

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

JULIA TAVARES PEREIRA

**IMPACTOS DA AUSÊNCIA DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS
EM UMA OBRA RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO**

FLORIANÓPOLIS, 2025.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

JULIA TAVARES PEREIRA

**IMPACTOS DA AUSÊNCIA DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS
EM UMA OBRA RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO**

Trabalho de Conclusão de submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Beatriz Francalacci da Silva, Dr.

FLORIANÓPOLIS, 2025.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Pereira, Julia Tavares
IMPACTOS DA AUSÊNCIA DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS
EM UMA OBRA RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO / Julia Tavares Pereira;
orientação de Beatriz Francalacci Da Silva.
- Florianópolis, SC, 2025.
96 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico
de Construção Civil.
Inclui Referências.

1. Interferências. 2. Retrabalho. 3. Atrasos. 4.
Coordenação. I. Da Silva, Beatriz Francalacci. II. Instituto
Federal de Santa Catarina. III. IMPACTOS DA AUSÊNCIA
DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM UMA OBRA RESIDENCIAL
DE ALTO PADRÃO.

**IMPACTOS DA AUSÊNCIA DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM UMA
OBRA RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO**

JULIA TAVARES PEREIRA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Graduação em Engenharia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 18 de Dezembro de 2025.

Banca Examinadora:

Prof. Beatriz Francalacci da Silva, Dr.

Juliana Guarda de Albuquerque, Ma.

Sergio Parizotto Filho, Me.

AGRADECIMENTOS

Realizar o sonho de me formar em Engenharia Civil foi um objetivo que partiu de mim, mas ganhou força com o apoio de tantas pessoas queridas que torceram, sonharam junto e desejaram, de coração, a minha felicidade.

Agradeço a Deus por me sustentar nessa trajetória, mesmo quando eu mesma não conseguia pedir Sua ajuda, Ele me carregou em Seus braços para que eu continuasse firme no caminho que Ele preparou para mim.

À minha mãe, Scheila, que inúmeras vezes me esperou no ponto quando eu perdia o último ônibus para ir para casa, que me recebeu com comida quente e o coração cheio de cuidado após a faculdade e as provas difíceis. Mãe, obrigada por me fazer forte, e por me lembrar todos os dias que sou capaz de tudo aquilo que posso sonhar. Tudo é, e sempre será, por nós.

Às mulheres fortes que pavimentaram o caminho com coragem e resiliência, permitindo que hoje eu seja livre para fazer minhas escolhas. Em especial, as minhas mulheres fortes, minha mãe Scheila, minhas avós Rose e Guiomar, minha bisavó Hilda (*in memoriam*), minha tia Maihara e minhas madrinhas Tatiane e Daiane. Obrigada por me inspirarem todos os dias.

Ao IFSC e a todos os professores que me acompanharam desde 2017, quando iniciei o ensino médio junto ao curso técnico em Edificações. Obrigada por serem mais do que mestres: por acolherem, ensinarem e por contribuírem para minha formação completa, como profissional e como ser humano.

Aos meus colegas de curso, que ao longo da jornada se tornaram meus grandes e fiéis amigos, obrigada pela parceria, pelas conversas que aliviaram o peso da jornada e pelas risadas que tornaram os dias mais leves. Compartilhar esse caminho com vocês me fez feliz, fez toda a diferença.

Ao meu companheiro de vida, João Vitor, por ser aconchego, por acreditar em mim, por se orgulhar e vibrar comigo as minhas conquistas.

E, como diz a frase: “Quem anda sozinho pode até ir mais rápido, mas nem sempre vai mais longe.” E eu fui mais longe porque caminhei com vocês. Obrigada!

“Para que todos vejam, e saibam, e considerem, e juntamente entendam que a mão do Senhor fez isso (...)” Isaías 41:20

RESUMO

A avaliação das incompatibilidades entre os projetos arquitetônicos e complementares é fundamental para o sucesso na execução de uma obra residencial. Este estudo analisa as falhas de coordenação identificadas em uma edificação residencial multifamiliar de alto padrão em Florianópolis - SC, que resultaram em atrasos e custos adicionais. O objetivo geral foi identificar as incompatibilidades, avaliar as soluções adotadas durante a execução e analisar os impactos em termos de tempo, orçamento e qualidade. A metodologia empregada é qualitativa, utilizando levantamento documental, análise dos projetos e pesquisa de campo. Os resultados demonstraram que as incompatibilidades identificadas ocasionaram principalmente no aumento no prazo de execução da obra.

Palavras-chave: Interferências, Retrabalho, Atrasos, Coordenação.

ABSTRACT

The evaluation of incompatibilities between architectural and complementary projects is fundamental for the successful execution of a residential construction. This study analyzes coordination failures identified in a high-end multifamily residential building in Florianópolis - SC, which resulted in delays and additional costs. The main objective was to identify the incompatibilities, assess the solutions adopted during execution, and analyze the impacts in terms of time, budget, and quality. The methodology employed is qualitative, using documentary research, project analysis, and field investigation. The results demonstrated that the identified incompatibilities mainly led to an increase in the construction schedule.

Keywords: Interferences, Rework, Delays, Coordination.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação de Custo e Tempo para o Projeto.....	18
Figura 2 – Coordenador de projetos como figura central.....	20
Figura 3 – Ciclo de projeto X Efeitos de alteração.....	21
Figura 4 – Conflitos entre tubulações hidráulicas encontrados via software 3D.....	22
Figura 5 – Início das implementações CAD e BIM no Brasil e no exterior.....	24
Figura 6 – Edificação The Shard, Londres.....	25
Figura 7 – Edificação Leadenhall, Londres.....	26
Figura 8 – Instalação hidrossanitária passando por elemento estrutural.....	28
Figura 9 – Interferência de instalação complementar na armadura da laje.....	29
Figura 10 – Falta de compatibilização entre projetos elétrico e gás.....	30
Figura 11 – Vista geral da obra.....	37
Figura 12 – Implantação da obra objeto do estudo.....	37
Figura 13 – Vista do módulo 1.....	39
Figura 14 – Vista do módulo 2.....	39
Figura 15 – Vista do módulo 3.....	40
Figura 16 – Elevação do módulo 4.....	41
Figura 17 – Elevação do módulo 5.....	42
Figura 18 – Apartamento “ponte” que conecta os módulos 4 e 5.....	42
Figura 19 – Renderização final do empreendimento.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem das incompatibilidades do módulo 2.....	80
Gráfico 2 – Custo por m ² da (in)compatibilização de projetos.....	82
Gráfico 3 – Cronograma inicial x realizado.....	83
Gráfico 4 - Resumo da análise do impacto na qualidade.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características principais do empreendimento.....	43
Quadro 2 – Evidências da Incompatibilidade 1 – Suíte Master ap. 105.....	46
Quadro 3 – Evidências da Incompatibilidade 2 – Banho 4 ap. 209.....	51
Quadro 4 – Evidências da Incompatibilidade 3 – Corredor módulo 2.....	54
Quadro 5 – Evidências da Incompatibilidade 4 – Varanda ap. 209.....	57
Quadro 6 – Evidências da Incompatibilidade 5 – Adequações hidráulicas.....	63
Quadro 7 – Evidências Incompatibilidade 6 – Varanda apartamento 209.....	65
Quadro 8 – Evidências da Incompatibilidade 7 – Shaft Drywall.....	68
Quadro 9 – Evidências da Incompatibilidade 8 – Rompimento de lajes.....	70
Quadro 10 – Evidências da Incompatibilidade 9 – Caixa sifonada.....	71
Quadro 11 – Evidências da Incompatibilidade 10 – Esquadrias módulo 2.....	74
Quadro 12– Evidências da Incompatibilidade 11 – Elétrica.....	77
Quadro 13 – Análise da qualidade.....	84
Quadro 14 – Checklist Setor de Projetos.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – m ² módulo 1.....	38
Tabela 2 – m ² módulo 2.....	38
Tabela 3 – m ² módulo 3.....	40
Tabela 4 – m ² módulo 4.....	40
Tabela 5 – m ² módulo 5.....	41
Tabela 6 – Custos das incompatibilidades do módulo 2.....	79

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1.	Justificativa	14
1.2.	Definição do Problema	14
1.3.	Objetivo Geral	15
1.4.	Objetivos Específicos	15
1.5.	Estrutura do Trabalho.....	15
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1.	Compatibilização de Projetos na Construção Civil	16
2.2.	Necessidade de Coordenação de Projetos na Construção Civil	18
2.3.	Tecnologias para Compatibilização de Projetos	20
2.4.	O BIM no Brasil e no mundo	23
2.5.	Impactos da Falta de Compatibilização	27
2.6.	A Contribuição da ISO 9001 para a Gestão da Qualidade em Projetos de Construção Civil	31
3.	MÉTODO	33
3.1.	Etapas do trabalho.....	34
4.	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	36
4.1.	Apresentação do estudo de caso	36
4.2.	INCOMPATIBILIDADES E SOLUÇÕES DO MÓDULO 2	45
4.3.	Análise e discussão dos resultados.....	79
4.3.1.	Análise de custo e cronograma	79
4.3.2.	Análise de qualidade	84
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
5.1.	Sugestões para trabalhos futuros	91
	REFERENCIAS	93

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma área complexa e desafiadora, que envolve muitas etapas, processos tecnológicos e a participação de profissionais de diferentes áreas (Mello e Amorim, 2009). Embora essa colaboração seja essencial para o êxito do empreendimento, ela também gera desafios significativos no que diz respeito à coordenação dos projetos (Nóbrega Júnior e Melhado, 2013).

Assim, a compatibilização de projetos é uma ferramenta essencial para detecção de interferências entre as diversas especialidades de projetos, aperfeiçoando o desenvolvimento do produto final. Esse processo permite antecipar e corrigir potenciais conflitos que possam surgir durante a execução da obra, evitando assim, desperdícios de materiais, retrabalhos, custos extras e atrasos no cronograma, minimizando os riscos de problemas durante a execução (Monteiro, *et al.* 2017).

Segundo Saldanha (2024), com o avanço tecnológico, novas ferramentas potencializaram o processo de compatibilização, destacando-se o uso da Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling - BIM*). A autora afirma ainda que o uso de modelagens tridimensionais (3D) facilita a identificação de interferências entre as diferentes disciplinas de maneira mais precisa e ágil, pois esses softwares permitem que os profissionais da construção civil simulem os elementos construtivos antes mesmo de iniciarem a execução da obra. Porém, o emprego do BIM sem o devido refinamento pode ocasionar problemas similares aos da metodologia CAD, como retrabalho e falta de coordenação entre disciplinas, de acordo com Saldanha (2024).

Diante do exposto, o presente trabalho busca avaliar o impacto da ausência de compatibilização de projetos de uma obra residencial de alto padrão, tomando como base o estudo de caso de uma obra em Florianópolis, SC. Será feita uma análise dos efeitos das incompatibilidades entre os projetos arquitetônico, estrutural e de instalações, e de como elas influenciam nos custos, prazos e qualidade final da construção.

Com isso, espera-se contribuir para o entendimento do papel essencial da compatibilização na construção civil, demonstrando como a aplicação de técnicas e

ferramentas adequadas podem minimizar os riscos e maximizar a eficiência ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento do empreendimento.

1.1. Justificativa

Callegari (2007) ressalta que, em um setor tão competitivo quanto o da construção civil, o desenvolvimento de metodologias e tecnologias para aprimorar o processo de compatibilização é fundamental para viabilizar projetos mais eficazes, com menos desperdícios e custos.

A compatibilização de projetos é um tema relevante tanto acadêmica quanto profissionalmente, especialmente na formação do engenheiro civil, pois permite que o estudante compreenda a importância de cada disciplina e desenvolva habilidades para reduzir os riscos de incompatibilidades na obra. Estudar essa área no ambiente acadêmico oferece uma aplicação prática da teoria, preparando o estudante para enfrentar desafios reais do mercado de trabalho, como o caso da autora deste trabalho, que vivencia problemas de compatibilização na prática do canteiro de obras.

Além disso, a otimização do processo de compatibilização tem grande importância social, pois contribui para construções mais seguras, economicamente viáveis e com menor impacto ambiental, alinhadas à demanda por práticas eficientes e sustentáveis. Esta pesquisa, portanto, justifica-se pela oportunidade de avançar no conhecimento acadêmico e prático sobre compatibilização de projetos, promovendo benefícios diretos para o setor da construção civil e para a sociedade.

1.2. Definição do Problema

Segundo Callegari (2007) as incompatibilidades podem comprometer o andamento da obra, ocasionar retrabalhos, elevar custos e, em alguns casos, comprometer a segurança e a qualidade do empreendimento.

Diante disso, o problema central que este trabalho busca responder é: **Quais os impactos da ausência de compatibilização de projetos em uma obra residencial de alto padrão?**

1.3. Objetivo Geral

Avaliar o impacto da ausência de compatibilização de projetos na execução de uma obra residencial de alto padrão.

1.4. Objetivos Específicos

Este trabalho se propõe a atingir os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as incompatibilidades dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações de uma obra residencial;
- Verificar as soluções adotadas durante a execução da obra para resolver as incompatibilidades encontradas;
- Avaliar os impactos das incompatibilidades, em relação aos custos, prazos de execução e qualidade final da obra;
- Propor estratégias preventivas para reduzir as incompatibilidades em projetos futuros.

1.5. Estrutura do Trabalho

O presente Trabalho de Conclusão de Curso está organizado em cinco capítulos, estruturados de modo a apresentar, analisar e discutir as incompatibilidades identificadas na execução de uma obra residencial, bem como compreender seus impactos e as soluções adotadas.

O Capítulo 1 introduz o tema, apresenta o contexto geral do estudo, o problema de pesquisa, a justificativa, o objetivo geral e os objetivos específicos, assim como a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 apresenta o Referencial Teórico, com a definição dos conceitos fundamentais relacionados à compatibilização de projetos - abordando a necessidade de coordenação entre as disciplinas. A revisão de literatura aborda ainda as tecnologias utilizadas para detecção e resolução de incompatibilidades, além dos impactos decorrentes da falta de integração entre os projetos.

No Capítulo 3 é descrita a Metodologia, com informações sobre o tipo de pesquisa, os procedimentos adotados para a coleta e análise dos dados, os documentos utilizados e as etapas metodológicas que orientaram o desenvolvimento do estudo. Nesse capítulo, também é apresentada a obra que constitui o estudo de caso do trabalho.

O Capítulo 4 mostra a identificação das incompatibilidades encontradas durante a execução da obra estudada, os impactos causados no cronograma e nos custos, assim como as soluções adotadas para mitigar os problemas. Também são discutidos os principais resultados observados.

Por fim, o Capítulo 5 sintetiza os achados do estudo, apresenta as conclusões a respeito dos efeitos das incompatibilidades de projeto na obra e propõe recomendações para aprimorar os processos de compatibilização, além de sugerir temas para pesquisas futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo abordará os principais temas relacionados ao trabalho, incluindo a relevância e os benefícios da compatibilização de projetos na construção civil, as ferramentas tecnológicas disponíveis para sua realização e os impactos da falta de coordenação entre os projetos.

2.1. Compatibilização de Projetos na Construção Civil

De acordo com Mikaldo Jr. e Scheer (2008), a compatibilização de projetos é uma atividade que garante que os componentes dos diferentes sistemas ocupem espaços sem conflito, compartilhando dados consistentes até o final da obra, ou seja, integra áreas distintas para resolver interferências físicas e facilitar tanto o planejamento quanto a execução. Já Callegari (2007) complementa esse entendimento ao afirmar que a compatibilização envolve gerenciar e integrar as diversas disciplinas projetuais, assegurando que seus elementos se ajustem com precisão. Para Monteiro *et al.* (2017), essa ferramenta torna-se ainda mais essencial à medida que as edificações se tornam mais complexas, pois permite detectar

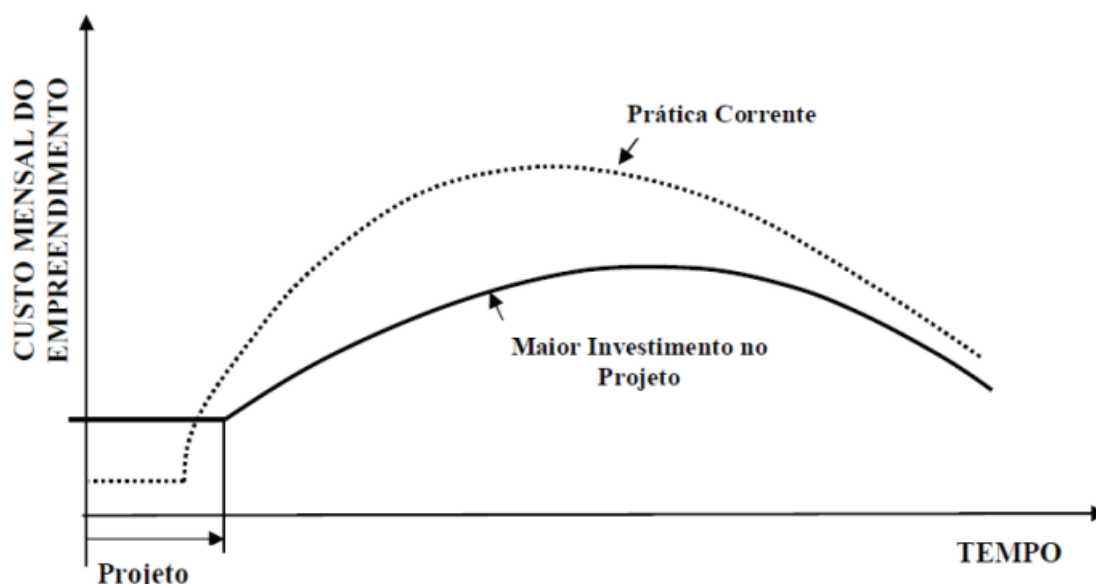
interferências entre projetos como o arquitetônico, estrutural, hidráulico e elétrico, prevenindo problemas futuros.

Historicamente, essa necessidade de coordenação não existia da mesma forma. Nas décadas de 1960 os projetos e a execução eram feitos pelo mesmo profissional, o que naturalmente favorecia a integração. Porém, a partir dos anos 1980, com a especialização dos projetos e a fragmentação dos processos, houve um aumento expressivo nos retrabalhos devido à falta de compatibilidade (Graziano, apud Mikaldo Jr. e Scheer, 2008). De acordo com Nascimento (2015), o conceito de compatibilização se consolidou a partir do final da década de 1980 e início dos anos 1990, sendo hoje amplamente aplicado em diferentes tipos de empreendimentos na construção civil e em outras engenharias.

Porém, quando essa compatibilização não é efetiva, surgem consequências graves. Gonçalves (2017) aponta que a incompatibilidade entre projetos é uma das principais causas de deficiências nas obras, provocando retrabalho, elevação de custos e atraso nos prazos. Ainda, Oscar (2016) evidencia que aproximadamente 39% das obras no Brasil passam por alterações significativas devido a problemas no projeto original. Complementando, Nascimento (2015) argumenta que, se a fase de projeto não é bem explorada, as informações entregues para execução são insuficientes, o que costuma levar a um alto índice de patologias nos edifícios.

A Figura 1 apresentada a seguir ilustra de maneira clara esse raciocínio: quanto mais tempo se investe na fase de projeto - o que inclui a compatibilização - menor tende a ser o custo total da obra, reforçando a importância dessa etapa para evitar os problemas citados pelos autores.

Figura 1 - Relação de Custo e Tempo para o Projeto



Fonte: Melhado et. al (2005, p.16) apud Souza e Tranin (2014)

2.2. Necessidade de Coordenação de Projetos na Construção Civil

De acordo com Araújo (2015), a coordenação é entendida como o planejamento do processo de projeto: ela envolve a interação entre os diversos projetistas já nas etapas iniciais, para discutir e viabilizar soluções, minimizando discrepâncias ou incoerências entre as informações produzidas por diferentes membros da equipe. O autor ainda afirma que a coordenação deve preceder a compatibilização, porque esse sequenciamento promove ganhos em qualidade e racionalização das soluções projetuais.

. Essa prática, além de alinhar expectativas, busca promover a máxima integração entre as diversas intervenções do processo, desde empreendedores até os clientes finais, como destacado por Silva e Novaes (2008). O processo envolve a definição de diretrizes claras, a sistematização do fluxo de informações e a adoção de instrumentos de controle que assegurem a qualidade e eficiência do projeto em todas as suas fases.

Como apontado por Araújo (2015), uma coordenação bem executada reduz desperdícios, evita correções posteriores e contribui para a sustentabilidade dos

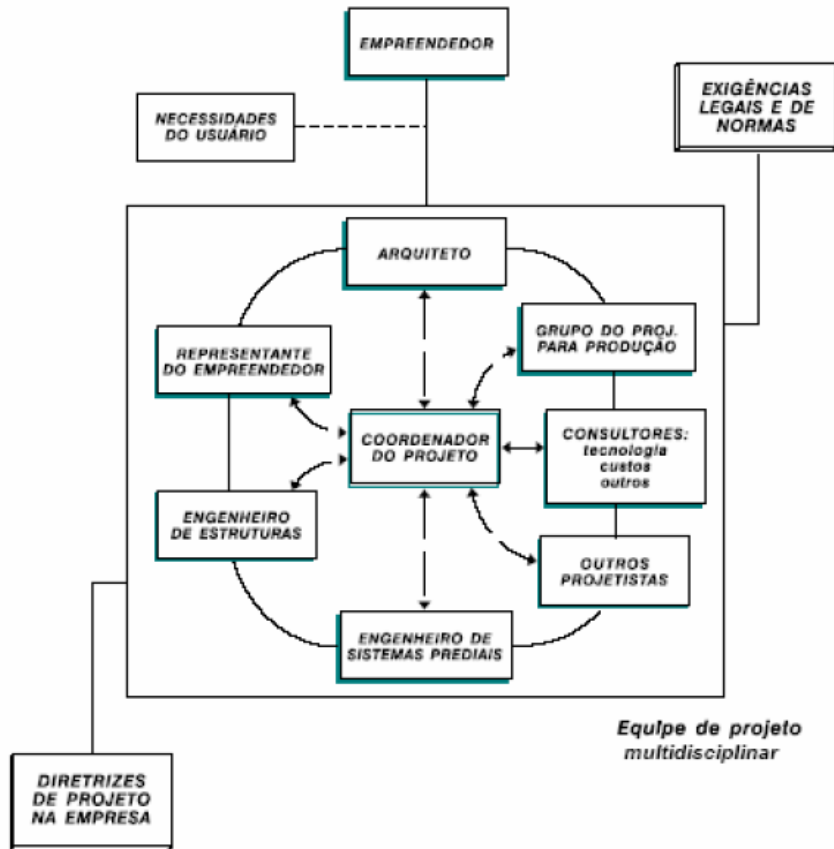
processos. No entanto, para que isso ocorra, é fundamental adotar procedimentos sistematizados, como reuniões técnicas regulares, checklists de compatibilidade e ferramentas de controle, que são essenciais para garantir uma comunicação clara e precisa entre os profissionais envolvidos.

