilizações e solicitações

- NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto — Procedimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014)
- NBR 6120 - Ações para o cálculo de estruturas de edificações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019a)
- NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b)

- NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013)
- NBR 6122 - Projeto e execução de fundações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019b)
- entre outras;

4.2. BIM e compatibilização de projetos

No contexto atual o mercado da construção civil brasileira, mais precisamente no setor de projetos, encontra-se uma demanda elevada, em contrapartida há poucos profissionais capacitados para toda esta demanda, ocasionando uma série de falhas de compatibilização e que pode persistir nas etapas futuras (MARSICO *et al.*, 2017).

Diante disso o BIM (*Building Information Modeling*) é uma das ferramentas que busca suprir esta necessidade de estruturação e planejamento nas fases de construção e projetos (MARSICO *et al.*, 2017).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas com o objetivo de padronizar e classificar todas as informações do projeto em todas suas etapas, criou a ABNT NBR 15965 - Modelagem de Informação da Construção (BIM) (AltoQI, 2020).

A NBR 15965-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011), tem como objetivo normalizar uma classificação para todos os projetos e etapas da construção civil, facilitando a comunicação e a interoperabilidade entre todos os sistemas, e apresenta uma tabela com todas as terminologias e classificações divididas em grupos.

Figura 1 – Estruturas de Classes

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

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2011, p. 5).

4.2.1. Tecnologia CAD

A tecnologia CAD (*Computer Aided Design*) foi desenvolvida por volta da década de 70, e seu objetivo inicial era ser um editor gráfico computacional para o ramo acadêmico. Porém em seguida foi implementado na construção civil como um software de modelagem 2D e 3D, cujas suas aplicações eram para o desenvolvimento de projetos, o que na época foi uma grande revolução no setor de engenharia (AMARAL; PINA FILHO, 2010).

Em 1982 o software AutoCAD® desenvolvido pela empresa Autodesk Inc. teve sua primeira versão lançada, um software de modelagem 2D e 3D, cujas suas aplicações eram diversificadas. Vale ressaltar que a ferramenta é muito utilizada em disciplinas acadêmicas que envolve desenho técnico (AMARAL; PINA FILHO, 2010).

De acordo Ayres Filho e Scherer (2008, apud PIEROTTO; YU 2019), a tecnologia CAD foi um grande avanço no processo de desenvolvimento e representação de desenhos técnicos e consequentemente projetos, que antes eram feitas à base de nanquim e atualmente em arquivos digitais.

4.2.2. BIM - Building Information Modeling

A tecnologia BIM, de acordo com Ruschel *et al.* (2013), consiste em um conjunto de processos e tecnologias para gerenciar a essência do projeto, construção e operação de uma edificação em formato digital, e em todo o ciclo de vida da edificação.

A tecnologia BIM, de acordo com Menezes (2011), não é um simples software de modelagem, e sim uma filosofia de trabalho que integra não apenas os projetos e suas disciplinas, mas sim todos os profissionais da AEC como engenheiros, arquitetos e construtores e seus recursos dentro de uma edificação.

Figura 2 – Integração dos Ambientes BIM



Fonte: Total Construção (2019, online).

O BIM compreende-se como um conjunto de tecnologias computacionais e métodos de trabalho que tem o objetivo de representar completamente a edificação e consequentemente dar o suporte a todos os profissionais da AECO, durante todo o ciclo de vida da edificação (CHECCUCCI, 2019).

Desta forma a compatibilização dos projetos, que anteriormente era baseada em uma representação bidimensional (2D) em uma ferramenta CAD, agora com a utilização da Tecnologia BIM é realizada por modelos 3D com inúmeras informações, que auxiliam na representação, quantificação e simulação de toda a edificação (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013).

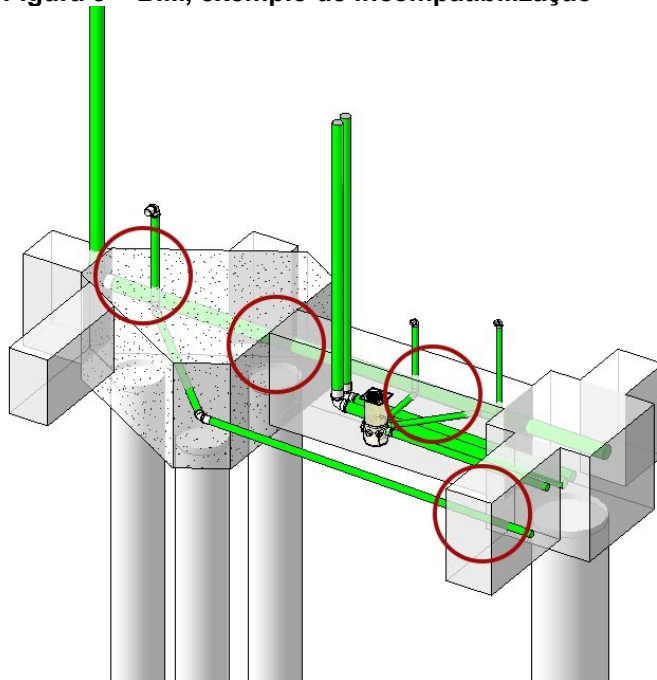
Para Tse e Wong (2005, apud CRESPO; RUSCHEL, 2007, p.3), para a melhor utilização da metodologia deve-se seguir um dos três caminhos:

1. Implantar módulos adicionais dos projetos complementares ao projeto arquitetônico na mesma plataforma.
2. Exportação do módulo arquitetônico como arquivo de dados em um padrão aberto, o qual pode ser importado pelos colaboradores do projeto e utilizado em suas aplicações específicas.
3. Desenvolver aplicações específicas através de *Application Programming Interface* – (API) que depende da permissão dada pelo representante BIM e da acessibilidade das propriedades dos objetos.

Com base no exposto anteriormente a implementação da tecnologia BIM mostra um resultado positivo em relação a interferências e incompatibilidades de projetos, o que oferece um ganho significativo de tempo e evitando problemas futuros. (SOUZA; AMORIM; LYRIO, 2009)

Por consequência da implementação da tecnologia BIM fica explícito a rápida identificação de riscos e incompatibilidades de projetos, gerando ganho de tempo. Benefícios estes relacionados na comunicação (GUTH *et al.*, 2018).

Figura 3 – BIM, exemplo de incompatibilização



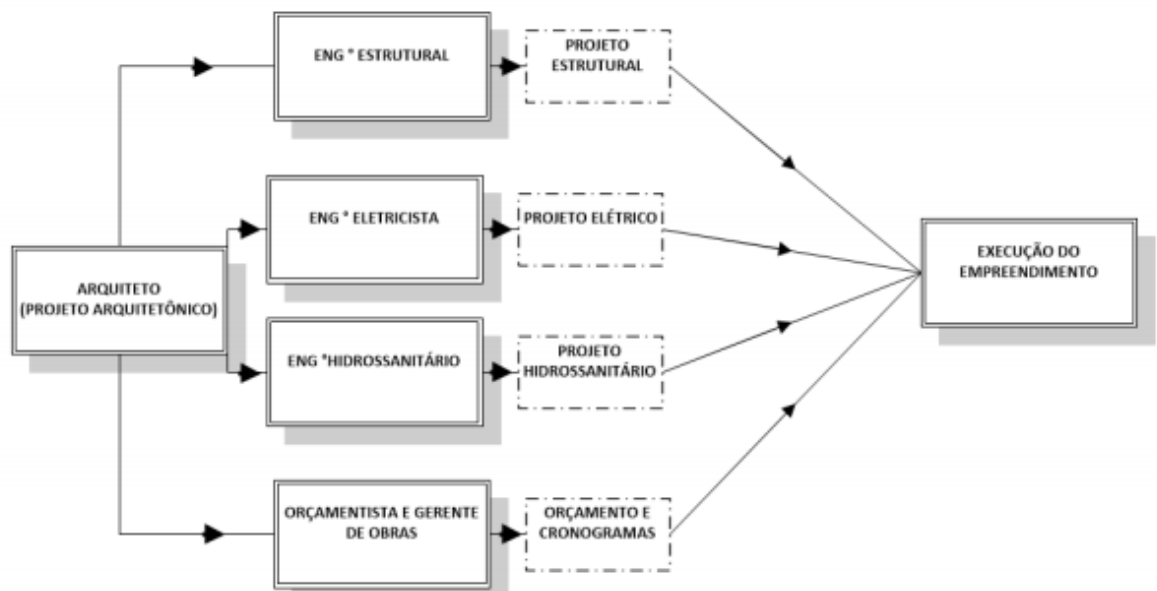
Fonte: Portobello Engenharia (2020, online).

Dentro deste contexto apresentado, a adoção BIM se torna bastante relevante no mercado da construção civil, além disso a publicação do Decreto 10.306 de 2 de abril de 2020, cujo seu objetivo é estabelecer a utilização do BIM em obras públicas, torna o cenário da construção civil mais adepto a esta tecnologia (BRASIL, 2020).

4.2.3. Compatibilização de projetos

De acordo com Silva e Comparim (2016), com o grande aquecimento do setor da construção civil, muitos escritórios utilizam a metodologia convencional, no qual o projeto arquitetônico é o primeiro a ser realizado e consequentemente os seus complementares são desenvolvidos. Desta maneira a comunicação entre os profissionais é muito restrita, o que traz problemas no detalhamento destes projetos.

Figura 4 – Diagrama da elaboração de projetos convencionais



Fonte: Silva e Comparim (2016, p. 18).

Para Nascimento (2014) a falta de compatibilização acontece frequentemente na Construção Civil, o que pode ocasionar problemas como a perda de materiais, tempo e recursos, em que sua maioria poderia ser evitada com uma boa Compatibilização de Projetos.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

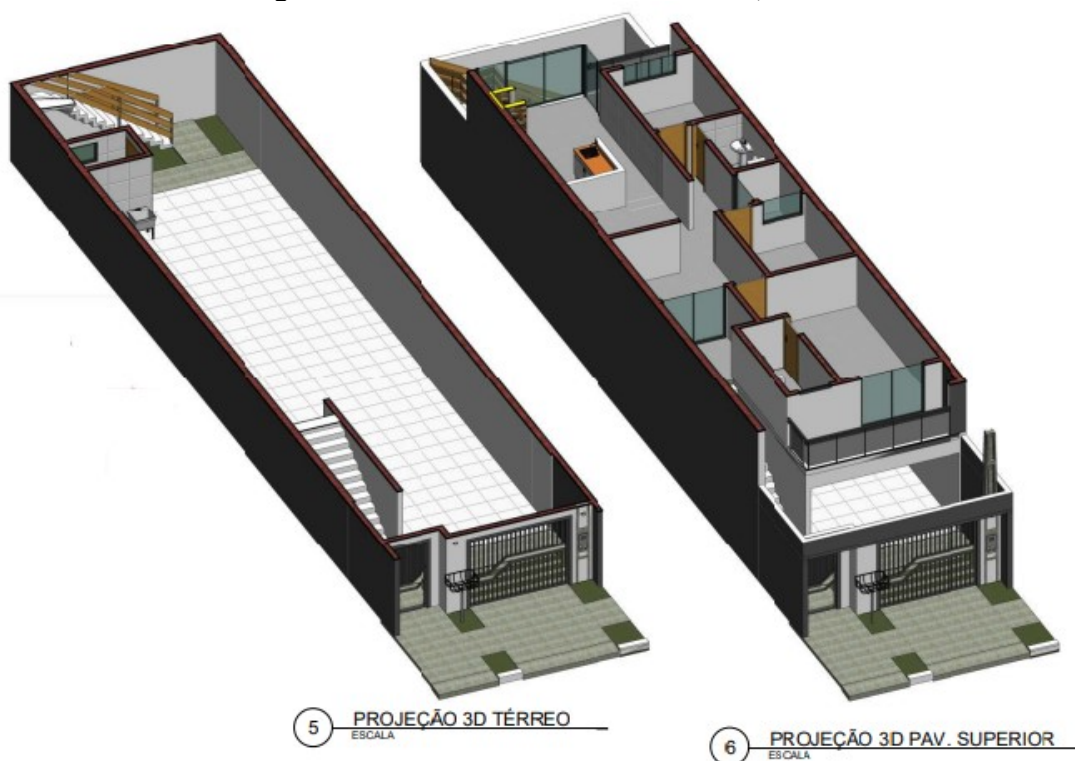
O presente capítulo visa apresentar os procedimentos para a realização da pesquisa.

5.1. Projeto de estudo

O projeto escolhido para o desenvolvimento desta pesquisa foi disponibilizado por uma empresa, denominada de agora em diante como Empresa A, cujo seu ramo encontra-se no desenvolvimento de projetos de engenharia civil. Por motivos éticos o nome da empresa e do responsável técnico permanecerá em sigilo, contudo ambos autorizaram a utilização da análise dos projetos para fins acadêmicos.

A edificação consiste em uma residência unifamiliar de 230,28m² no estilo sobrado, e está localizada na cidade de Campo Mourão – PR e seu lote possui 150m² (Anexos A e B).

Figura 5 – Residência unifamiliar de 203,28m²



Fonte: Projeto A (2021, p.1).

Os projetos disponibilizados para este estudo de caso foram:

(a) Projeto arquitetônico

O projeto arquitetônico foi desenvolvido através da plataforma Revit®, logo não será necessária a etapa de reprodução, visto que o projeto já está no formato desejado.

Figura 6 – Perspectiva da Fachada Frontal

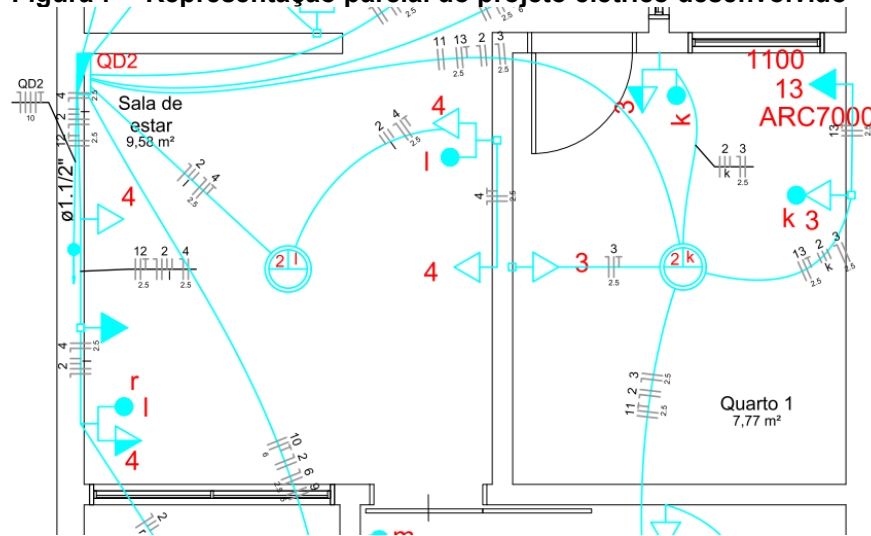


Fonte: Projeto A (2021, p.1).

(b) Projeto elétrico

O projeto elétrico da edificação foi desenvolvido em duas plataformas, a primeira foi o Lumine V4® da AltoQi, software este que realiza todos os quantitativos e dimensionamentos, e a segunda plataforma o Autocad® para pequenas edições de representação. Entretanto ambos os programas não têm a operabilidade 3D e a interação BIM, deste modo foi necessário e realizado a reprodução deste projeto no software Revit®.

Figura 7 – Representação parcial do projeto elétrico desenvolvido

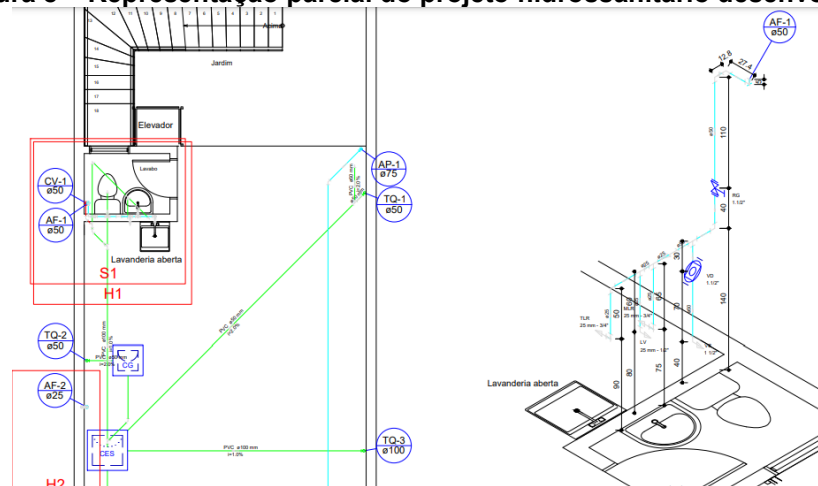


Fonte: Projeto B (2021, p.1).

(c) Projeto hidrossanitário

O desenvolvimento deste projeto se deu através de duas plataformas a primeira foi o Hydros V4[®] da AltoQi, software este que realiza todos os quantitativos e dimensionamentos, e a segunda plataforma o Autocad[®] para pequenas edições de representação. Entretanto mesmo que apresente isométricos, o projeto não apresenta operabilidade 3D e a interação BIM, deste modo foi necessária a construção deste projeto no programa Revit[®].

Figura 8 – Representação parcial do projeto hidrossanitário desenvolvido



Fonte: Projeto C (2021, p.1).

5.3.1. Projeto Arquitetônico

O Projeto Arquitetônico disponibilizado pela Empresa A, encontrava-se em um arquivo em formato 3D, no caso o software Revit® 2020, plataforma esta utilizada para a realização desta pesquisa, deste modo não foi necessária a etapa de modelagem deste projeto.

Figura 10 - Perspectiva Projeto Arquitetônico



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021).

5.3.2. Projeto Elétrico

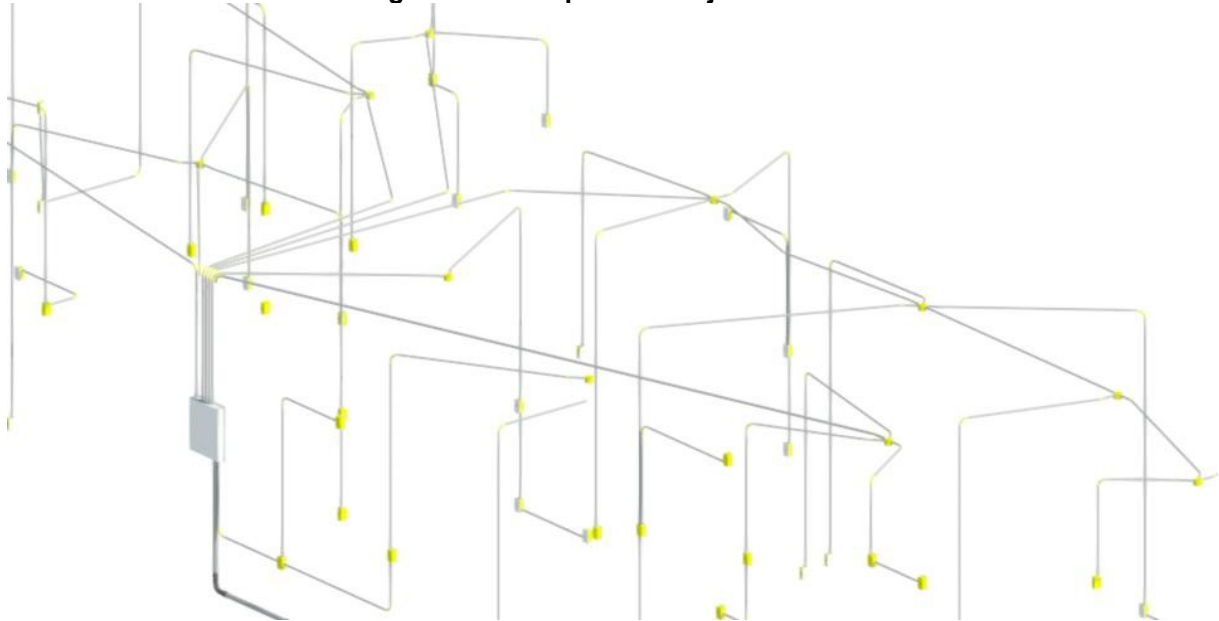
O projeto elétrico desenvolvido e disponibilizado pela Empresa A apresentava-se em formato DWG (AutoCad®), neste caso, o projeto precisou ser modelado no Revit®. Inicialmente o projeto em 2D fora exportado para a plataforma Revit®, em que se prossegue com a modelagem em 3D.

Para o desenvolvimento desta etapa levou-se em consideração algumas interpretações para o projeto, como:

- Os pontos de Iluminação foram locados na laje, devido a não implementação de forro no Projeto Arquitetônico e pela inexistência desta informação no Projeto Elétrico.

- Altura dos elementos, devido ao projeto estar em um formato em 2D, verificou-se a dificuldade de identificar alturas de alguns elementos, como as arandelas de parede e dos eletrodutos terrestres.

Figura 11 - Perspectiva Projeto Elétrico



Fonte: Adaptado de Projeto B (2021).

5.3.3. Projeto Hidrossanitário

O Projeto Hidrossanitário contemplado pelos projetos Hidráulico, Sanitário e Pluvial desenvolvido e disponibilizado pela Empresa A apresentava-se em formato DWG (Autocad®), com isso a modelagem em formato 3D prosseguiu-se da mesma forma do Projeto Elétrico, onde se desenvolveu-se a modelagem com a exportação do projeto no software Revit®.

