

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

DIRETORIA DE ENSINO

COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ALBERTO BRUNO SOUSA AMORIM

**IMPACTOS DA COMPATIBILIZAÇÃO E GESTÃO DE PROJETOS NA
EXECUÇÃO DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM ARACAJU/SE.**

MONOGRAFIA

ARACAJU

2025

ALBERTO BRUNO SOUSA AMORIM

**IMPACTOS DA COMPATIBILIZAÇÃO E GESTÃO DE PROJETOS NA
EXECUÇÃO DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM ARACAJU/SE.**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel, da
Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do
Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa

ARACAJU

2025

Amorim, Alberto Bruno Sousa.
A524i Impactos da compatibilização e gestão de projetos na execução de um
edifício multifamiliar em Aracaju/SE. / Alberto Bruno Sousa Amorim. –
Aracaju, 2025.
83 f.: il.

Monografia – Curso de Engenharia Civil – Instituto Federal de
Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS.
Orientador: Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa.

1. Gestão de projetos. 2. Construção civil. 3. Compatibilização
de projetos. I. Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia de Sergipe - IFS. II. Sousa, Pablo Gleydson. III.
Título.

CDU: 624

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia N° 301

**IMPACTOS DA COMPATIBILIZAÇÃO E GESTÃO DE PROJETOS NA
EXECUÇÃO DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM ARACAJU/SE.**

ALBERTO BRUNO SOUZA AMORIM

Esta monografia foi apresentada às 10 h 34 do dia 12 de março de 2025 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados.

Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.



Prof.ª M.Sc. Andréa Santana Teixeira Lins

(IFS – Campus Aracaju)



Eng. Sérgio Augusto Nascimento Smith
Júnior

(IFS – Campus Aracaju)



Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa

(IFS – Campus Aracaju)
Orientador



Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa

(IFS - Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

Dedico este trabalho à minha mãe,
por todo o apoio em minha
criação e formação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder força e perseverança para enfrentar os desafios ao longo desta caminhada.

À minha mãe Mary, dedico minha mais profunda gratidão, seu amor incondicional, força, dedicação e incentivo foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Sempre esteve ao meu lado, me apoiando nos momentos mais difíceis e comemorando comigo cada conquista. Te amo mãe!

Ao meu irmão Felipe, pelo companheirismo e palavras de incentivo. Sou grato por tê-lo ao meu lado, sempre acreditando no meu potencial e comemorando comigo cada conquista. Te amo irmão!

À minha noiva Maria, pelo amor, paciência e apoio incondicional ao longo desta caminhada. Suas palavras de incentivo me motivaram a seguir em frente, sou grato por ter ao meu lado alguém tão especial, que sempre acreditou em mim e no meu potencial. Te amo!

Ao meu orientador Dr. Pablo Sousa, por sua dedicação e valiosos ensinamentos ao longo do desenvolvimento deste trabalho e jornada acadêmica. Estendo minha gratidão a todos os professores que, ao longo da minha trajetória, compartilharam seus conhecimentos e contribuíram para a minha formação.

Enfim, agradeço a todos que direta e indiretamente fizeram parte da minha trajetória. Muito obrigado!

RESUMO

AMORIM, Alberto Bruno Sousa. **Impactos da compatibilização e gestão de projetos na execução de um edifício multifamiliar em Aracaju/se**. 83. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2025.

A gestão e compatibilização de projetos desempenham um papel essencial na construção civil, podendo promover maior eficiência na execução das obras, redução de retrabalhos, economia de recursos e otimização de prazos. A ausência desse processo pode resultar em falhas de execução, desperdícios e impactos no cronograma. Este estudo investiga os efeitos da compatibilização na fase de planejamento de um edifício multifamiliar em Aracaju/SE. A metodologia baseia-se na aplicação prática das técnicas de gestão de projetos, com a sobreposição e análise de projetos complementares no AutoCAD. Estruturado em revisão bibliográfica, obtenção dos projetos arquitetônico e complementares, metodologia, análise dos impactos das incompatibilidades na execução da obra e avaliação dos benefícios da compatibilização e gestão. Como resultado, apresenta-se uma análise crítica dos impactos dessas ações na execução da obra e de como isso pode contribuir para a mitigação de falhas, otimização do uso de recursos e maior previsibilidade no planejamento.

Palavras-chave: Gestão de projetos; Compatibilização de projetos; Construção civil; Eficiência na execução.

ABSTRACT

AMORIM, Alberto Bruno Sousa Amorim. **Impacts of compatibility and project management in the execution of a multifamily building in Aracaju/SE.** 83. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2025.