Silva e Novaes (2008) enfatizam que os coordenadores de projetos desempenham um papel fundamental, necessitando de uma visão completa do empreendimento, domínio técnico para analisar as soluções propostas e habilidade gerencial para integrar as equipes. Além disso, as reuniões de coordenação são apontadas como instrumentos indispensáveis para assegurar que decisões sejam tomadas de forma colaborativa e baseadas em dados consistentes, promovendo a compatibilização de projetos e evitando improvisações durante a execução.

Sob essa perspectiva, e conforme o entendimento de Araújo (2015), “o coordenador de projetos não deve ser visto como um custo extra, mas sim como um investimento estratégico”. A atuação antecipada desse profissional “permite antever dificuldades de execução, eliminando retrabalhos posteriores e racionalizando os custos em obra.”

Além do uso de ferramentas digitais, é essencial investir na capacitação dos coordenadores de projetos, que desempenham um papel central ao gerir as interações entre os diversos agentes envolvidos, como demonstra a Figura 2 (Melhado *et al.*, 2005 apud Mikaldo Jr. E Scheer 2008):

Figura 2 - Coordenador de projetos como figura central



Fonte: Melhado et. al (2005) apud Mikaldo Jr. e Scheer (2008)

Assim, a coordenação se consolida como uma peça-chave para o sucesso dos empreendimentos, promovendo alinhamento, previsibilidade e satisfação para todos os envolvidos no processo construtivo.

2.3. Tecnologias para Compatibilização de Projetos

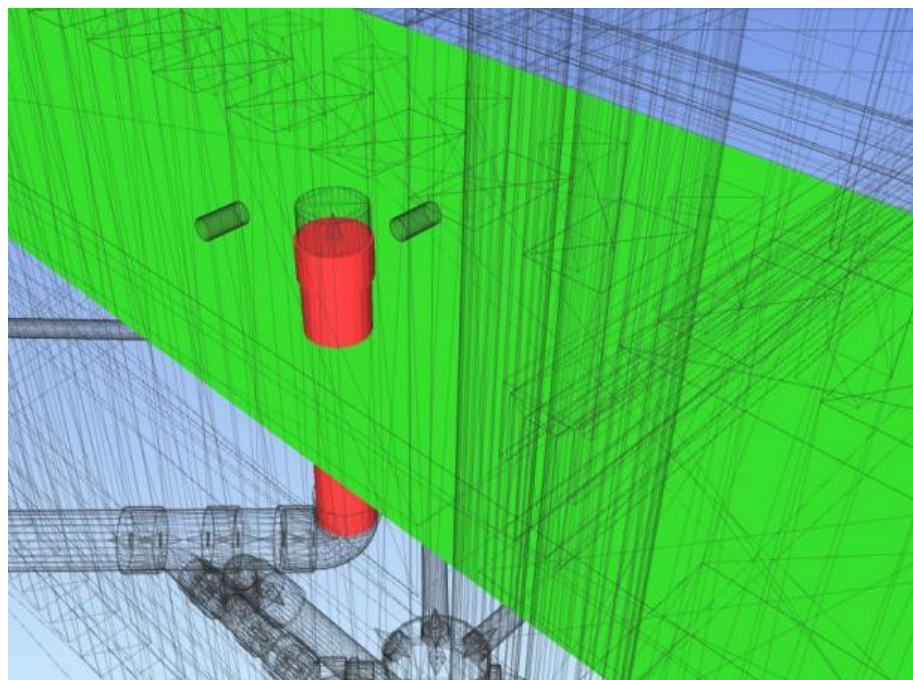
Mesmo antes do advento da Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling - BIM*), soluções como a sobreposição manual de plantas e o uso de checklists já eram aplicadas para detectar e corrigir interferências. Porém, com o avanço tecnológico, especialmente a partir dos anos 2000 no Brasil, a metodologia BIM tornou-se um recurso indispensável para compatibilizar projetos

(Menezes, 2011). Segundo Eastman *et al.* (2014), o BIM é considerado uma mudança de paradigma na forma como a construção é abordada, trazendo vantagens duradouras não só para a indústria, mas também para a sociedade.

Camperstrini *et al.* (2015) afirma que o BIM incentiva o trabalho colaborativo e reduz significativamente inconsistências e retrabalho nos canteiros de obra. Além disso, Souto Filho *et al.* (2015) destacam que a adoção de ferramentas como o BIM melhora não apenas a visibilidade dos resultados, mas também a comunicação entre as partes envolvidas no projeto, pois garante que todos trabalhem com dados consistentes e atualizados.

Isso ocorre porque a aplicação dessa tecnologia permite a modelagem digital tridimensional do projeto e possibilita a visualização completa e integrada das diferentes disciplinas, contribuindo para a criação de edifícios mais eficientes, pois antecipam a previsibilidade da necessidade de alterações nos projetos (Figura 3).

Figura 3 – Interferência entre projeto hidrossanitário e estrutural identificada por BIM

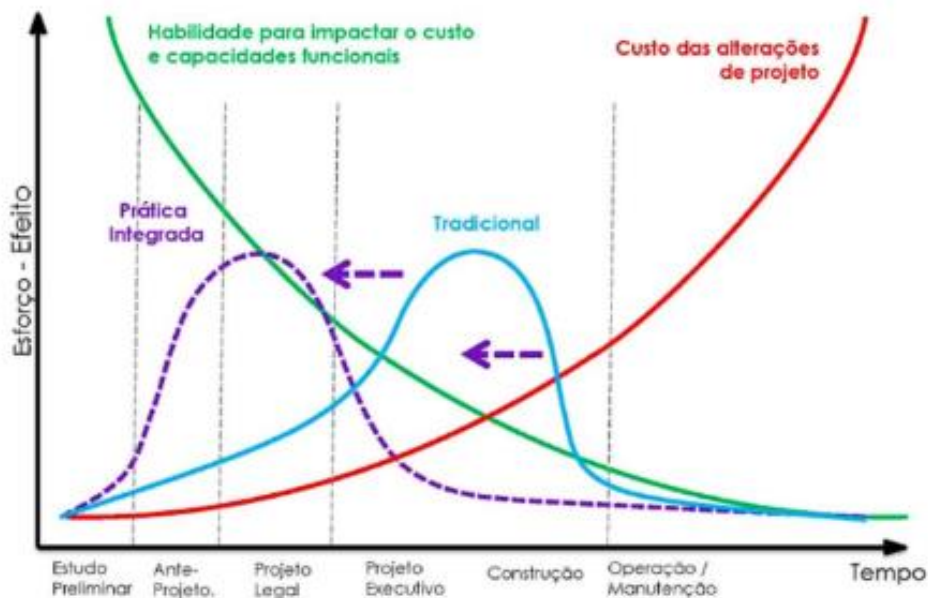


Fonte: Silva, 2022.

Essa tecnologia possibilita que as interferências entre os projetos sejam corrigidas digitalmente, agilizando o processo de resolução de problemas, antes da execução física, minimizando o retrabalho e otimizando o uso de recursos. Segundo

Camperstrini (2015, p. 43), "usando um modelo BIM, essa identificação é bastante facilitada, uma vez que as incompatibilidades ficam bastante evidentes "aos olhos" do usuário do modelo". Essa agilidade é evidenciada na Figura 4, onde é ilustrado graficamente como o esforço e o custo das alterações variam ao longo das fases de um projeto. No início, há maior capacidade de definir soluções que otimizam a funcionalidade e reduzem custos, mas essa capacidade diminui conforme a obra avança. Assim, a utilização de um software que identifique as interferências já no início do projeto, é o ideal. Paralelamente, o custo de modificar algo aumenta significativamente, tornando alterações tardias mais onerosas e, em alguns casos, inviáveis. A abordagem tradicional (curva azul) concentra esforços na fase de projeto executivo e construção, o que pode levar a interferências não previstas e aumento de custos. Já a prática integrada (curva roxa) prioriza um planejamento mais detalhado desde as fases iniciais, permitindo identificar e corrigir incompatibilidades antes da execução da obra. Isso reforça a importância de investir em metodologias e ferramentas que promovam essa antecipação, como o BIM.

Figura 4 - Ciclo de projeto X Efeitos de alteração



Fonte: Santos (2017) apud AIA American Institute of Architects

Além disso, estudos sobre os benefícios do BIM na prática reforçam sua relevância. Destacam-se, por exemplo os seguintes trabalhos/:

- **Bryde, Broquetas e Volm (2013)**: em 35 casos estudados identificaram benefícios como redução de custos em 60% e redução de tempo em 34% da obra.
- **Silva (2022)**: no uso do BIM foram identificadas 2.818 incompatibilidades ao longo de seis testes de detecção de conflitos, das quais 77,9% ocorreram entre os projetos arquitetônico e estrutural.

Esses resultados evidenciam que a implementação do BIM pode gerar benefícios expressivos para a construção civil.

2.4. O BIM no Brasil e no mundo

No Brasil, a adoção BIM foi formalizada com o Decreto nº 10.306/2020, que estabelece a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM. A implementação foi dividida em três fases, começando em 2021, com exigências progressivas para os projetos públicos. Contudo, apesar da regulamentação, o Brasil enfrentou um longo período de preparação, com quase uma década de atraso na criação de uma política nacional, o que fez com que o país perdesse terreno em comparação a outras nações, que adotaram o BIM de forma mais ágil (Figura 5).

Figura 5 - Início das implementações CAD e BIM no Brasil e no exterior



Fonte: Menezes (2011)

Segundo Menezes (2011), o cenário brasileiro ainda apresenta desafios significativos, como a falta de capacitação especializada, o custo elevado de licenciamento de softwares e a resistência à digitalização no setor da construção civil, pela implementação tardia. Enquanto isso, países como Reino Unido, Finlândia e Singapura já colhem resultados expressivos devido às suas estratégias consolidadas de implementação do BIM.

No Reino Unido, por exemplo, a obrigatoriedade do BIM para projetos públicos foi implementada em 2011, com prazo final de adaptação em 2016, conforme Georgiadou (2019). Essa política permitiu ganhos como redução de custos globais, maior precisão na compatibilização de projetos e otimização das etapas de planejamento e gestão das obras. Londres, em especial, tornou-se um laboratório mundial de boas práticas em BIM, aplicando a tecnologia em grandes empreendimentos de referência internacional, como:

- **The Shard** (Figura 6): Segundo Moazami e Slade (2013), o BIM foi usado para assegurar a coordenação precisa dos serviços, posicionando corretamente as rotas de utilidades, como tubagens e cabos no edifício. Esta coordenação detalhada foi tão eficaz que ajudou a eliminar a necessidade de fazer novos furos (com mais de 150 milímetros de diâmetro) na estrutura de concreto após a sua fundição, cumprindo um requisito contratual essencial e evitando

retrabalho. Além disso, o BIM provou ser uma ferramenta valiosa para responder rapidamente a imprevistos. Quando um eixo até então desconhecido de uma antiga linha de trem foi descoberta no caminho da parede de contenção no The Shard, a metodologia permitiu um redesenho rápido da parede, da estrutura associada e do layout das instalações, minimizando o impacto no cronograma.

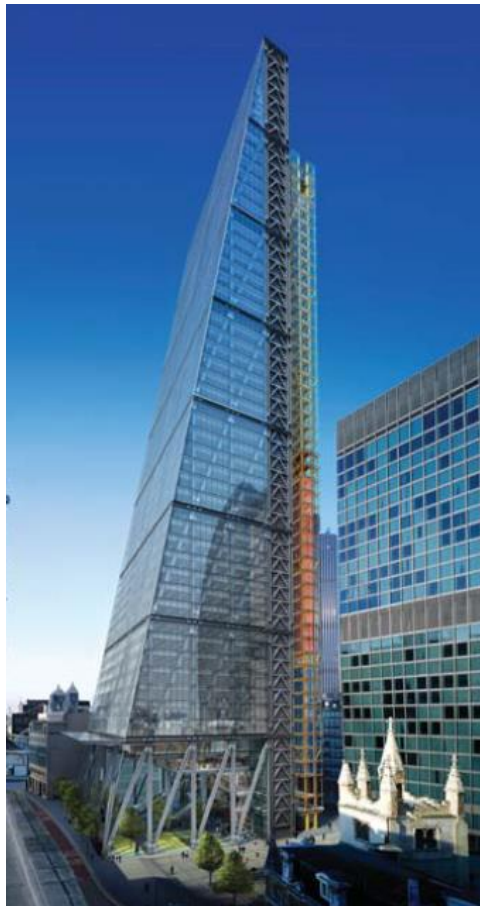
Figura 6 - Edificação The Shard, Londres



Fonte:HOTÉIS.COM (s.d.)

- **Leadenhall Building** (Figura 7): Segundo Young et al (2013), o prédio enfrentou obstáculos logísticos consideráveis devido à sua localização de destaque, ruas estreitas e área de obra apertada. Para contornar estas restrições e evitar erros logísticos, a solução adotada foi a construção *off-site* (fora do local) de grande parte da estrutura (incluindo núcleos, subsolo e serviços prediais). Para gerenciar a complexidade da montagem de componentes que chegavam a 26 metros de comprimento, a equipe utilizou a tecnologia BIM para aperfeiçoar sua estratégia de montagem just-in-time (na hora certa).

Figura 7 - Edificação Leadenhall, Londres



Fonte: Young et al (2013)

Esses projetos demonstram como o uso do BIM impacta diretamente a eficiência construtiva e o controle de riscos em empreendimentos de grande porte.

Em Singapura, de acordo com Charef et al. (2019), a adoção do BIM teve início em 2010 e, em 2015, seu uso tornou-se obrigatório para projetos acima de 5.000 m². O governo implementou incentivos financeiros e regulatórios por meio da Building and Construction Authority (BCA), garantindo apoio técnico para empresas. Como resultado, o país tornou-se referência global em produtividade, redução de desperdícios e eficiência energética em edificações.

Na Finlândia, a forte base tecnológica local impulsionou o desenvolvimento de soluções avançadas, como o Tekla Structures, software amplamente utilizado para modelagem e detalhamento estrutural. Essa maturidade digital contribuiu para a redução de incompatibilidades de projeto, otimização do ciclo de vida das edificações

e maior integração entre os profissionais da construção. Além disso, o país destaca-se como pioneiro na adoção do BIM em projetos públicos. A agência governamental Senate Properties estabeleceu, em 2007, a obrigatoriedade do uso da modelagem nos projetos sob sua gestão, consolidando um ambiente favorável à inovação e ao desenvolvimento de ferramentas de alto desempenho (Charef et al, 2019).

Oscar (2016) destaca que, enquanto no Brasil a fase de projeto representa cerca de 3% do valor total da obra, em países desenvolvidos (como os citados acima) esse percentual chega a 6%. Esse investimento adicional permite maior detalhamento, previsibilidade de custos e redução de imprevistos. No contexto brasileiro, a economia inicial na etapa de projeto muitas vezes resulta em gastos extras na execução, impactando o orçamento final e a qualidade da obra.

Para Oscar (2016), investir na fase de projeto não deve ser visto como um custo, mas como um diferencial estratégico para garantir viabilidade, eficiência e qualidade. Países que priorizam essa etapa conseguem minimizar retrabalhos, reduzir desperdícios e alcançar melhores resultados.

2.5. Impactos da Falta de Compatibilização

Oscar (2016) destaca que, quando há problemas de compatibilização, falta de informações ou falhas relacionadas à construtibilidade e às exigências de padrões, o planejamento tende a ser diretamente afetado, causando atrasos e aumentando o risco de extrapolação do orçamento inicial. Esses problemas, comuns em obras onde os projetos são desenvolvidos de forma fragmentada, comprometem o cronograma e dificultam a execução conforme previsto.

Entre os erros mais frequentes estão as incompatibilidades entre elementos estruturais e instalações, como a ausência de espaços adequados para tubulações em lajes, interferências entre pilares e redes hidráulicas e modificações improvisadas durante a execução. A Figura 8 ilustra uma situação típica desse problema: uma tubulação hidrossanitária precisou atravessar um elemento estrutural durante a obra devido à falta de compatibilização prévia entre os projetos. Esse tipo de ocorrência, além de exigir retrabalho, pode comprometer a integridade estrutural se não for corrigido adequadamente, segundo Santos, Sacramento e Marinho (2024).

Figura 8 - Instalação hidrossanitária passando por um elemento estrutural



Fonte: Santos, Sacramento e Marinho (2024).

Do mesmo modo, a Figura 9 apresenta outro exemplo recorrente em obras sem coordenação entre disciplinas: uma interferência direta entre uma instalação complementar e a armadura principal de uma laje. Esse tipo de conflito, resultante da falta de compatibilização entre os projetos estrutural e complementares, compromete a segurança da edificação e pode demandar reforços estruturais ou alterações emergenciais.

Figura 9 - Interferência de instalação complementar na armadura principal da laje



Fonte: Santos, Sacramento e Marinho (2024).

Outra situação crítica é mostrada na Figura 10, que evidencia uma falta de compatibilização entre os projetos elétricos e de gás. Nela, observa-se uma tubulação de gás cruzando a eletrocalha elétrica, o que configura um erro grave e uma violação direta das normas técnicas, especialmente a ABNT NBR 15526, que estabelece diretrizes para instalações de gás combustível. Esse tipo de interferência aumenta significativamente o risco de acidentes e demonstra falhas de comunicação entre projetistas, de acordo com Santos, Sacramento e Marinho (2024).

Figura 10 - Falta de compatibilização entre os projetos elétrico e de gás



Fonte: Cardoso (2024)

Essas ocorrências reforçam as afirmações de Santos e Craveiro (2017), que destacam que a compatibilização de projetos desempenha papel essencial tanto na qualidade da construção quanto no gerenciamento de recursos, contribuindo para a confiabilidade e a otimização das informações do projeto.

Um caso prático analisado por Melo (2009) ilustra bem isso: a falta de compatibilização em uma obra pública no Ceará fez com que o custo aumentasse em 36% por causa da incompatibilidade entre os projetos. Já Silva (2022) identificou um aumento de 30% na obra unifamiliar de alto padrão analisada no Rio Grande do Sul.

Além disso, Assis (2022) complementa essa reflexão ao afirmar que a construção civil está profundamente ligada à situação econômica do país, tendo grande impacto sobre o Produto Interno Bruto (PIB). Segundo ele, para manter a competitividade e promover avanços no setor, é fundamental que construtoras, projetistas e demais agentes modernizem seus processos, adotando práticas que reduzam retrabalhos, desperdícios e riscos.

2.6. A Contribuição da ISO 9001 para a Gestão da Qualidade em Projetos de Construção Civil

De acordo com Costa (2010), a compatibilização de projetos aliada a sistemas estruturados de gestão da qualidade desempenha papel essencial na redução de erros e retrabalhos, principalmente em empreendimentos de maior complexidade. Nesse cenário, a implementação da norma ISO 9001 tornou-se uma ferramenta estratégica, pois promove a padronização de procedimentos, a organização do fluxo de informações e o controle efetivo de riscos (Costa, 2010).

A ISO 9001 é reconhecida internacionalmente como referência para Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ), aplicável a empresas dos mais variados setores, incluindo a construção civil. Seu objetivo central é garantir que os processos organizacionais atendam a requisitos definidos e sejam continuamente aprimorados. Segundo Estevez (2018), em empresas certificadas, a gestão de riscos prevista pela ISO 9001 deve ser compreendida e aplicada de forma consistente, pois contribui para o amadurecimento da estratégia e da gestão organizacional, gerando maior confiabilidade e alinhamento entre os processos internos e os resultados esperados pelo cliente.

A versão 2015 da norma introduziu de forma mais evidente o conceito de mentalidade de risco, que orienta as organizações a identificar, avaliar e tratar riscos que possam comprometer o resultado final dos projetos. Conforme a ABNT NBR ISO 9000:2015, risco é o “efeito da incerteza”, podendo ser positivo ou negativo (Braga,2023). No processo de desenvolvimento e execução de obras, as incompatibilidades de projeto constituem riscos previsíveis e recorrentes, o que reforça a necessidade de processos formais de identificação, análise e mitigação. Assim, a compatibilização passa a ser não apenas uma boa prática, mas uma exigência alinhada aos princípios do SGQ.

No contexto específico da compatibilização, a ISO 9001 incentiva a formalização das etapas de coordenação, o registro e o controle de decisões técnicas, bem como a revisão sistemática dos documentos de projeto. Conforme destacado por Lordsleem e Fialho (2011), a norma estimula a utilização de ferramentas de análise em reuniões técnicas, contribuindo para a redução de conflitos entre projetos arquitetônicos e complementares.

Outro ponto significativo é o controle de alterações de projeto, previsto na ISO 9001, ainda amplamente utilizado como referência no setor. A norma determina que mudanças devem ser identificadas, registradas, analisadas criticamente, verificadas, validadas e aprovadas antes de sua implementação (Nascimento, 2014). Isso garante rastreabilidade e impede alterações informais no canteiro de obras, prática comum que frequentemente acaba gerando novas incompatibilidades e retrabalhos. O controle de registros reforça a necessidade de documentação organizada, permitindo consultas futuras e construção de conhecimento organizacional.

A literatura demonstra que falhas de projeto decorrentes de baixa integração entre disciplinas geram perdas significativas não apenas de materiais, mas também de tempo, produtividade e qualidade. Estudos apontam que projetos entregues com inconsistências, lacunas ou pouco detalhados são responsáveis por grande parte dos problemas patológicos em edificações, reforçando a necessidade de processos maduros de coordenação e revisão técnica (CALLEGARI, 2007)

Nesse sentido, a adoção da ISO 9001 contribui diretamente para o fortalecimento da compatibilização ao exigir definição clara de responsabilidades, comunicação interna eficiente, controle rigoroso de documentos, planejamento estruturado e análise crítica contínua. Quando aplicada de forma integrada ao processo de desenvolvimento de projetos, a norma não apenas reduz falhas e retrabalhos, mas também aumenta a confiabilidade das informações, melhora a coordenação entre projetistas e obra e promove a melhoria contínua dos processos.