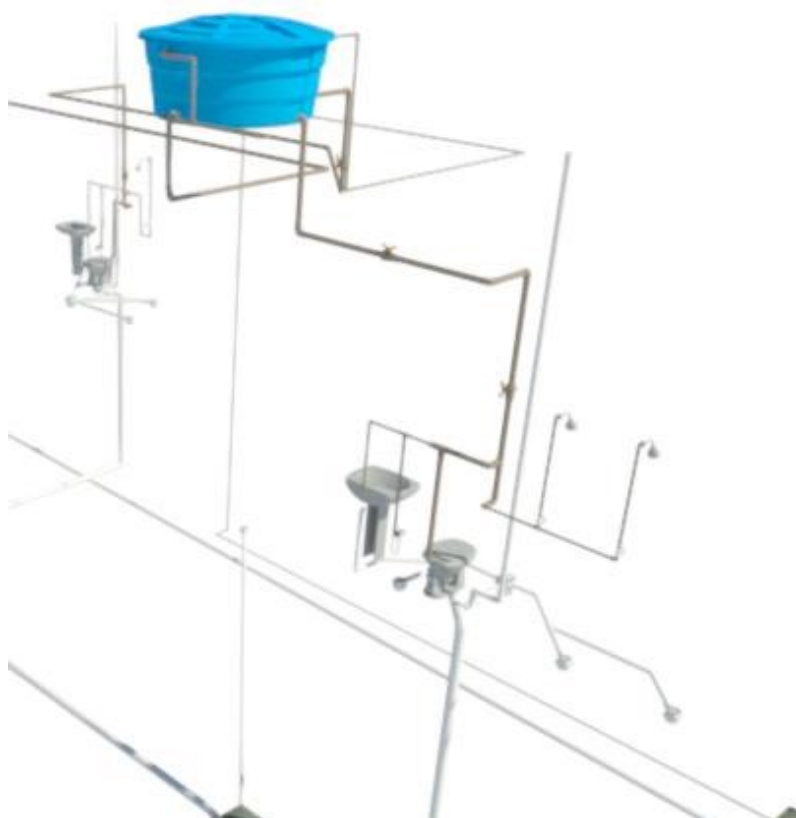
Contemplado por três disciplinas o projeto hidrossanitário fora desenvolvido em etapas, para que não fossem perdidas informações, e prosseguiu-se com a elaboração do Projeto Hidráulico, posteriormente o Projeto Pluvial e por fim, o Projeto Sanitário.

O Projeto Hidráulico fora apresentado com detalhamento isométrico, o que auxiliou a modelagem do projeto, visto que estes detalhamentos apresentavam cotas de altura. Diferentemente dos Projetos Sanitário e Pluvial, que não continham tal detalhamento, de forma que dificultou a interpretação de profundidade dos elementos

e tubulações, por consequência disto foram feitas algumas considerações para o desenvolvimento de modelagem, como:

- Inclinações das tubulações: devido ao projeto Sanitário e Pluvial apresentarem apenas o plano 2D, houve a dificuldade de representar os encaixes das peças, assim algumas alterações de inclinação nas tubulações foram realizadas para que fossem feitos os encaixes, porém respeitando a norma NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999).
- Altura de peças e tubulações: devido ao projeto estar em um formato em 2D, com ressalva do projeto Hidráulico que possui detalhes isométricos, verificou-se a dificuldade de identificar alturas de alguns elementos, assim foram feitos os encaixes e inclinações de acordo com a norma NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999).

Figura 12 - Perspectiva Projeto Hidrossanitário



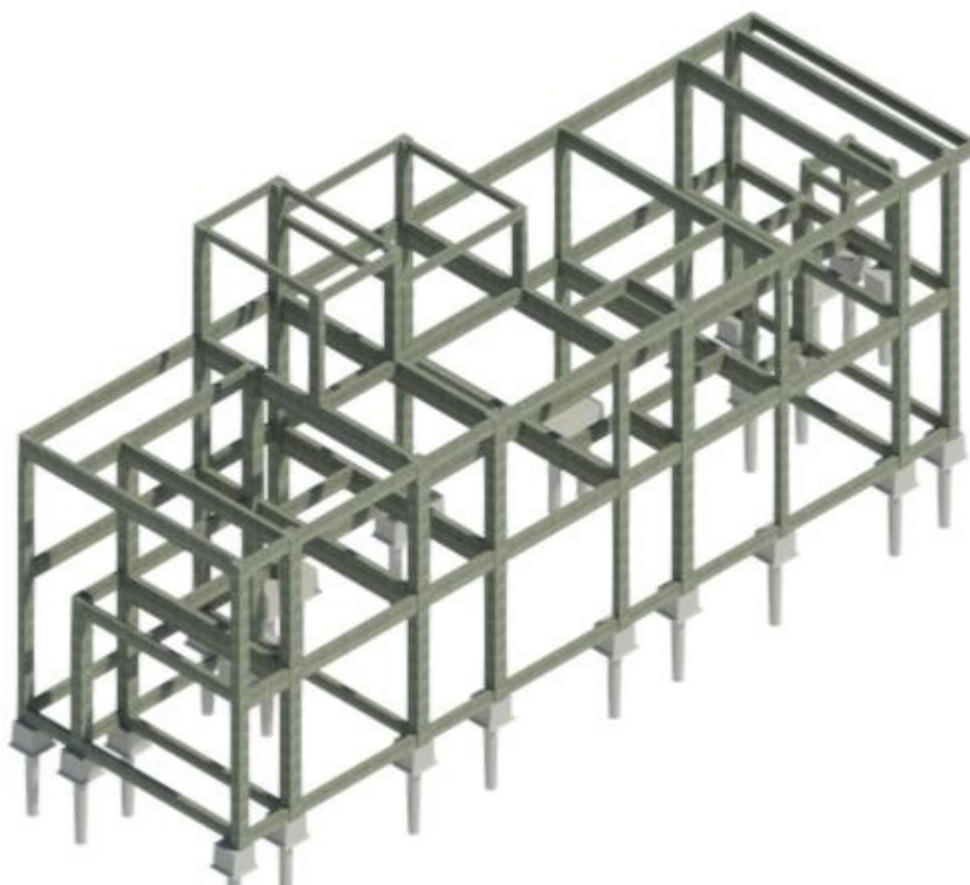
Fonte: Adaptado de Projeto C (2021).

5.3.4. Projeto Estrutural

Disponibilizado pela Empresa A, o Projeto Estrutural encontrava-se apenas em formato PDF, entretanto a plataforma utilizada para modelagem dos projetos possui a funcionalidade de exportação em formato PDF. Deste modo a modelagem do Projeto Estrutural prosseguiu de forma semelhante aos projetos anteriores, em que fora exportado o projeto em PDF para o Revit® e continuou-se com a modelagem em 3D.

O Projeto Estrutural apresentava plantas com os níveis bem detalhados, o que auxiliou o desenvolvimento do projeto.

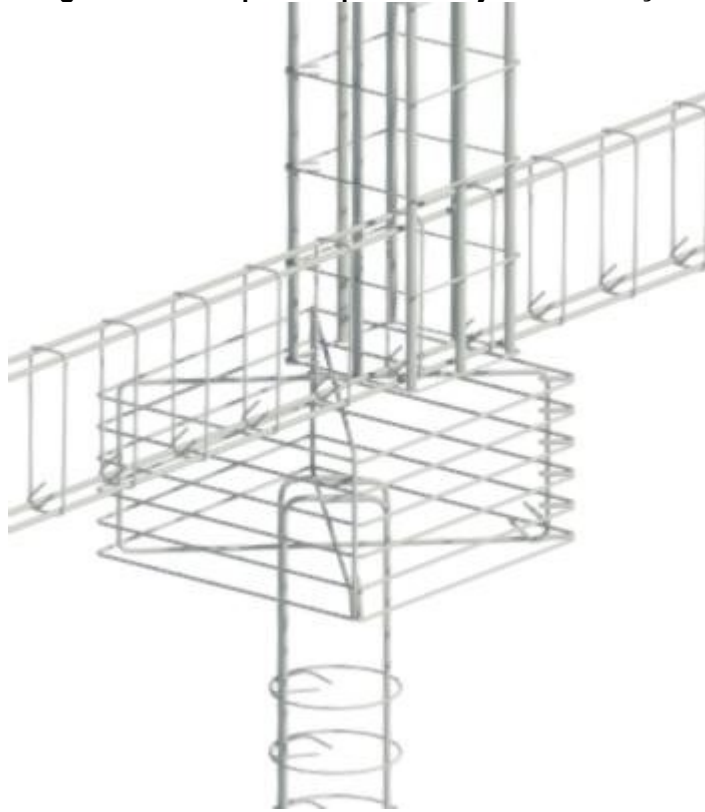
Figura 13 - Perspectiva Projeto Estrutural



Fonte: Adaptado de Projeto D (2021).

Além disso foi possível realizar a modelagem das armaduras devido ao detalhamento disponibilizado, com o intuito de realizar uma modelagem com mais detalhes e que pudesse auxiliar na etapa de compatibilização.

Figura 14 – Perspectiva parcial Projeto de Armação



Fonte: Adaptado de Projeto D (2021).

5.4. Apresentação de incompatibilidades e análise dos dados obtidos

O software Revit® possui a funcionalidade de sobrepor os projetos e indicar as incompatibilidades entre eles. Desta maneira seguiu-se com a sobreposição destes projetos em pares, totalizando seis pares de combinações:

- ARQxEST (Arquitetura x Estrutural);
- ARQxHID (Arquitetura x Hidrossanitário);
- ARQxELE (Arquitetura x Elétrico);
- ESTxHID (Estrutural x Hidrossanitário);
- ESTxELE (Estrutural x Elétrico);
- HIDxELE (Hidrossanitário x Elétrico);

Posteriormente, estas incompatibilidades serão apresentadas com imagens e ressalvas sobre cada uma.

6. RESULTADOS

O presente capítulo tem como objetivo apresentar todos os resultados obtidos nas etapas de análise dos projetos e de incompatibilidades obtidas na compatibilização dos projetos.

6.1. Análise dos projetos

Com os projetos fornecidos (Arquitetônico, Elétrico, Hidrossanitário e Estrutural) pela empresa A, foram realizadas análises perante a norma pertinente a cada projeto, resultando nas seguintes inconsistências e/ou inconformidades com a norma.

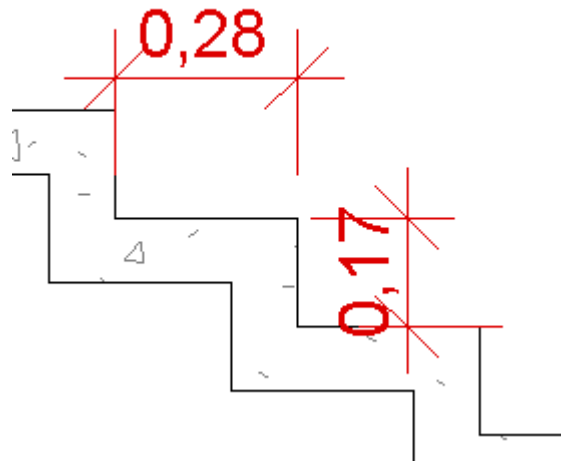
6.1.1. Projeto Arquitetônico

Analizando o projeto arquitetônico foram encontradas algumas inconformidades perante a norma que serão apresentadas a seguir:

- **Escada - Fórmula de Blondel:** De acordo com a norma NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015b, p.62) e Lei Complementar Nº 60 (Prefeitura de Campo Mourão, 2019, p.18), as dimensões da escada ou dos degraus devem atender as seguintes condições:
 - “- $0,63\text{ m} \leq p + 2e \leq 0,65\text{ m}$,
 - Pisos (p): $0,28\text{ m} \leq p \leq 0,32\text{ m}$ e
 - Espelhos (e): $0,16\text{ m} \leq e \leq 0,18\text{ m}$ ”

Analizando o projeto arquitetônico a escada apresenta o espelho (e) com 0,17m e com piso (p) de 0,28m. Porém quando aplicado a formula de Blondel o resultado é 0,62m, inferior ao que está expresso no intervalo da fórmula ($0,63\text{ m} \leq p + 2e \leq 0,65\text{ m}$). Desta forma aumentando o espelho (e) para 0,18m a fórmula de Blondel seria atendida.

Figura 15 – Representação escada com suas dimensões (corte)

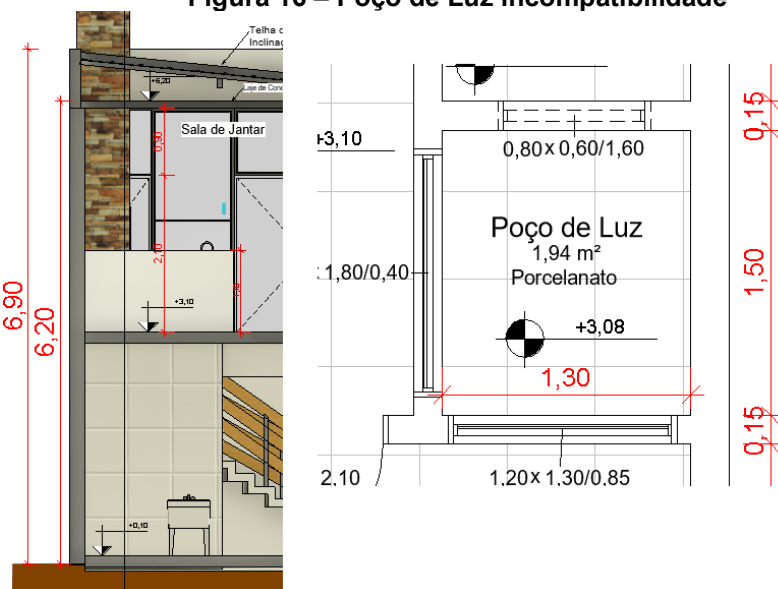


Fonte: Projeto A (2021, p.1).

- **Poço de luz:** De acordo com a Lei Complementar N° 60 (Prefeitura de Campo Mourão, 2019, p.19), os poços de iluminação e ventilação em edificações com altura da edificação, do piso até a face externa da última laje ou forro, entre 6,00m até 9,00 metros devem ter 1,50m em seu menor lado e 4,50 metros quadrados de área no mínimo.

O poço apresentado no projeto possui 1,30m em seu menor lado e área de 1,94m², porém a altura da edificação possui 6,20m, o que apresenta uma incompatibilidade perante a norma.

Figura 16 – Poço de Luz incompatibilidade



Fonte: Projeto A (2021, p.1).

Entretanto com todos estes apontamentos apresentados, o projeto foi pré-aprovado (etapa anterior a aprovação que permite a correção do projeto), e aprovado perante os órgãos cabíveis, desta forma prosseguiu-se com o projeto da forma apresentada.

6.1.2. Projeto Elétrico

Analisando a norma NBR 5410 com o projeto elétrico foram encontradas algumas inconformidades perante a norma que serão apresentadas a seguir:

- **Potência mínima de iluminação:** De acordo com a norma NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, p.183), para a carga mínima de iluminação pode ser aplicado o seguinte critério:

1. em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
2. em cômodo ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

Desta forma analisando os ambientes da edificação foram constatados os seguintes ambientes em desacordo da norma:

- **Garagem:** a garagem possui área de 98,73m², o que pela norma totaliza uma potência mínima de 1480VA, contudo o projeto possui apenas 1200VA.

Figura 17 – Garagem Potência de Iluminação

Circuito	Descrição	Esquema	V (V)	Iluminação (W)			Tomadas (W)		Pot. total. (VA)
				60	100	150	100	600	
QD2		3F+N+T	220 / 127 V						34206
1	Iluminação Garagem	F+N+T	127 V			8			1200
	a					4			600
	b					4			600

Fonte: Projeto B (2021, p.1).

- **Sala de Jantar:** a sala de jantar possui área de 10,36m² e de acordo com a norma o ambiente necessita ter 160VA, porém o projeto possui apenas 150VA.

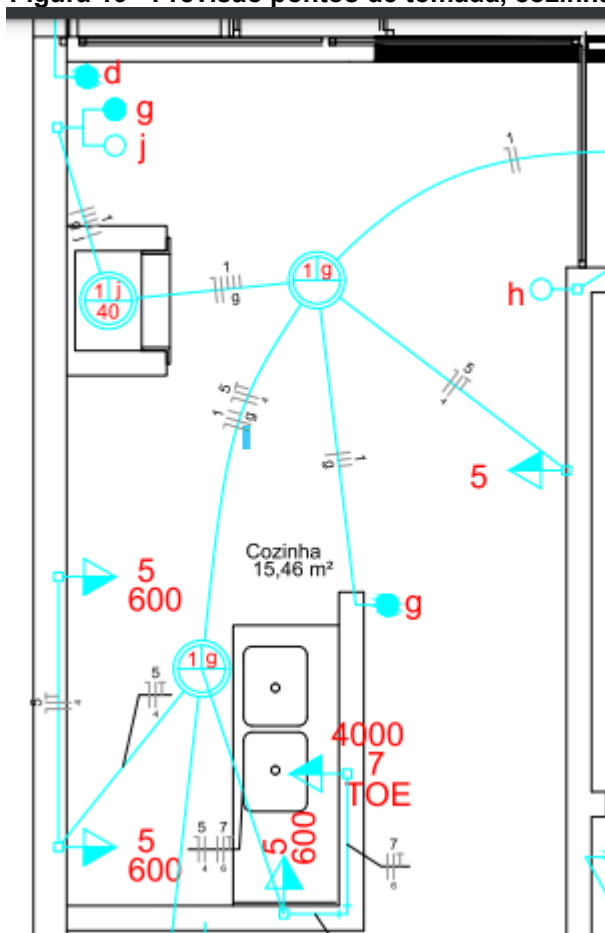
Figura 18 - Previsão de Potência Sala de Jantar

Quadro de Cargas (QD2)																
Circuito	Descrição	Esquema	V (V)	Iluminação (W)				Tomadas (W)						Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	
				40	60	100	150	100	600	1100	1260	1680	4000			5400
1	Iluminação 1	F+N+T	127 V	1	1	6	1								850	850
	a					1									100	100
	b					1									100	100
	c														0	0
	d					1									100	100
	e				1										60	60
	f						1								150	150
	g					2									200	200

Fonte: Projeto B (2021, p.1).

- Pontos de tomada e potências mínimas:** A Norma brasileira vigente, NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a), estabelece que o número de tomadas e a potência mínima deve ser determinada em função do destino do ambiente. De forma que Cozinhas, Copas e Área de Serviços devem ser previstas um ponto de tomada a cada 3,5m de perímetro e que os 3 primeiros pontos sejam previstos potências de 600VA e 100VA para o excedente. Para os outros ambientes como Salas e Dormitórios devem ser previstas um ponto de tomada a cada 5m de perímetro com potência de 100VA cada. Desta forma o seguinte ambiente está em desacordo com a norma:
 - Cozinha:** a cozinha possui um perímetro de 19,74m o que totaliza 6 pontos de tomada, onde 3 pontos são de 600VA e 3 pontos de 100VA de potência, entretanto no projeto foram previstos apenas 5 pontos, 3 de 600VA, 1 ponto de 4000W (TUE) e 1 ponto de 100VA. Desta forma o ambiente possui pontos insuficientes, devendo ser acrescentado 1 ponto de tomada, de forma que poderá impactar na demanda de potência do circuito da cozinha.

Figura 19 - Previsão pontos de tomada, cozinha.



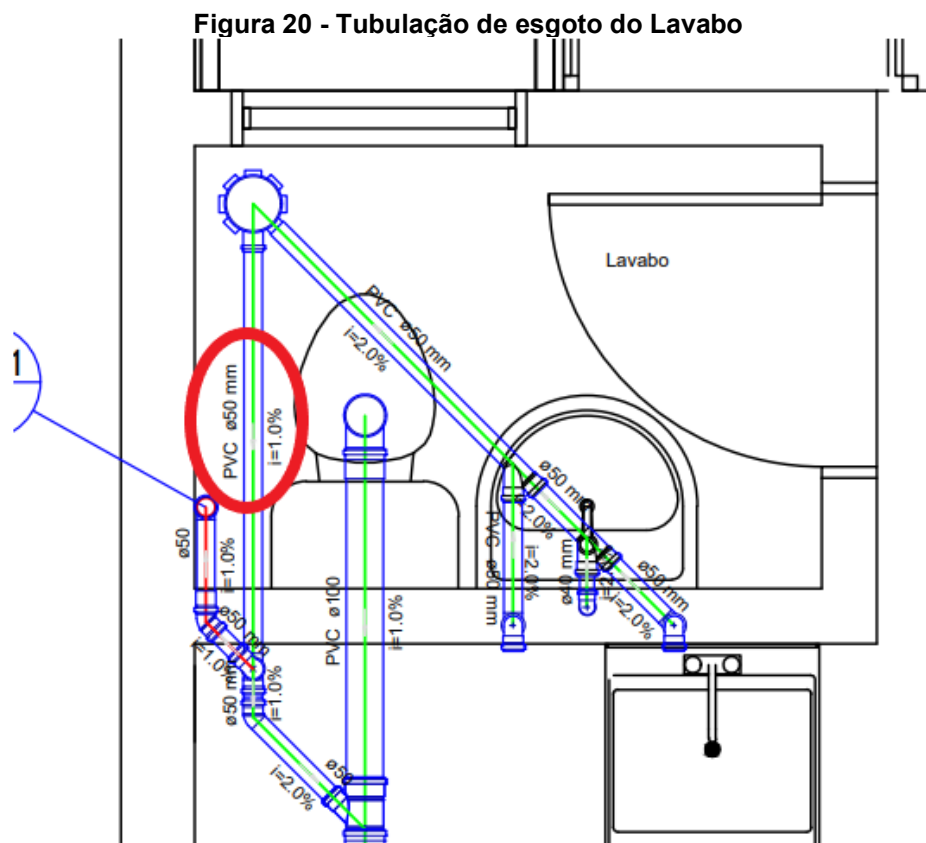
Fonte: Projeto B (2021, p.1).

O desenvolvimento do projeto elétrico foi realizado no software Lumine V4® da empresa AltoQi, plataforma que dimensiona condutores e eletrodutos, desta forma o projeto analisado está dimensionado de forma correta, restando apenas a análise de concepção de projeto como pontos de iluminação e de tomadas, como foi expresso neste subitem.