Project management and compatibility play an essential role in civil construction, being able to promote greater efficiency in the execution of works, reducing rework, saving resources and optimizing deadlines. The absence of this process can result in execution failures, waste and impacts on the schedule. This study investigates the effects of compatibility in the planning phase of a multifamily building in Aracaju/SE. The methodology is based on the practical application of project management techniques, with the overlay and analysis of complementary projects in AutoCAD. Structured in a bibliographical review, obtaining architectural and complementary projects, methodology, analysis of the impacts of incompatibilities in the execution of the work and evaluation of the benefits of compatibility and management. As a result, a critical analysis is presented of the impacts of these actions on the execution of the work and how this can contribute to mitigating failures, optimizing the use of resources and greater predictability in planning.

Keywords: Project management; Project compatibility; Civil construction; Efficiency in execution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Grau de oportunidade da mudança em função do tempo.....	28
Figura 2 — Roteiro da metodologia aplicada ao estudo	32
Figura 3 — Exemplo de aresta saliente (“dente de viga”).....	35
Figura 4 — Exemplo de passagem hidráulica em elemento estrutural.....	36
Figura 5 — Tubos de queda no shaft e pontos de esgotamento de ralos e bacia sanitária num banheiro.....	37
Figura 6 — Caixa PVC de ponto de luz embutida na estrutura.....	38
Figura 7 — Projeto estrutural do pavimento tipo	39
Figura 8 — Projeto linha de eixo de vigas do pavimento tipo	40
Figura 9 — Detalhe do projeto linha de eixo de vigas.....	41
Figura 10 — Projeto arquitetônico do pavimento tipo	42
Figura 11 — Posicionamento do bloco cerâmico no eixo da representação gráfica da parede no projeto arquitetônico	43
Figura 12 — Deslocamento da locação da alvenaria para alinhar com uma das faces da viga.....	44
Figura 13 — Plotagem da sobreposição da locação de alvenarias e estrutura do pavimento tipo.....	45
Figura 14 — Detalhe da sobreposição da locação de alvenaria e estrutura.....	45
Figura 15 — Cotas para marcação das alvenarias com relação às linhas de eixo....	46
Figura 16 — Execução da marcação das alvenarias pelas linhas de eixo	47
Figura 17 — Lado da parede com aresta saliente da viga.....	48
Figura 18 — Lado da parede alinha com face da viga.....	48
Figura 19 — Planta baixa do projeto hidráulico do pavimento térreo.....	50
Figura 20 — Projeto hidráulico do pavimento tipo.....	51
Figura 21 — Sobreposição do projeto estrutural do primeiro pavimento tipo com o projeto hidráulico planta baixa do pavimento térreo	52
Figura 22 — Interferências entre vigas e tubos de abastecimento hidráulico do pavimento térreo	53
Figura 23 —Interferência das prumadas com laje da sala técnica.....	54
Figura 24 — Laje da sala técnica do projeto estrutural revisão 01	55
Figura 25 — Laje da sala técnica do projeto estrutural revisão 02	55
Figura 26 — Sobreposição do projeto estrutural com o projeto hidráulico planta baixa do pavimento tipo.....	56
Figura 27 — Exemplo de passagem em viga para tubulação de abastecimento hidráulico com espuma de polietileno expandido	57
Figura 28 — Detalhe reforço de armação para furo em vigas	58