Assim, observa-se que a ISO 9001 fornece bases metodológicas e procedimentais que sustentam a compatibilização de projetos, transformando-a em um processo formalizado, documentado e alinhado à gestão de riscos. A adoção desses requisitos favorece o desempenho global do empreendimento, reforçando a qualidade técnica, a previsibilidade dos prazos e a redução de custos, além de garantir maior satisfação do cliente e maior eficiência na execução da obra.

3. MÉTODO

Neste trabalho foi adotada uma abordagem qualitativa, explorando as especificidades e variações do projeto envolvido. A pesquisa qualitativa é adequada para este tipo de estudo, pois permite uma análise aprofundada das interações e condições específicas, focando em “aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais” (Gerhardt e Silveira, 2009, p.32).

A pesquisa possui uma natureza aplicada, direcionada para a resolução de problemas práticos encontrados na construção civil, com o objetivo de propor soluções diretas e aplicáveis. Esse enfoque é caracterizado por seu direcionamento a soluções práticas e “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos” (Gerhardt e Silveira, 2009, p.35).

A pesquisa é exploratória e descritiva. O caráter exploratório visa familiarizar-se com o problema das incompatibilidades nos projetos, permitindo uma análise preliminar e mais detalhada das falhas de coordenação; enquanto o caráter descritivo documenta as incompatibilidades e os impactos em termos, proporcionando uma visão estruturada dos problemas e soluções aplicadas, como explica Gerhardt e Silveira (2009).

Para a coleta de dados, foram utilizados os procedimentos metodológicos:

- Levantamento bibliográfico e documental: Inclui a revisão de literatura e a análise de documentos, normas, legislações e registros da obra, fornecendo uma base teórica sólida para entender o contexto específico da construção.
- Pesquisa de campo e visitas *in loco*: Abrangeu a coleta de dados diretamente no ambiente da obra, com observações e registros fotográficos, permitindo uma compreensão mais prática e precisa das soluções adotadas e dos impactos das incompatibilidades.
- Estudo de caso: Consistiu na análise de uma obra específica, possibilitando um estudo detalhado e prático das incompatibilidades entre projetos e da eficácia das soluções implementadas.

Esses procedimentos forneceram uma coleta de informações detalhada e profunda, essencial para validar e registrar de forma completa as observações feitas durante o acompanhamento da obra.

3.1. Etapas do trabalho

3.1.1. Etapa 1: Identificar as incompatibilidades dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações de uma obra residencial.

Método: A análise das incompatibilidades foi realizada através de uma pesquisa documental e pesquisa de campo. Na pesquisa documental, foi feita a análise detalhada dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações da obra, identificando possíveis conflitos entre as soluções propostas nos diferentes projetos. Foram estudados os projetos executivos, plantas baixas, detalhes construtivos e projetos complementares (elétrico, hidráulico, entre outros) disponíveis para a obra. Esses documentos forneceram a base para a identificação das incompatibilidades.

Na pesquisa de campo, foi realizada uma análise de registros fotográficos da execução da obra. Os registros fotográficos disponíveis cobrem o período de execução da obra. A quantidade de registros fotográficos e o período exato foram descritos detalhadamente no trabalho, servindo como base para a avaliação visual das incompatibilidades encontradas na obra.

Produto: O produto resultou em um quadro resumo que identifica as incompatibilidades encontradas nos projetos, bem como as áreas específicas da obra em que ocorreram (por exemplo, nas instalações elétricas, hidráulicas ou estruturais). Também foram incluídas as plantas baixas, com as respectivas indicações das incompatibilidades encontradas. Para aprimorar a análise, foram utilizados softwares BIM para a visualização e identificação das incompatibilidades, como o software Dalux - embora, inicialmente, a análise tenha sido feita manualmente a partir dos documentos e registros fotográficos.

3.1.2. Etapa 2: Verificar as soluções adotadas durante a execução da obra para resolver as incompatibilidades encontradas.

Método: Uma pesquisa documental foi realizada para analisar os registros escritos da obra, como notas fiscais, relatórios de campo, correspondências internas e registros de mudanças nos projetos originais. Esses documentos forneceram informações sobre as soluções que foram implementadas para resolver as incompatibilidades identificadas.

A pesquisa de campo envolveu a análise dos registros fotográficos, com as soluções adotadas na execução da obra. Foram selecionados registros fotográficos que documentam o momento em que as soluções foram aplicadas, permitindo uma análise detalhada de como as incompatibilidades foram corrigidas na prática.

Produto: O produto resultou em um resumo que relaciona as incompatibilidades identificadas com as soluções adotadas na obra, incluindo registros fotográficos e textos explicativos das ações corretivas aplicadas, fornecendo uma visão clara do processo de resolução das incompatibilidades durante a execução da obra.

3.1.3. Etapa 3: Avaliar os impactos das incompatibilidades, em relação aos custos, prazos de execução e qualidade final da obra.

Método: A pesquisa documental foi novamente a principal abordagem, com a análise de documentos da obra, como notas fiscais, orçamentos, cronogramas de execução e registros de custos adicionais gerados pela necessidade de resolver as incompatibilidades. Esses documentos permitiram a avaliação dos impactos financeiros e de prazo.

A avaliação da qualidade foi baseada em uma análise técnica da obra, considerando normas de referência como a ISO 9001 e as práticas de controle de qualidade adotadas na execução. Verificou-se se as incompatibilidades impactaram a conformidade com as normas de qualidade e se houve necessidade de retrabalho.

Produto: O produto resultou em um gráfico comparativo que ilustra os impactos financeiros (custos adicionais) e no prazo de execução causados pelas incompatibilidades. Também foi elaborada uma tabela que resume esses impactos,

incluindo uma análise sobre a qualidade da obra, com base em normas técnicas e referências da literatura.

3.1.4. Etapa 4: Propor estratégias preventivas para reduzir as incompatibilidades em projetos futuros.

Método: A pesquisa bibliográfica foi realizada para identificar obras anteriores que abordaram problemas semelhantes, bem como estratégias preventivas adotadas por outros projetos para minimizar as incompatibilidades entre os projetos. Foram analisados artigos, livros e outros estudos de caso relevantes sobre o tema.

A pesquisa de campo incluiu a análise dos registros da obra, assim como as visitas *in loco* realizadas pela autora para observar os métodos de coordenação e de comunicação entre as equipes responsáveis pelos diferentes projetos. A experiência adquirida na obra em questão também serviu como base para as propostas de melhorias.

Produto: O produto resultou em um tabela com estratégias preventivas, identificadas na literatura e na experiência prática da obra, para reduzir as incompatibilidades em projetos futuros. Essas estratégias abordam tanto a melhoria da coordenação entre os projetos quanto o uso de tecnologias para facilitar a detecção precoce de incompatibilidades.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1. Apresentação do estudo de caso

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi escolhido um empreendimento residencial multifamiliar de alto padrão como objeto de estudo (Figura 11), localizado na cidade de Florianópolis - SC. O estudo de caso possibilita a avaliação prática das incompatibilidades entre os projetos arquitetônico, estrutural e complementares, assim como uma análise dos seus impactos.

Figura 11 - Vista geral da obra



Fonte: Construtora

O empreendimento estudado apresenta área total de 15.221,75 m² e é um residencial multifamiliar composto por cinco edifícios, totalizando 19 unidades privativas, com opções de 3 e 4 dormitórios, distribuídas em tipologias variadas: unidades Garden, unidades do 1º pavimento e unidades do 2º pavimento. Os edifícios possuem configurações distintas, com dois ou quatro pavimentos, oferecendo diferentes layouts para atender às necessidades dos moradores, e estão distribuídos conforme a Figura 12:

Figura 12 - Implantação da obra objeto do estudo



Fonte: Construtora

O Módulo 2, que está em destaque na Figura 12, foi escolhido para o aprofundamento deste estudo, pelo fato de sua execução ter sido de responsabilidade da autora deste trabalho e por ter apresentado incompatibilidades significativas durante esse processo. Nesse módulo, há três unidades privativas: duas no térreo, correspondentes aos apartamentos 104 e 105, e uma no pavimento superior, o apartamento 209.

A seguir, será apresentada uma descrição geral de todos os módulos do empreendimento, com o objetivo de contextualizar a obra:

Módulos 1 e 2 (Figuras 13 e 14): Cada um desses módulos possui dois pavimentos. No térreo (1º pavimento), há duas unidades privativas por módulo, enquanto o 2º pavimento conta com uma única unidade privativa em cada módulo, e com as metragens quadradas (m²) apresentadas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Áreas (m²) módulo 1

MÓDULO 1		
Pavimento	Apartamento	Área (m ²)
1º Pav. (Térreo)	Apto 101	317,0
	Apto 102	318,5
2º Pav. (Superior)	Apto 207	407,26
ÁREA PRIVATIVA DO MÓDULO		1042,8

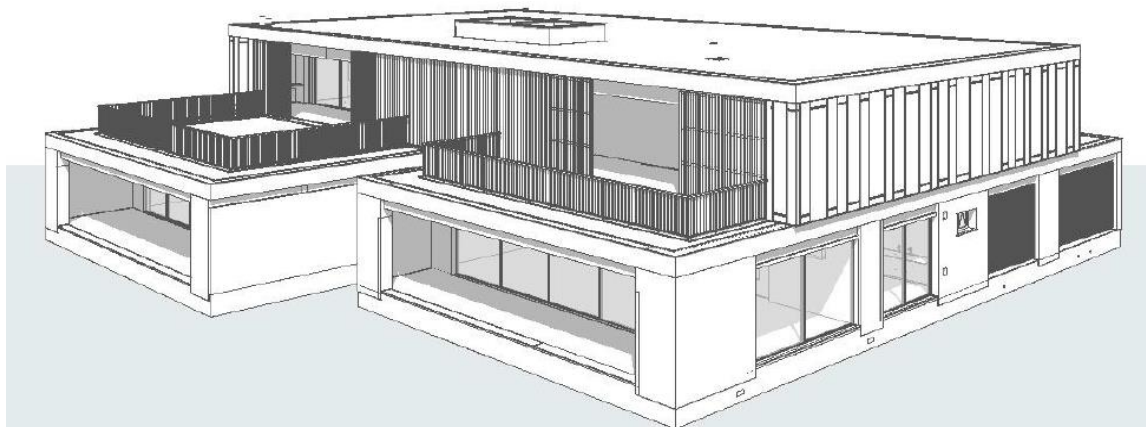
Fonte: Autora

Tabela 2 - Áreas (m²) módulo 2

MÓDULO 2		
Pavimento	Apartamento	Área (m ²)
1º Pav. (Térreo)	Apto 104	317,0
	Apto 105	361,37
2º Pav. (Superior)	Apto 209	398,04
ÁREA PRIVATIVA DO MÓDULO		1076,4

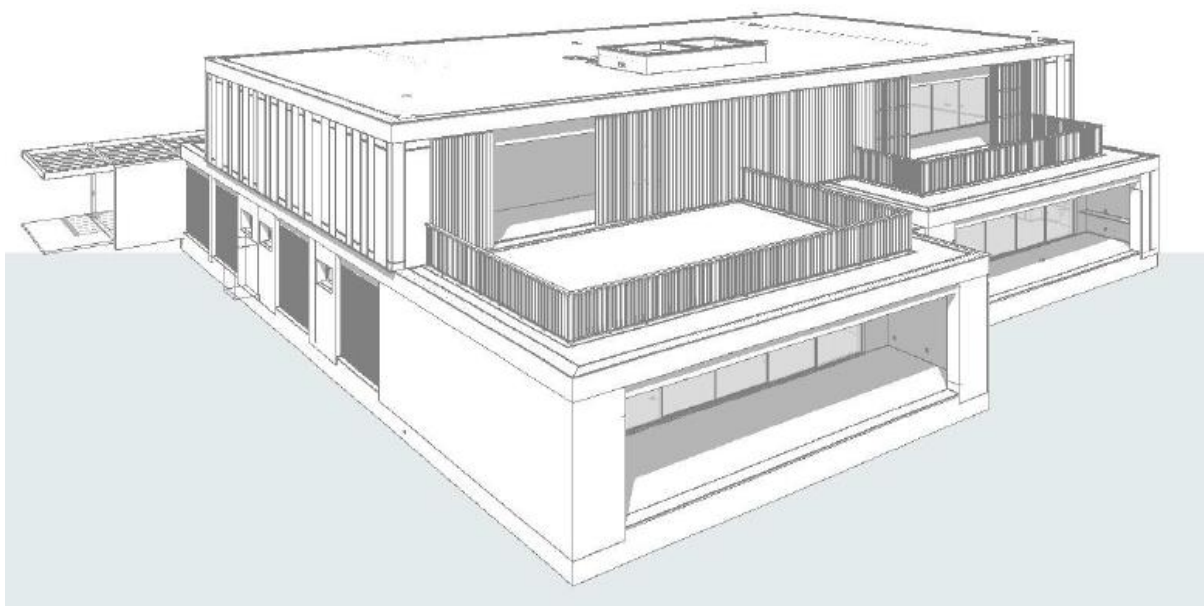
Fonte: Autora

Figura 13 - Vista do módulo 1



Fonte: Arquivo da construtora

Figura 14 - Vista do módulo 2



Fonte: Arquivo da construtora

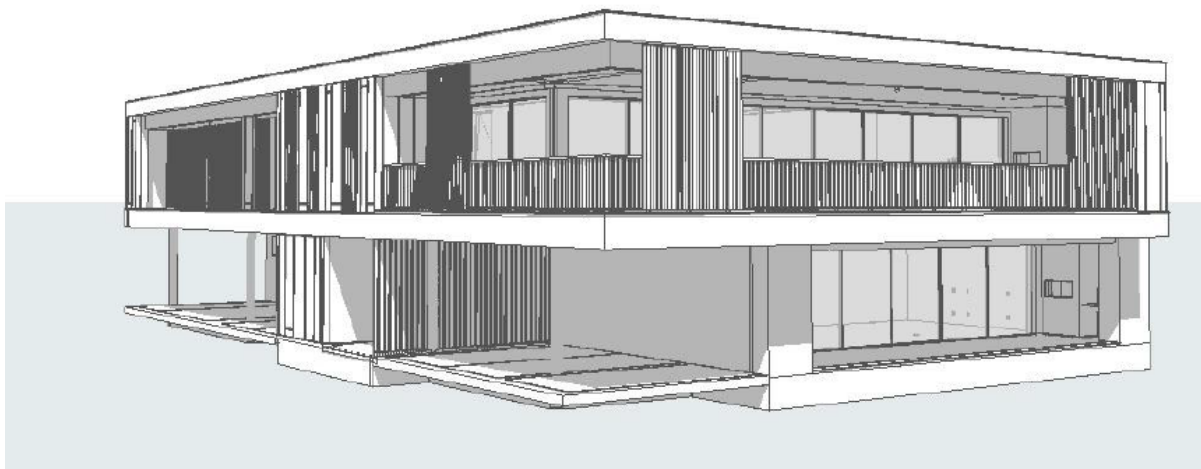
Módulo 3 (Figura 15): Este módulo também possui dois pavimentos, sendo que no térreo há apenas uma unidade privativa e no 2º pavimento outra unidade. A seguir, a Tabela 3 exhibe as metragens quadradas (m²) do módulo:

Tabela 3 - Áreas (m²) módulo 3

MÓDULO 3		
Pavimento	Apartamento	Área (m ²)
1° Pav. (Térreo)	Apto 103	345,5
2° Pav. (Superior)	Apto 208	416,7
ÁREA PRIVATIVA DO MÓDULO		762,3

Fonte: Autora

Figura 15 - Vista do módulo 3



Fonte: Arquivo da construtora

Módulos 4 e 5 (Figuras 16,17 e 18): Esses módulos são compostos por quatro pavimentos. Nos 2º e 3º pavimentos abrigam três unidades privadas em cada andar, totalizando seis unidades por módulo. As Tabelas 4 e 5, a seguir, demonstram as áreas das unidades privadas dos Módulos 4 e 5:

Tabela 4 - Áreas (m²) módulo 4

MÓDULO 4		
Pavimento	Apartamento	Área (m ²)
2° Pav. (Superior)	Apto 204	357,00
	Apto 205	341,00
	Apto 206	364,62
3° Pav. (Superior)	Apto 304	523,61
	Apto 305	336,26

	Apto 306	343,04
ÁREA PRIVATIVA DO MÓDULO		2.265,53

Fonte: Autora

Tabela 5 - Áreas (m²)módulo 5

MÓDULO 5		
Pavimento	Apartamento	Área (m²)
2° Pav. (Superior)	Apto 201	347,00
	Apto 202	388,51
	Apto 203	367,26
3° Pav. (Superior)	Apto 301	332,53
	Apto 302	346,67
	Apto 303	349,60
ÁREA PRIVATIVA DO MÓDULO		2.131,57

Fonte: Autora

Figura 16 - Elevação do módulo 4



Fonte: Arquivo da construtora

Figura 17 - Elevação do módulo 5



Fonte: Arquivo pessoal da construtora

A cobertura dos Módulos 4 e 5, conectada por uma estrutura metálica chamada "apartamento ponte" (Figura 20), é uma área de lazer e convivência projetada para oferecer uma experiência única aos moradores. Essa área inclui uma biblioteca, um salão de festas com churrasqueira, cozinha de apoio com despensa, sanitários feminino, masculino e para pessoas com necessidades especiais (PNE), um espaço fitness, sauna, sala de massagem e uma piscina condominial.

Figura 18 - Apartamento "ponte" que conecta as coberturas do módulo 4 e 5



Fonte: Arquivo da construtora

No térreo dos Módulos 4 e 5, há 20 depósitos privativos, 80 vagas de garagem privativas, 18 vagas de visitantes (incluindo duas adaptadas para PNE), nove vagas de moto, depósitos náuticos, bicicletário e sanitários feminino e masculino.

Segundo o site da construtora, com uma infraestrutura completa e integrada (Figura 19), o empreendimento foi projetado para oferecer conforto, privacidade e bem-estar, além de áreas de lazer que promovem a interação e o convívio entre os moradores, conforme apresentado pelo Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 - Características principais do empreendimento

Categoria	Descrição
Características Gerais	Pavimento Subsolo: Hall de entrada principal, vagas de garagem, áreas de apoio condominial
	Pavimento Térreo: Guarita, estacionamento para visitantes, estacionamento privativo, piscina e unidades garden com estrutura multifamiliar com unidades de 3 e 4 dormitórios
	Segundo Pavimento: Unidades privativas com estrutura multifamiliar com unidades de 3 e 4 dormitórios
	Terceiro Pavimento: Unidades privativas com estrutura multifamiliar com unidades de 3 e 4 dormitórios
	Cobertura: Áreas condominiais e piscina
Áreas de Lazer e Convívio Social	Salão de festas
	Espaço fitness
	Sauna e sala de massagem
	2 piscinas

	Quadra poliesportiva e parque infantil
	Quadra de beach tennis
	Recanto adega com churrasqueira e forno de pizza
Áreas de Serviços e Facilidades	Apoio para funcionários, com vestiários e banhos
	Depósitos privativos e condominial
	Guarda de equipamentos náuticos
	Guarita com controle de acesso
	Fachadas em textura e detalhes arquitetônicos em porcelanato, cerâmica ou madeira

Fonte: Autora

Figura 19 - Renderização do empreendimento



Fonte: Arquivo pessoal da construtora

4.2. Incompatibilidades e soluções do Módulo 2

A compatibilização dos projetos apresentou diversos desafios, especialmente devido à segmentação de responsabilidades entre diferentes empresas e equipes. A arquitetura foi desenvolvida por uma empresa, enquanto os projetos de fundação, estrutura, instalações (elétrica, hidráulica e projeto preventivo contra incêndio PPCI) e climatização foram realizados por outras empresas, cada uma localizada em regiões distintas.

A mesma empresa contratada para a execução das disciplinas de instalações dividiu suas responsabilidades entre diferentes setores internos, o que gerou ainda mais fragmentação. Essa mesma empresa, embora contratualmente responsável pela compatibilização e coordenação de todos os projetos, não conseguiu organizar e implementar um processo de gestão eficiente.

A falta de integração entre as equipes de projetos resultou em inconsistências significativas, que só foram detectadas em fases avançadas da obra. Essa situação foi agravada pela ausência de um fluxo de comunicação claro e centralizado, dificultando o alinhamento técnico entre as diversas especialidades, como climatização, elétrica e hidráulica. Além disso, a ausência de um coordenador de projetos, figura fundamental para garantir a integração e o bom funcionamento entre as diferentes disciplinas, contribuiu para o agravamento dos problemas. Se tivesse sido designado um coordenador de projetos, esse profissional seria responsável por centralizar a comunicação, mediar os conflitos técnicos e garantir que todas as equipes estivessem alinhadas e trabalhando de maneira coordenada, o que teria evitado muitos dos desafios encontrados ao longo da execução da obra.