6.1.3. Projeto Hidrossanitário

Analizando as normas NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999), NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020) e NBR 10844 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989), encontrou-se no projeto Hidrossanitário as seguintes inconformidades:

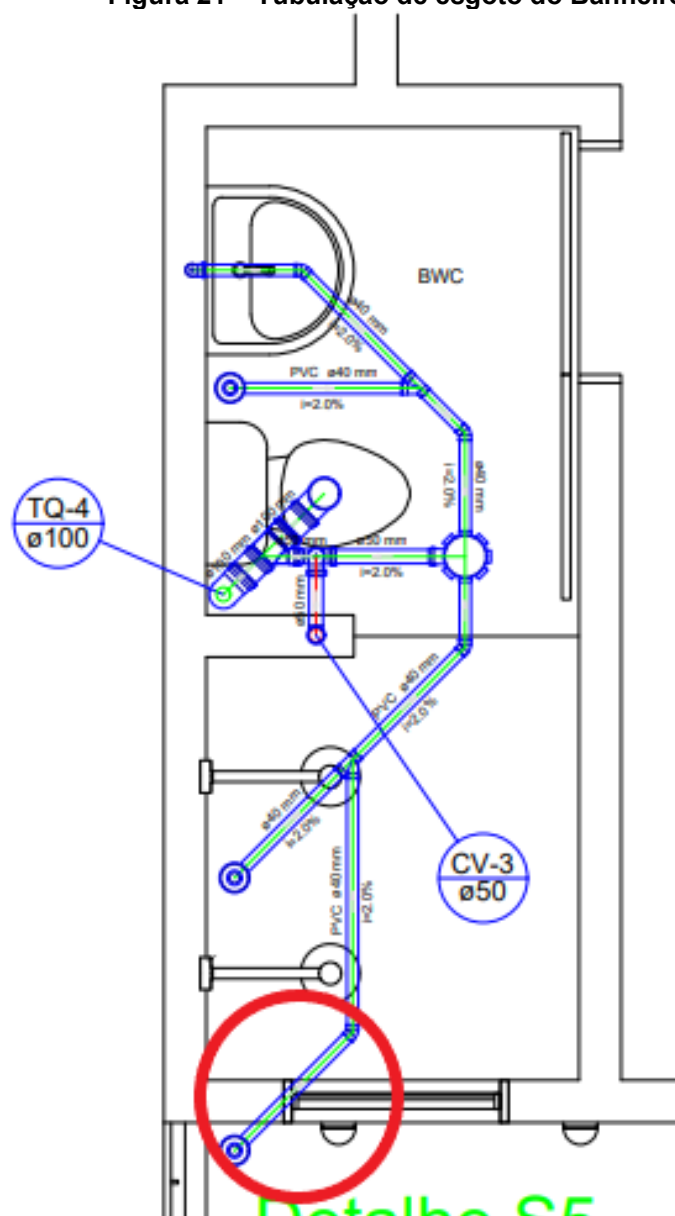
- **Inclinações mínimas das tubulações:** De acordo com a norma NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.4), todo trecho horizontal deve possibilitar o escoamento de efluentes, portanto, a norma estabelece inclinações mínimas:
 - a) 2% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75;
 - b) 1% para tubulações com diâmetro nominal igual ou superior a 100.
- **Lavabo:** no lavabo há um trecho de tubulação de 50mm com inclinação de 1,0%, o que entra em desacordo com a norma NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.4).



Fonte: Projeto C (2021, p.1).

- **BWC:** No banheiro há um trecho de tubulação de 50mm que não apresenta inclinação, o que está em desacordo da norma NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.4).

Figura 21 – Tubulação de esgoto do Banheiro



Fonte: Projeto C (2021, p,1).

Da mesma forma que o projeto anterior analisado, o projeto Hidrossanitário foi desenvolvido no software Hydros V4® da empresa AltoQi, plataforma que dimensiona tubulações e pressões mínimas, desta forma o projeto analisado está dimensionado de forma correta, restando apenas a análise de concepção de projeto como pontos hidráulicos, sanitários e tubulações, como foi expresso neste subitem.

6.1.4. Projeto Estrutural

O Projeto Estrutural apresentado foi desenvolvido no software Eberick® da empresa AltoQI, plataforma esta que analisa toda a estrutura e dimensiona todos os elementos estruturais, bem como suas armaduras, de forma que todo o projeto está dimensionado corretamente, restando apenas a análise de concepção de projeto, entretanto analisando o projeto e as normas pertinentes não foram encontradas nenhuma irregularidade.

6.2. Incompatibilidades e análises

Com as interferências apresentadas no programa, foi elaborado um quadro apresentando todas as inconformidades, e demonstrando imagens de todas as incompatibilidades e ressalvas pertinentes aos projetos.

6.2.1. Arquitetônico x Estrutural

Inicialmente os projetos Arquitetônico e Estrutural foram sobrepostos para que as incompatibilidades fossem expostas e conseqüentemente analisadas, e com isso, percebeu-se a existência de oito incompatibilidades apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Relatório de incompatibilidade Arquitetônico x Estrutural

	Nível	Local	Incompatibilidade
1	Térreo/Fundação	Térreo	Pilares que sobressaem sobre a Arquitetura
2	Superior	Superior	Pilares que sobressaem sobre a Arquitetura
3	Superior	Superior	Projeto Arquitetônico Nível (310) e Projeto Estrutural Nível (320), expondo as vigas e lajes no piso.
4	Térreo/Fundação	Garagem	Ausência de representação das Vigas
5	Superior	Cozinha	Ausência de representação das Vigas
6	Superior	BWC Suíte	Vigas e Pilares ressaltados na Arquitetura
7	Superior	Cozinha	Viga (V2) transpassando a Porta de Vidro
8	Superior	Cozinha	Viga (V3) transpassando a Churrasqueira

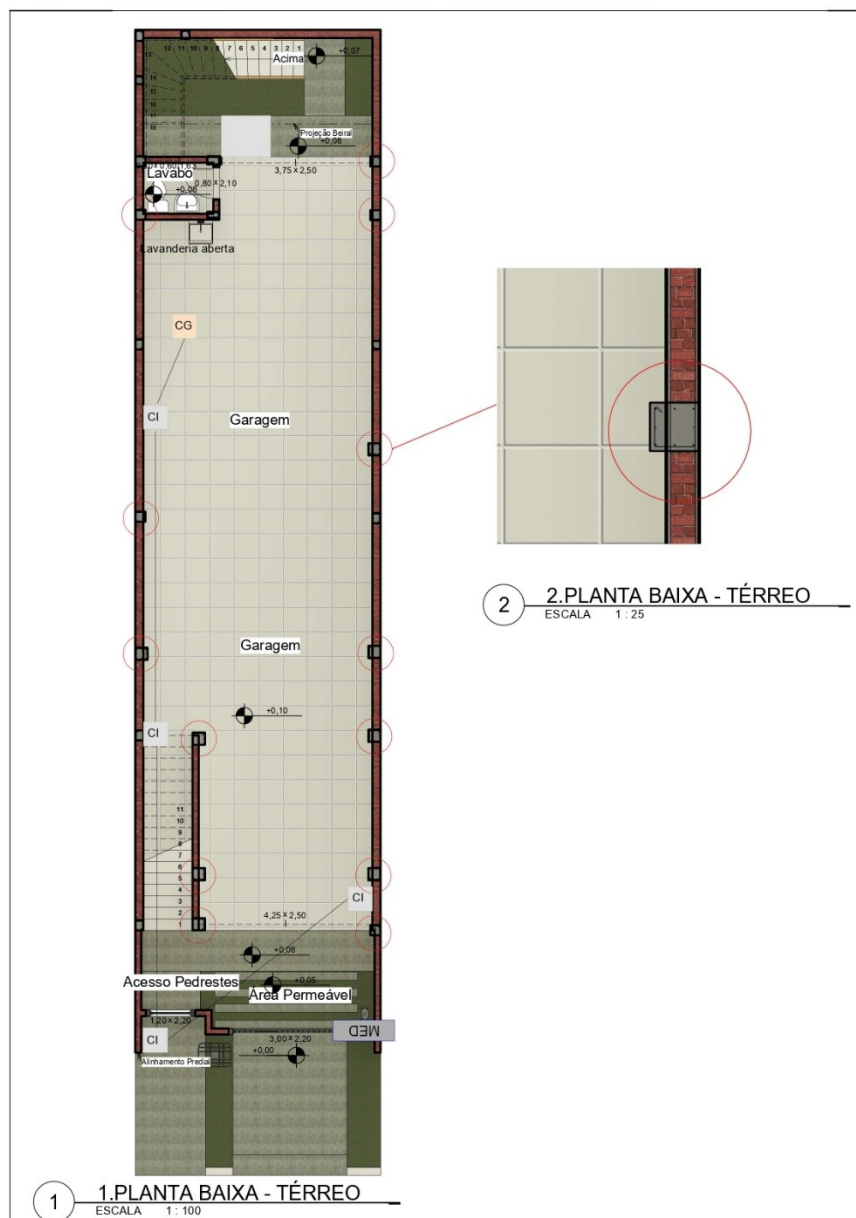
Fonte: Autoria própria (2022).

(a) Incompatibilidades 1 e 2.

A primeiras incompatibilidades vistas e analisadas foram os ressaltos dos pilares nas paredes do projeto arquitetônico, o que apresenta uma área útil menor para o proprietário da casa e complicações possíveis com dimensões de móveis.

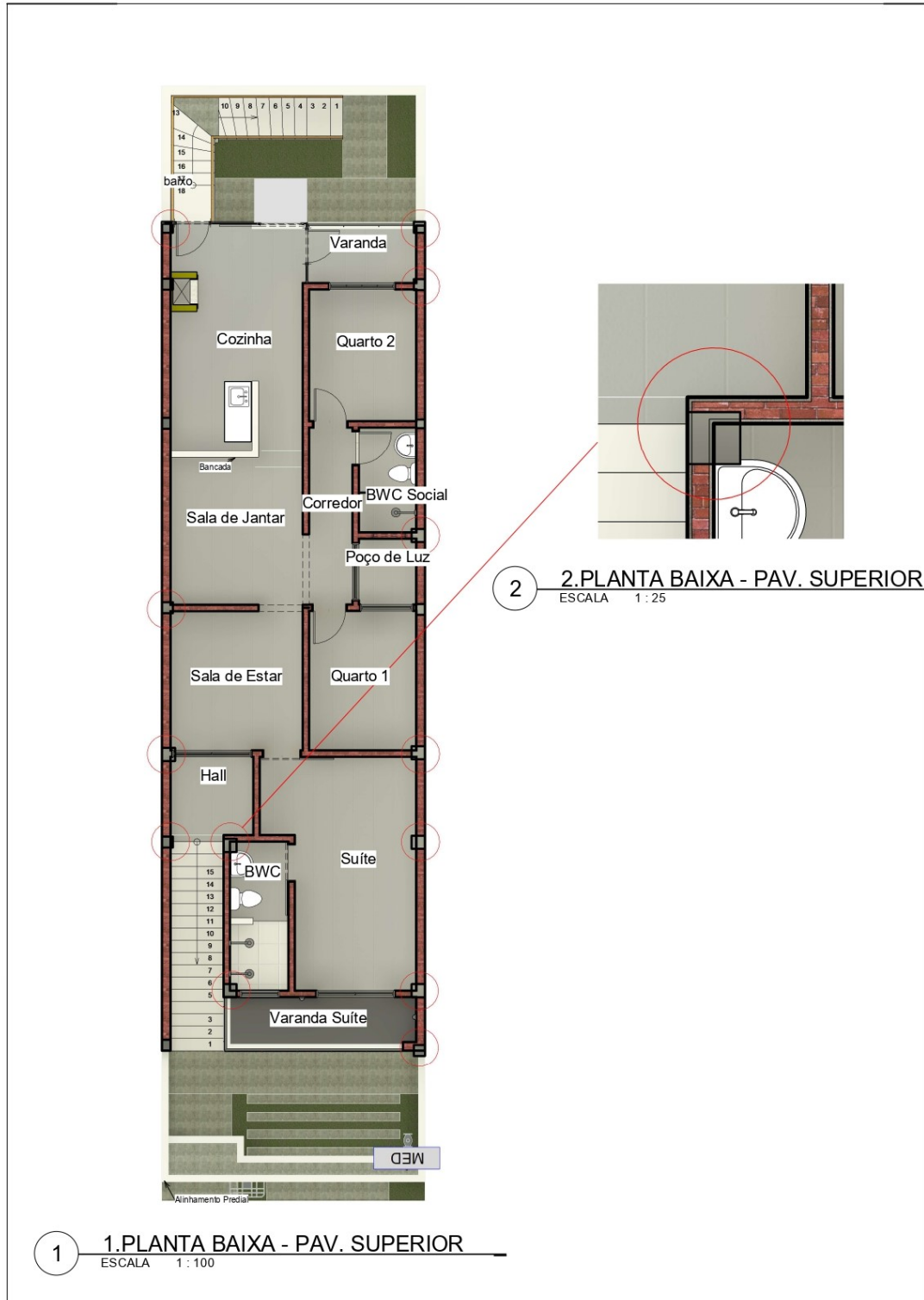
Na execução da obra, estes ressaltos podem levar a um gasto maior com requadros e acabamentos nestas regiões dos pilares que não foram previstas.

Figura 22 – Incompatibilidade 1 -Pilares com ressaltos, planta térreo.



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto D (2021).

Figura 23 -Incompatibilidade 2 - Pilares com ressaltos, planta superior.

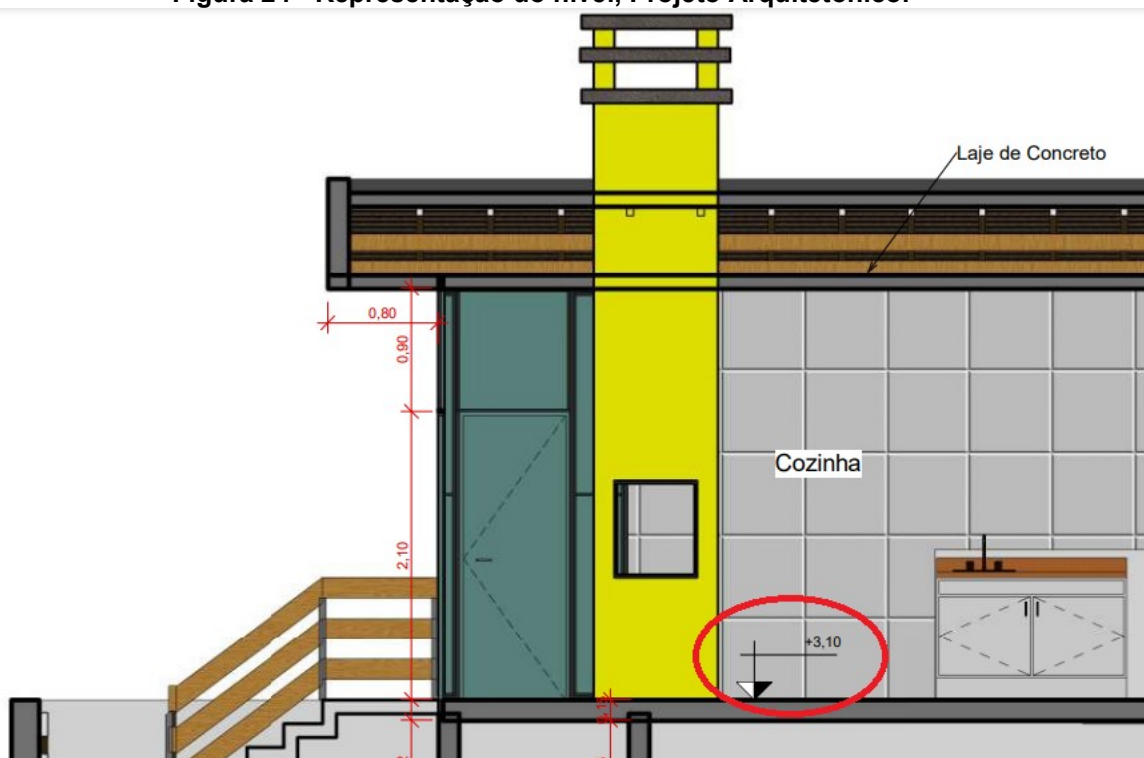


Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto D (2021).

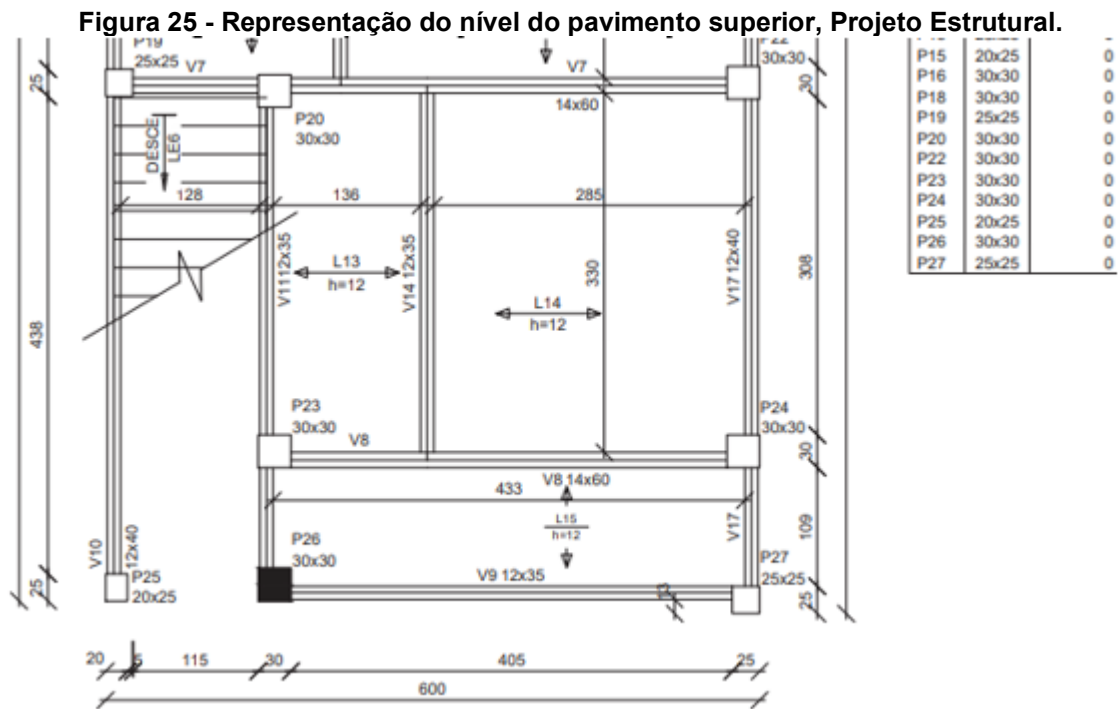
(b) Incompatibilidade 3.

Analizando primeiramente as plantas do projeto Arquitetônico e Estrutural, verificou-se uma divergência entre as alturas dos níveis, de modo que a Planta do Superior do Projeto Arquitetônico foi confeccionada no nível 310cm e Planta de Forma Estrutural do Superior foi confeccionada no nível 320, apresentando uma diferença de 10cm.

Figura 24 - Representação do nível, Projeto Arquitetônico.

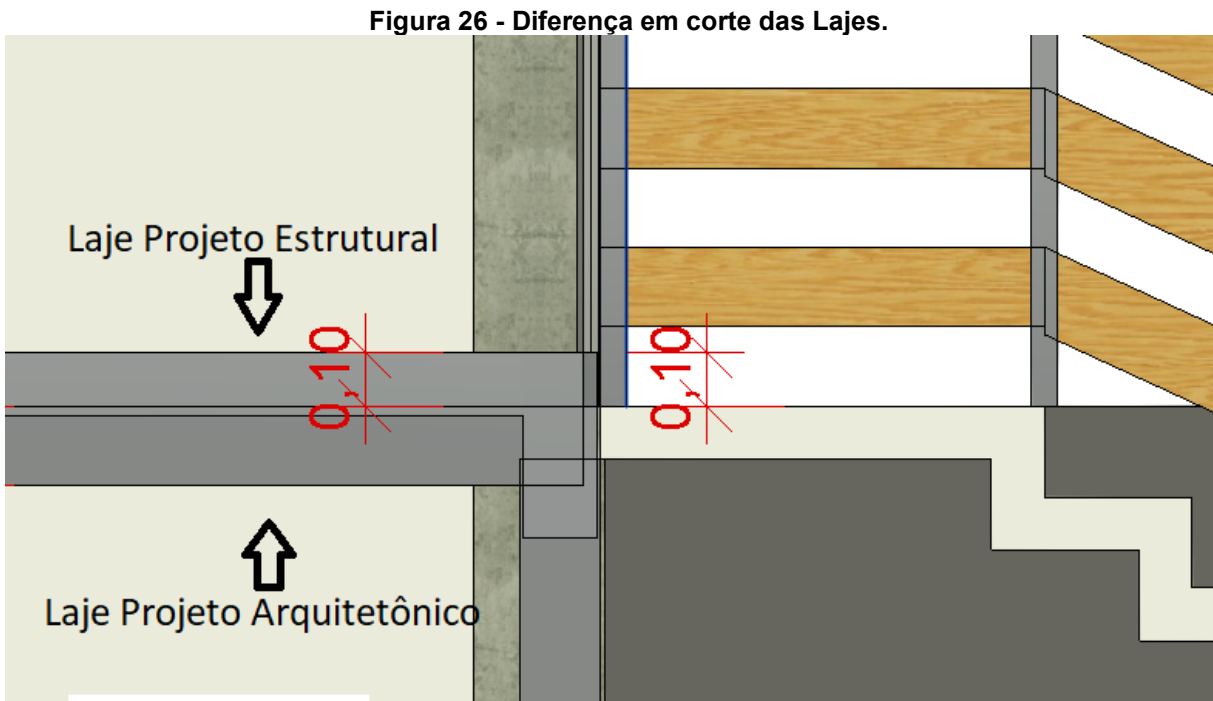


Fonte: Projeto A (2021, p.1).



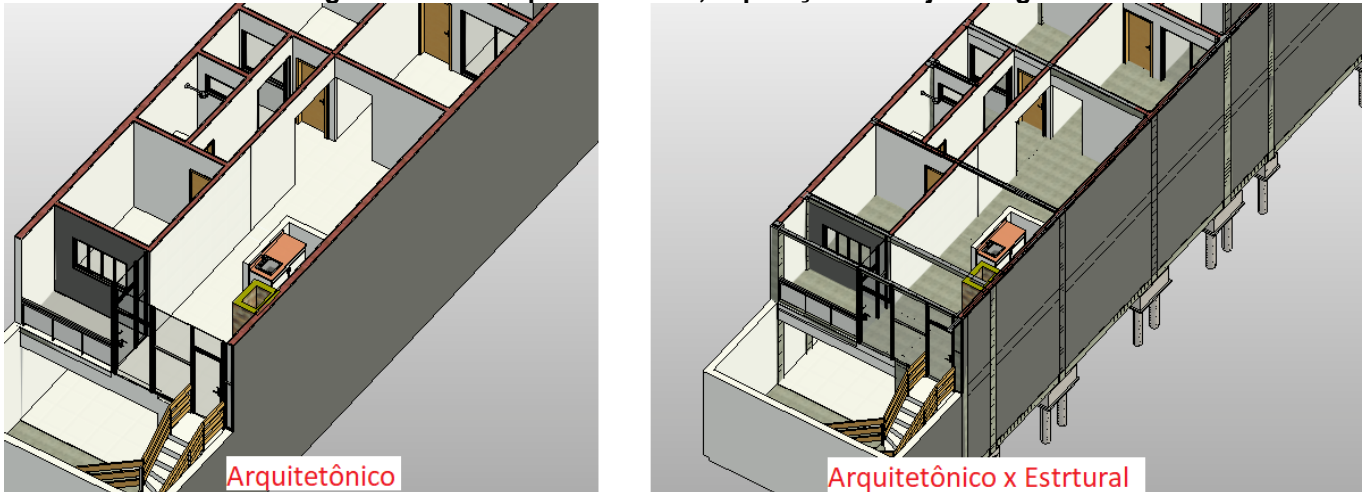
Fonte: Projeto D (2021, p.1).