Figura 29 — Detalhe do projeto hidrossanitário planta baixa do pavimento tipo (wc coluna 1).....	59
Figura 30 — Detalhe do projeto hidrossanitário do primeiro pavimento	60
Figura 31 — Detalhe da sobreposição dos projetos hidrossanitário e estrutural do primeiro pavimento.....	61
Figura 32 — Primeira interferência grave entre os projetos hidrossanitário do primeiro pavimento e estrutural do pavimento tipo	62
Figura 33 — Segunda interferência grave entre os projetos hidrossanitário do primeiro pavimento e estrutural do pavimento tipo	62
Figura 34 — Terceira interferência grave entre os projetos hidrossanitário do primeiro pavimento e estrutural do pavimento tipo	63
Figura 35 — Alteração da primeira interferência grave na nova revisão do projeto hidrossanitário sobreposto	64
Figura 36 — Alteração da segunda interferência grave da nova revisão do projeto hidrossanitário sobreposto	64
Figura 37 — Alteração da terceira interferência grave da nova revisão do projeto hidrossanitário sobreposto	65
Figura 38 — Destaque da sobreposição dos projetos hidrossanitário do primeiro pavimento e estrutural (com cotas para pontos passantes em laje).....	66
Figura 39 — Passagens em espuma de polietileno expandido locadas na forma da laje.....	67
Figura 40 — Passagem de espuma de polietileno expandido com parte superior removida.....	68
Figura 41 — Passagem de espuma de polietileno expandido depois de grauteada .	68
Figura 42 — Destaque do projeto elétrico de tubulação do piso do pavimento tipo ..	69
Figura 43 — Destaque do projeto elétrico de tubulação do teto do pavimento tipo...	70
Figura 44 — Destaque do projeto elétrico de alimentação dos QDLF's	71
Figura 45 – Interferências da sobreposição do projeto elétrico de abastecimento dos QDLF e estrutural.....	72
Figura 46 — Passagem de eletrocalha em viga.....	73
Figura 47 — Subida na alvenaria de tubulação elétrica que passa pela laje do piso	74
Figura 48 — Destaque da sobreposição do projeto elétrico tubulação do piso com estrutural	74
Figura 49 — Destaque da sobreposição do projeto elétrico tubulação do teto com estrutural	75
Figura 50 — Descida na alvenaria de tubulação elétrica que passa pela laje do teto	76
Figura 51 — Tubulações elétricas embutidas na estrutura.....	77

LISTA DE SIGLAS E AGRÔNIMOS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CII	<i>Construction Industry Institute</i>
cm	Centímetro
kg	Quilograma
m	Metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
mm	Milímetro
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PPR	Polipropileno Copolímero Random
PVC	Policloreto de vinila
QDLF	Quadro de Distribuição de Luz e Força

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	Projetos da Construção Civil e Breve Histórico.....	15
2.1.1	Análise e Gestão de Projetos	17
2.2	Compatibilização de Projetos	20
2.3	Planejamento de Obras Civas Via Compatibilização de Projetos	25
2.4	Construtibilidade com Compatibilização de Projetos	29
3	METODOLOGIA	32
3.1	Descrição do Projeto	33
3.2	Desenvolvimento da Metodologia	34
3.2.1	Arquitetônico e Estrutural.....	35
3.2.2	Estrutural e Instalações Hidráulicas.....	36
3.2.3	Estrutural e Instalações Hidrossanitárias.....	36
3.2.4	Estrutural e Instalações Elétricas.....	37
4	ANÁLISE DA COMPATIBILIZAÇÃO.....	39
4.1	Arquitetônico e Estrutural.....	39
4.1.1	Compatibilizando Arquitetônico e Estrutural	42
4.2	Estrutural e Instalações Hidráulicas	49
4.2.1	Compatibilizando Estrutural e Instalações Hidráulicas	51
4.3	Estrutural e Instalações Hidrossanitárias	58
4.3.1	Compatibilizando Estrutural e Instalações Hidrossanitárias	60
4.4	Estrutural e Instalações Elétricas.....	69
4.4.1	Compatibilizando Estrutural e Instalações Elétricas	71
5	CONCLUSÃO	78

1 INTRODUÇÃO

A gestão e execução de um projeto, como o de um edifício vertical multifamiliar, é um processo complexo que envolve uma série de etapas detalhadas e coordenação entre diversos profissionais. Desde a concepção até a entrega da obra finalizada, cada fase exige um planejamento e a uma execução precisa para garantir valores como segurança, funcionalidade e estética da edificação. Além disso deve-se considerar aspectos legais, ambientais, de sustentabilidade e qualidade, o que têm se tornado cada vez mais relevantes no contexto atual.

Para que os projetos sejam considerados bem-sucedidos, é fundamental que sejam concluídos no tempo previsto e com os custos aprovados, o que torna essencial a atuação de planejadores competentes e experientes (MATTOS, 2019). Ainda assim, o imprevisto continua sendo comum nos canteiros de obras ao redor do mundo. No cenário brasileiro, muitas construções habitacionais ainda são realizadas de forma manual, sem um planejamento estruturado e sem a garantia de que o prazo e o orçamento previamente definidos serão cumpridos (LIMMER, 1997). Pesquisas realizadas tanto no Brasil quanto em outros países confirmam essa realidade, apontando também que falhas no planejamento e controle estão entre os principais fatores responsáveis pela baixa produtividade do setor, pelas grandes perdas e pela qualidade insatisfatória de seus produtos.

Nesse cenário, o planejamento e o controle tornam-se elementos essenciais nas empresas, pois influenciam diretamente o desempenho da produção. A abordagem de deixar para refletir sobre o trabalho apenas alguns dias antes de iniciá-lo é completamente inadequada, pois não oferece tempo suficiente para ajustar os planos necessários. A antecipação de problemas e sinais de não conformidade permite ao gerente da obra agir a tempo, implementando ações preventivas e corretivas para mitigar os impactos no custo e no cronograma.