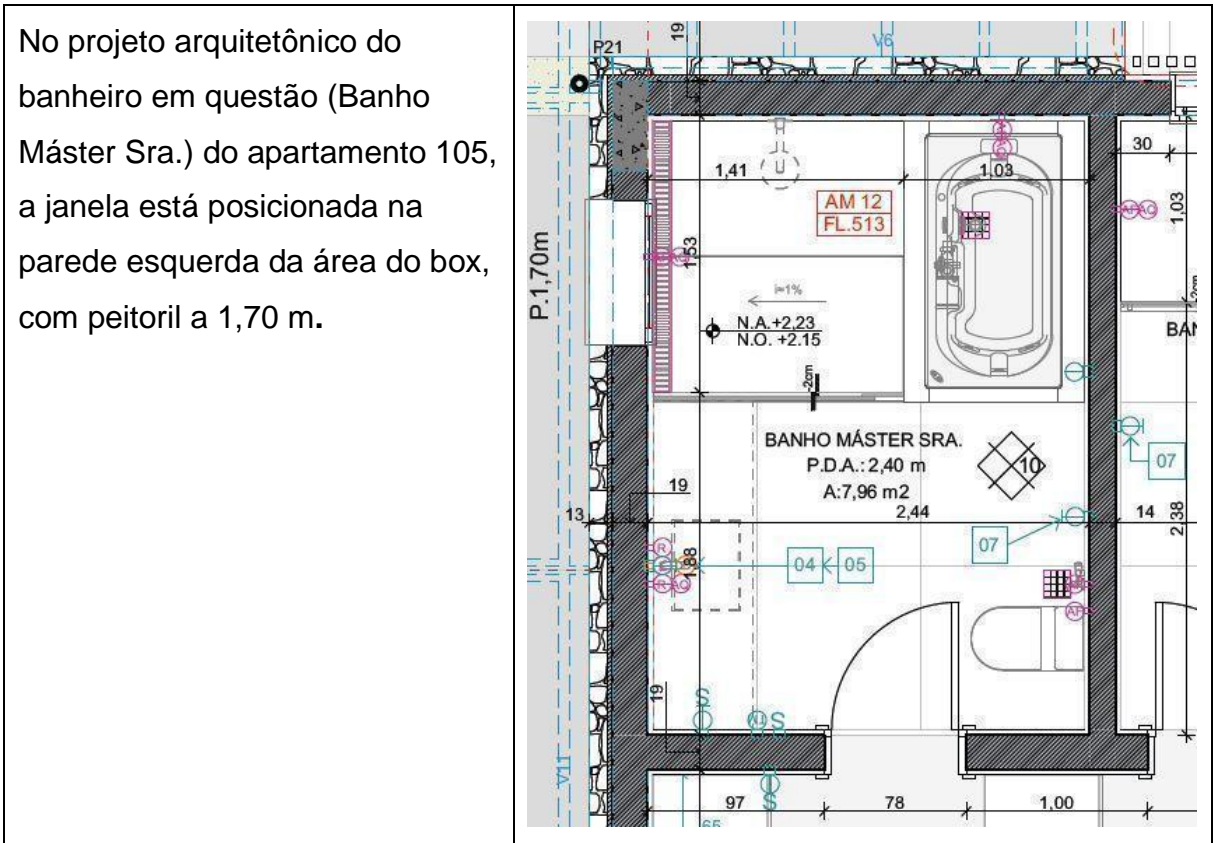
Os impactos negativos dessas falhas de coordenação foram sentidos diretamente no cronograma da obra, com atrasos e a necessidade de retrabalhos no canteiro, além de custos adicionais significativos. Esses desafios destacaram a importância de metodologias modernas e mais integradas, como o uso do BIM, que poderia ter facilitado a integração entre os diferentes projetos e minimizado os erros resultantes dessa fragmentação entre equipes e responsabilidades.

Na continuação deste texto, serão apresentadas as incompatibilidades identificadas no Módulo 2 do empreendimento.

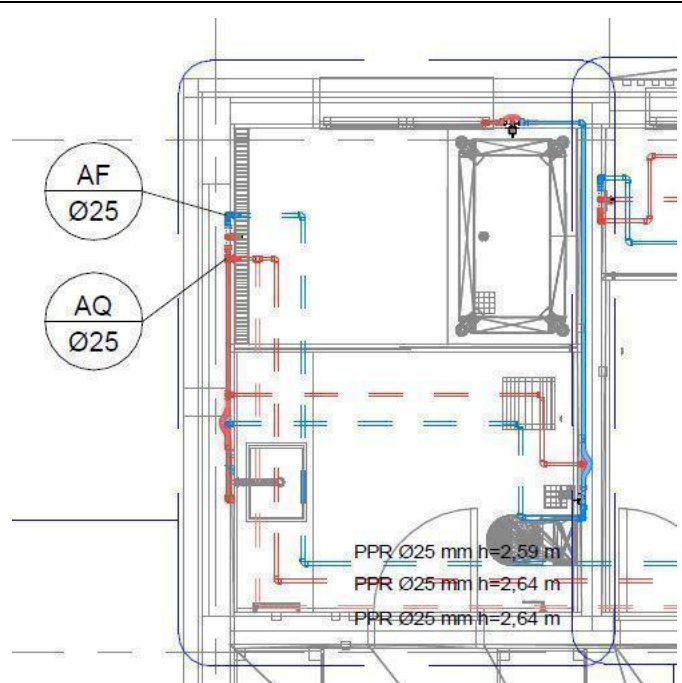
4.2.1. Incompatibilidade 1 – Suíte Master apartamento 105

No módulo 2, referente ao apartamento 105, identificou-se uma incompatibilidade entre os projetos arquitetônico e hidrossanitário no ambiente da suíte master. O Quadro 2 apresenta trechos do projeto que evidenciam o conflito:

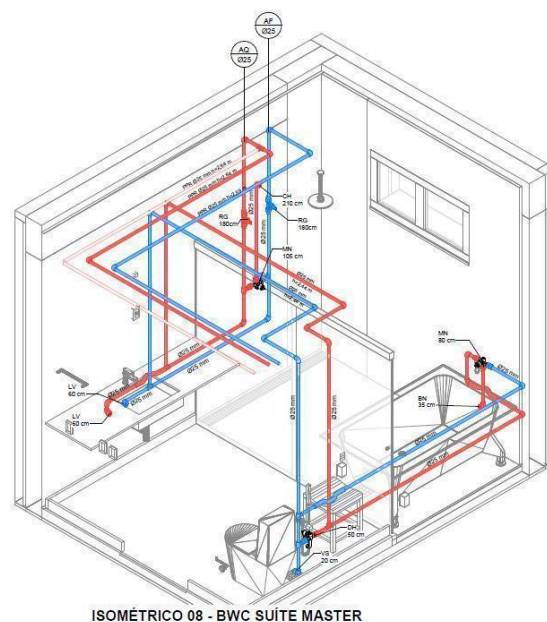
Quadro 2 – Evidências Incompatibilidade 1 – Suíte Master apartamento 105



No mesmo ambiente, no projeto hidrossanitário, as prumadas de alimentação de Ø25 mm de água fria e água quente do chuveiro estão localizadas na mesma parede à esquerda, exatamente onde, no arquitetônico, há a janela.



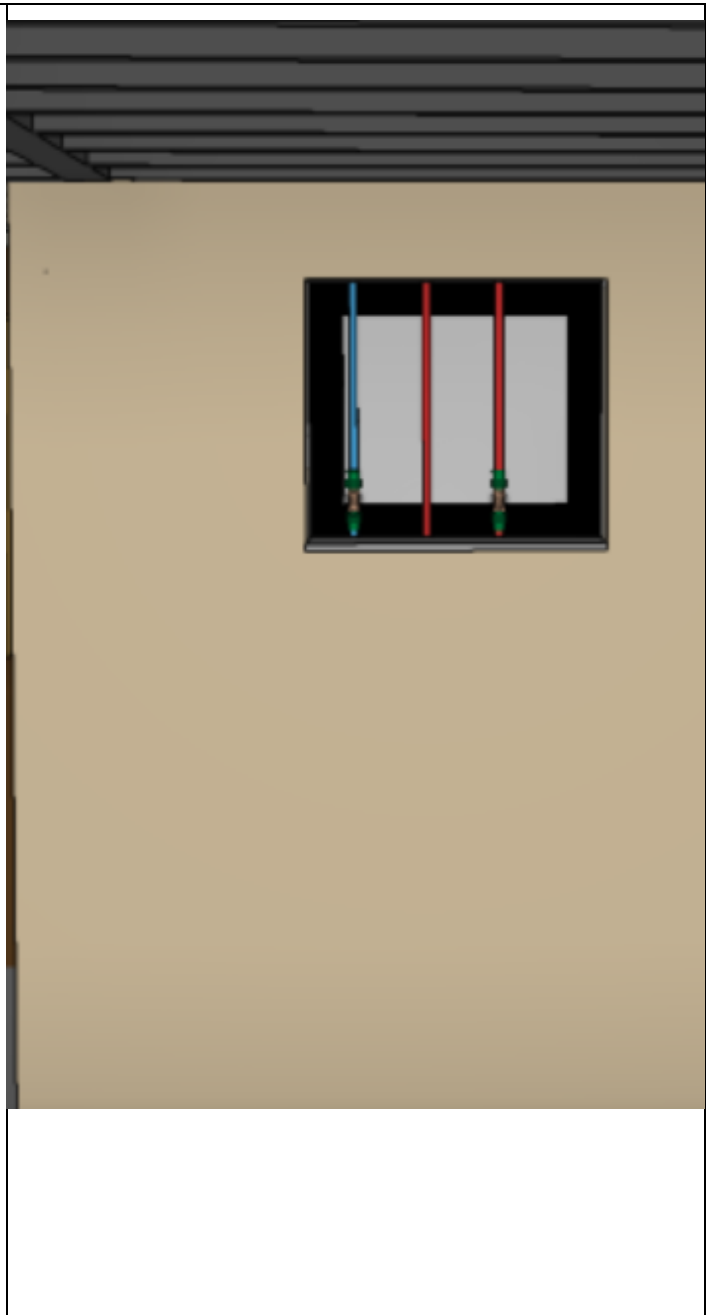
No isométrico, a incompatibilidade fica ainda mais visível, com a janela localizada ao fundo no projeto hidrossanitário.



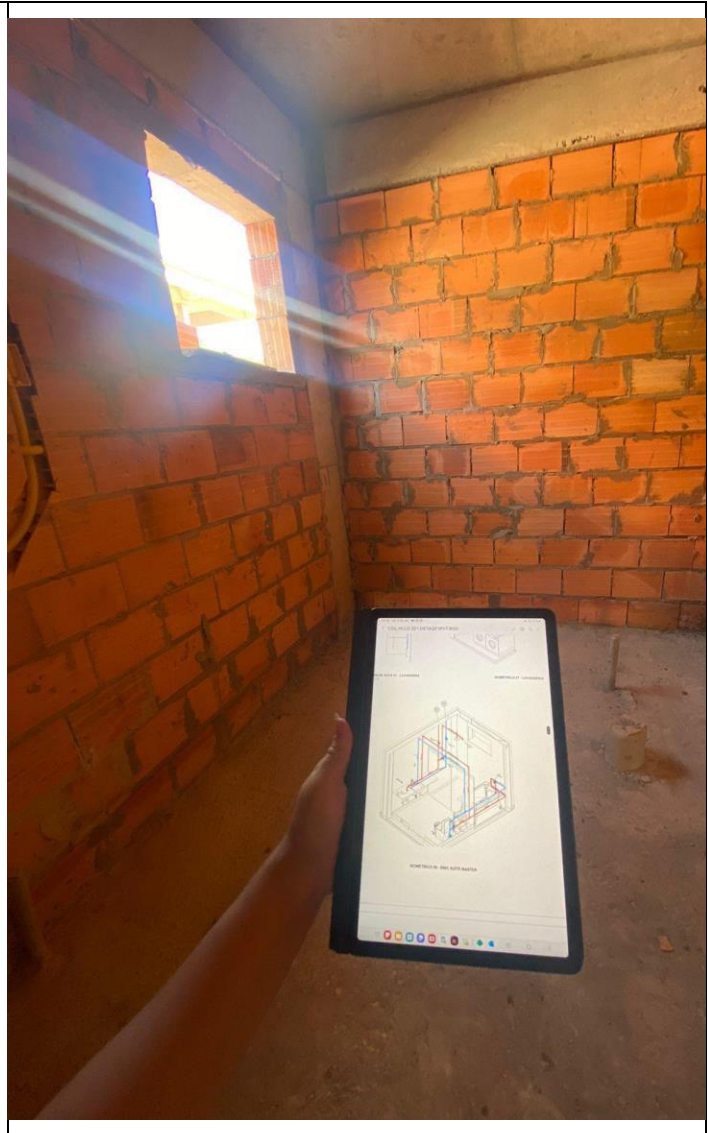
Na visualização em 3D, no aplicativo Dalux, observa-se a parede à esquerda do banheiro, onde o projeto arquitetônico previa a janela.

No entanto, o projeto hidrossanitário posicionou as tubulações de água fria e água quente (em azul e vermelho) exatamente atravessando o vão dessa janela, pois, na versão do projeto utilizada pela equipe hidráulica, a esquadria estava prevista em outra parede.

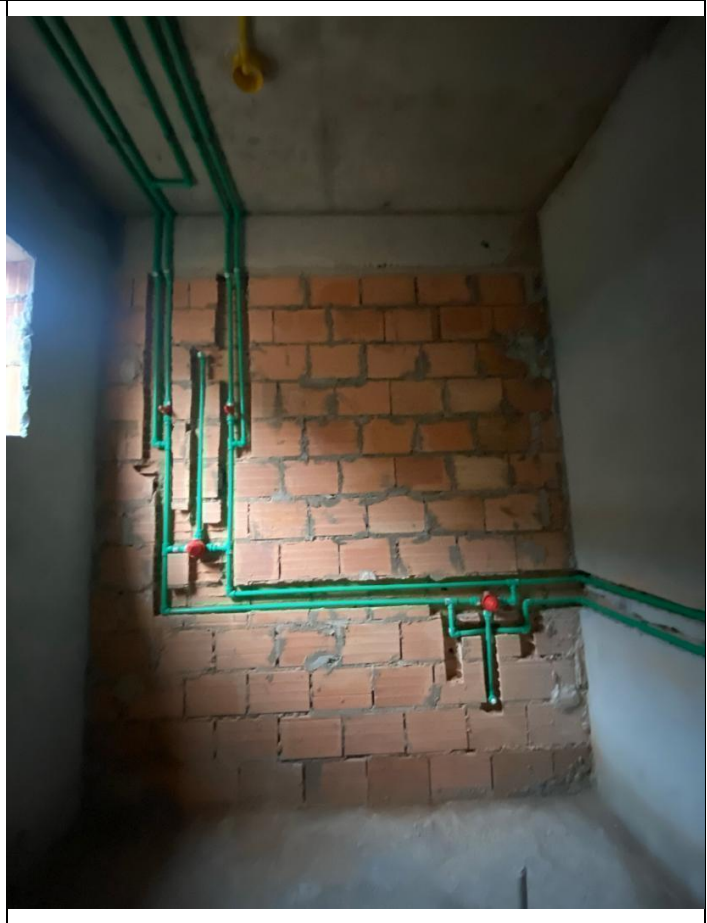
Esse conflito evidencia uma incompatibilidade entre os dois projetos, uma vez que a instalação hidráulica interfere diretamente na abertura da janela, demonstrando a falta de compatibilização e coordenação entre as versões dos projetos arquitetônico e hidrossanitário.



No registro fotográfico em obra do dia 04 de abril de 2024, é possível verificar que a alvenaria segue o projeto arquitetônico. Nessa data, foi identificada a incompatibilidade entre o projeto arquitetônico e o hidrossanitário.



No registro fotográfico em obra do dia 21 de junho de 2024, é possível perceber que a tubulação hidráulica foi concluída. Também é possível verificar que o reboco foi iniciado nas áreas próximas.



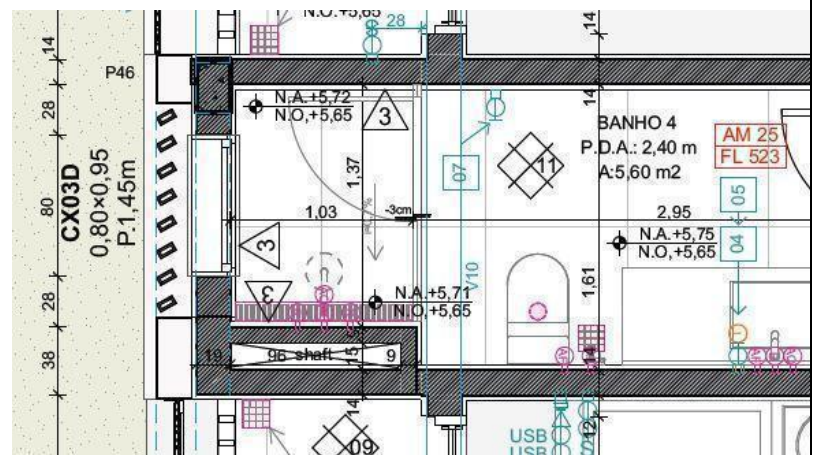
Fonte: Autora, 2025.

4.2.2. Incompatibilidade 2 – Banho 4, apartamento 209

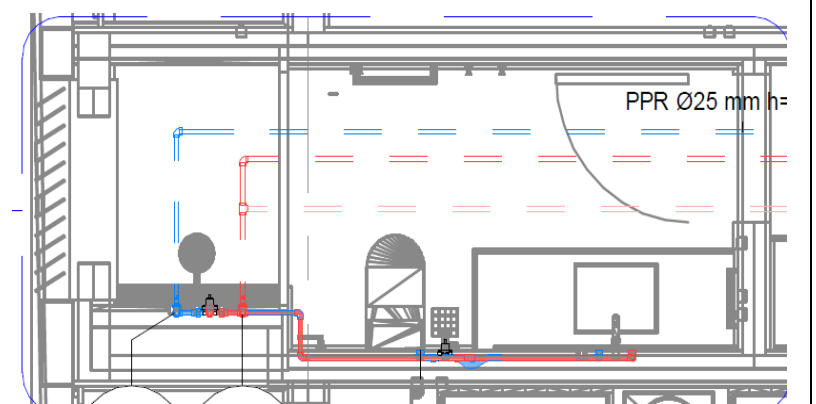
No apartamento 209, identificou-se uma incompatibilidade entre os projetos estrutural e hidrossanitário no ambiente do banheiro 4. O Quadro 3 apresenta os trechos dos projetos que evidenciam o conflito:

Quadro 3 – Evidências Incompatibilidade 2 – Banho 4, apartamento 209

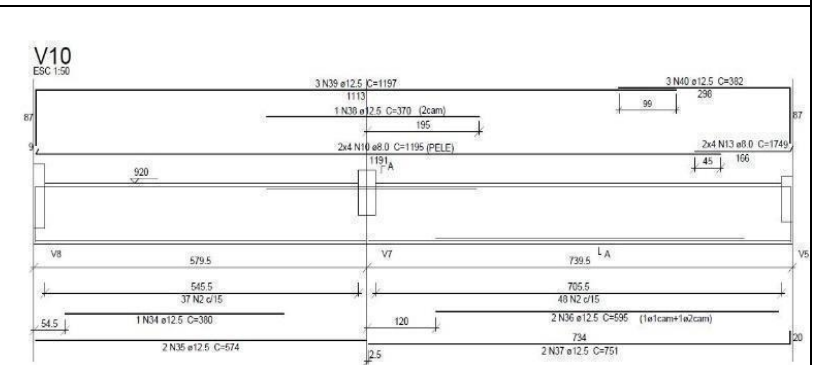
No projeto arquitetônico do banheiro em questão (Banho 4, apartamento 209), é possível identificar que a viga V10 passa por dentro do ambiente, entre o vaso sanitário e o box do banheiro.



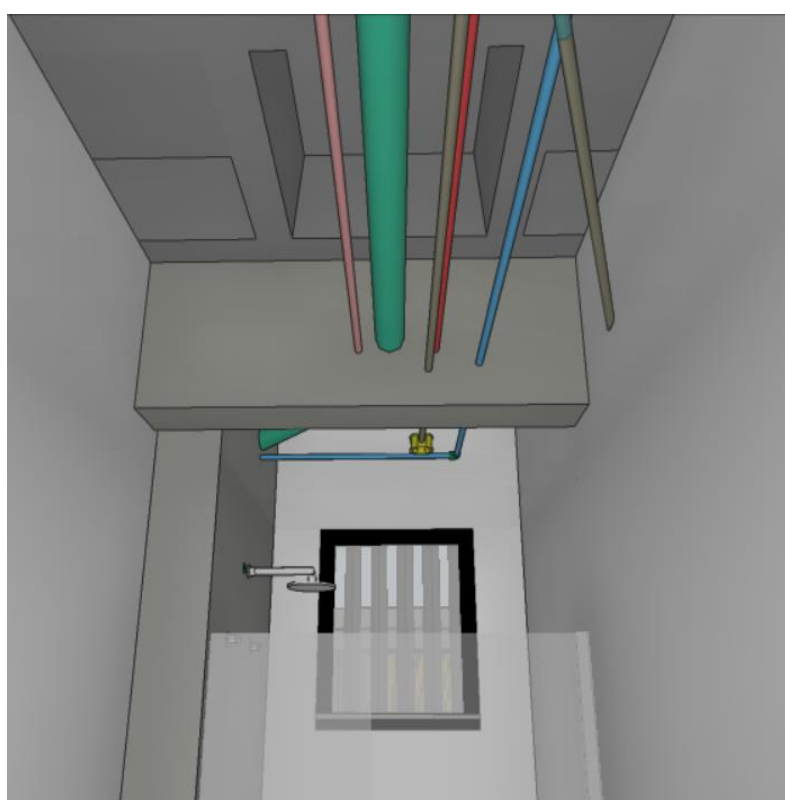
No projeto hidrossanitário, percebe-se que a tubulação de água fria está prevista para passar exatamente por essa viga. Embora essa informação não esteja explicitamente indicada no projeto atual, uma análise cuidadosa do projeto anterior revela essa sobreposição.



Ao consultar o detalhamento da viga V10, constata-se a ausência de furos ou aberturas previstos na seção dessa viga, o que implica que qualquer passagem de tubulação prevista conflitante não está contemplada no projeto estrutural correspondente.



Ao visualizar no Dalux o conjunto de modelos federados, constatou-se que a viga V10 não possui nenhuma previsão de furação ou abertura em seu detalhamento estrutural. Ao sobrepor o modelo de instalações hidrossanitárias, observa-se claramente que uma tubulação está projetada justamente em sua rota. Esta informação evidencia que a tubulação atravessa o volume da viga sem que haja previsão ou liberação da estrutura para esse conflito.



Conforme registro fotográfico do dia 16 de maio de 2024, a execução das tubulações de água foi interrompida quando a equipe de obra identificou que a passagem prevista atravessaria a viga V10. Ao consultar o detalhamento estrutural da viga V10 na ocasião, verificou-se que não havia furações previstas no seu desenho ou memorial técnico. Em consequência, a instalação das tubulações não pôde prosseguir conforme o projeto hidrossanitário na mesma data.



Verifica-se, por meio de registro fotográfico datado de 16 de setembro de 2024, que a instalação hidrossanitária foi concluída somente após 4 meses da interrupção inicial. Durante esse período, foi necessário proceder à furação da viga V10 e realizar o acréscimo de diversas conexões de derivação/ tubulação, em função de não ser possível executar o furo da viga V10 rente à laje, conforme as orientações do projetista estrutural.