No software fica visível esta diferença como mostrado nas Figuras 24 e 25, de forma que as lajes e vigas do Projeto Estrutural ficam elevadas comparado ao Projeto Arquitetônico. Na execução essa divergência pode causar um retrabalho de análise, e consequentemente, como a etapa da estrutura é realizada primeiro, o projeto arquitetônico iria ter que se adequar ao estrutural no canteiro de obras.



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto D (2021).

Figura 27 – Incompatibilidade 3, exposição das lajes e vigas.



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto D (2021).

(c) Incompatibilidades 4 e 5.

Analisando o Projeto Arquitetônico percebe-se que o mesmo não apresenta forros, desta forma quando se sobrepõe o Projeto Estrutural fica visível nas Figuras 28 e 29, as vigas no pé direito da construção. Assim o volume útil do ambiente fica menor e pode haver problemas com móveis se não analisado o Projeto Estrutural.

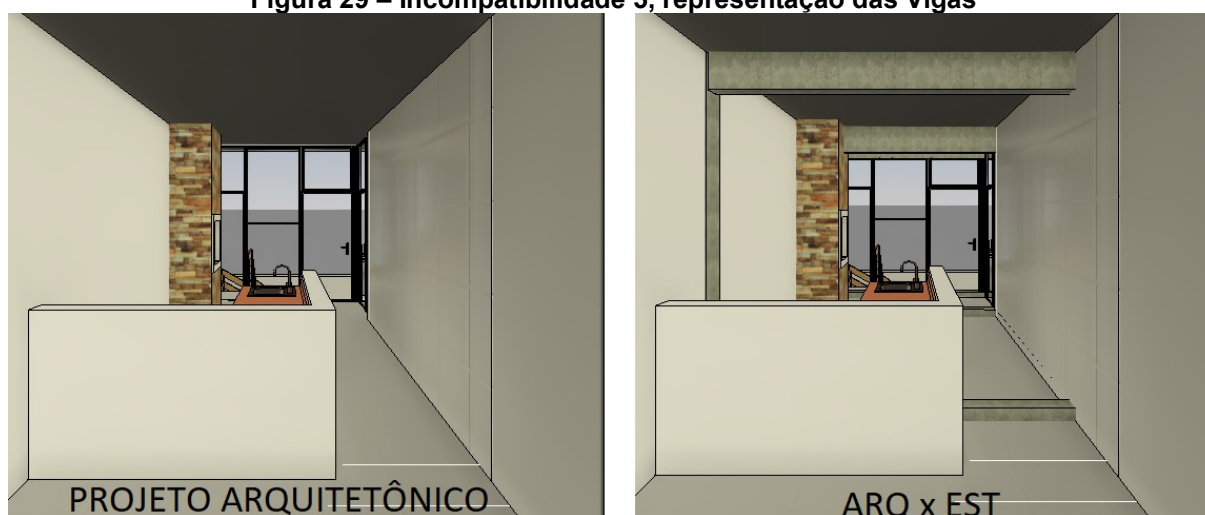
Na execução da obra podem ocorrer gastos imprevistos com requadros e acabamentos destas vigas.

Figura 28 – Incompatibilidade 4, representação das Vigas na garagem.



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto D (2021).

Figura 29 – Incompatibilidade 5, representação das Vigas

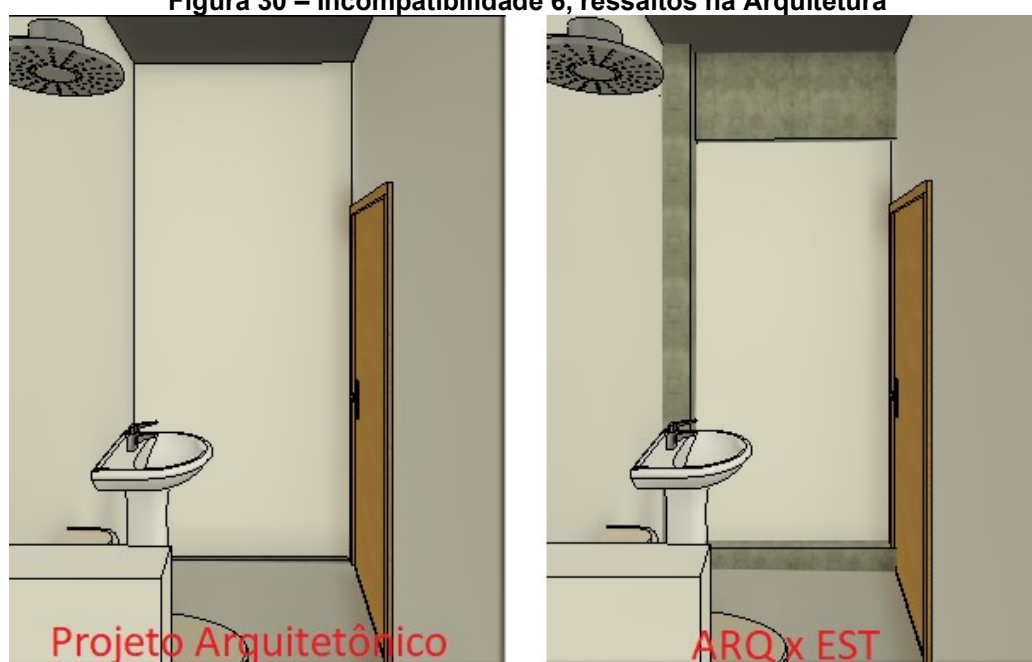


Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto D (2021).

(d) Incompatibilidade 6.

A Incompatibilidade 6, apresentada na Figura 30, apresenta um conjunto de todas as incompatibilidades mostradas anteriormente, o que mostra Vigas e Pilar com ressaltos, de modo que, se não verificado, impacta diretamente na área e volume útil deste ambiente, no caso o BWC Suíte, e com gastos não previstos para o revestimento destes ressaltos.

Figura 30 – Incompatibilidade 6, ressaltos na Arquitetura

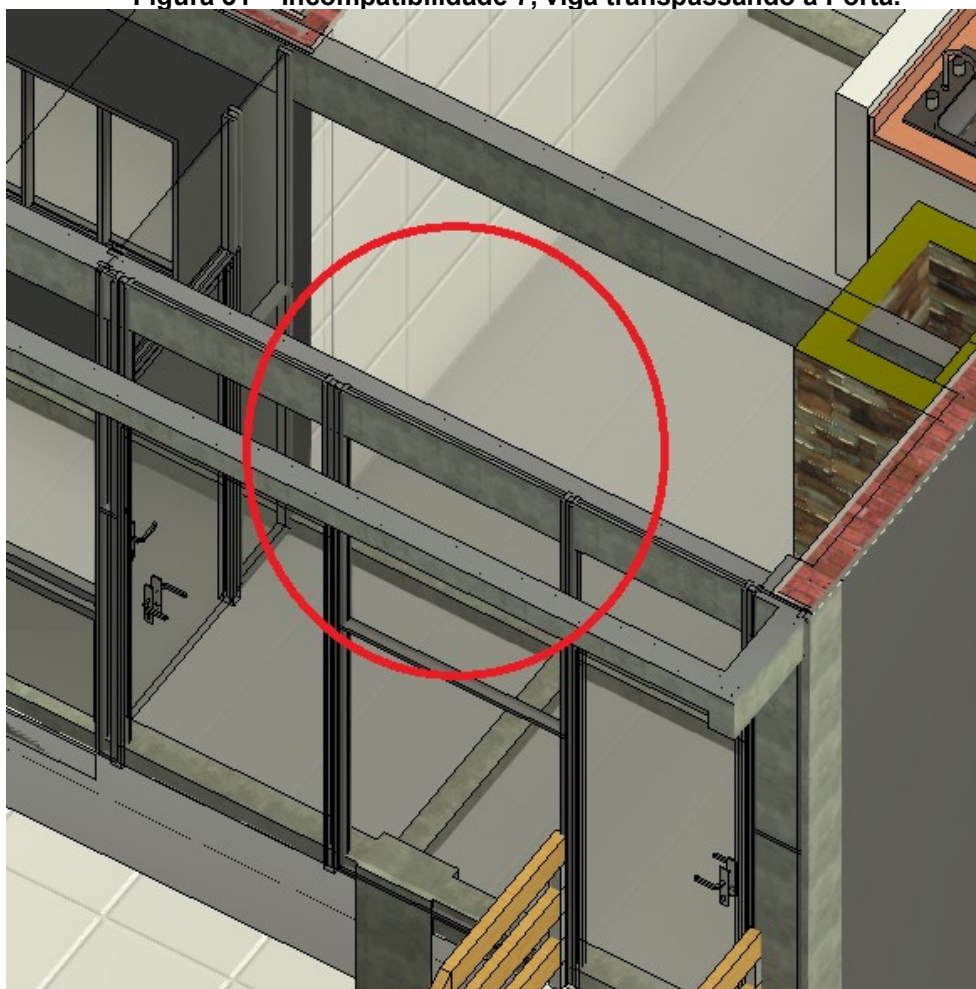


Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto D (2021).

(e) Incompatibilidade 7.

Observando a Figura 31, que se compreende a incompatibilidade 7, apresenta a Viga V2 que transpassa o caixilho do painel de vidro que contempla a porta e janela da Cozinha, de forma que a ventilação e iluminação do ambiente fica menor comparado ao projeto arquitetônico sem a compatibilização.

Figura 31 – Incompatibilidade 7, viga transpassando a Porta.



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto D (2021).

(f) Incompatibilidade 8.

Por último, a Incompatibilidade 8, apresentada na figura 32, apresenta a Viga V3 transpassando a churrasqueira da Área da Cozinha, na obra pode ocorrer o deslocamento da churrasqueira para que não ocorra este transpasse, levando a churrasqueira a ser posta em outra região.

Figura 32 – Incompatibilidade 8, viga transpassando a Churrasqueira



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto D (2021).

6.2.2. Arquitetônico x Hidrossanitário

Por meio dos projetos Arquitetônico e Hidrossanitário sobrepostos no Revit® as incompatibilidades foram expostas e analisadas, e deste modo 6 incompatibilidades foram apresentadas no Quadro 2.

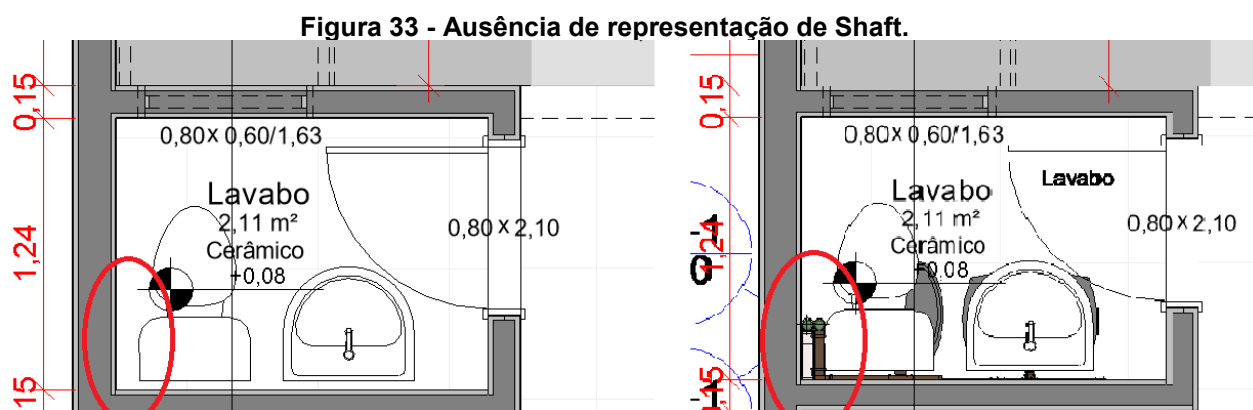
Quadro 2 - Relatório de incompatibilidade Arquitetônico x Hidrossanitário

	Nível	Local	Incompatibilidade
1	Térreo/Fundação	Lavabo	Projeto Arquitetônico não apresenta região de Shaft, de forma que as tubulações ficam aparentes.
2	Térreo/Fundação	Garagem	Ausência de Shafts, de forma que as tubulações ficam aparentes
3	Superior	BWC Suíte	Ausência de Shafts, de forma que as tubulações ficam aparentes
4	Superior	BWC	Ausência de Shafts, de forma que as tubulações ficam aparentes
5	Térreo/Fundação	Garagem	Caixas de Inspeção locadas em lugares divergentes.
6	Superior	Sacada	Tubulação de Água Pluvial (AP-01) aparente.

Fonte: Autoria própria (2022).

(a) Incompatibilidades 1, 2 e 6.

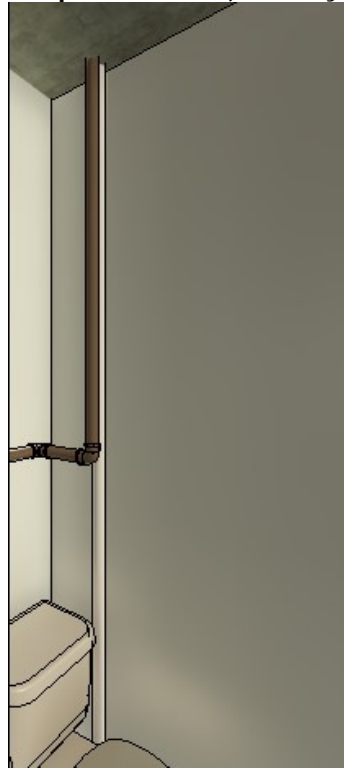
Inicialmente as incompatibilidades observadas e analisadas foram as ausências de Shafts, abertura para passagem de tubulações no projeto arquitetônico, como apresentado na Figura 33, porém o projeto Hidrossanitário apresenta as tubulações em um espaço que se entende como a região de Shaft.



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto C (2021).

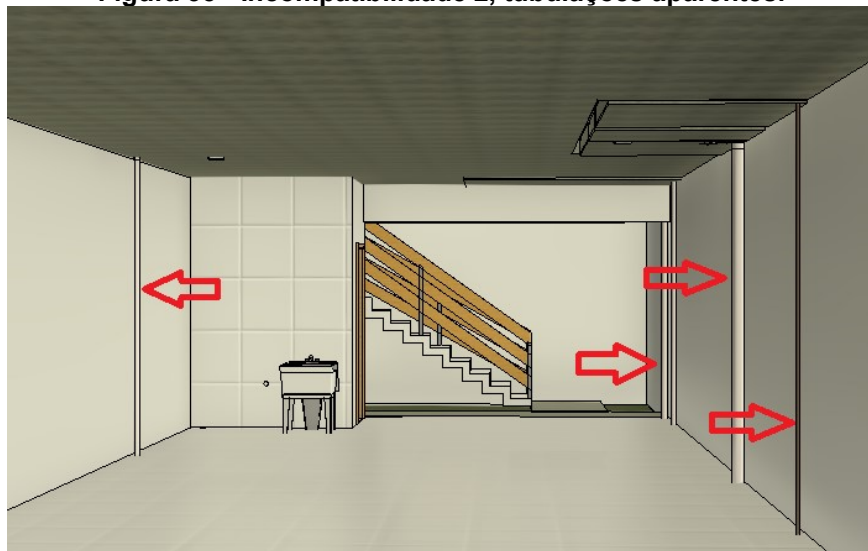
Desta forma como o projeto Arquitetônico não apresenta o Shaft, as tubulações ficam aparentes, como apresentado nas Figuras 34, 35 e 36. Assim no momento da execução podem ocorrer adaptações no projeto para a realização das prumadas, visto que não há espaço para a execução de um shaft.

Figura 34 - Incompatibilidade 1, tubulações aparentes.



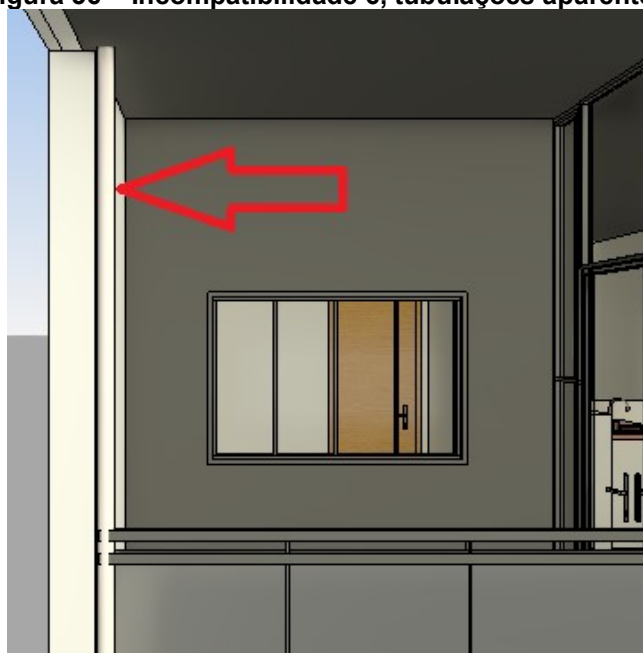
Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto C (2021).

Figura 35 - Incompatibilidade 2, tubulações aparentes.



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto C (2021).

Figura 36 – Incompatibilidade 6, tubulações aparentes.

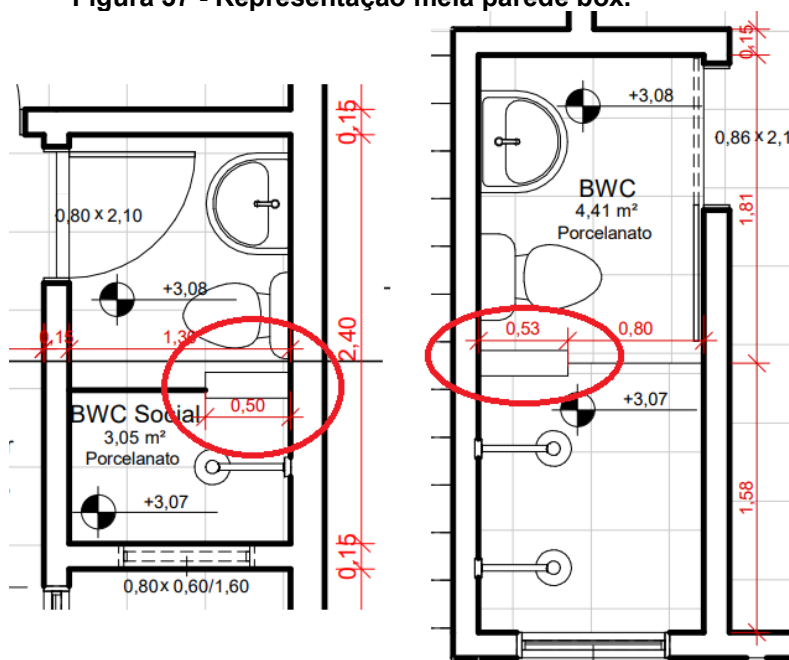


Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto C (2021).

(b) Incompatibilidades 3 e 4.

Semelhante as incompatibilidades 1 e 2, as Incompatibilidades 3 e 4 apresentam um engano de interpretação onde no projeto Arquitetônico os Banheiros do Pavimento Superior apresentam uma meia parede anexada ao box de 1 metro.

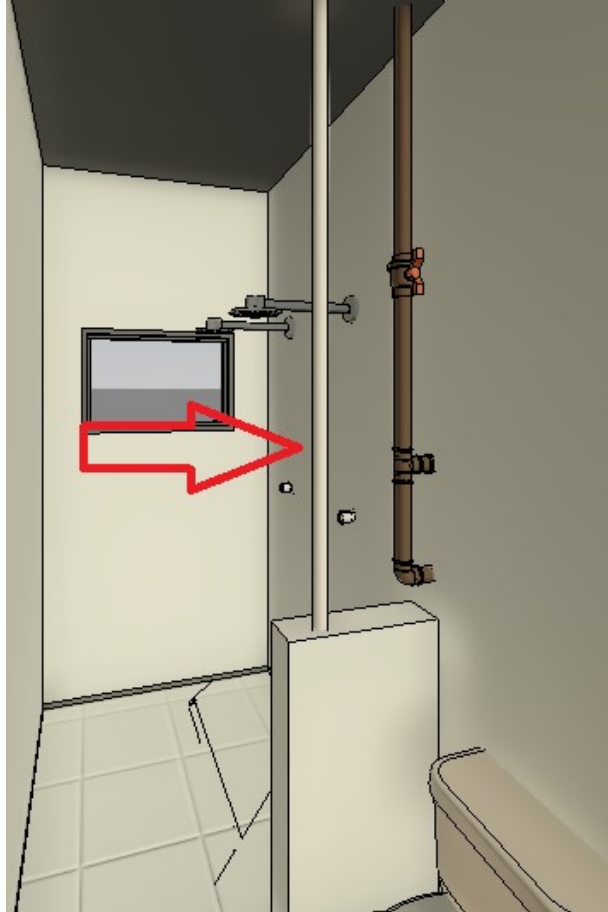
Figura 37 - Representação meia parede box.



Fonte: Projeto A (2021, p.1).

Entretanto o Projeto Hidrossanitário interpretou como um shaft para as passagens de tubulação, o que resultou em tubulações aparentes mostradas nas Figuras 38 e 39.

Figura 38 – Incompatibilidade 3, tubulações aparentes.



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto C (2021).

Figura 39 - Incompatibilidade 4, tubulações aparentes.



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto C (2021).

Desta maneira o impacto na obra é relativamente grande, de forma que o executor terá que realizar uma nova concepção desta região levando a gastos imprevistos.

(c) Incompatibilidade 5.

Observando em Planta a sobreposição dos Projetos Arquitetônico e Hidrossanitário, verificou-se que as locações das caixas de inspeção estão posicionadas de forma divergente, podendo causar um maior gasto de tempo durante a execução.