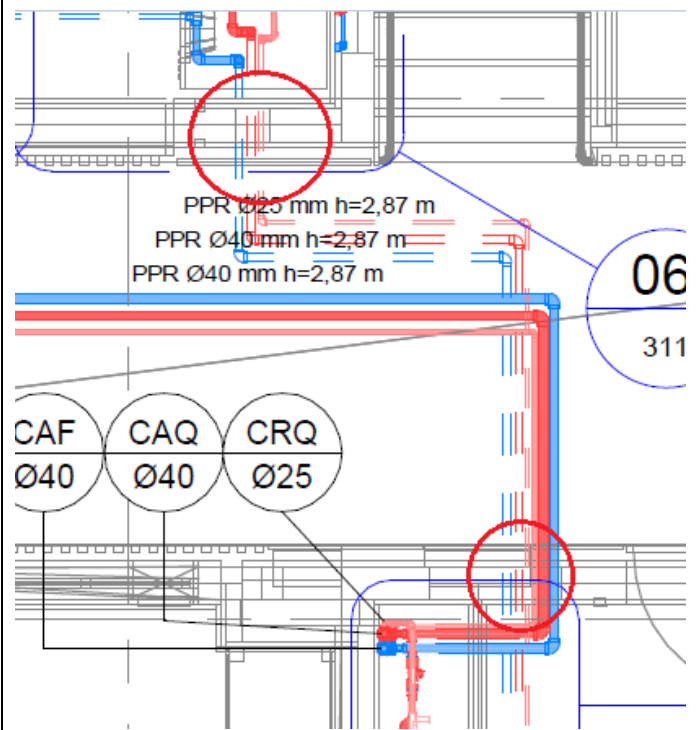
Fonte: Autora, 2025.

4.2.3. Incompatibilidade 3 – Corredor comum térreo

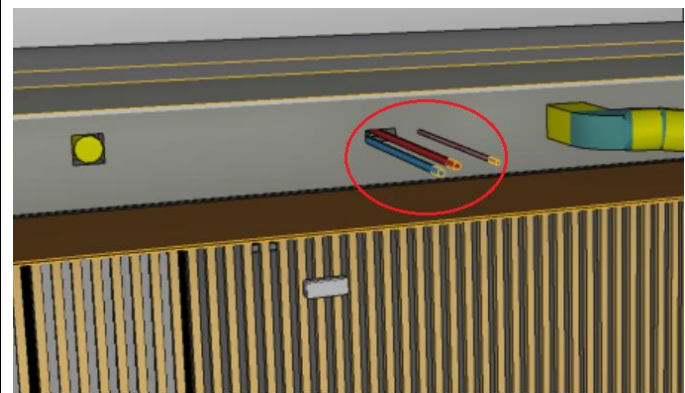
No corredor comum do térreo do Bloco 2, foram identificadas interferências entre o traçado das instalações hidráulicas e as vigas. O Quadro 4 apresenta os detalhes dessa incompatibilidade entre os projetos.

Quadro 4 – Evidências Incompatibilidade 3 – Corredor comum térreo

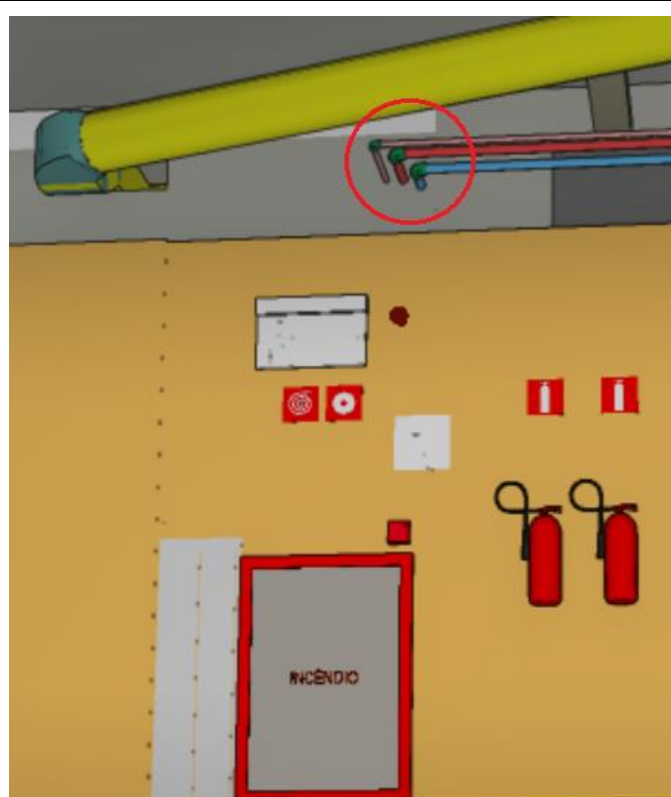
O projeto hidráulico da região em questão define tubulações de água que atravessam vigas estruturais, sendo necessário prever furações nesses elementos estruturais.



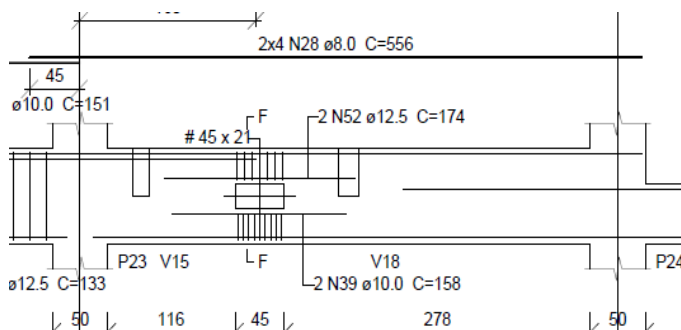
No modelo 3D, foi identificada uma abertura com dimensão inadequada para a passagem de todas as tubulações previstas, sendo que uma delas aparece excluída do furo projetado.



Além disso, a análise do modelo 3D evidenciou que em um novo trecho não foi prevista abertura para a passagem da tubulação hidráulica, tendo sido considerada apenas a instalação do sistema de exaustão.



Esta ausência de furação foi classificada como erro de projeto ao se verificar o detalhamento da viga V6. Não há nenhuma abertura para a passagem da tubulação hidráulica. Foi prevista apenas uma furação para o sistema de exaustão, como já demonstrado no modelo 3D.



O registro fotográfico de 2 de outubro de 2024 evidencia o profissional realizando a furação na viga, atividade necessária para viabilizar a passagem da tubulação hidráulica, conforme solicitado em projeto.



Fonte: Autora, 2025.

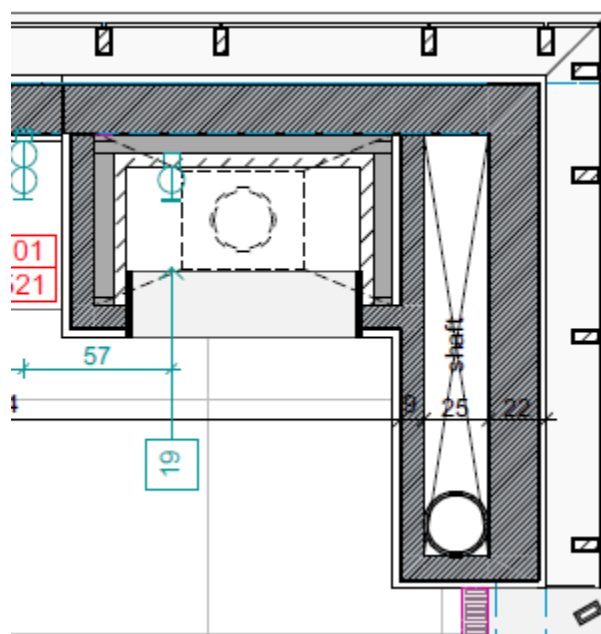
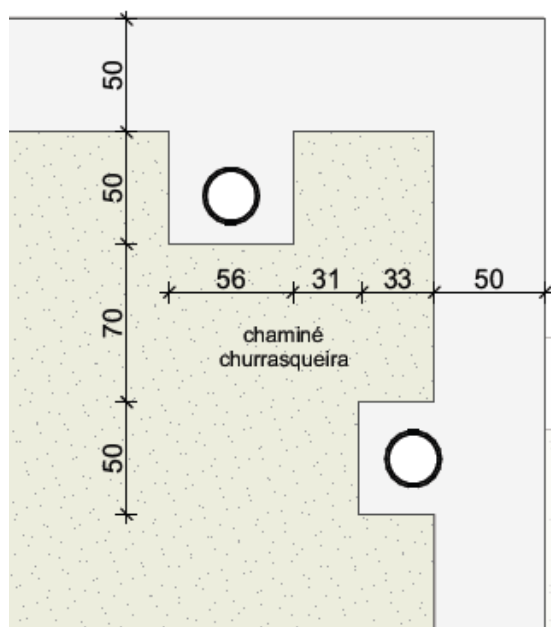
4.2.4. Incompatibilidade 4 – Varanda apartamento 209

Na varanda do apartamento 209, foi identificada uma incompatibilidade entre os projetos arquitetônico e hidráulico. Esse problema é referente à passagem de uma tubulação pluvial, para a qual havia sido prevista apenas a instalação do sistema de exaustão da churrasqueira, como demonstra o Quadro 5:

Quadro 5 – Evidências Incompatibilidade 4 – Varanda apartamento 209

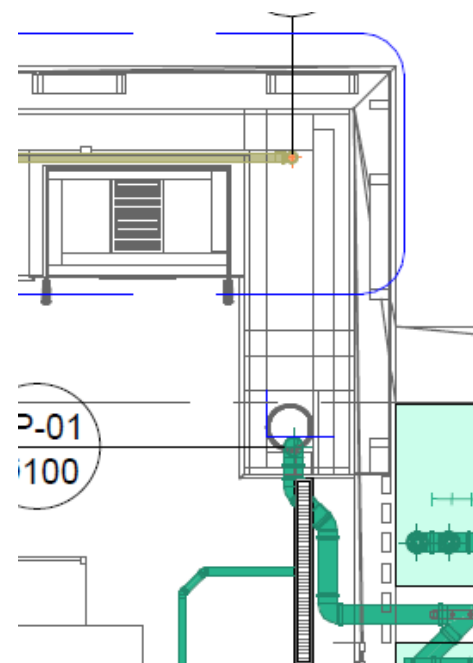
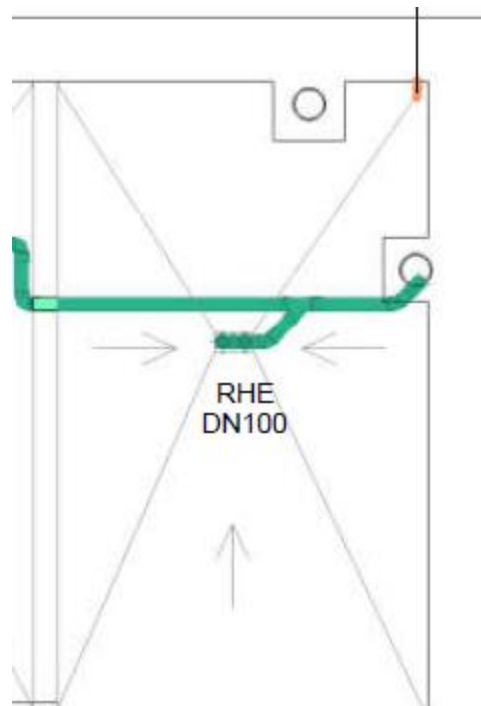
O projeto arquitetônico da cobertura do módulo 2 apresenta um trecho com os exaustores/chaminés das churrasqueiras.

Na mesma área, no pavimento inferior (2º pavimento), onde fica localizado o apartamento 209, é apresentado um shaft lateral, com espaço reservado para a tubulação de exaustão da churrasqueira.

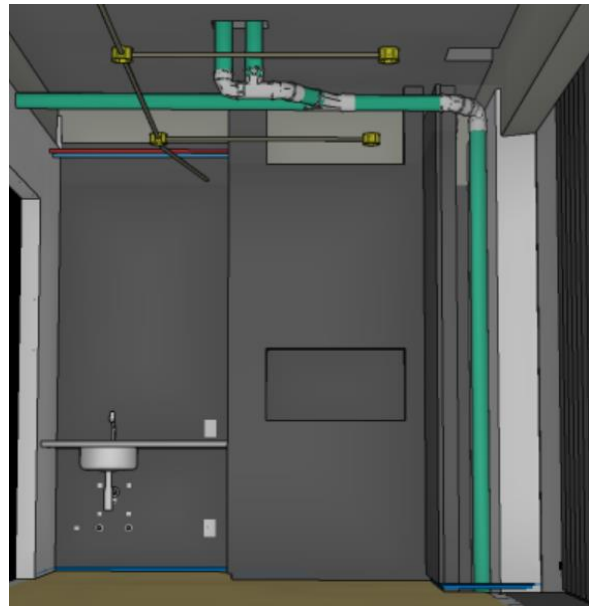
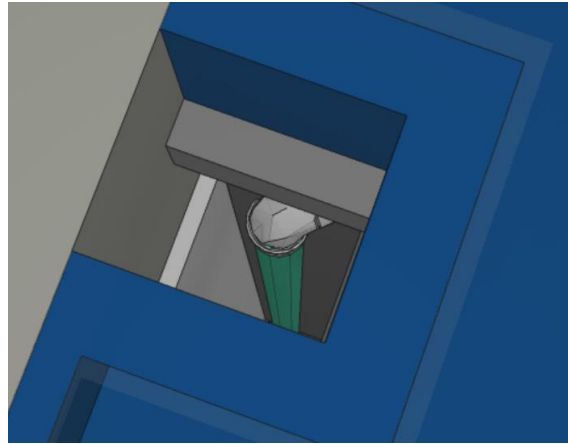


Porém, quando se verifica a mesma região no projeto hidrossanitário, percebe-se que a tubulação pluvial do telhado está descendo na região prevista para o duto de exaustão da churrasqueira.

O mesmo se repete no pavimento inferior, a prumada continua descendo na mesma região.



Pode-se perceber no 3D que o duto não foi modelado, gerando uma dúvida para a equipe hidrossanitária sobre se o local era um local para descida de tubulações.



O registro fotográfico de 4 de julho de 2024 evidencia a tubulação pluvial posicionada na cobertura, aguardando a continuidade da instalação para descida ao pavimento inferior.



Para viabilizar a descida da prumada no novo posicionamento, tornou-se necessária a execução de furação na laje da sacada, que já se encontrava impermeabilizada. Consequentemente, foi preciso realizar a recomposição da impermeabilização no trecho afetado, incluindo o devido tratamento das áreas perfuradas, a fim de restabelecer a estanqueidade do sistema e evitar futuros riscos de infiltrações.



A equipe responsável pelo projeto hidrossanitário não autorizou a conexão da prumada pluvial existente a outra tubulação, pois isso resultaria em sobrecarga do sistema. Diante dessa restrição, aguardou-se por 3 meses a definição de uma solução por parte do projetista, que propôs a execução de uma nova prumada no eixo central do edifício, com a sua interligação ao sistema pluvial existente no térreo. Contudo, essa alternativa mostrou-se inviável, uma vez que a laje do térreo já se encontrava concretada e com o contrapiso executado, o que exigiria a demolição de toda a área para abertura de nova tubulação.

Assim, optou-se por uma solução em campo, que consistiu na continuidade da descida da prumada existente e, mediante autorização da equipe de arquitetura, na criação de um novo shaft para acomodação adequada da tubulação, evitando interferências adicionais e garantindo a funcionalidade do sistema.



A aprovação para a execução do novo shaft pela equipe de arquitetura foi condicionada ao fato de que outro shaft, localizado na extremidade oposta da sacada e que não possuía funcionalidade definida, havia sido removido. Dessa forma, garantiu-se que a inserção de um novo elemento não compromettesse o projeto arquitetônico nem gerasse impacto visual ou espacial adicional ao ambiente.



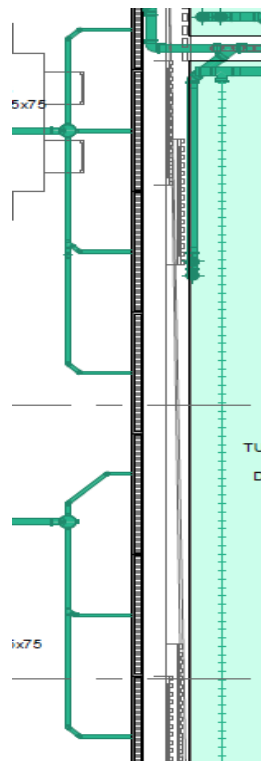
Fonte: Autora, 2025.

4.2.5. Incompatibilidade 5 - Varanda apartamento 209

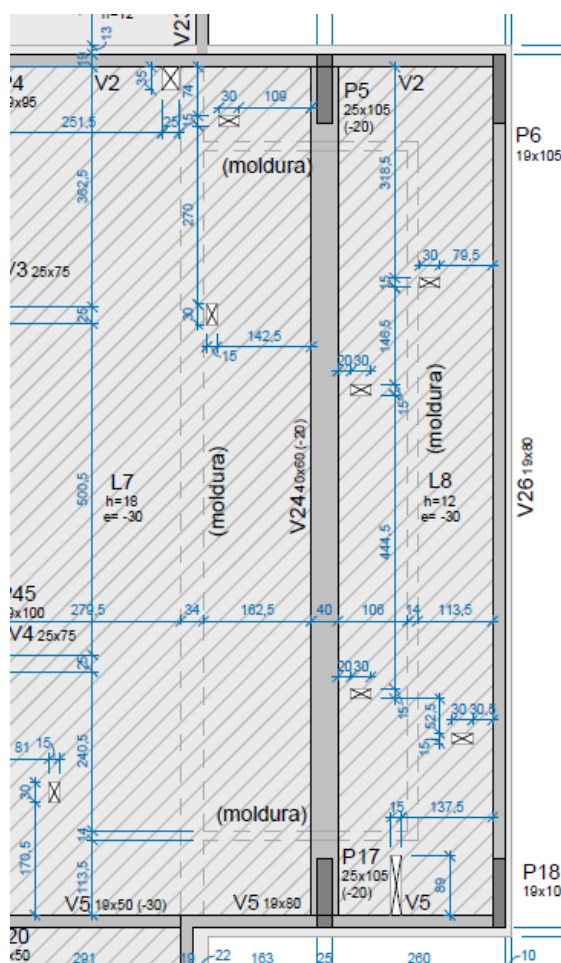
Na varanda do apartamento 209, foi identificada uma incompatibilidade entre os projetos hidrossanitário e estrutural, relacionada à passagem da tubulação pluvial do ralo linear. Essa tubulação não possuía viabilidade de execução conforme a solução proposta em projeto, devido à interferência direta com elementos estruturais existentes, conforme demonstrado no Quadro 6:

Quadro 6 – Evidências Incompatibilidade 5 – Varanda apartamento 209

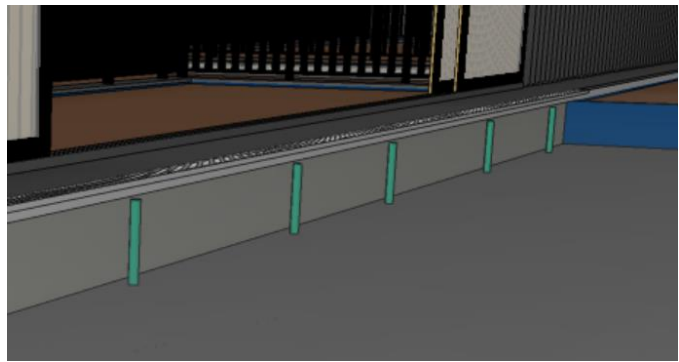
No projeto hidrossanitário, foi prevista a coleta do ralo linear localizada na extremidade da sacada, conforme é possível verificar no detalhe em planta baixa.



Entretanto, no projeto estrutural, não foram previstas as aberturas necessárias na laje para a passagem da tubulação pluvial. Esse fato resultou em incompatibilidade direta entre as soluções projetadas para o sistema de drenagem da sacada e os elementos estruturais do pavimento.



No modelo 3D, é possível evidenciar visualmente a incompatibilidade, demonstrando a interferência entre a tubulação pluvial prevista e os elementos estruturais da laje.



A solução adotada consistiu na execução de furação da laje com utilização de equipamento adequado, de modo a viabilizar a passagem da tubulação pluvial, uma vez que a varanda não poderia permanecer sem o ralo linear e seu respectivo escoamento. Furos realizados dia 17 de julho de 2024.

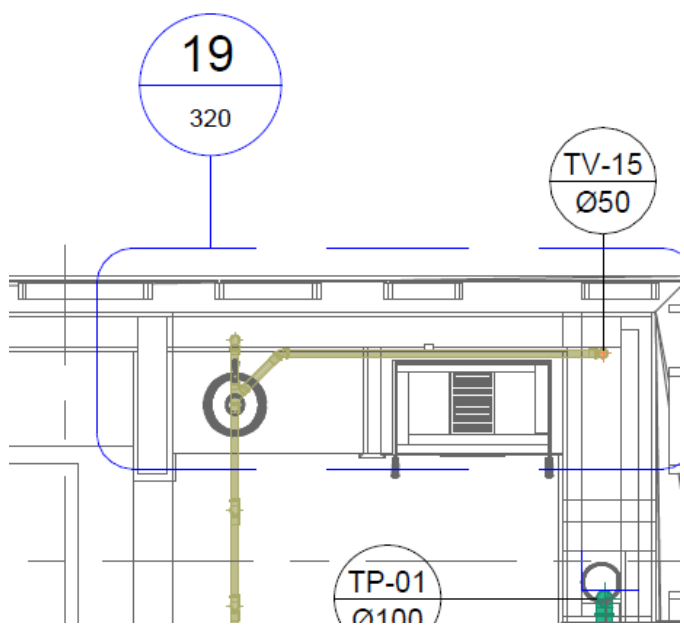
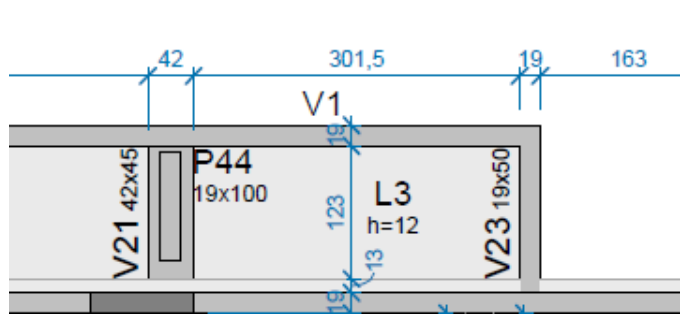
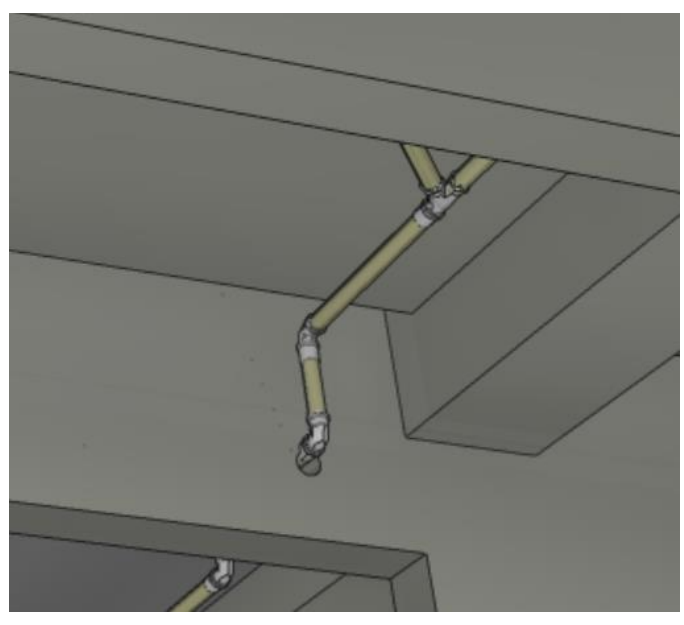


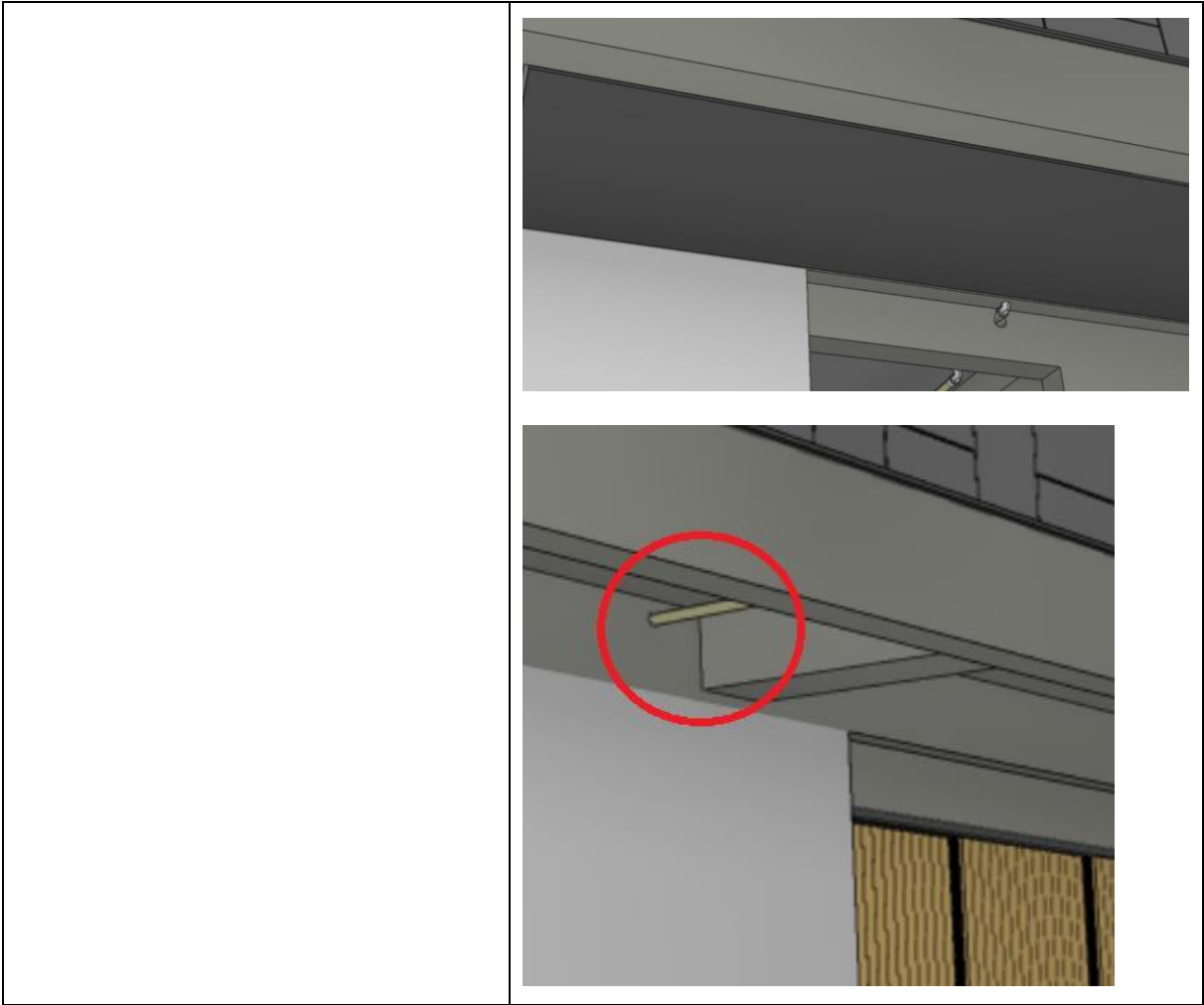
Fonte: Autora, 2025.

4.2.6. Incompatibilidade 6 – Varanda apartamento 209

Na varanda do apartamento 209, foi identificada uma incompatibilidade envolvendo os projetos estrutural, hidrossanitário e arquitetônico, relacionada à passagem da tubulação de esgoto da pia localizada ao lado da churrasqueira, como mostra o Quadro 7:

Quadro 7 – Evidências Incompatibilidade 6 – Varanda apartamento 209

<p>No projeto hidrossanitário, a tubulação de esgoto da pia segue o percurso demonstrado no detalhe em planta baixa:</p>	
<p>Observa-se no projeto estrutural que a tubulação desce pela laje e, em seguida, deveria passar por uma viga. Porém, não há previsão desses furo na laje.</p>	
<p>No modelo 3D, observa-se que a tubulação desce pela laje e é projetada no pavimento inferior para fora da edificação, formando um beiral. Na continuidade, a tubulação perfura a viga em posição muito baixa, onde não há mais forro, atravessando também a fachada de pedra e ficando exposta. Dessa forma, foi necessário elevar essa furação.</p>	



Registro fotográfico do dia 18 de setembro de 2024. Ao elevar a furação, a tubulação retorna para o apartamento 209, sendo necessário realizar uma nova abertura na laje para seu encaminhamento. Contudo, a solução demorou a ser executada e a varanda já contava com impermeabilização, exigindo, portanto, um tratamento adequado da tubulação na nova furação.



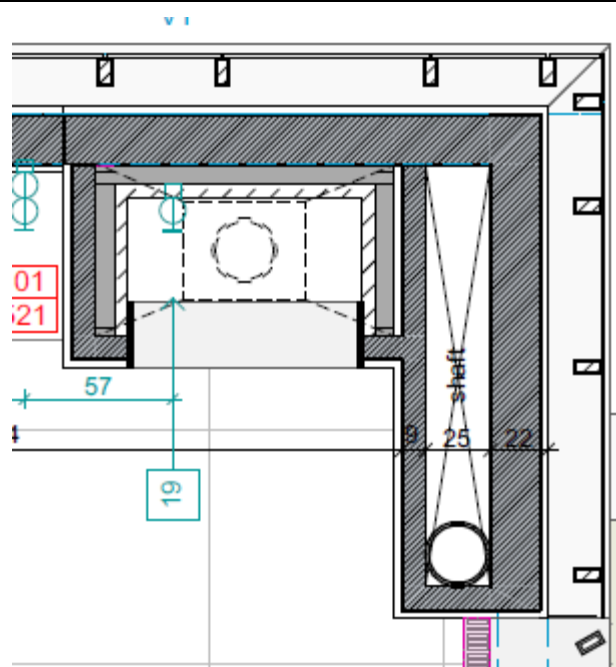
Fonte: Autora, 2025.

4.2.7. Incompatibilidade 7 – Varanda apartamento 209

No ambiente da varanda do apartamento 209, identificou-se uma incompatibilidade entre o projeto arquitetônico e o duto de exaustão da churrasqueira do apartamento 104, como demonstrado no Quadro 8:

Quadro 8 – Evidências Incompatibilidade 7 – Varanda apartamento 209

No projeto arquitetônico, o duto de exaustão da churrasqueira possuía 25 cm de diâmetro, sendo acomodado em um shaft envolto por alvenaria de 9 cm de espessura. No entanto, o duto foi mal dimensionado e precisou ser substituído por um duto de 30 cm de diâmetro. Com essa alteração, restaram apenas 4 cm para execução da alvenaria.



Foi necessário acionar a equipe responsável pelo forro, que ainda não estava em obra, gerando um custo adicional para realizar o fechamento, que foi executado com drywall.



O registro fotográfico do dia 30 de setembro de 2024, demonstra a execução do shaft realizado pela equipe de drywall.



Fonte: Autora, 2025.

4.2.8. Incompatibilidade 8 – Banhos apartamento 104 e 105

Nos banheiros dos apartamentos 104 e 105, identificou-se uma incompatibilidade entre o projeto hidráulico e arquitetônico, como demonstrado no Quadro 9:

Quadro 9 – Evidências Incompatibilidade 8 – Banhos apartamento 104 e 105

A tubulação de esgoto do vaso sanitário apresentava um deslocamento de 15 cm entre os projetos hidrossanitário e arquitetônico. Essa incompatibilidade não pôde ser identificada em planta baixa, pois os mesmos pontos não estavam cotados. A divergência pode ser percebida apenas na análise do modelo 3D. Como se trata de um empreendimento de alto padrão, em que os clientes recebem previamente as plantas, não era possível manter esse deslocamento de 15 cm, pois reduziria o espaço da bancada da pia.



Para solucionar o problema em obra, foi decidido romper a laje com o uso de equipamento adequado. Para tanto, foi necessário acionar uma nova equipe, gerando um contrato adicional para a execução do reparo da tubulação.

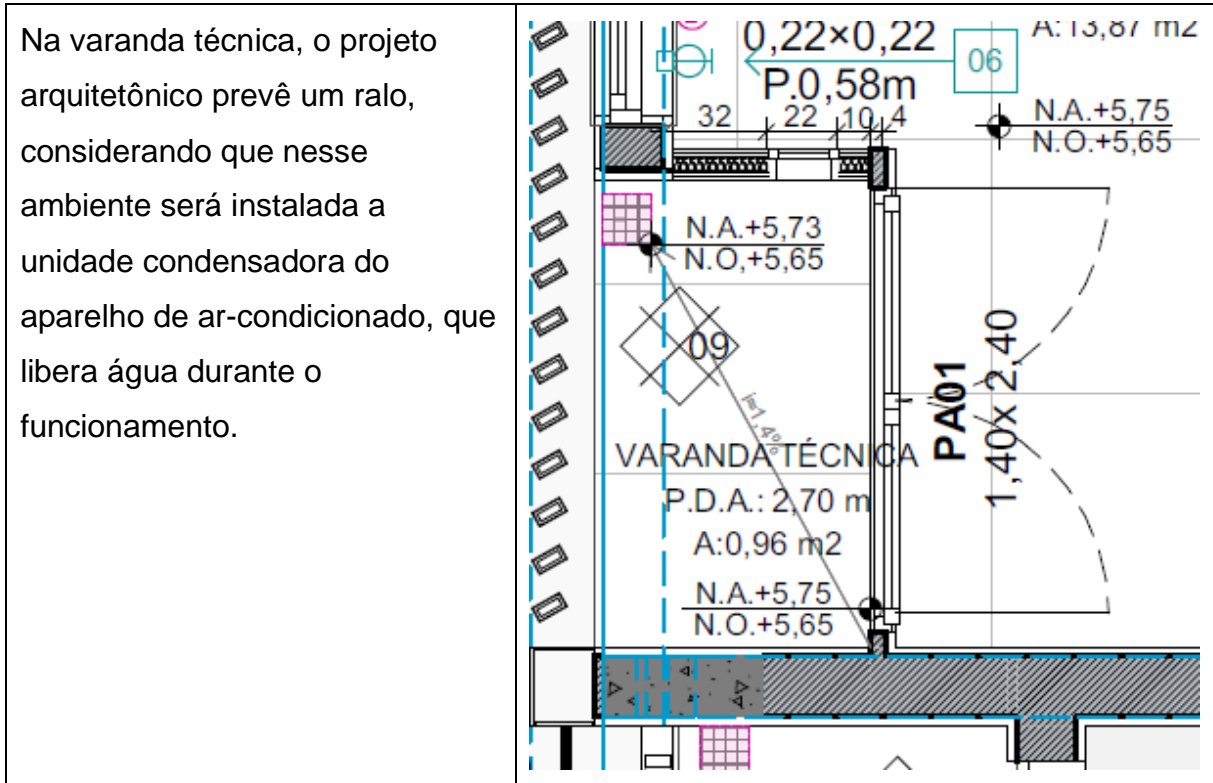


Fonte: Autora, 2025.

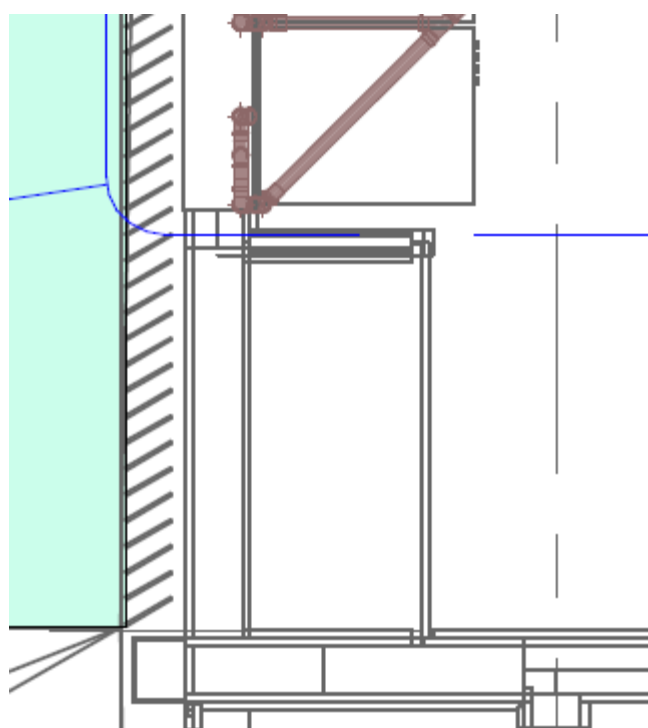
4.2.9. Incompatibilidade 9 – Varanda técnica apartamento 209

Na varanda técnica do apartamento 209, identificou-se uma incompatibilidade entre os projetos hidrossanitário e arquitetônico, como mostra o Quadro 10:

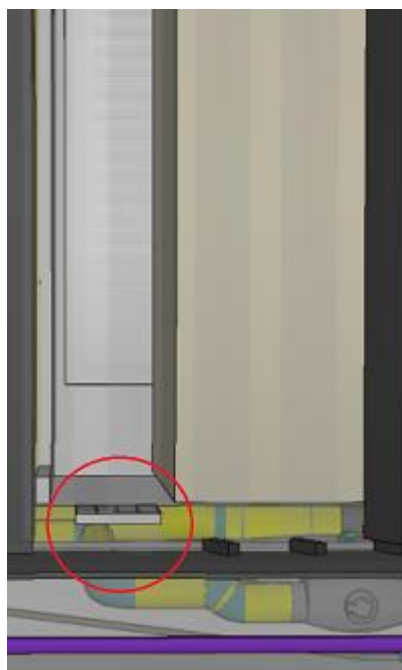
Quadro 10 – Evidências Incompatibilidade 9 – Varanda técnica apartamento 209



Entretanto, no projeto hidrossanitário não há previsão de um ralo para o escoamento da água da unidade condensadora do ar na varanda técnica.



No modelo 3D, é possível visualizar a grelha prevista no projeto arquitetônico, mas sem a correspondente previsão de escoamento da tubulação hidrossanitária.



Registro fotográfico do dia 31 de outubro de 2024. Foi necessário interromper o serviço de contrapiso para resolver a questão, realizando um furo em posição diferente da prevista no projeto arquitetônico, aproveitando um local viável para a perfuração (cubeta).



No entanto, o furo realizado não foi utilizado para a instalação do ralo. Em vez disso, a equipe hidrossanitária instalou uma caixa sifonada (conforme registro fotográfico do dia 12 de novembro de 2024) e direcionou a tubulação para outro local não previsto no projeto, sem o devido consentimento, gerando adição de *as built*. Além disso, a equipe instalou uma caixa sifonada de modelo mais simples do que o padrão estabelecido para a obra.



A solução adotada também não atendeu à necessidade, porque a tubulação ficou sem o caimento necessário para o escoamento adequado da água.

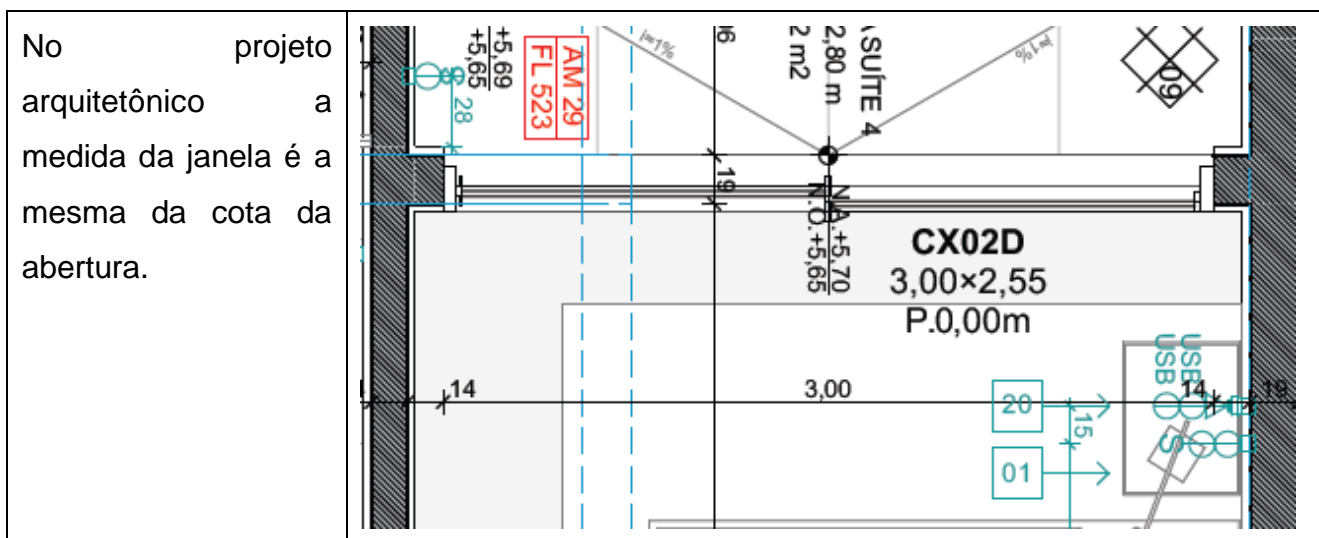


Fonte: Autora, 2025.