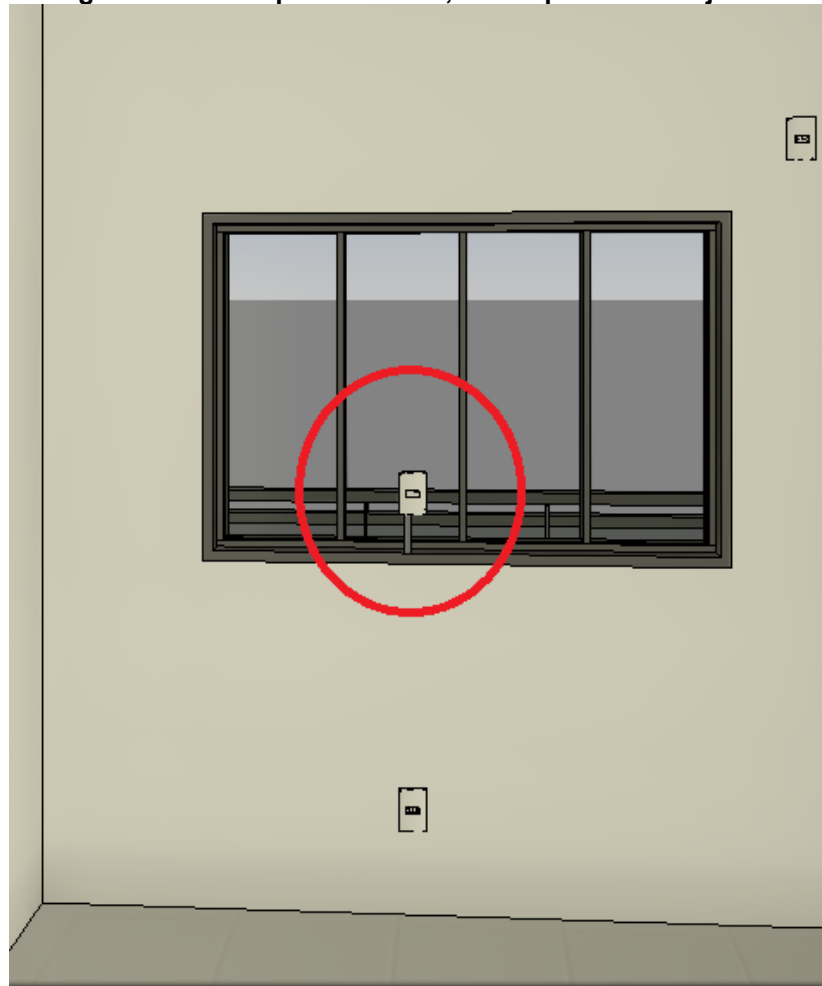
posicionados sobre a porta e janela respectivamente, o que pode ocasionar adaptações para a execução das instalações elétricas, levando tempo e recursos para serem feitas.

Figura 41 - Incompatibilidade 1, interruptor sobre a porta.



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto B (2021).

Figura 42 - Incompatibilidade 4, Interruptor sobre a janela.

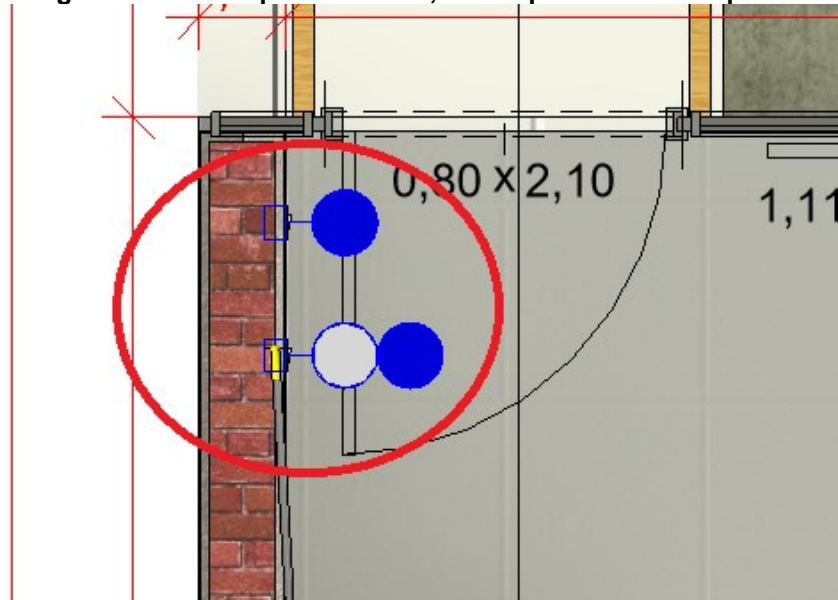


Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto B (2021).

(b) Incompatibilidade 2.

A Incompatibilidade 2, apresenta uma incongruência entre a porta de acesso da cozinha e os interruptores, de modo que quando aberta a porta os interruptores ficam por trás da porta, ocasionando um difícil acionamento das luzes do ambiente.

Figura 43 – Incompatibilidade 2, interruptores atrás da porta.



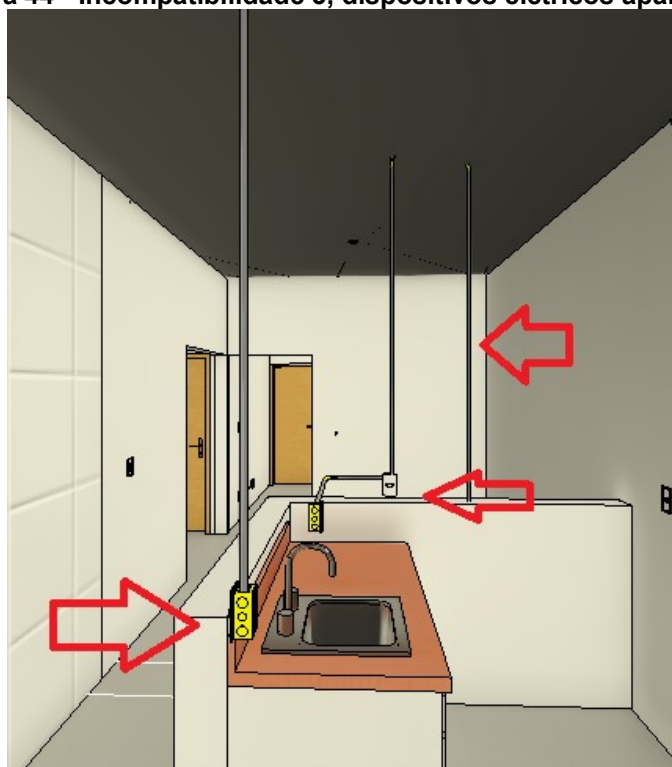
Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto B (2021).

(c) Incompatibilidade 3.

A incompatibilidade 3 apresentada, mostra uma divergência de interpretação do Projeto Arquitetônico, onde no projeto elétrico foi interpretado como uma parede inteira e não uma meia parede, assim os elementos Elétricos ficaram aparentes, apresentados na figura 44.

Então esta incompatibilidade no canteiro de obras pode levar o executor a fazer adaptações imprevistas, demandando tempo e custos da obra.

Figura 44 - Incompatibilidade 3, dispositivos elétricos aparentes.



Fonte: Adaptado de Projeto A (2021) e Projeto B (2021).

6.2.4. Estrutural x Hidrossanitário

Prosseguindo com a compatibilização, seguiu-se com a justaposição dos projetos Estrutural e Hidrossanitário, de modo que o software possui uma funcionalidade que permite a indicação de todas as incompatibilidades entre os projetos. De forma que foram indicadas dezesseis incompatibilidades apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Relatório de incompatibilidade Estrutural x Hidrossanitário (continua)

	Nível	Local	Incompatibilidade
1	Térreo/Fundação	Garagem	Tubulação de Água Fria (Torneira de Jardim) transpassando a Viga Baldrame (V12)
2	Térreo/Fundação	Garagem	Tubulação de Esgoto (TQ-04) transpassando a Viga Baldrame (V9)
3	Térreo/Fundação	Lavabo/Lavanderia	Tubulações de Esgoto (Tanque, Lavatório, Máquina de Lavar Roupas, Vaso Sanitária e Ralo) Transpassando a Viga Baldrame (V3)

4	Térreo/Fundação	Garagem	Tubulação de Água Pluvial (AP-01) transpassando a Viga Baldrame (V2) e o Pilar (P6)
5	Térreo/Fundação	Garagem	Ralo transpassando a Viga (V6)
6	Térreo/Fundação	Garagem	Caixa de Inspeção Sobrepondo a Viga (V4)
7	Térreo/Fundação	Garagem	Tubulação de Água Fria (Alimentador) transpassando a Viga (V6)
8	Térreo/Fundação	Garagem	Tubulação de Esgoto transpassando Viga (V6)
9	Térreo/Fundação	Garagem	Tubulações de Esgoto e Pluvial (TQ-01 e AP-01) Transpassando a Viga Baldrame (V3)
10	Térreo/Fundação	Lavabo	Tubulação de Ventilação Transpassando Pilar (P7)
11	1º Pavimento	BWC Suíte	Tubulação Esgoto (Lavatório) Transpassando a Viga (V11)
12	1º Pavimento	Sacada	Tubulação de Esgoto (Ralo) transpassando a Viga (V8)
13	1º Pavimento	Varanda	Tubulação Pluvial (AP-01) Transpassando a Viga (V1)
14	1º Pavimento	Cozinha	Tubulação de Esgoto transpassando Viga (V3)
15	1º Pavimento	Poço de Luz	Tubulação de Esgoto transpassando Viga (V4)
16	Cobertura	Cobertura	Tubulação Pluvial (AP-01) Transpassando a Viga (V2)

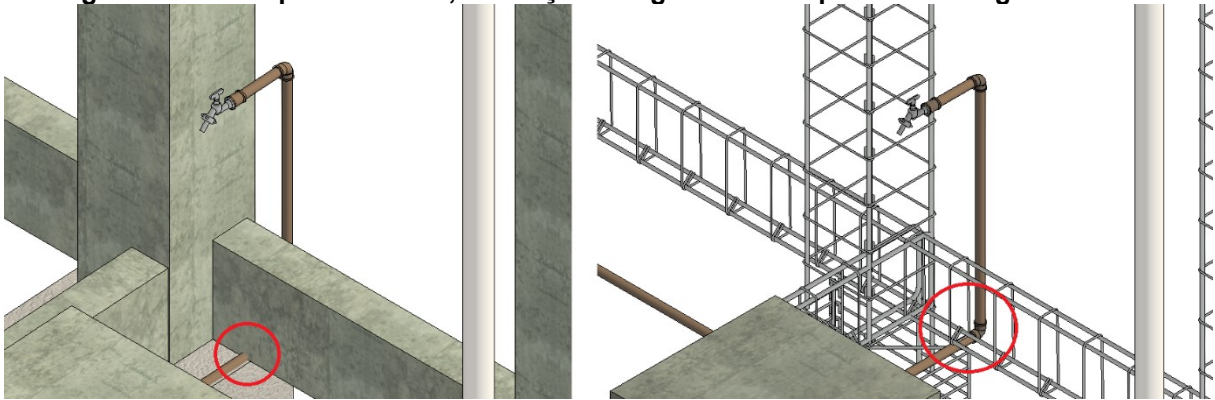
Fonte: Autoria própria (2022).

(a) Incompatibilidades 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9.

Inicialmente foram feitas as análises das incompatibilidades do nível do Térreo, de forma que foram encontradas 8 incompatibilidades semelhantes, que são tubulações transpassando as vigas baldrames, apresentadas nas figuras abaixo.

A Incompatibilidade 1, apresenta uma tubulação de água fria para o fornecimento de água, ponto de torneira de jardim, que transpassa a viga baldrame.

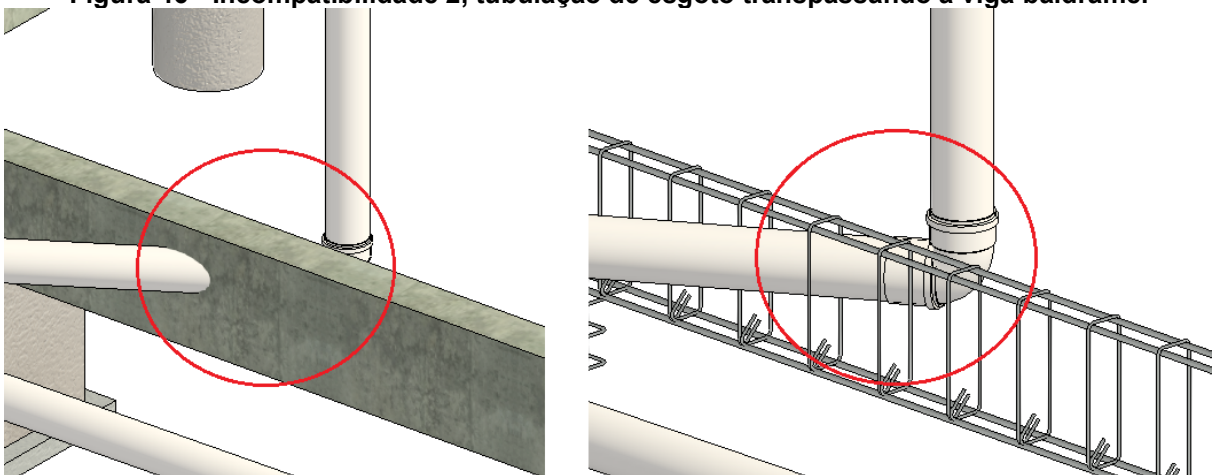
Figura 45 - Incompatibilidade 1, tubulação de água fria transpassando a viga baldrame.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

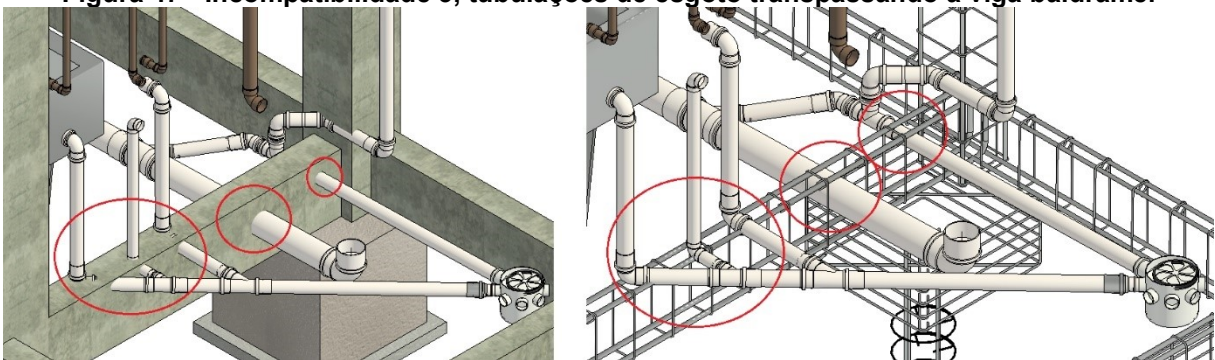
As incompatibilidades 2, 3 e 4, apresentam tubulações de esgoto que transpassam as vigas baldrames, destaca-se a Figura 47, onde apresenta 5 tubulações de esgoto transpassando a viga baldrame, localizadas no lavabo do térreo.

Figura 46 - Incompatibilidade 2, tubulação de esgoto transpassando a viga baldrame.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

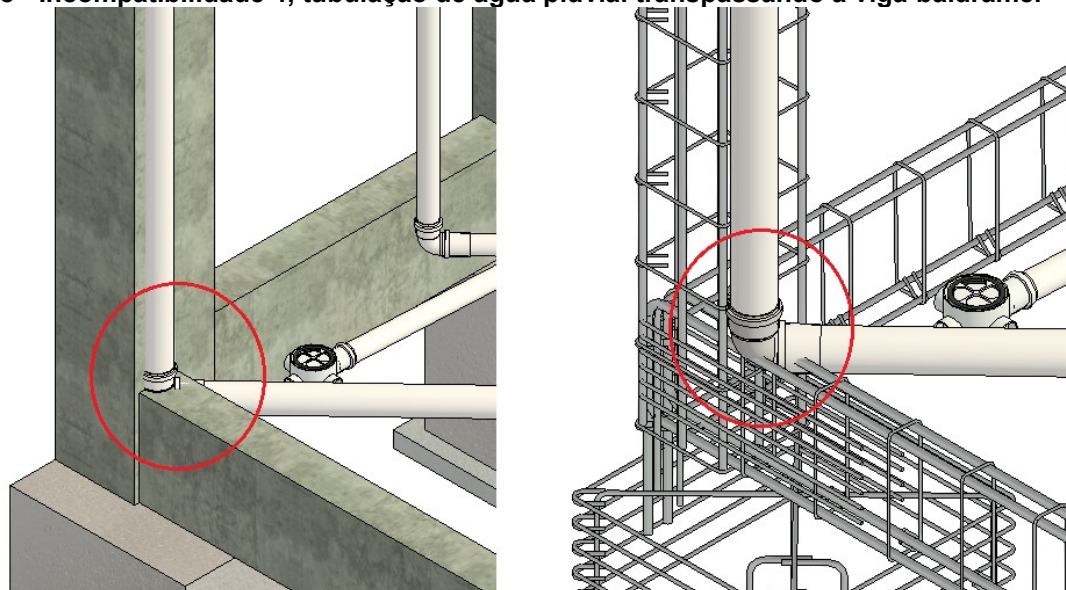
Figura 47 - Incompatibilidade 3, tubulações de esgoto transpassando a viga baldrame.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

A Figura 48 apresenta um tubo de queda de águas pluviais, proveniente da Cobertura da edificação, que transpassa a viga baldrame.

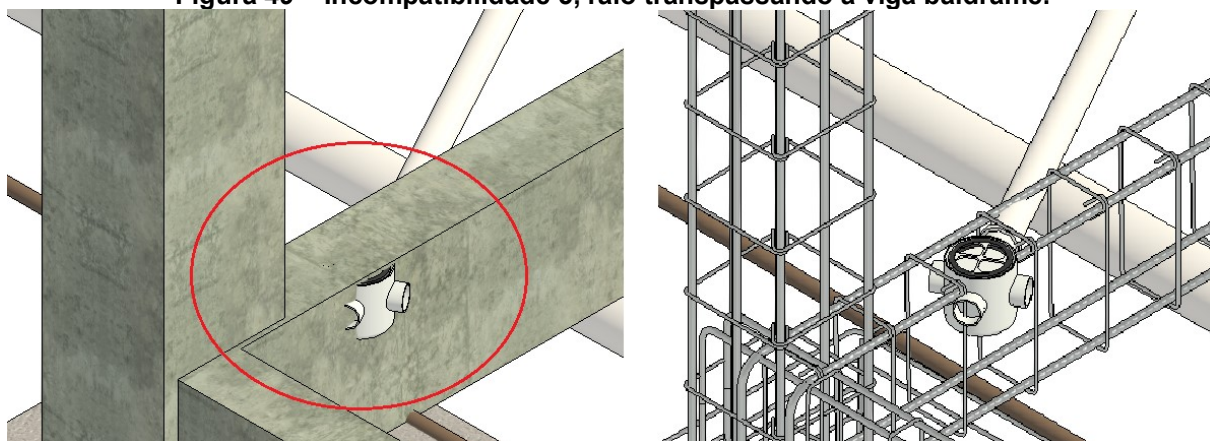
Figura 48 - Incompatibilidade 4, tubulação de água pluvial transpassando a viga baldrame.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

A Incompatibilidade 5 mostra um ralo sifonada localizado na garagem, que fora colocado justaposto a viga baldrame, e consequentemente a tubulação transpassa a viga baldrame.

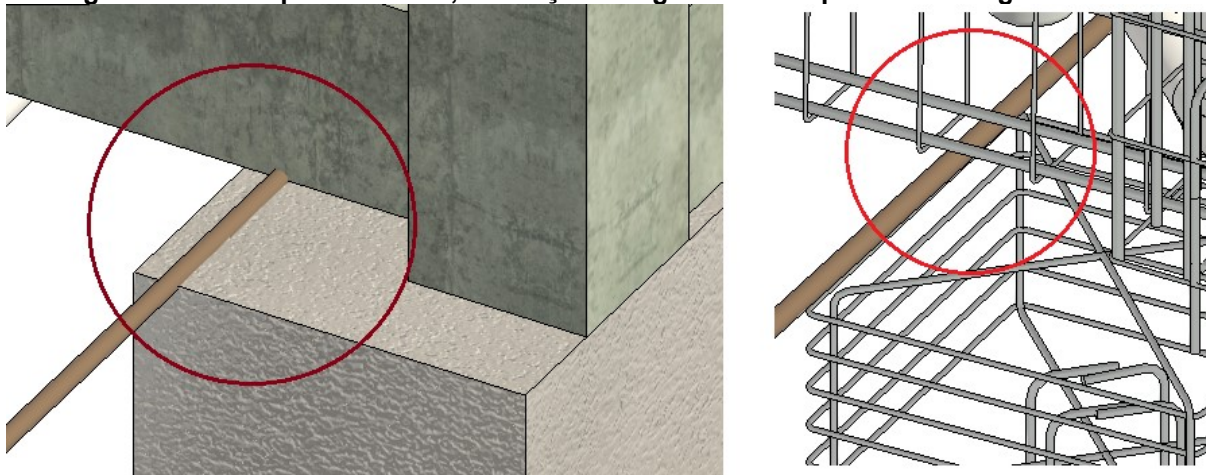
Figura 49 – Incompatibilidade 5, ralo transpassando a viga baldrame.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

A Figura 50 representa uma tubulação de água fria para o fornecimento de água para cobertura que transpassa a viga baldrame e do bloco de fundação.

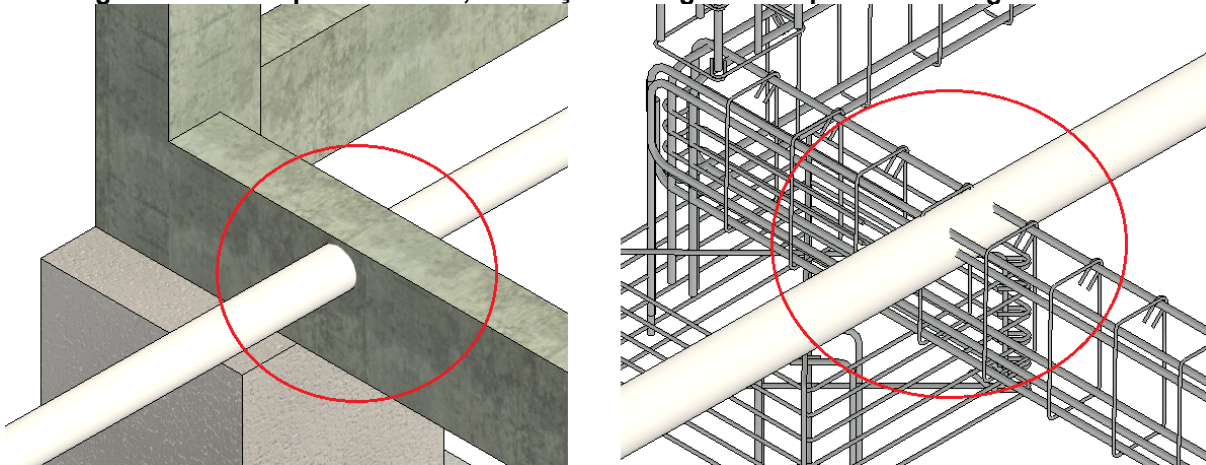
Figura 50 - Incompatibilidade 7, tubulação de água fria transpassando a viga baldrame.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

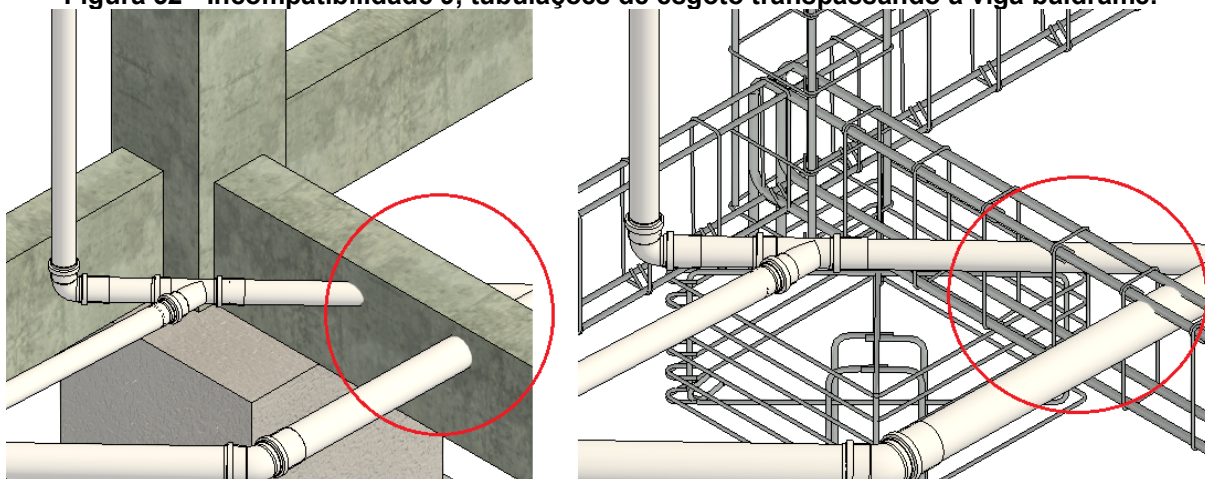
Por fim as Figuras 51 e 52, compreende tubulações de águas pluviais e de esgoto que transpassam a viga baldrame, com destaque na Figura 52, que há o transpasse de tubulações próxima uma da outra.

Figura 51 - Incompatibilidade 8, tubulação de esgoto transpassando a viga baldrame.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

Figura 52 - Incompatibilidade 9, tubulações de esgoto transpassando a viga baldrame.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

De acordo com a NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014), os furos e aberturas em vigas são permitidos desde que analisados os efeitos de resistência e deformação estabelecidos pela mesma norma.

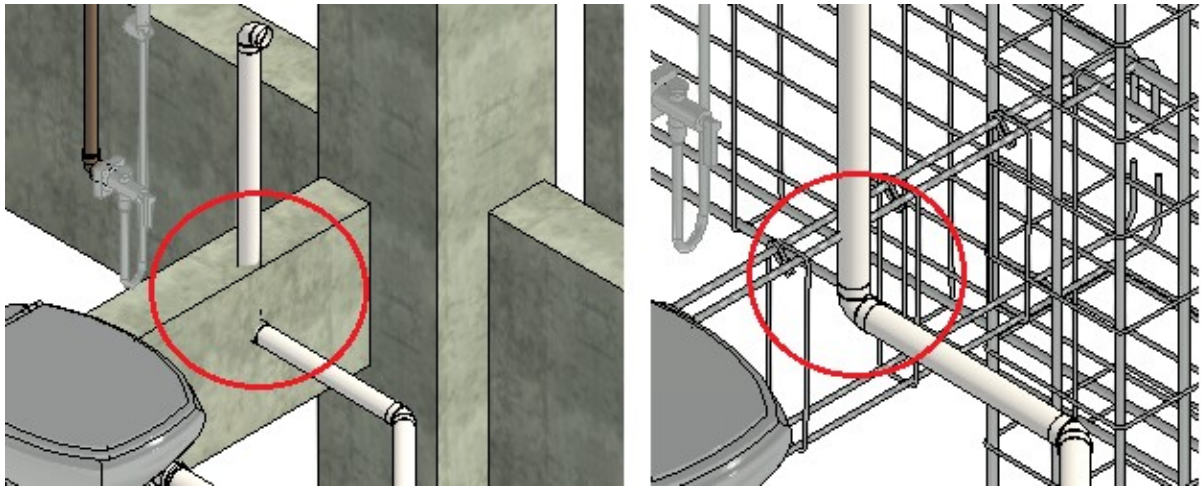
Desta forma, para um arranjo de tubulações transpassando as vigas, inicialmente devem ser previstos na fase de cálculo estrutural, podendo haver reforços nas vigas. Na fase de execução devem ser realizadas esperas ou aberturas antes da concretagem para posteriormente realizar as instalações hidrossanitárias, não podendo perfurar a vigas posteriormente a concretagem.

(b) Incompatibilidades 11, 12, 13, 14, 15 e 16.

Analogamente as incompatibilidades do item anterior, prosseguiu-se com as incompatibilidades dos pavimentos superior e cobertura. De modo que seis incompatibilidades foram destacadas nas figuras abaixo.

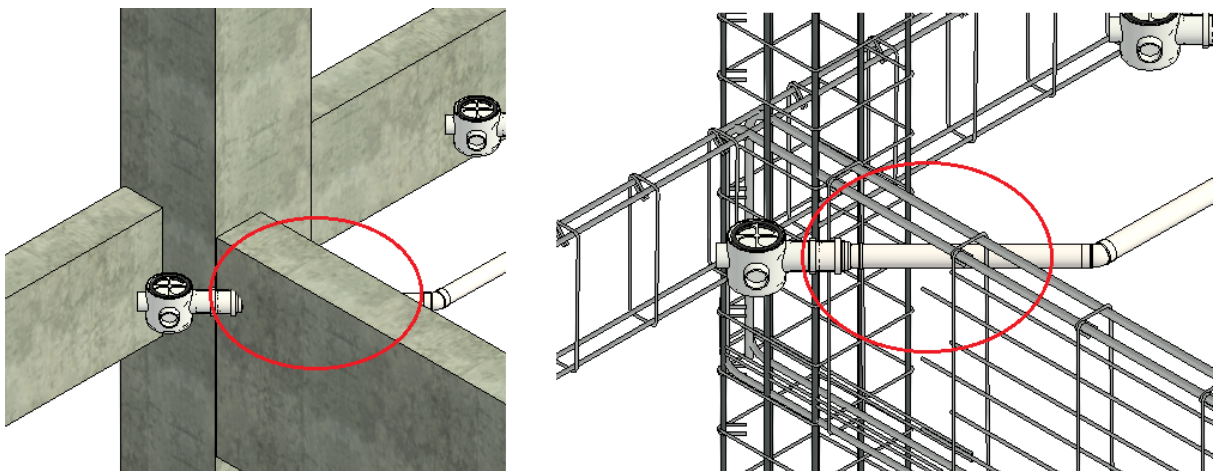
As incompatibilidades 11 e 12, apresentam tubulações de esgoto, provenientes dos banheiros que transpassam as vigas do pavimento superior.

Figura 53 - Incompatibilidade 11, tubulação de esgoto transpassando a viga.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

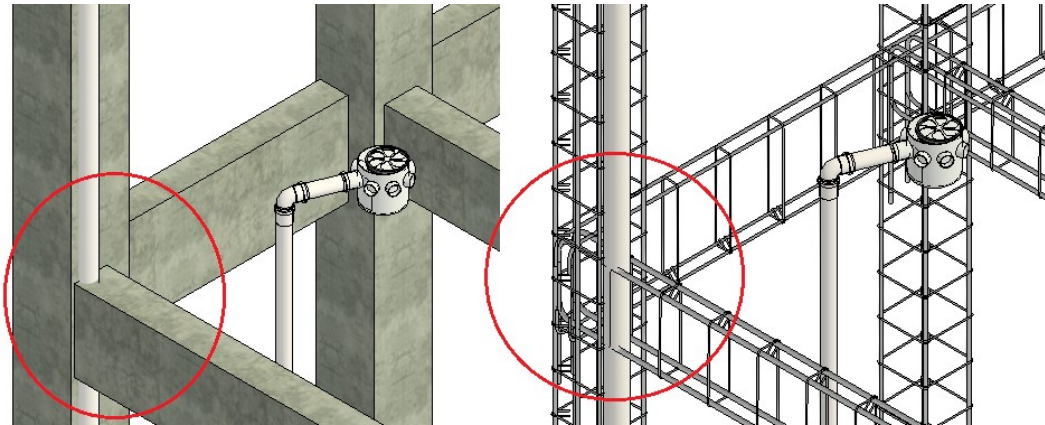
Figura 54 - Incompatibilidade 12, tubulação de esgoto transpassando a viga.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

A Figura 55, representa um tubo de queda de águas pluviais proveniente da cobertura, que transpassa a viga do pavimento superior.

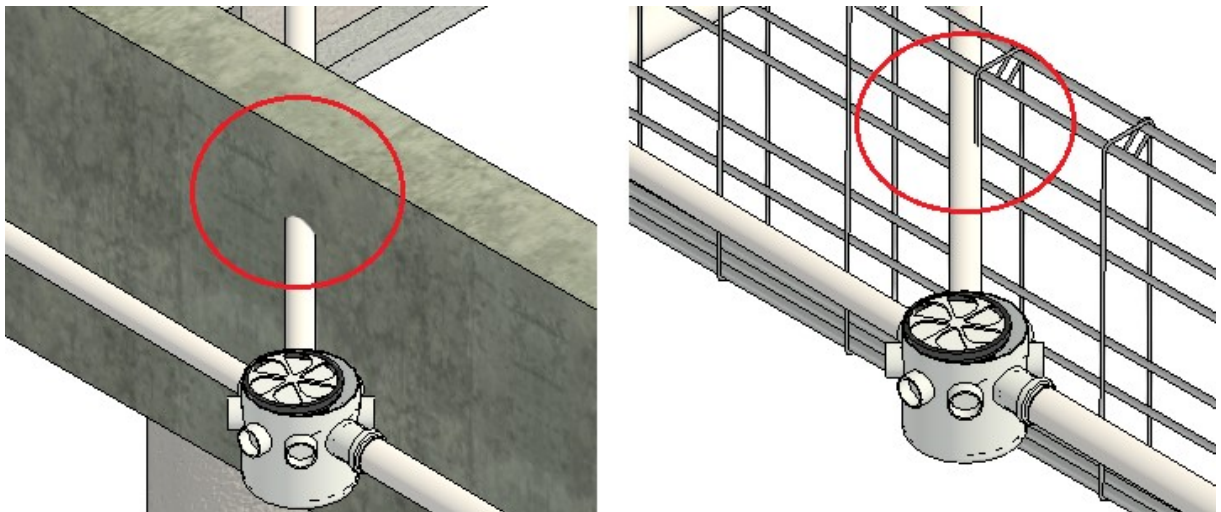
Figura 55- Incompatibilidade 13, tubulação de água pluvial transpassando a viga.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

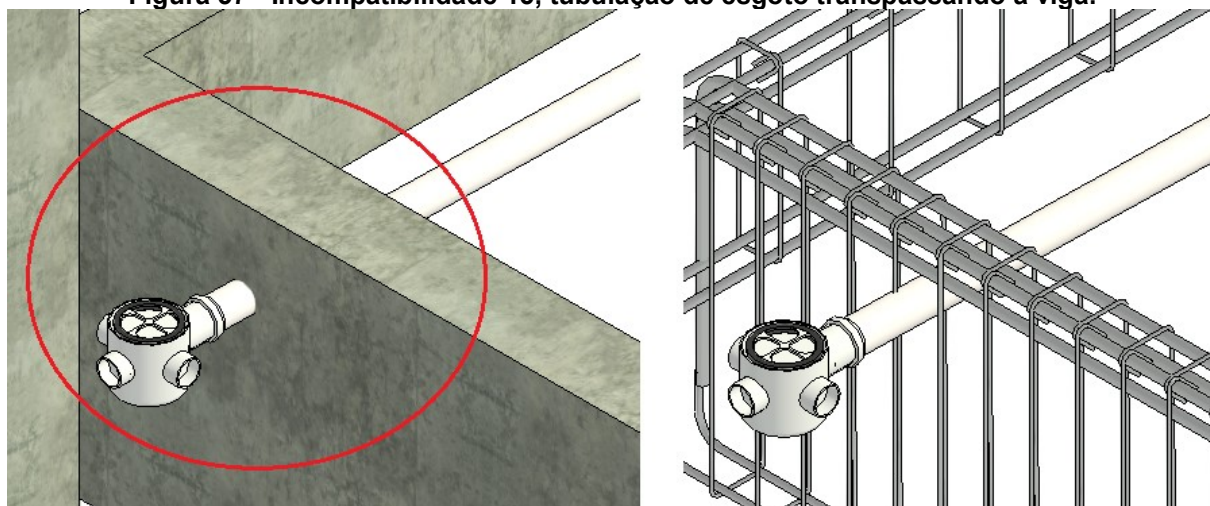
As Figuras 56 e 57, representam tubulações de esgoto da cozinha e do poço de luz, que transpassam a viga do pavimento superior.

Figura 56 - Incompatibilidade 14, tubulação de esgoto transpassando a viga.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

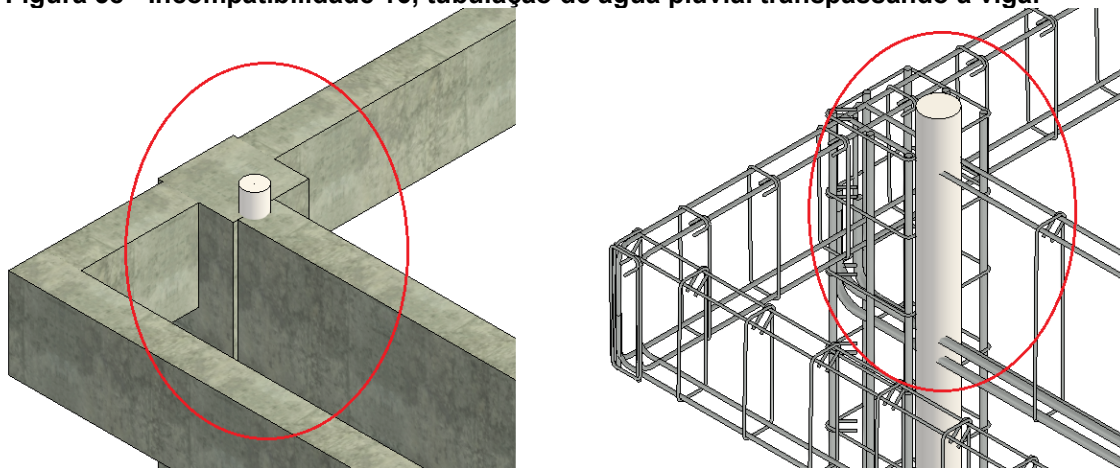
Figura 57 - Incompatibilidade 15, tubulação de esgoto transpassando a viga.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

A incompatibilidade 16 apresenta um tubo de queda de água pluvial que transpassa a viga do pavimento da cobertura.

Figura 58 - Incompatibilidade 16, tubulação de água pluvial transpassando a viga.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

Como apresentado no item anterior, de acordo com a NBR 6118 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014), os furos em vigas são permitidos desde que sejam realizadas todas as verificações de resistência e deformação estabelecida pela mesma norma.

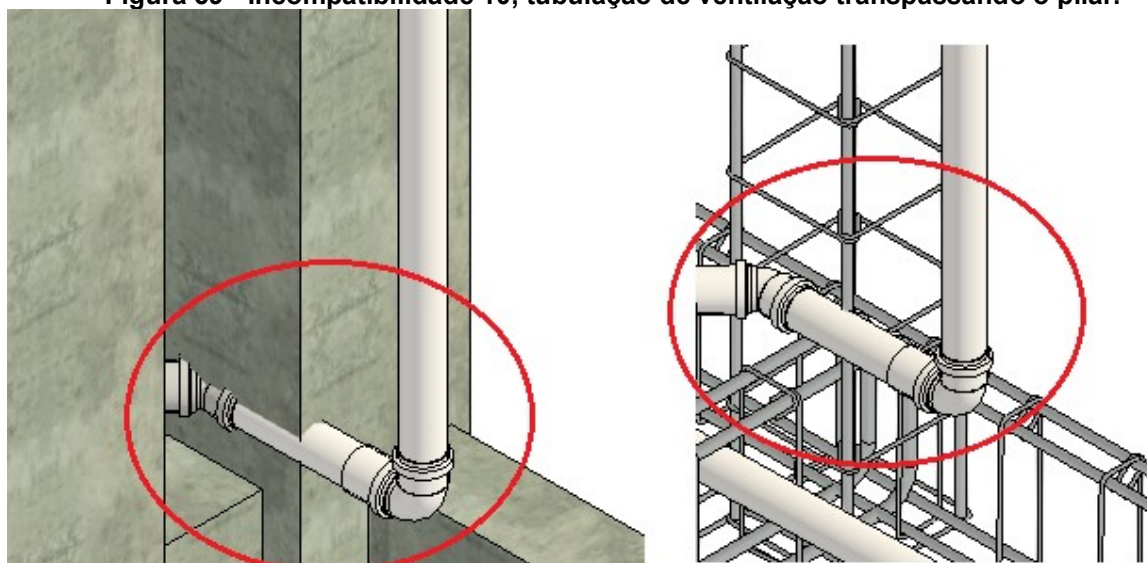
Desta forma, o projeto estrutural deve prever estas aberturas e analisar se irá precisar de algum reforço, e na fase de execução devem ser realizadas esperas e/ou aberturas antes da concretagem.

(c) Incompatibilidades 10.

A incompatibilidade 10 apresenta uma tubulação de ventilação transpassando o pilar P7, de forma que a seção desta região é menor comparado ao restante das seções do pilar.

Semelhante as considerações dos itens anteriores, de acordo com a NBR 6118 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014), as aberturas em pilares são permitidas, com exceção de aberturas longitudinais. Entretanto todas as verificações de deformações e resistência devem ser atendidas.

Figura 59 - Incompatibilidade 10, tubulação de ventilação transpassando o pilar.



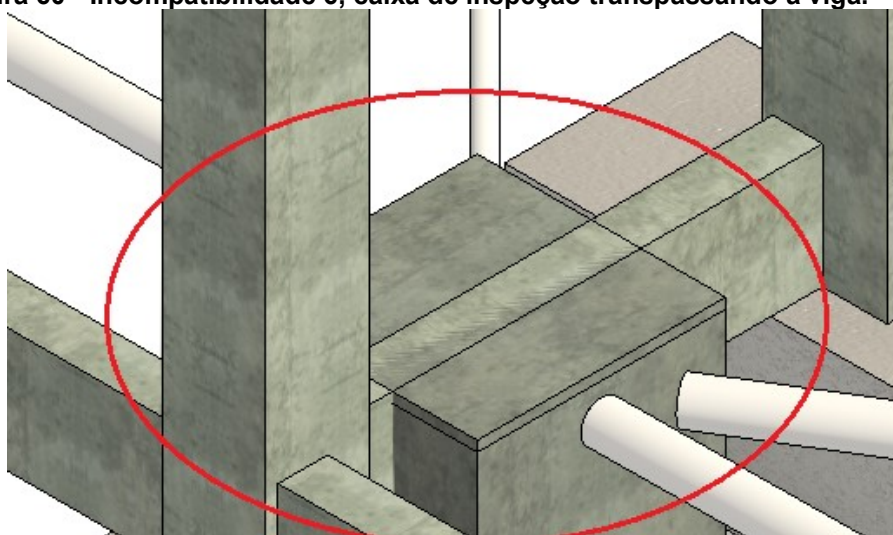
Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

(d) Incompatibilidade 6.

Por fim, a incompatibilidade 6 mostra a viga V4 atravessando uma caixa de inspeção de concreto, de modo que impossibilitaria o fluxo de água pluvial desta caixa de inspeção.

Na execução da obra o impacto poderá ser considerado, visto que o executor terá que pensar em uma nova concepção desta região levando a gastos imprevistos.

Figura 60 - Incompatibilidade 6, caixa de inspeção transpassando a viga.



Fonte: Adaptado de Projeto C (2021) e Projeto D (2021).

6.2.5. Estrutural x Elétrico

Continuando com a compatibilização dos projetos, com a sobreposição dos projetos Estrutural e Elétrico no Revit®, o programa identificou e apontou nove incompatibilidades apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Relatório de incompatibilidade Estrutural x Elétrico.

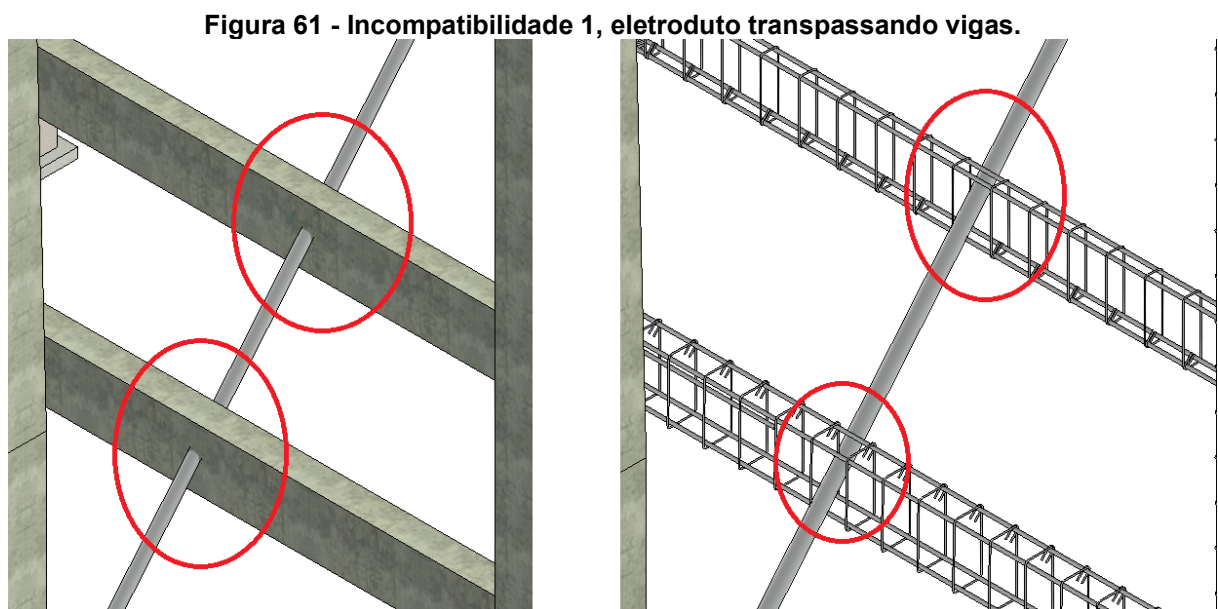
	Nível	Local	Incompatibilidade
1	Térreo/Fundação	Garagem	Eletroduto PEAD (Alimentação) transpassando Vigas (V5 e V6)
2	1º Pavimento	Garagem	Eletroduto transpassando a Viga (V2)
3	1º Pavimento	Lavabo	Eletroduto transpassando a Viga (V2)
4	Térreo/Fundação	Escada	Eletroduto transpassando o Pilar (P25)
5	1º Pavimento	Sacada	Eletroduto transpassando o Pilar (P24)
6	Térreo/Fundação	Garagem	Eletroduto transpassando Pilares (P16 e P19) e Eletroduto
7	Cobertura	Cozinha	Ponto de Luz transpassando a Viga (V2)
8	Cobertura	Sacada	Eletrodutos transpassando a Viga (V9)
9	Cobertura	Quarto Suíte	Eletrodutos transpassando a Viga (V7)

Fonte: Autoria própria (2022).