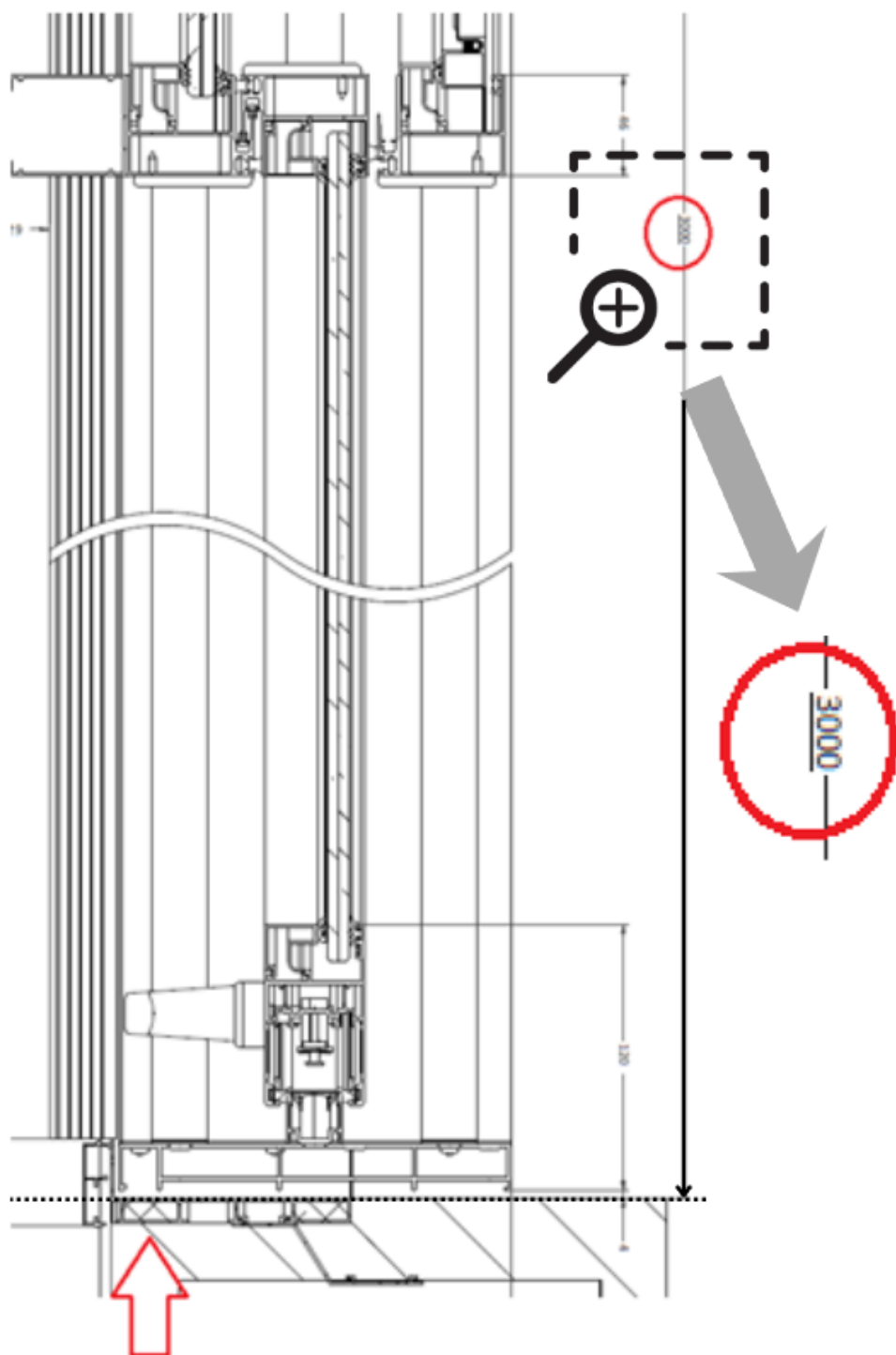
4.2.10. Incompatibilidade 10 – Esquadrias Bloco 2

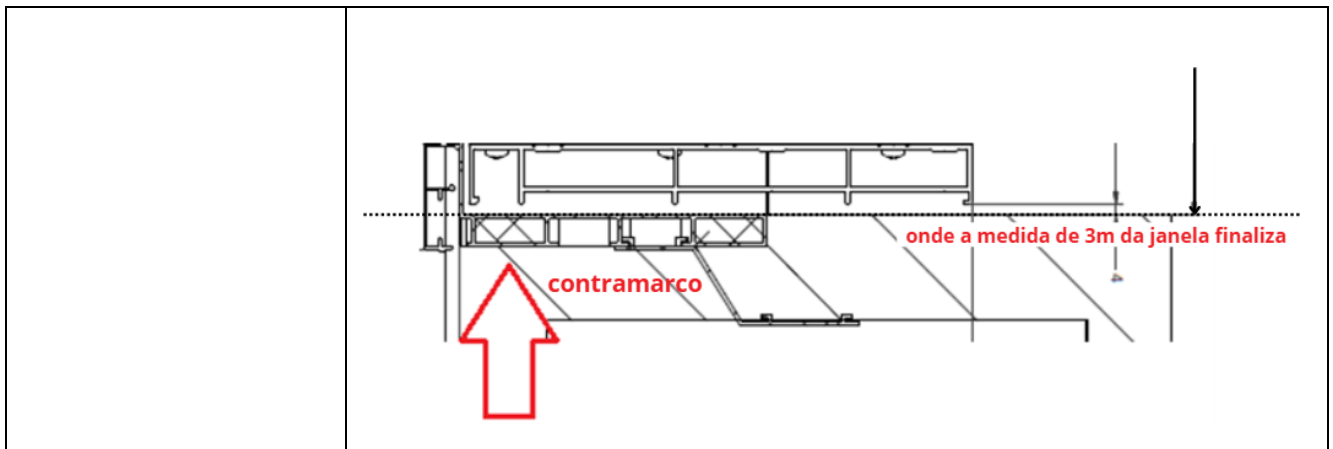
Foi identificada uma incompatibilidade envolvendo as esquadrias de todo o bloco em relação ao projeto arquitetônico. Durante a análise, verificou-se que as posições e dimensões das esquadrias previstas não estavam totalmente compatíveis com outros elementos construtivos, exigindo ajustes para assegurar a execução correta e o atendimento aos padrões do projeto, conforme Quadro 11.

Quadro 11 – Evidências Incompatibilidade 10 – Esquadrias Bloco 2

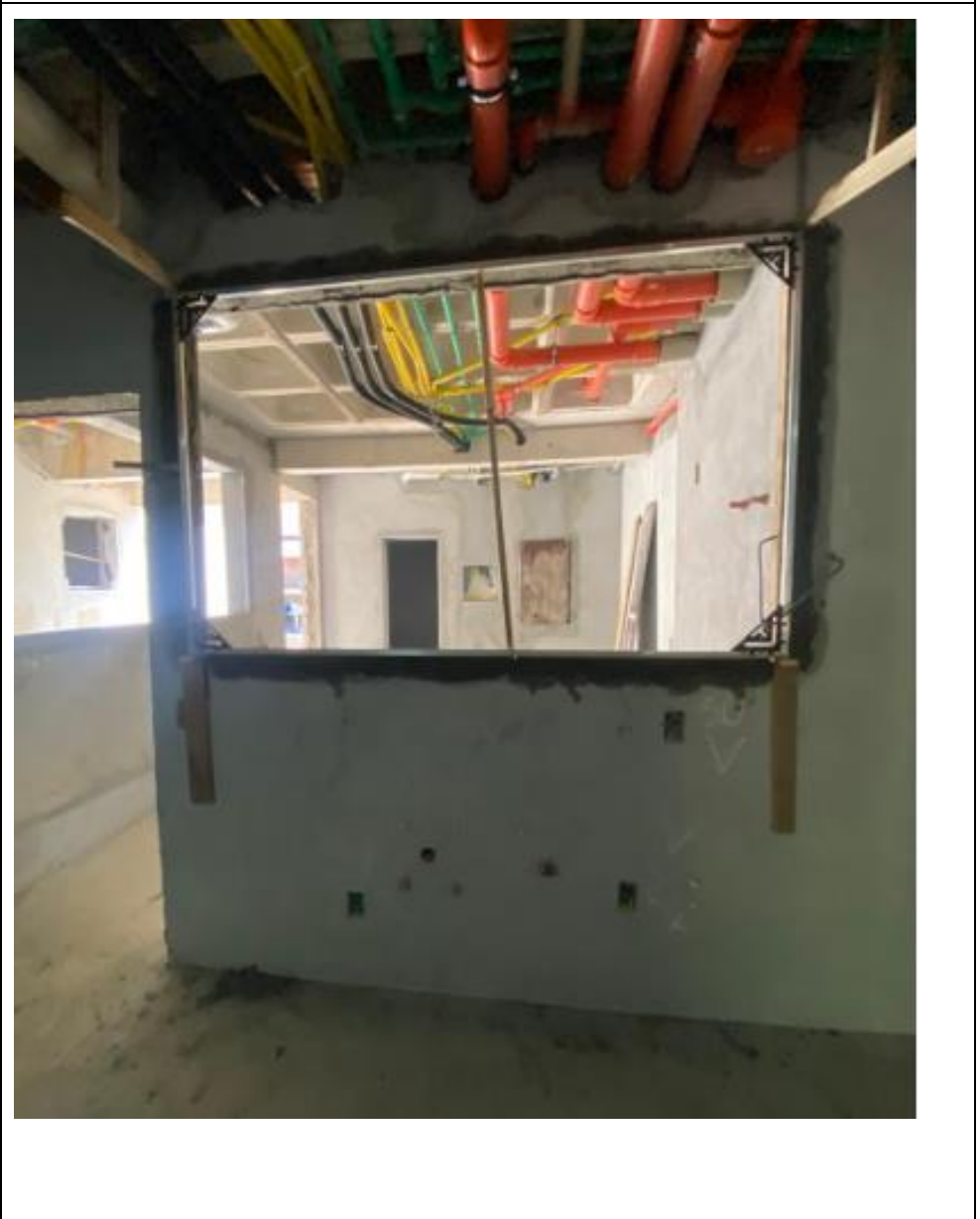


No projeto do consultor, consta uma esquadria de 3,00 m; entretanto, verifica-se que essa medida se refere apenas à esquadria em si, não incluindo a medida do contramarco. Para a instalação adequada e o chumbamento do contramarco, é necessária uma folga adicional de aproximadamente 30 mm (15 mm em cada lado), o que evidencia a incompatibilidade entre a medida prevista no projeto e o espaço real disponível para instalação.





Essa situação gerou atraso na instalação dos caixilhos em todo o bloco, pois a decisão sobre a forma de adequação demorou a ser tomada. Como resultado, os caixilhos, que deveriam ser instalados antes do reboco, só foram posicionados após a execução deste. Para tanto, foi necessário acionar serventes que quebraram e refizeram os vãos, possibilitando a instalação correta dos caixilhos.



Fonte: Autora, 2025.

4.2.11. Incompatibilidade 11 – Elétrica do módulo 2

No Módulo 2, o projeto elétrico não estava compatibilizado com a arquitetura. Conforme demonstrado nas imagens 3D do Quadro 12, essa incompatibilidade não exigiu grandes alterações ou decisões técnicas. Contudo, ao apresentar um projeto dessa maneira a um cliente que não possui conhecimento técnico, a situação poderia gerar insegurança, mesmo sendo de fácil resolução. Alguns exemplos são mostrados no Quadro 12:

Quadro 12 – Evidências Incompatibilidade 11 – Elétrica do módulo 2

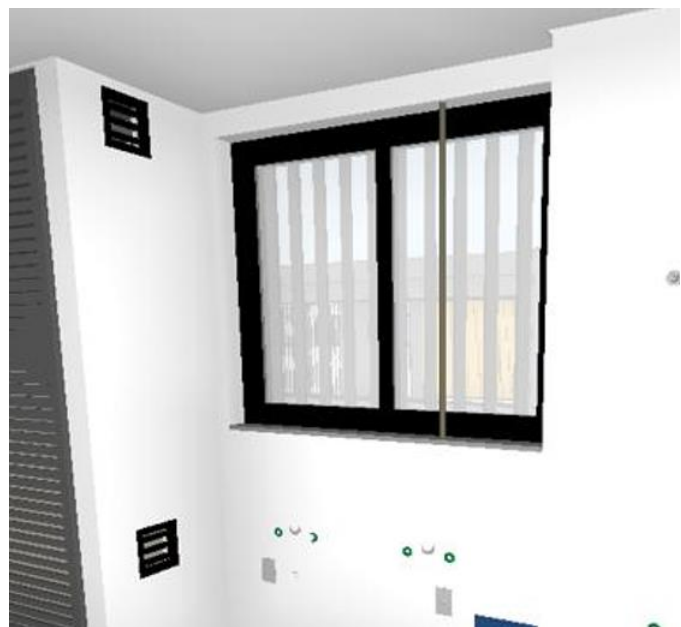
Na imagem, observa-se uma incompatibilidade entre o posicionamento da porta e o ponto de energia instalado na parede, já que o eletroduto e a caixa de passagem ficam muito próximos ao batente. Para corrigir essa interferência, a solução adotada foi deslocar o conjunto ligeiramente para a direita, garantindo o alinhamento adequado e evitando sobreposição entre os elementos. Essa correção pôde ser feita sem grandes interferências na estrutura existente.



Na imagem, é possível identificar uma incompatibilidade entre o ponto de instalação da tubulação vertical e o alinhamento da janela, já que o eletroduto passa bem em frente ao caixilho. Para resolver essa situação, foi realizado o deslocamento do eletroduto um pouco mais para a direita, de forma a liberar a área da janela e evitar interferências visuais e construtivas.



Neste outro local, foi identificada a mesma situação de incompatibilidade entre o eletroduto vertical e o caixilho da janela, onde a tubulação passava à frente da esquadria. Assim como nos casos anteriores, a solução adotada foi o deslocamento do eletroduto, garantindo o afastamento necessário da janela. Essa adequação foi simples, executada sem grandes interferências nas demais instalações.



Fonte: Autora, 2025.

4.3. Análise e discussão dos resultados

4.3.1. Análise de custo e cronograma

Durante a execução do Módulo 2, verificou-se que a ausência de compatibilização adequada entre os projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico ocasionou diversos impactos ao empreendimento. Entre os principais resultados observados estão o aumento de custos diretos e indiretos, bem como atrasos no cronograma originalmente previsto.

A necessidade de serviços não planejados, como rompimento de lajes, readequação de vãos, contratação de equipes adicionais, realização de retrabalhos e aquisição de materiais complementares, gerou custos extras ao empreendimento. Tais despesas não estavam previstas no orçamento inicial e poderiam ter sido evitadas caso a compatibilização tivesse sido realizada de maneira completa e integrada.

A Tabela 6 apresenta os principais custos decorrentes das incompatibilidades identificadas:

Tabela 6 – Custos das incompatibilidades do módulo 2

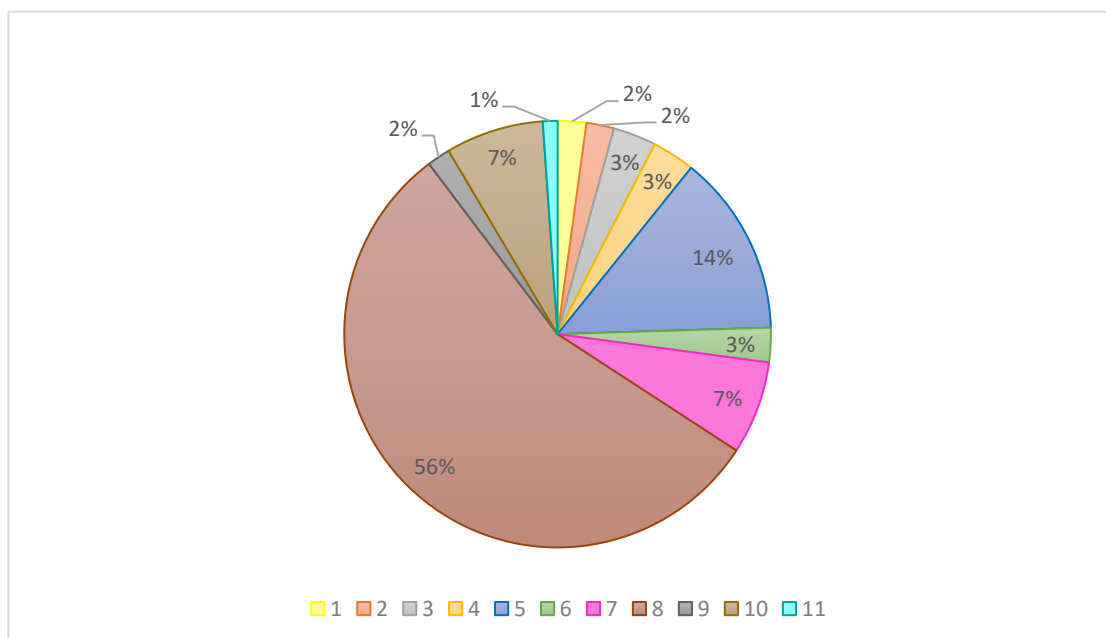
Incompatibilidade	Custo	Descrição do custo
1	R\$ 175,00	Meia diária de um encanador
2	R\$ 84,00	Furo de 100mm
	R\$ 66,00	Furo de 50mm
	R\$ 19,16	Adição de 4 peças em ppr de 25mm não previstos em projeto
3	R\$ 264,00	4 furos de 32mm
4	R\$ 83,12	Adição de 4 peças em ppr de 100mm não previstos em projeto
	R\$ 175,00	Meia diária de um encanador
	R\$ 3,42	Graute
5	R\$ 924,00	14 furos de 40mm
	R\$ 12,11	Graute (perda do material que ficou na chuva)
	R\$ 175,00	Meia diária de um encanador
6	R\$ 198,00	3 furos de 32mm
	R\$ 9,58	Adição de 2 peças em ppr de 25mm não previstos em projeto
	R\$ 3,42	Graute
7	R\$ 570,00	Shaft em drywall
8	R\$ 2.600,00	Rompimento da laje em 6 banheiros
	R\$ 1.296,00	Concreto para preencher as lajes
	R\$ 350,00	Diária de encanador

	R\$ 239,64	Troca de peças em ppr de 25 e 100mm, que foram quebradas no rompimento da laje
9	R\$ 66,00	Furo de 25mm
	R\$ 42,16	Caixa sifonada
	R\$ 30,35	Adição de tubulação de 40mm em ppr não prevista em projeto
	R\$ 3,42	Graute
10	R\$ 600,00	4 diárias de servente
11	R\$ 89,90	Eletroduto corrugado ¾
Total	R\$ 8.079,28	

Fonte: Autora, 2025.

O gráfico a seguir permite comparar, de forma clara, quanto cada tipo de incompatibilidade contribui para o valor global, evidenciando quais itens tiveram maior impacto financeiro na execução da obra. Essa representação visual facilita a identificação das áreas que demandam maior atenção na gestão de projetos e possibilita uma análise mais precisa da distribuição dos custos associados às incompatibilidades.

Gráfico 1 – Porcentagem de custos das incompatibilidades do módulo 2



Fonte: Autora, 2025

A partir do gráfico elaborado, observa-se que a Incompatibilidade 8, relacionada ao rompimento das lajes dos banheiros para correção de posicionamento da tubulação de esgoto, representa 56% de todo o custo adicional registrado no

Módulo 2. Este resultado evidencia que incompatibilidades envolvendo elementos estruturais resultam nos impactos financeiros mais significativos, devido ao alto custo de mão de obra especializada e materiais de recuperação (como concreto).

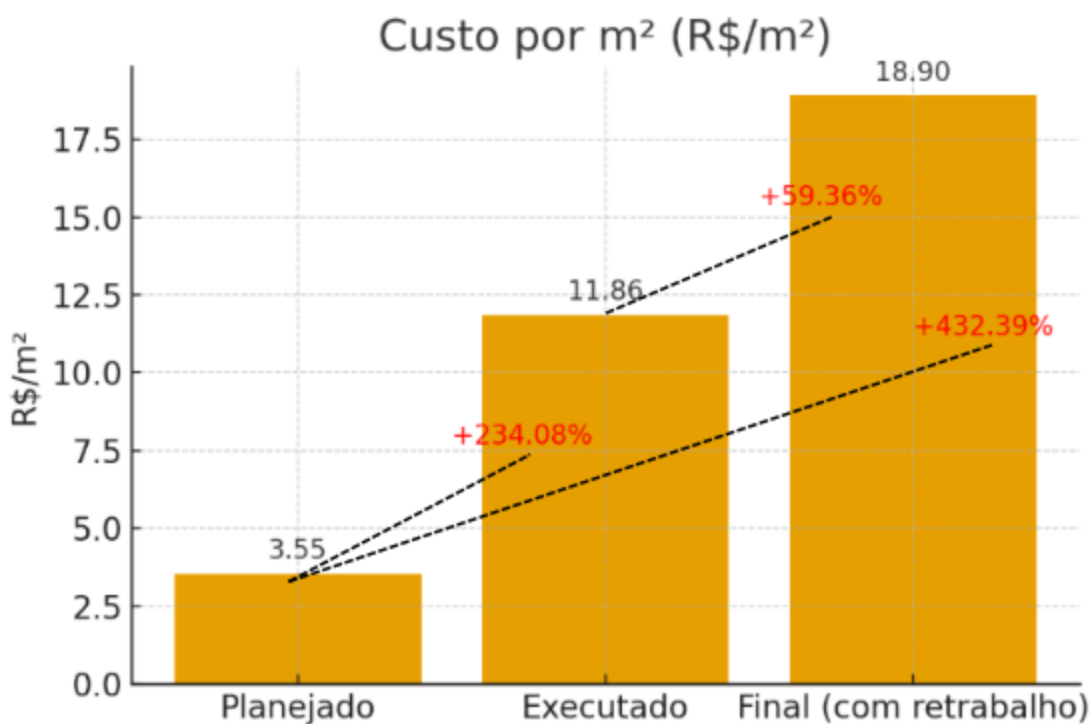
A Incompatibilidade 5, referente ao grande número de furos para adequações hidráulicas, corresponde a 14% dos custos, destacando-se como o segundo maior impacto, consequência direta de falhas de compatibilização entre os projetos hidrossanitário e estrutural.

As incompatibilidades 7 e 10, que geraram custos relacionados ao shaft em drywall e à necessidade de readequação dos vãos de esquadrias, somam juntas 14% das despesas adicionais, reforçando a importância de compatibilização detalhada entre arquitetura e demais disciplinas.

As demais incompatibilidades (1, 2, 3, 4, 6, 9 e 11) possuem impactos individualmente reduzidos, variando entre 1% a 7% do total. Porém, quando agrupadas, representam 16% de custo adicional, demonstrando que pequenos retrabalhos recorrentes também possuem impacto acumulado relevante para o empreendimento.

Além dos custos diretos apresentados na Tabela 6 e representados no Gráfico 1, é importante considerar o impacto global da compatibilização no empreendimento, conforme demonstrado no Gráfico 2:

Gráfico 2 – Custo por m² da (in)compatibilização de projetos



Fonte: Autora

O gráfico mostra que o custo planejado de compatibilização originalmente era de 3,55 R\$/m². Caso a obra tivesse sido executada sem erros e sem a necessidade de retrabalhos, com os projetos totalmente compatibilizados, o custo real esperado seria de 11,86 R\$/m². No entanto, ao considerar os retrabalhos que foram necessários para que a obra ficasse compatibilizada e sem interferências, o custo final por metro quadrado chegou a 18,90 R\$/m². Essa diferença expressiva evidencia o impacto da falta de compatibilização adequada entre os projetos, uma vez que conflitos não identificados antecipadamente resultaram em ajustes e gastos adicionais durante a execução.

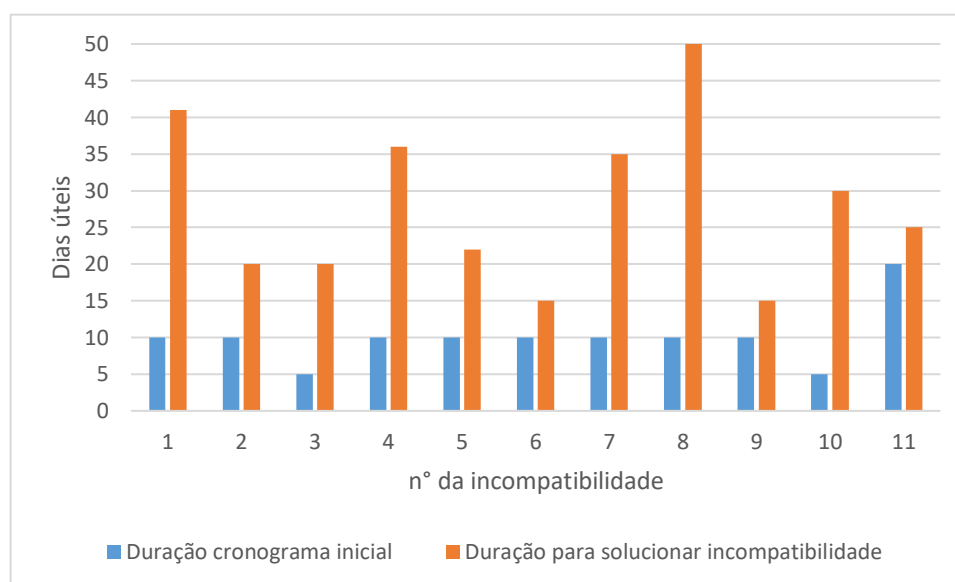
Além disso, os dados indicam que o custo de compatibilização orçado inicialmente acabou sendo insuficiente frente à complexidade real do empreendimento. A estimativa de 3,55 R\$/m², prevista para a fase de compatibilização, mostrou-se uma previsão subdimensionada, pois não foi capaz de abarcar a magnitude das tarefas necessárias para a coordenação de todos os projetos envolvidos e a detecção de conflitos entre esses projetos. Essa subestimação pode ter ocorrido em função de uma avaliação inicial simplificada, da ausência de histórico

confiável para estimar custos de compatibilização ou da omissão de atividades como reuniões de coordenação, revisões adicionais e testes de conflitos complexos.

Além dos custos, observou-se prejuízo ao andamento da obra, devido às frequentes interrupções para tomada de decisões, algumas delas envolvendo projetistas externos, o que aumentou o tempo de resposta. Em consequência, serviços que deveriam ocorrer em sequência lógica foram executados fora da etapa ideal, como a instalação de caixilhos após o reboco, ou a necessidade de refazer impermeabilizações já concluídas.

O gráfico comparativo apresenta, para cada atividade, a diferença entre o tempo inicialmente planejado para o pacote da atividade e o tempo efetivamente gasto devido ao retrabalho. As barras representam os dias úteis, permitindo visualizar de forma imediata o impacto das incompatibilidades no cronograma do Gráfico 3:

Gráfico 3 – Cronograma inicial x realizado



Fonte: Autora

O retrabalho causado por incompatibilidades provocou aumento significativo na duração de todas as atividades, chegando em alguns casos a quintuplicar o tempo planejado, como na Atividade 8, que passou de 10 para 50 dias úteis. A maior parte das tarefas teve acréscimo de 2 a 4 vezes no cronograma inicial.

Esses resultados reforçam que retrabalho na construção não se limita ao custo imediato do serviço adicional: ele impacta a produtividade, o uso da mão de obra, a logística de materiais, além de provocar efeito cascata no cronograma da obra.

Ainda, em um empreendimento de alto padrão, retrabalhos visíveis podem comprometer a qualidade percebida pelo cliente e a confiabilidade da construtora.

4.3.2. Análise de qualidade

A identificação detalhada dessas incompatibilidades, o registro de suas consequências e a proposição de soluções demonstram a aplicação prática da ISO 9001 (Quadro 13):

Quadro 13 – Análise do impacto na qualidade

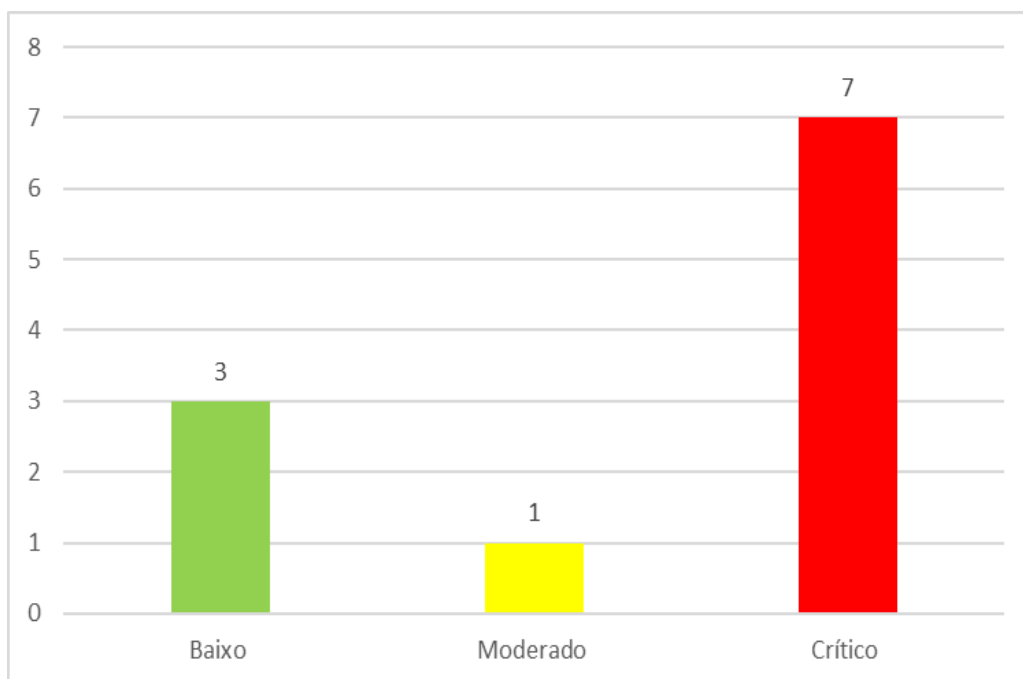
Nº	Gravidade	Incompatibilidade	Área/Elemento afetado	Tipo de Impacto	Observações
1	Baixo	Janela x tubulação	Banho Máster Sra.	Interferência arquitetura x hidráulico	Reposicionamento da tubulação.
2	Crítico	Viga V10 x tubulação	Banho 4	Interferência estrutural x hidráulico	Previsão de abertura para tubulação, sendo necessário furação da viga, podendo causar interferência na estrutura.
3	Crítico	Furação ausente	Corredor do módulo 2	Falha de projeto estrutural	Previsão de abertura para tubulação, sendo necessário furação da viga, podendo causar interferência na estrutura.
4	Crítico	Prumada pluvial x duto churrasqueira	Cobertura módulo 2/apto 209	Comprometimento estanqueidade	Previsão de abertura para tubulação, sendo necessário furação na laje, podendo causar interferência na estrutura. Além de recomposição impermeabilização após perfuração, que pode causar infiltrações.
5	Crítico	Ralo linear x laje	Sacada	Interferência hidráulico x estrutural	Previsão de abertura para tubulação, sendo necessário furação da laje, podendo

					causar interferência na estrutura. Além de perfurar a manta de impermeabilização, podendo trazer futuras infiltrações.
6	Crítico	Tubulação de gordura abaixo do forro externo	Varanda 209	Falha de projeto estrutural x arquitetônico x hidrossanitário	Previsão de abertura para tubulação, sendo necessário furação na laje e viga, podendo causar interferência na estrutura.
7	Baixo	Parede em drywall	Varanda Apto209	Interferência na alvenaria	Necessidade de troca de parede em alvenaria para drywall.
8	Crítico	Tubulação de esgoto	Banheiros 104 e 105	Desalinhamento, dimensionamento incorreto	Previsão de abertura para tubulação, sendo necessário perfuração da laje, podendo causar interferência na estrutura.
9	Crítico	Ralo x caixa sifonada	Varanda técnica	Desvio de projeto, padrão menor	Previsão de abertura para tubulação, sendo necessário furação na laje, podendo causar interferência na estrutura. Além de necessidade de parar atividade de contrapiso. Padrão da caixa sifonada inferior ao padrão do empreendimento.
10	Moderado	Esquadria x espaço	Caixilhos	Falta de tolerância	Ajuste em vãos, retrabalho de reboco.
11	Baixo	Porta x ponto de energia	Parede interna	Interferência elétrica x arquitetura	Reposicionamento simples, sem impacto estrutural

Fonte: Autora

Assim, obtemos o gráfico resumo abaixo:

Gráfico 4 – Resumo da análise do impacto na qualidade



Fonte: Autora

Proposta de Checklist de Compatibilização de Projetos

O checklist proposto no Quadro 14 visa orientar a equipe de projetos das construtoras a analisar e compatibilizar os arquivos. O checklist propõe prevenir as incompatibilidades entre disciplinas e reduzir retrabalho, custos e impactos na qualidade da obra:

Quadro 14 – Checklist Setor de Projetos

1. Identificação do Projeto					
Item	Descrição	Objetivo / Comentário	Status	Observação	Responsável
1.1	Registrar nome do projeto, módulo e pavimento	Permite rastrear arquivos e identificar área de atuação			
1.2	Informar a data de recebimento do arquivo	Garante controle de versão e histórico de análise			

1.3	Registrar o responsável pelo recebimento e análise	Define responsabilidade técnica			
1.4	Conferir a versão do modelo	Evita utilização de arquivos desatualizados ou inconsistentes			
2. Conferência Geral					
Item	Descrição	Objetivo / Comentário	Status	Observação	Responsável
2.1	Todos os arquivos previstos foram recebidos (arquitetura, estrutura, hidrossanitário, elétrica, climatização)	Evita lacunas no processo de compatibilização			
2.2	Modelos estão atualizados e correspondem à versão aprovada pelo cliente	Reduz risco de incompatibilidades por uso de versões antigas			
2.3	Estrutura de pastas e nomenclatura correta	Facilita organização e rastreio dos arquivos			
2.4	Sem arquivos corrompidos ou ilegíveis	Evita atrasos e erros na análise de compatibilização			
3. Compatibilização de Elementos Críticos					
Item	Descrição	Objetivo / Comentário	Status	Observação	Responsável
3.1	Verificação de sobreposição entre tubulações hidráulicas e elementos estruturais (vigas, lajes, pilares)	Previne necessidade de furações ou cortes em elementos estruturais			
3.2	Verificação de interferências entre tubulações e janelas, portas e shafts	Evita retrabalho, alterações em layouts e insatisfação do cliente			

3.3	Confirmação de espaço adequado para instalação de esquadrias, mobiliário fixo e equipamentos	Garante funcionalidade e estética do ambiente			
3.4	Compatibilização de shafts, prumadas e dutos de exaustão	Reduz riscos de sobreposição e retrabalho			
3.5	Verificação de alinhamento entre pontos elétricos e paredes, portas e janelas	Evita deslocamentos de pontos de energia			
3.6	Conferência de altura de peitoris, ralos e pontos de água e esgoto	Garante conformidade com normas e projeto aprovado			
3.7	Identificação de elementos que exigem furação em lajes ou paredes já impermeabilizadas	Permite planejamento adequado e minimiza danos à impermeabilização			
4. Análise de Conflitos					
Item	Descrição	Objetivo / Comentário	Status	Observação	Responsável
4.1	Uso de software de detecção de interferências	Identifica automaticamente sobreposições ou conflitos entre disciplinas			
4.2	Registro de todas as incompatibilidades detectadas	Documento destinado à equipe de projetos para análise e tomada de decisão			
4.3	Classificação por gravidade (alta, média, baixa)	Prioriza ações corretivas e otimiza o tempo de resposta			

4.4	Proposta de solução preliminar ou ajustes necessários	Sugere alternativas de correção e prevenção, integrando disciplinas			
5. Comunicação e Correção					
Item	Descrição	Objetivo / Comentário	Status	Observação	Responsável
5.1	Notificação imediata da equipe de projeto responsável por cada disciplina	Comunicação rápida sobre conflitos encontrados			
5.2	Definição de prazo para atualização e revisão dos modelos	Garantir correção em tempo adequado			
5.3	Registro das decisões e alterações no modelo (as-built ou versão revisada)	Documenta histórico e garante rastreabilidade			
5.4	Validação final da compatibilização antes de liberação para execução	Confirmação de conformidade antes de obra			
6. Observações Finais					
Item	Descrição	Objetivo / Comentário	Status	Obs	Responsável
6.1	Reunião de revisão conjunta entre equipes multidisciplinares	Integração e alinhamento das disciplinas			
6.2	Atualização do checklist para futuras revisões de projetos	Melhoria contínua e padronização			
6.3	Documentação arquivada para auditoria interna e melhoria contínua	Suporte à gestão da qualidade e ISO 9001			

Fonte: Autora

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas neste estudo demonstram de forma clara que as incompatibilidades entre projetos na construção civil geram impactos significativos não apenas nos custos e qualidade, mas principalmente no cronograma da obra. A comparação entre o tempo planejado e o tempo efetivamente gasto na execução das atividades evidencia que diversas tarefas sofreram acréscimos expressivos, chegando a demandar várias vezes até 5 vezes mais do que o prazo inicialmente previsto. Esse aumento de duração compromete o andamento do cronograma geral e provoca efeitos em cadeia nas demais etapas do módulo analisado, tornando o gerenciamento temporal um dos principais desafios enfrentados.

Do ponto de vista financeiro, a análise também indica que o custo originalmente previsto para a compatibilização do projeto acabou sendo subestimado, representando um aumento percentual considerável em relação ao que foi inicialmente estimado. Porém, mesmo esse investimento maior não foi suficiente para evitar conflitos entre disciplinas. Como resultado, ao considerar os custos adicionais gerados pelas correções e ajustes durante a obra, o custo total cresceu em mais de quatro vezes o valor planejado.

Além disso, as incompatibilidades identificadas ao longo do processo provocaram um acréscimo adicional significativo, o que evidencia que muitos dos conflitos só foram detectados tardiamente, durante a execução física. Em outras palavras, se o processo de compatibilização tivesse sido eficaz desde o início, esse incremento adicional de custos poderia ter sido evitado.

Esse cenário mostra claramente o impacto negativo da falta de eficiência na compatibilização, resultando em custos acima do previsto e retrabalhos que poderiam ter sido evitados com um processo mais alinhado e bem executado. Mesmo com a utilização de ferramentas digitais avançadas, como o BIM, as interferências entre os projetos não foram devidamente identificadas antes da obra, o que reforça que o importante não é apenas utilizar o BIM, mas saber como utilizar essa ferramenta de forma eficaz para detectar conflitos antecipadamente e orientar as decisões de projeto.

O principal aspecto afetado por essa ineficiência foi o tempo adicional gasto na execução das atividades, que impactou diretamente na produtividade da equipe, na logística de materiais e no cumprimento dos prazos estabelecidos. Assim, mais do que um instrumento de modelagem, o processo de compatibilização deve ser encarado como uma prática integrada de planejamento e controle de prazos, capaz de antecipar conflitos, reduzir retrabalhos e otimizar o uso de recursos ao longo de todo o ciclo da obra.

Portanto, torna-se essencial a adoção de procedimentos padronizados de compatibilização, com etapas sistemáticas de revisão e validação entre as disciplinas envolvidas, bem como o desenvolvimento de competências no uso do BIM como ferramenta estratégica de detecção de conflitos, a fim de assegurar maior previsibilidade e eficiência temporal durante a execução.

5.1. Sugestões para trabalhos futuros

Com base nos resultados obtidos neste estudo, diversas possibilidades de investigação podem ser exploradas em trabalhos futuros, visando ampliar o conhecimento sobre o impacto de incompatibilidades em projetos de construção e aprimorar práticas de planejamento e execução. Entre elas, destacam-se:

- Avaliação detalhada de impactos indiretos: Investigar como as incompatibilidades afetam produtividade da equipe, logística de materiais, segurança no canteiro e percepção de qualidade pelo cliente, oferecendo uma visão mais completa do efeito cascata do retrabalho.
- Análise do retorno sobre investimento em tecnologias de compatibilização: Avaliar economicamente o uso de ferramentas digitais e processos integrados, demonstrando a viabilidade de investimentos em prevenção de retrabalho em comparação com os custos gerados por incompatibilidades não previstas.
- Aplicação de Inteligência Artificial (IA) para detecção precoce de conflitos: Explorar o uso de algoritmos de inteligência artificial para identificar possíveis incompatibilidades antes da execução, oferecendo suporte automatizado ao planejamento e à revisão de projetos.

Essas abordagens podem contribuir significativamente para a melhoria contínua da gestão de projetos de construção, promovendo maior previsibilidade, redução de custos e atrasos, além de fortalecer a qualidade e confiabilidade das obras.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR ISO 9000:2015 — Sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário*. Rio de Janeiro, 2015. ISBN 978-85-07-05800-7.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR ISO 9001:2015 — Sistemas de gestão da qualidade: requisitos*. Rio de Janeiro, 2015. ISBN 978-85-07-05801-4.

ARAÚJO, Vivian Martins. *Compatibilização de projetos de edificação*. 2015. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Bel

ASSIS, Wilson Filho Pereira de. *Análise das incompatibilidades entre projetos: um estudo de caso em um edifício residencial no município de Natal/RN*. 2022. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Natal, RN, 2022.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – Estratégia BIM BR. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 abr. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm. Acesso em: 7 jan. 2025.

BRAGA, Fábio Montenegro. *Condições de implementação do sistema de gestão da qualidade – SGQ, baseado na norma ISO 9001:2015, em ouvidorias públicas: estudo de caso da Ouvidoria do Ministério Público Federal – MPF*. 2023. 150 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, Brasília – DF, 2023

BRYDE, David; BROQUETAS, Mikel; VOLM, Jürgen M. **The project benefits of Building Information Modelling (BIM)**. *International Journal of Project Management*, v. 31, n. 7, p. 971–980, 2013.

CALLEGARI, Simara. *Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares*. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CAMPERSTRINI, Tiago Francisco; GARRIDO, Marlon Câmara; MENDES JR., Ricardo; SCHEER, Sérgio; FREITAS, Maria do Carmo Duarte. **Entendendo BIM**. Curitiba: UFPR, 2015.

CARDOSO, Mateus. **Você sabe qual é a importância da compatibilização dos projetos de um empreendimento para a execução da obra?** Expert Perícias de Engenharia, 5 mar. 2024. Disponível em: <https://expert.eng.br/voce-sabe-qual-e-a-importancia-da-compatibilizacao-dos-projetos-de-um-empreendimento-para-a-execucao-da-obra/>. Acesso em: 27 jan. 2025.

CHAREF, Rabia; EMMITT, Stephen; ALAKA, Hafiz; FOUCHAL, Farid. **Adoção da modelagem de informações de construção na União Europeia: uma visão geral.** Journal of Building Engineering, v. 25, p. 1-13, 2019. Reino Unido.

COSTA, L. D. M. **Compatibilização de Projetos e Gerenciamento de Resíduos como Condições Primordiais para a Sustentabilidade das Construções.** Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

EASTMAN, Charles; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Porto Alegre: Bookman, 2014.

ESTEVEZ, C. A. P. **Gestão de Riscos em Empresas de Projetos de Construção Certificadas pela ISO 9001.** Relatório Final de Projeto – Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, 2018.

FÉRRER, Óthoni Marx Veloso. **Incompatibilidade de projetos arquitetônicos com projetos estruturais em alvenaria estrutural: um estudo de caso.** João Pessoa – PB: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus João Pessoa, Março de 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil).

GEORGIADOU, Maria Christina. **Uma visão geral dos benefícios e desafios da adoção da modelagem de informações da construção (BIM) em projetos residenciais do Reino Unido.** Construction Innovation, v. 11, n. 3, p. 45-59, 2019. Reino Unido.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de pesquisa.** Coord. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS; Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GONÇALVES, Luiz Antônio. **Incompatibilidade de projetos na engenharia civil.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade FINOM, Patos de Minas, 2017.

HOTÉIS.COM. *Imagem do The Shard.* [s.d.]. Fotografia. Disponível em: <https://www.hoteles.com/go/england/the-shard-london>. Acesso em: 18 nov. 2025.

LORDSLEEM JUNIOR, A. C.; FIALHO, M. T. V. **Avaliação de Boas Práticas do Processo de Coordenação de Projetos em Construtoras.** 2º Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. Rio de Janeiro, 2011.

MIKALDO JR, Jorge; SCHEER, Sergio. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?** Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 3, n. 1, p. 79-99, maio 2008.

MELLO, L. C. B. B.; AMORIM, S. R. L. **O subsector de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos.** Produção, v. 19, n. 2, p. 388-399, 2009.

MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista de. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM.** Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v. 18, n. 22, p. 152–171, 1º sem. 2011. DOI: 10.5752/P.2316-1752.2011v18n22p152.

MOAZAMI, Kamran; SLADE, Ron. Engineering tall in historic cities: The Shard. *CTBUH Journal*, [S.l.], n. II, 2013.

MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira; SOBRINHO JÚNIOR, Antônio da Silva; CAVALCANTI, David Stewart Crispim; PEREIRA, Evelyne Emanuelle. **Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas.** Revista Campo do Saber, v. 3, n. 1, p. 53-77, 2017.

NASCIMENTO, Rafael Lucas do. **Compatibilização de projetos de edificações.** 2015. 55 f. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

NÓBREGA JÚNIOR, Claudino Lins; MELHADO, Sílvio Burrattino. **Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia.** São Paulo: EPUSP, 2013. - *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 8, n. 1, p. 69-89. DOI: 10.4237/gtp.v8i1.244.

OSCAR, Luiz Henrique Costa. **O impacto do projeto na execução da obra.** 2016. 50 f. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, Maria Vitória Ferraz Pinto; NOVAES, Celso Carlos. **A coordenação de projetos de edificações: estudos de caso.** *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 3, n. 1, p. 44-??, maio 2008.

SILVA, Lucas Soares da. **Compatibilização de projetos na construção civil: compatibilização de obra residencial de alto padrão arquitetônico.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2022.

SALDANHA, Telice Moraes. **Análise comparativa entre metodologias CAD e BIM na elaboração de projetos estruturais: desafios, benefícios e integração de processos.** João Pessoa: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus João Pessoa, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil).

SANTOS, Ana Paula Cristina dos; CRAVEIRO, Thaís da Cruz. **Análise qualitativa de incompatibilidades de projetos obtida com a utilização da plataforma BIM.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

SANTOS, Thaiana Batista Montalvão dos; SACRAMENTO, Laio Andrade; MARINHO, Felipe José Estrela. **Análise de impactos gerados diante da falta de compatibilização de projetos.** Ilhéus-BA, 2024.

SOUTO FILHO, José Ari Póvoas; ANDRADE, Fábila Kamilly Gomes; BARROS, Elida Priscila de Moura; MELHADO, Silvio Burrattino; LORDSLEEM JR., Alberto Casado. **Análise de incompatibilidades de projeto na execução de obra de edificação: estudo de caso.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – SBQP, 4., 2015, Viçosa. Anais [...]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18540/2176-4549.6038>. Acesso em: 15 de nov. de 2024.

SOUZA, Franciany Henrique Ribeiro de; TRANIN, Stella Marcia Souza. **Compatibilização de projetos.** 2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Tecnológico de Caratinga (ITC), DOCTUM Caratinga, Minas Gerais, 2014.

VARIANI, Luana. **Impacto das incompatibilidades de projeto na execução de edificações: como o BIM pode alterar este cenário?** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2021.

YOUNG et al. Case study: The Leadenhall Building, London. **CTBUH Journal**, [S.l.], n. II, 2013.