(a) Incompatibilidades 1, 2, 3, 7, 8 e 9.

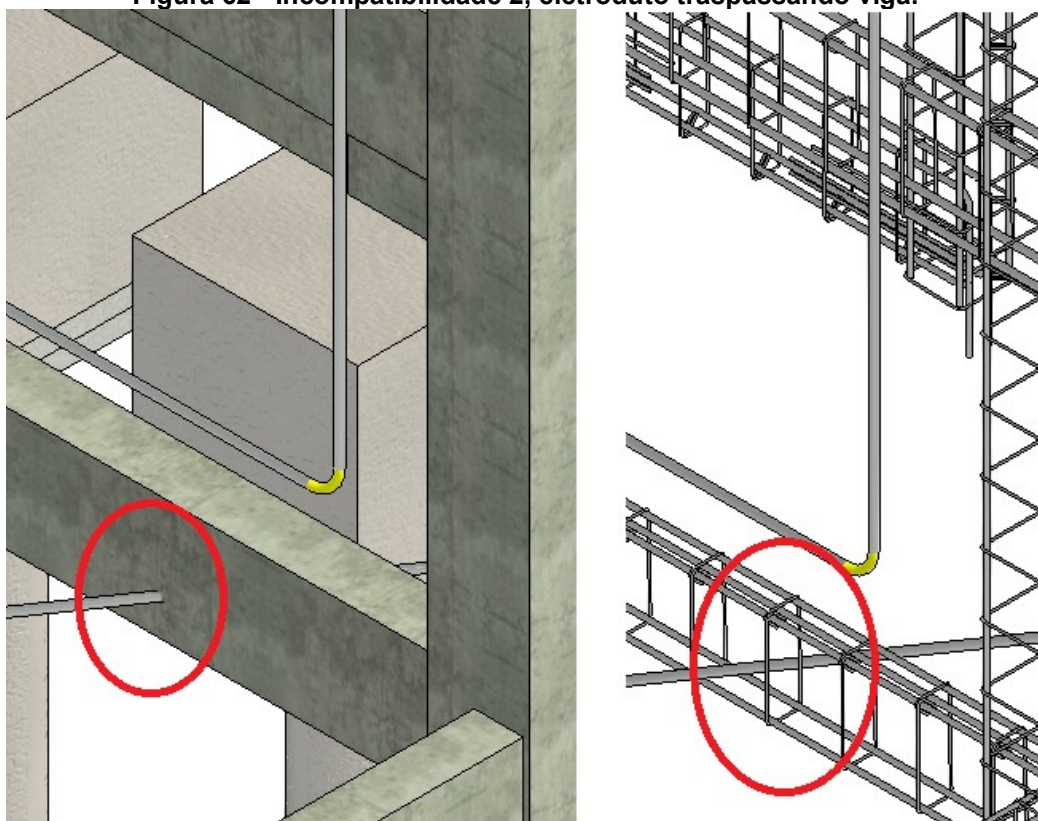
Primeiramente, foram apontados pelo software os eletrodutos que atravessavam as vigas, de modo que foram mostradas seis incompatibilidades semelhantes apresentadas nas imagens abaixo.

As incompatibilidades 1, 2 e 3 apresentam eletrodutos que transpassam vigas do pavimento superior.



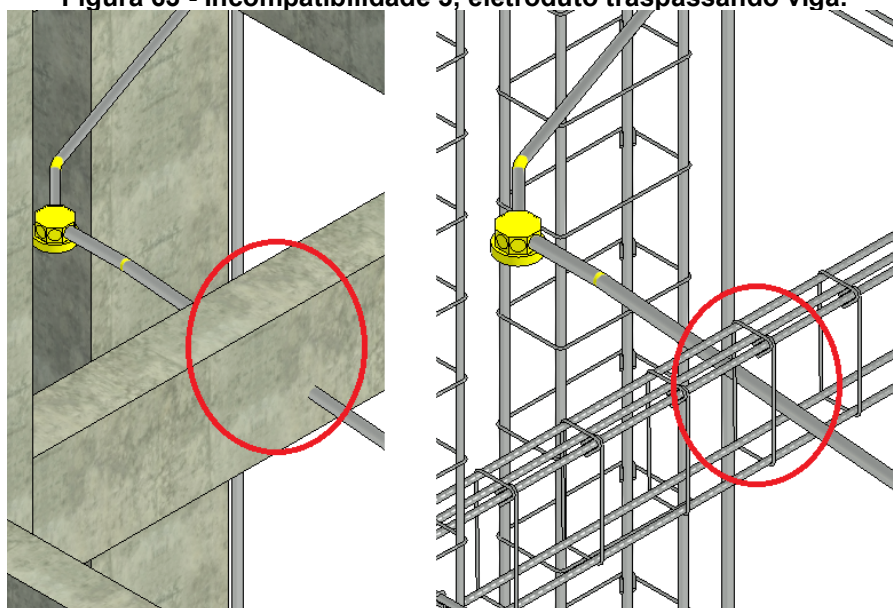
Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto D (2021).

Figura 62 - Incompatibilidade 2, eletroduto traspassando viga.



Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto D (2021).

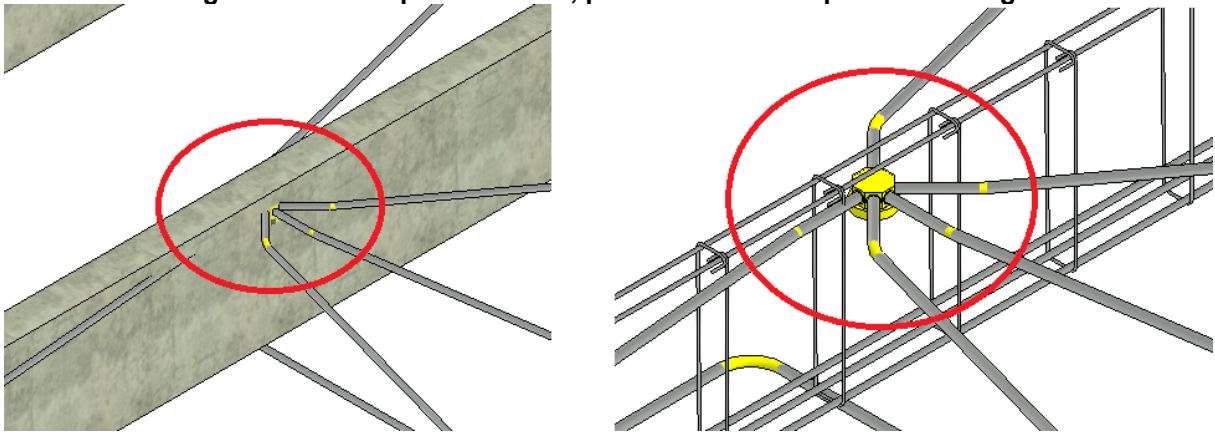
Figura 63 - Incompatibilidade 3, eletroduto traspassando viga.



Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto D (2021).

A incompatibilidade 7 apresenta a justaposição do ponto de luz em uma viga do pavimento da cobertura, e consequentemente os eletrodutos traspassando a viga.

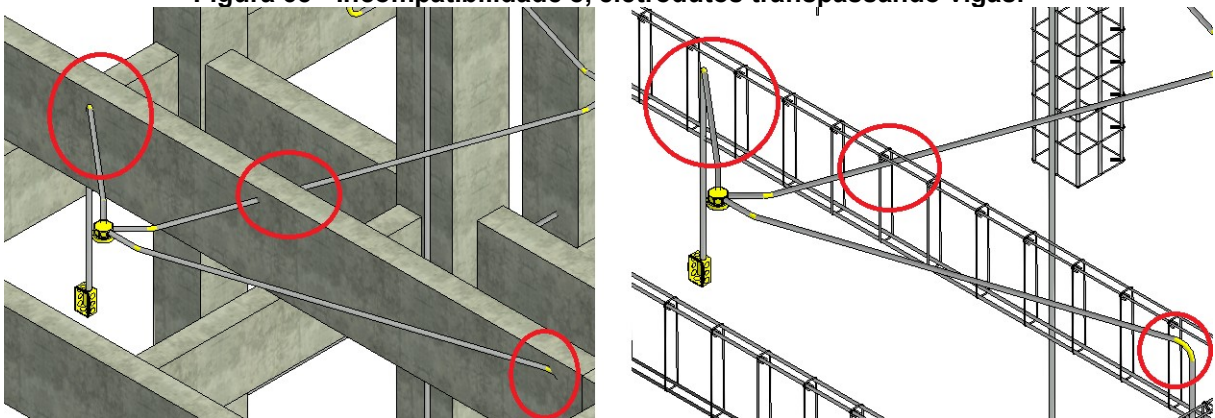
Figura 64 - Incompatibilidade 7, ponto de Luz transpassando a viga.



Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto D (2021).

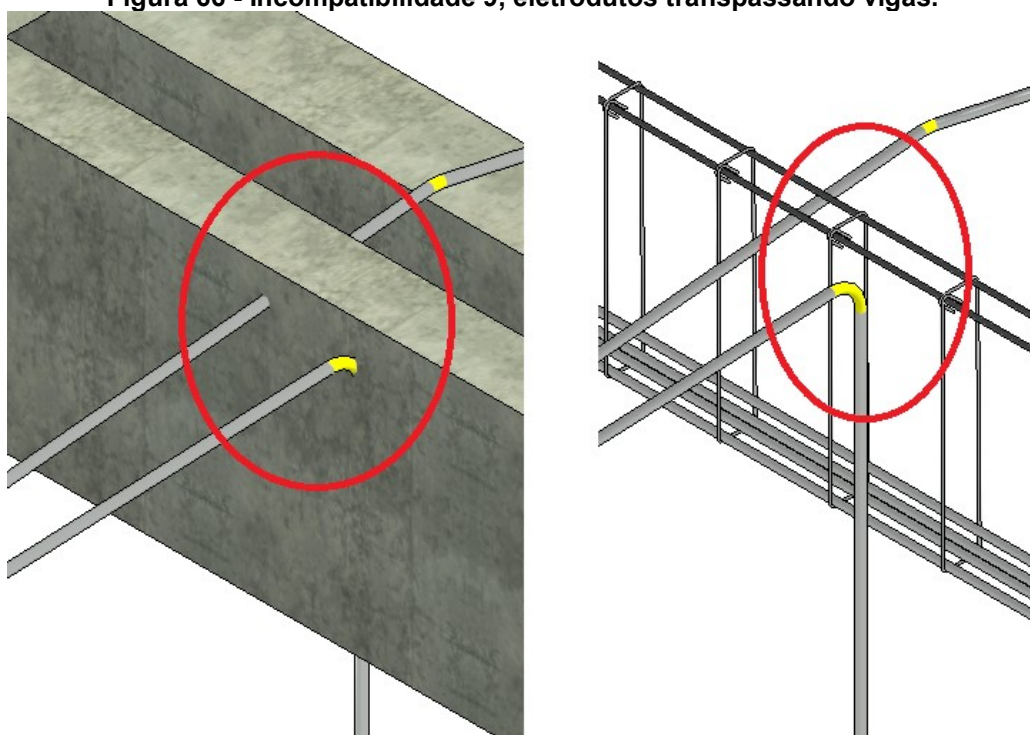
As incompatibilidades 8 e 9 apresentam eletrodutos transpassando a viga da cobertura em mais de um ponto e próximos uma das outras.

Figura 65 - Incompatibilidade 8, eletrodutos transpassando vigas.



Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto D (2021).

Figura 66 - Incompatibilidade 9, eletrodutos transpassando vigas.



Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto D (2021).

Conforme a NBR 6118 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014), as aberturas para a passagem de eletrodutos são permitidas, entretanto devem-se ser analisadas todas as verificações de resistências e deformação estabelecidas pela NBR citada.

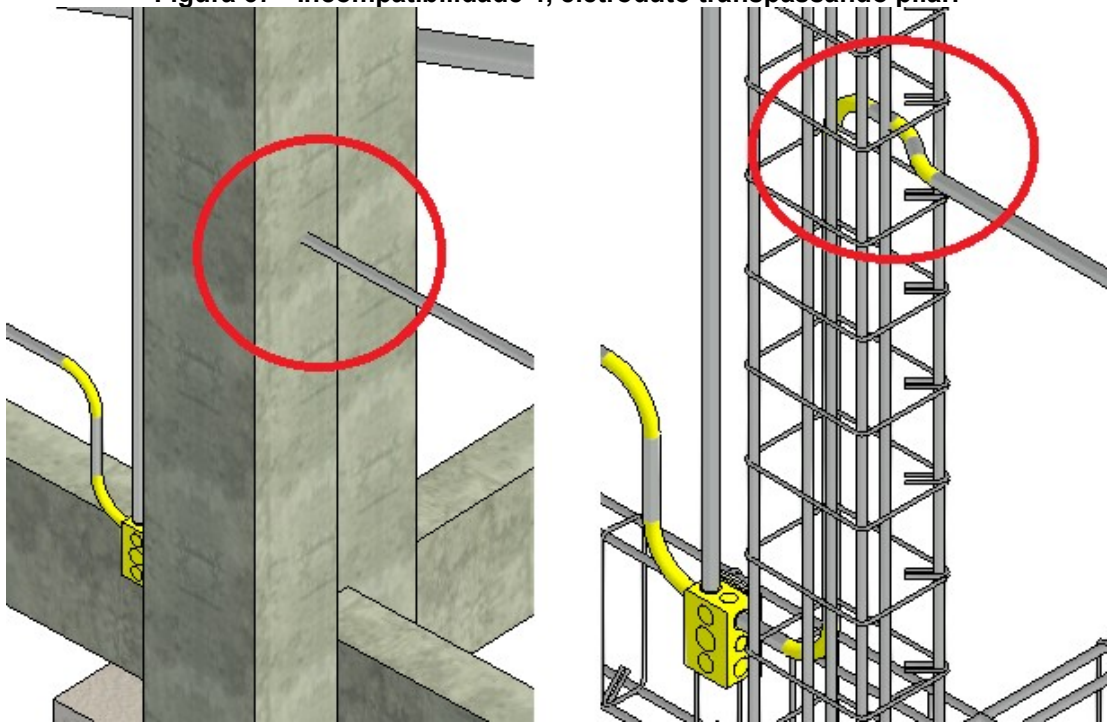
Assim, para a execução das vigas se deve executar esperas e/ou aberturas antes da concretagem, não podendo ser feitos furos depois da concretagem.

(b) Incompatibilidades 4, 5 e 6.

Prosseguindo com as verificações, foram apresentadas as incompatibilidades onde o eletroduto atravessa pilares, mostradas nas figuras abaixo.

A Figura 67, mostra um eletroduto localizado na garagem que transpassa o pilar longitudinalmente.

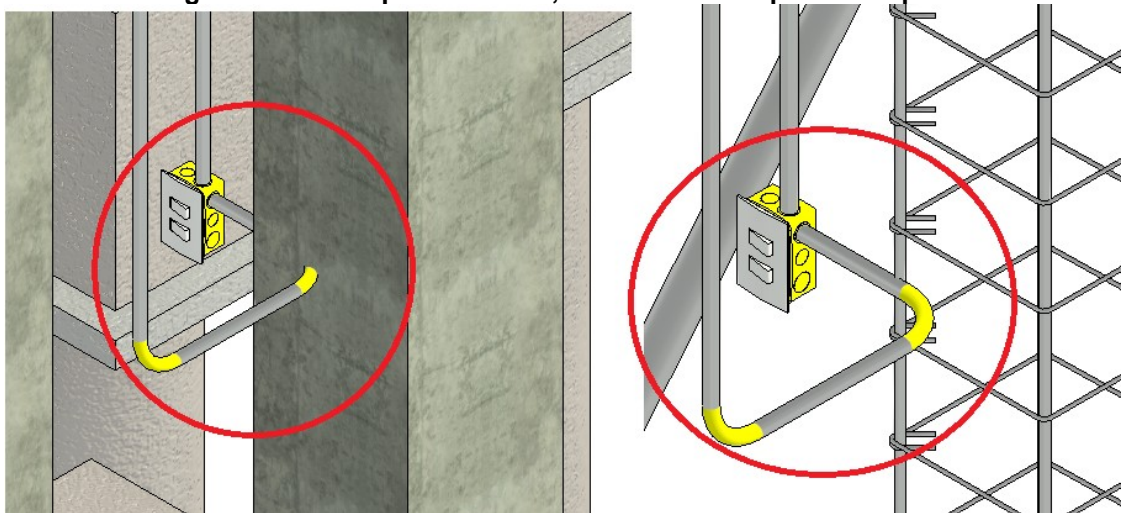
Figura 67 - Incompatibilidade 4, eletroduto transpassando pilar.



Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto D (2021).

A Incompatibilidade 5, representa um eletroduto localizado na varanda que transpassa o pilar transversalmente.

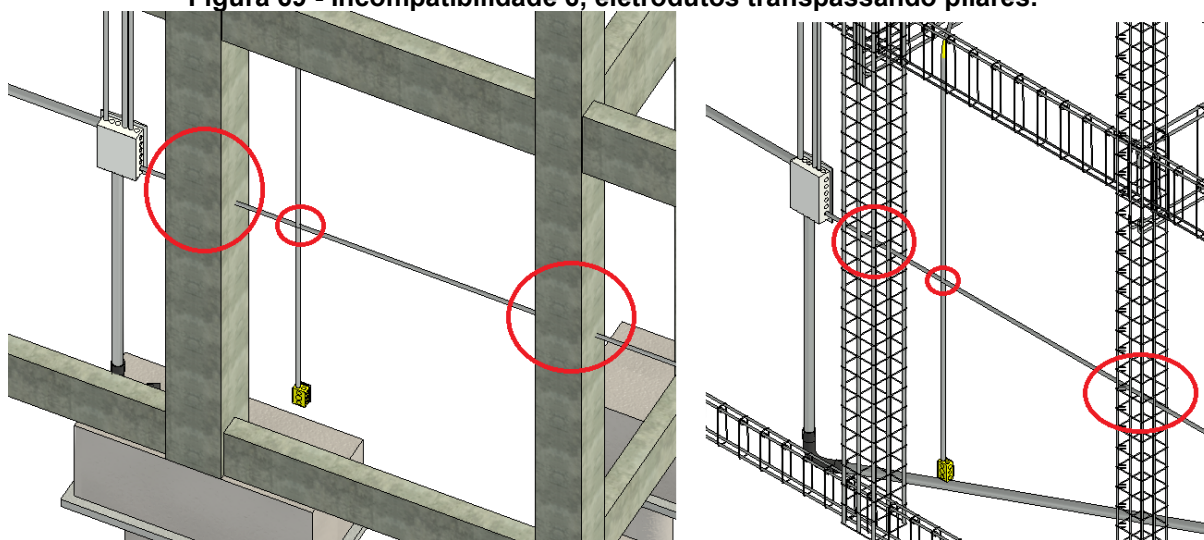
Figura 68 - Incompatibilidade 5, eletroduto transpassando pilar.



Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto D (2021).

A Incompatibilidade 6, representa um eletroduto localizado na varanda, proveniente do quadro de energia, que transpassa os pilares transversalmente e um eletroduto.

Figura 69 - Incompatibilidade 6, eletrodutos transpassando pilares.



Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto D (2021).

Conforme apresentado no subitem anterior a norma NBR 6118 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014), as aberturas em pilares são permitidas, com exceção de aberturas longitudinais. Entretanto todas as verificações de deformações e resistência devem ser atendidas.

Desta forma, a incompatibilidade 4 apresentada não é permitida, visto que há um trecho de eletroduto longitudinal ao pilar, devendo readequar para respeitar a norma.

6.2.6. Hidrossanitário x Elétrico

Por fim, a última combinação realizada foi a justaposição dos projetos Elétrico e Hidrossanitário, onde o software apontou 3 incompatibilidades apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Relatório de incompatibilidade Hidrossanitário x Elétrico.

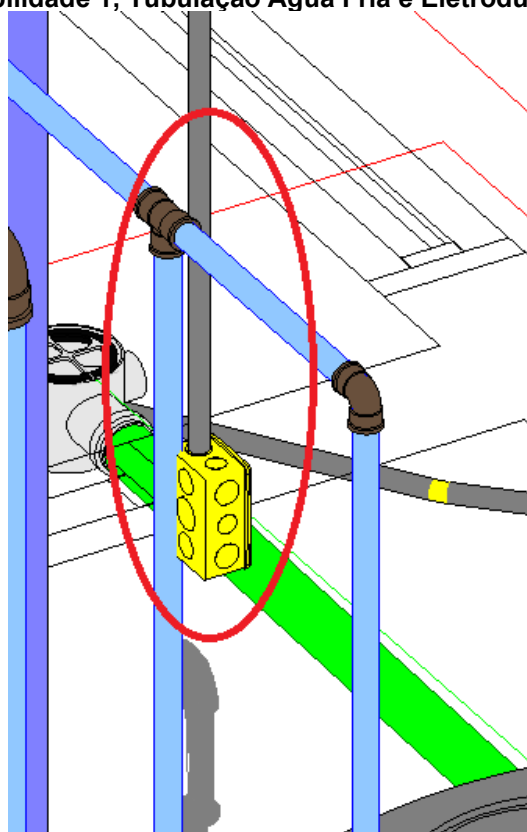
	Nível	Local	Incompatibilidade
1	Superior	BWC	Tubulação Água Fria e Eletroduto na mesma prumada
2	Térreo/Fundação	Garagem	Eletroduto PEAD transpassando Tubulação de Esgoto
3	Superior	Cozinha	Tubulação de Ventilação (CV-01) transpassando Eletroduto

Fonte: Autoria própria (2022).

(a) Incompatibilidades 1, 2 e 3.

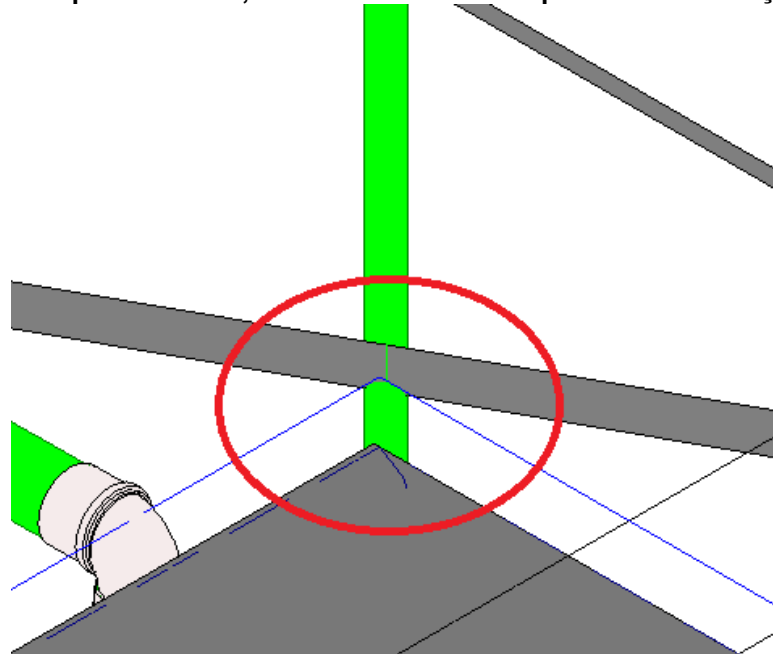
As incompatibilidades apresentadas mostram interseção de tubulações com eletrodutos, de modo que na construção pode levar o executor a fazer adaptações para que não haja o conflito entre as disciplinas, levando tempo e recursos não previstos.

Figura 70 - Incompatibilidade 1, Tubulação Água Fria e Eletroduto na mesma prumada.



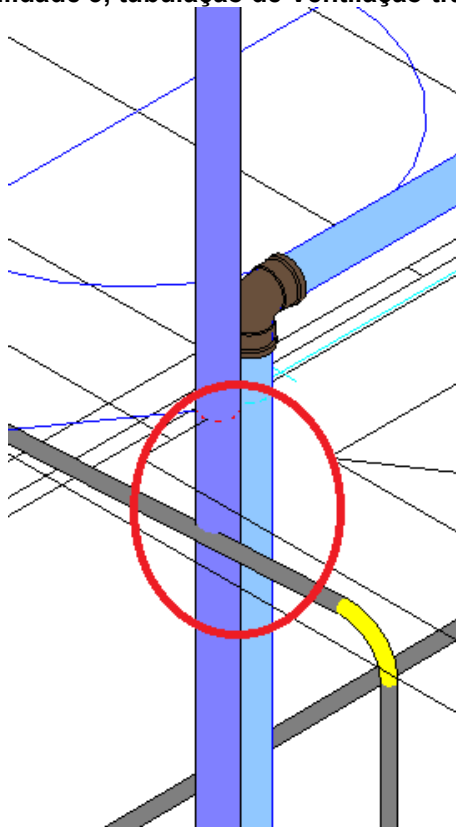
Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto C (2021).

Figura 71 - Incompatibilidade 2, eletroduto PEAD transpassando Tubulação de Esgoto



Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto C (2021).

Figura 72 - Incompatibilidade 3, tubulação de Ventilação transpassando Eletroduto



Fonte: Adaptado de Projeto B (2021) e Projeto C (2021).

6.3. Quadro Resumo

Devido as inúmeras inconformidades e incompatibilidades apresentadas, fora confeccionado um quadro resumo com todas as incongruências que se destacam no trabalho para que o acesso seja facilitado, de modo que o quadro apresenta a numeração da incompatibilidade, bem com uma sinopse da incompatibilidade.

Quadro 7 – Quadro Resumo

Item/Subtítulo	Incompatibilidade	Nível	Local	Incompatibilidade
6.1.1.	Norma	Térreo	Escada	Desacordo com a NBR 9050
6.1.2.	Norma	Térreo/Superior	Garagem/Sala de Jantar	Desacordo com a NBR 5410
6.1.3.	Norma	Térreo/Superior	Lavabo/BWC	Desacordo com a NBR 8160
6.2.1. Incompatibilidade 3	ARQ x EST	Superior	Superior	Projeto Arquitetônico Nível (310) e Projeto Estrutural Nível (320), expondo as vigas e lajes no piso.
6.2.1. Incompatibilidade 4	ARQ x EST	Térreo/Fundação	Garagem	Ausência de representação das Vigas
6.2.1. Incompatibilidade 5	ARQ x EST	Superior	Cozinha	Ausência de representação das Vigas
6.2.1. Incompatibilidade 6	ARQ x EST	Superior	BWC Suíte	Vigas e Pilares ressaltados na Arquitetura
6.2.1. Incompatibilidade 7	ARQ x EST	Superior	Cozinha	Viga (V2) transpassando a Porta de Vidro
6.2.1. Incompatibilidade 8	ARQ x EST	Superior	Cozinha	Viga (V3) transpassando a Churrasqueira
6.2.2. Incompatibilidade 3	ARQ X HID	Superior	BWC Suíte	Ausência de Shafts, de forma que as tubulações ficam aparentes
6.2.2. Incompatibilidade 4	ARQ X HID	Superior	BWC	Ausência de Shafts, de forma que as tubulações ficam aparentes
6.2.3. Incompatibilidade 1	ARQ X ELE	Térreo/Fundação	Lavabo	Interruptor sobre a porta
6.2.3. Incompatibilidade 2	ARQ X ELE	Superior	Cozinha/Acesso	Interruptores atrás da porta, quando aberta
6.2.3. Incompatibilidade 3	ARQ X ELE	Superior	Cozinha	Dispositivos Elétricos aparentes.
6.2.3. Incompatibilidade 4	ARQ X ELE	Superior	Quarto 2	Interruptor sobre a Janela
6.2.4. Incompatibilidade 3	EST X HID	Térreo/Fundação	Lavabo/Lavanderia	Tubulações de Esgoto (Tanque, Lavatório, Máquina de Lavar Roupas, Vaso Sanitária e Ralo) Transpassando a Viga Baldrame (V3)

6.2.4. Incompatibilidade 9	EST X HID	Térreo/Fundação	Garagem	Tubulações de Esgoto e Pluvial (TQ-01 e AP-01) Transpassando a Viga Baldrame (V3)
6.2.4. Incompatibilidade 10	EST X HID	Térreo/Fundação	Lavabo	Tubulação de Ventilação Transpassando Pilar (P7)
6.2.5. Incompatibilidade 3	EST X ELE	1º Pavimento	Lavabo	Eletroduto transpassando a Viga (V2)
6.2.5. Incompatibilidade 4	EST X ELE	Térreo/Fundação	Escada	Eletroduto transpassando o Pilar (P25)
6.2.5. Incompatibilidade 6	EST X ELE	Térreo/Fundação	Garagem	Eletroduto transpassando Pilares (P16 e P19) e Eletroduto
6.2.5. Incompatibilidade 7	EST X ELE	Cobertura	Cozinha	Ponto de Luz transpassando a Viga (V2)
6.2.5. Incompatibilidade 8	EST X ELE	Cobertura	Sacada	Eletrodutos transpassando a Viga (V9)
6.2.5. Incompatibilidade 9	EST X ELE	Cobertura	Quarto Suíte	Eletrodutos transpassando a Viga (V7)
6.2.6. Incompatibilidade 1	HID X ELE	Superior	BWC	Tubulação Água Fria e Eletroduto na mesma prumada
6.2.6. Incompatibilidade 2	HID X ELE	Térreo/Fundação	Garagem	Eletroduto Pead transpassando Tubulação de Esgoto
6.2.6. Incompatibilidade 3	HID X ELE	Superior	Cozinha	Tubulação de Ventilação (CV-01) transpassando Eletroduto

Fonte: Autoria própria (2022).

7. CONCLUSÃO

O setor do Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação como mencionado neste trabalho, busca sempre por inovações tanto construtivas como de planejamento, visando a redução tempo e custos, e aumentando a produção. Desta forma a metodologia BIM agrega nesta essência de redução de tempo e custos.

Diante deste trabalho e das incompatibilidades apresentadas, pode-se afirmar que a metodologia BIM, poderia ter levado a ganhos expressivos, visto que a metodologia apresentada se mostrou eficiente para a visualização de incongruências, e que software utilizado, no caso o Revit®, por possuir uma operabilidade 3D, facilita a forma de analisar e resolver os problemas apresentados antes do projeto ser levado a execução.

Vale destacar a importância da análise dos projetos com referenciais teóricos, no caso, as Normas Brasileiras vigentes de cada projeto, de modo que foram apontadas algumas inconformidades referentes a estas normas, que podem no futuro ocasionar problemas.

Silva e Comparim (2016) relatavam que muitos escritórios utilizam o método convencional de projetos, onde o projeto arquitetônico é o primeiro a ser realizado e posteriormente realizados os complementares, que pode ocasionar a falta de comunicação entre os projetos. Com isso a metodologia BIM, pode solucionar este problema, devido a possibilidade de os projetos serem desenvolvidos simultaneamente e sobrepostos facilmente, como apresentado neste trabalho, em que foram realizados os projetos e simultaneamente justapostos, podendo ser alterados instantaneamente.

Analisando as incompatibilidades mostradas, pode-se concluir que na fase de execução houve alguns empecilhos, tanto de tempo como de recursos, de modo que os projetos levaram o executor a racionar e elaborar soluções para todas as incongruências apresentadas. De modo que o projeto pode estar em desacordo com o que fora apresentado, assim uma etapa teria que ser acrescentada, no caso o *as built*, termo em inglês para “como construído”, que seria a elaboração dos projetos como foram executados na obra, para que o proprietário do imóvel possa ter os projetos fielmente à execução.

Por fim, o estudo apresentado colabora com a premissa de projetos assertivos e bem planejados, com o intuito de reduzir tempo e custos, e aumentar a produção.

Desta forma o software Revit®, pode auxiliar com esta premissa, apresentando ser uma plataforma que possui da essência do BIM, mostrando ser um software eficiente para a execução de projetos e compatibilização, e que está tendendo a ser uma ferramenta essencial.

REFERÊNCIAS

ALTOQI. **Primeira norma de BIM no Brasil – ABNT NBR 1596**. 2020.

Disponível em: https://lp.altoqi.com.br/wp-content/uploads/2020/07/artigo_primeira_norma_bim_brasil_nbr_15965-1_2011.pdf

Acesso em: 21 Abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410**:

instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5626**: sistemas prediais de água fria e água quente – projeto, execução, operação e manutenção.

Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto — procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6122**: projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6123**: forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8160**: sistemas prediais de esgoto sanitário - projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8681**: ações e segurança nas estruturas – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9000**: sistemas de gestão da qualidade - fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2015a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10844**: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16636-1**: elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Parte 1: diretrizes e terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

AMARAL, R.; PINA FILHO, A. A evolução do CAD e sua aplicação em projetos de engenharia. *In: 9º SIMPÓSIO DE MECÂNICA COMPUTACIONAL*, 2010, São João Del-Rei – MG. **Anais [...]**. São João Del-Rei: Universidade Federal de São João Del-Rei, 2010.

ANDRADE, M. BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 2009, São Carlos -SP. **Anais [...]**. São Carlos -SP: USP, 2009.

ARQONLINE CURSOS. **Compatibilização de projetos no Revit e instalações hidrossanitárias**, 25 Jun. 2020.

Disponível em: <https://www.arqonlinecursos.com.br/compatibilizacao-de-projetos-no-revit/> Acesso em: 01 Ago. 2021

BRASIL. **Decreto nº 10306**, de 2 de abr. 2020, Brasília, 2020.

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm

Acesso em: 23 Abr. 2022

BUSS, A.; CARNEIRO, D.; LÉDO, B. Aplicação do BIM na compatibilização de projetos complementares. **Brazilian Applied Science Review**, 2020, 4(1), p. 319-332. DOI:10.34115/basrv4n1-020. Disponível em:

<https://brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/6909/6090> Acesso em: 23 abril 2022.

CALLEGARI, S. **Análise comparativa da compatibilidade de projetos em três estudos de caso**. 2007. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CAMPO MOURÃO. **Lei Complementar nº 60**, 27 dez. 2019, Campo Mourão, 2019.

Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/campo-mourao/lei-complementar/2019/6/60/lei-complementar-n-60-2019-dispoe-sobre-os-requisitos-tecnicos-para-as-edificacoes-e-obras-a-serem-construidas-no-municipio-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 10 abr. 2022.

CHECCUCCI, E. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, fev. 2019. ISSN 1980-6809. DOI:

<https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653708> Disponível em:

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653708>. Acesso em: 26 fev. 2019.

CRESPO, C.; RUSCHEL, R. Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. *In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL*, 3.; 2007, Porto Alegre, RS. **Anais [Trabalhos Científicos]**. Porto Alegre, 2007.

GUTH, A., *et al.* Tecnologia BIM e sua aplicação na construção para compatibilização de projetos. **Anuário de Produções Acadêmico dos Discentes da Faculdade Araguaia**, Goiânia, GO, v.7, n.1, p. 80-87, 2018.

JACOSKI, C.; JACOSKI, S. Contribuição da modelagem BIM para projetos complexos – um estudo com projetos de parques tecnológicos. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, Chapecó, v. 9, n. 1, p. 25-42, 2015.
DOI:10.11606/gtp.v9i1.69567. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/69567>. Acesso em: 12 ago. 2021.

KEEP CAD TECNOLOGIA. **Revit estrutural**. Divulgação de curso: on-line 2021. Disponível em: <http://www.keepcad.com.br/cursos/15/62/Revit-Estrutural>. Acesso em: 01 Ago. 2021.

LIMA FILHO, D. **Projetos de instalações elétricas prediais**. 12. ed. São Paulo: Érica, 2011.

LINO, J.; AZENHA, M. **Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas**. In: ENCONTRO NACIONAL BETÃO ESTRUTURAL – BE2012, 2012, Porto, PT. **Anais** [Trabalhos Científicos]. Porto, Portugal, 2012.

MARSICO, M. *et al.* Aplicação de BIM na compatibilização de projetos de edificações. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, SC, Brasil, v. 7, n. 17, p. 19-41, 2017.

MENEZES, G. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2011.

NASCIMENTO, J. A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil, 2014. **Revista Especialize On-line IPOG** - Goiânia – 7. ed. nº 007, Vol.01/2014, Julho/2014.

PENTILLÃ, H. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 11, p. 395-408, 2006.

PIEROTTO, W.; YU, R. **Estudo de compatibilização de projetos de uma edificação pública com auxílio da plataforma BIM**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

PORTOBELLO ENGENHARIA. **Metodologia BIM e economia de conflitos práticos**, Uberlândia, 2020. Disponível em:
https://www.portobelloengenharia.com.br/metodologia_bim_economia_conflitos/
Acesso em: 01 Ago.2021

PROJETO A. **Projeto arquitetônico**. Edificação unifamiliar de 230,28 m². Elaborado pela Empresa A, Campo Mourão, 2021.

PROJETO B. **Projeto elétrico**. Edificação unifamiliar de 230,28 m². Elaborado pela Empresa A, Campo Mourão, 2021.

PROJETO C. **Projeto hidrossanitário**. Edificação unifamiliar de 230,28 m². Elaborado pela Empresa A, Campo Mourão, 2021.

PROJETO D. **Projeto estrutural**. Edificação unifamiliar de 230,28 m². Elaborado pela Empresa A, Campo Mourão, 2021.

RAUBER, F.; RIZZATTI, E. **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005.

RUSCHEL, R.; ANDRADE, M.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013.

SANTOS, L. **Projeto de rede pluvial em um galpão industrial**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

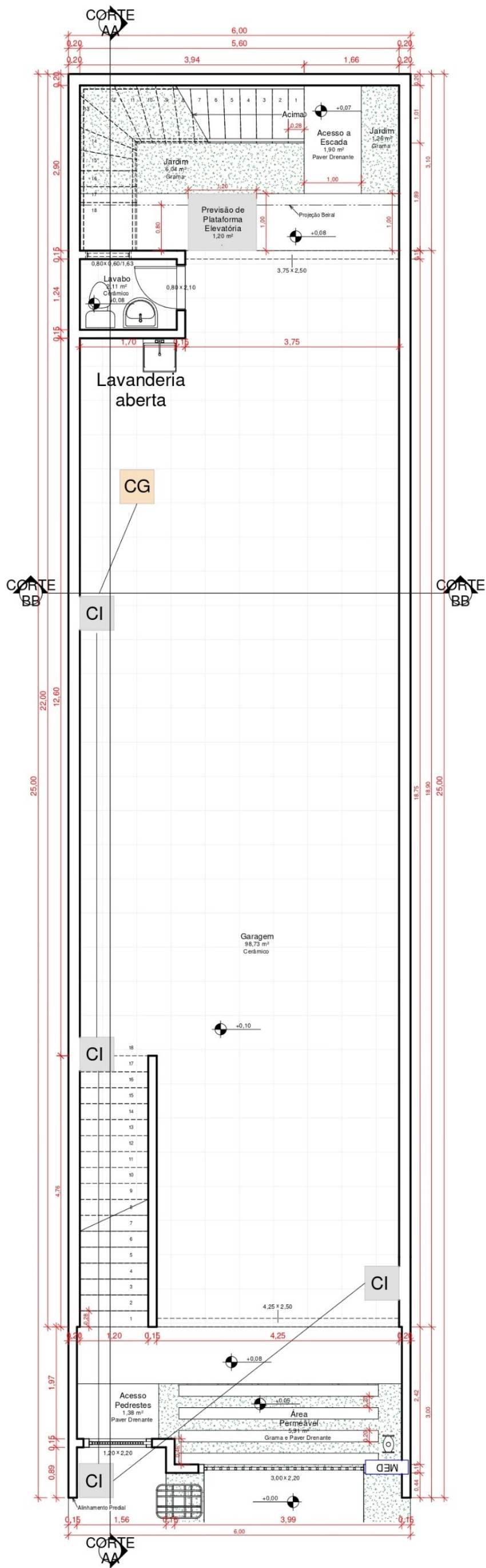
SILVA, J. L.; COMPARIM, L. L. **Estudo de caso: análise comparativa do orçamento e planejamento de um residência unifamiliar utilizando as ferramentas AutoCad e Revit**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SOUZA, L. L. A. de; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. de M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia De Projetos**, 2009, 4(2), p.26-53. DOI 10.4237/gtp.v4i2.100. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50958>. Acesso em: 18 maio 2022.

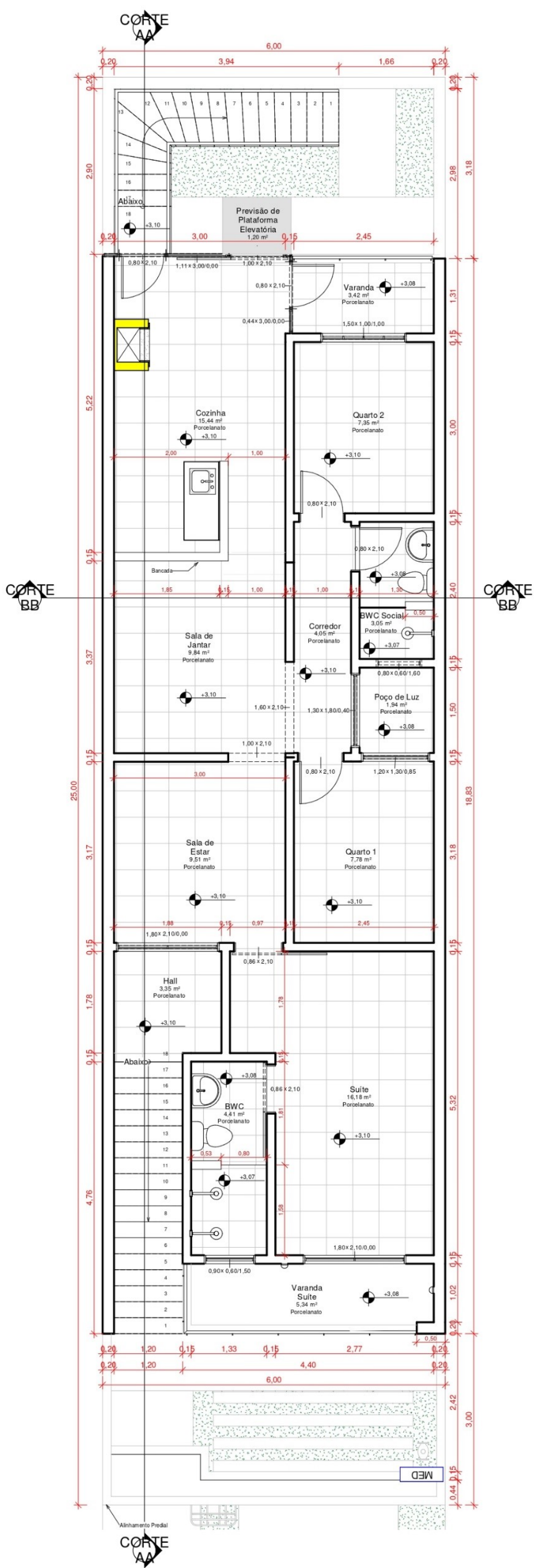
STUDIO IDEIA. **Projetos elétricos em Revit**, 2019. Disponível em: <https://www.studioideia.com/blog/63-projetos-eletricos-em-revit> Acesso em: 01, ago. 2021.

TOTAL CONSTRUÇÃO. **Plataforma BIM: o que é? vantagens e desvantagens**, 2019. Disponível em: <https://www.totalconstrucao.com.br/plataforma-bim/> Acesso em: 09 ago. 2021.

ANEXO A – Projeto Arquitetônico, Planta Baixa - Térreo



ANEXO B – Projeto Arquitetônico, Planta Baixa - Superior



1 PLANTA BAIXA - PAV. SUPERIOR
ESCALA 1:50