De acordo com Helene (1992), para que o processo construtivo seja econômico e de qualidade, é fundamental um planejamento eficaz na fase de projeto, uma vez que é nesse estágio que ocorrem a maior parte dos erros na edificação. Esses erros são considerados mais críticos do que aqueles relacionados

à má qualidade dos materiais ou à execução inadequada, o que torna a gestão de projetos indispensável.

Para Vargas (2009), o êxito na gestão de projetos está diretamente relacionado à forma como as atividades são interligadas e executadas. Ele destaca que o gerenciamento de projetos traz diversos benefícios, incluindo a prevenção de imprevistos durante a execução, a antecipação de ações desfavoráveis para evitar que se tornem problemas, a agilidade nas tomadas de decisão e a otimização da alocação de pessoas, materiais e equipamentos.

A elaboração de cada disciplina dos projetos complementares ocorre frequentemente em escritórios distintos e, mesmo com os avanços tecnológicos, ainda existe uma grande resistência a mudanças no setor da construção, em comparação com outros setores industriais. Isso resulta em uma comunicação deficiente entre as partes envolvidas.

Chippari (2014) enfatiza a importância de dedicar mais tempo à fase inicial e realizar a compatibilização dos projetos, o que diminui consideravelmente possíveis interferências, ele reforça que os maiores desperdícios em uma obra são decorrentes de incompatibilidades de projeto.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo geral aferir como a gestão e compatibilização de projetos, na fase de planejamento, influencia na eficiência da execução, no canteiro de obras, de um edifício vertical multifamiliar, na cidade de Aracaju/SE, espera-se com isso, apresentar os benefícios da compatibilização de projetos, e a consequente redução de potenciais interferências que afetariam a construção e a qualidade do projeto. Ainda, para obtenção dos resultados do objetivo geral, fixaram-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar a compatibilização entre os projetos: estrutural, arquitetônico, de instalações hidráulicas, hidrossanitárias e elétricas;
- b) Identificar como eventuais incompatibilidades entre os projetos repercutem na eficiência da execução no canteiro de obras;
- c) Comparar projetos complementares conforme abordagens específicas de análise;
- d) Verificar o potencial dos projetos como ferramentas de suporte à execução.

Para atingir esses objetivos, serão explorados, na prática, como a gestão de projetos, visando a compatibilização entre esses, pode minimizar problemas comuns, como retrabalhos e desperdícios, garantindo uma execução mais eficiente e controlada de um edifício vertical, residencial, multifamiliar de padrão médio/alto, em andamento, em torre única com 12 pavimentos tipo mais um 13º pavimento de lazer, no município de Aracaju/SE.

A escolha desse empreendimento justifica-se pela disponibilidade do acervo projetual de arquitetura e demais complementares, desenvolvidos por setores de engenharia e arquitetura que prestam serviços para uma construtora na cidade de Aracaju/SE. Além disso, pela oportunidade de acompanhar, in loco, a evolução da obra diariamente, o que permite observar, na prática, os impactos das técnicas de gerenciamento de projetos no andamento da construção.

A hipótese deste estudo sustenta que a gestão e compatibilização dos projetos, na fase de planejamento, exerce uma influência significativa na eficiência da execução no canteiro de obras, a integração eficiente dos diversos aspectos do projeto — como prazos, recursos, custos e materiais — contribui diretamente para uma execução mais fluida, com menos interrupções e maior controle sobre o processo construtivo. Assim, acredita-se que a adoção de práticas robustas de gestão de projetos visando a compatibilização dos conteúdos das peças técnicas de diferentes disciplinas, desde a fase inicial, melhora a eficiência, reduz custos e otimiza o uso de recursos no canteiro de obras.

Desse modo, esse estudo foi assim estruturado: Inicialmente, a introdução, apresentou a problemática, justificativa do empreendimento escolhido, objetivos gerais e específicos que esclarecem o tema e sua escolha para o procedimento científico. No segundo capítulo, foi apresentado o referencial teórico, que abordou os conceitos e definições relacionados a projetos, análise, compatibilização, planejamento e construtibilidade. No terceiro capítulo, dispôs-se a metodologia adotada para a realização da análise de interferências e compatibilização das peças gráficas, detalhando os métodos aplicados para integrar e verificar os projetos de forma eficiente. Em seguida, no quarto capítulo são apresentadas as análises e os resultados obtidos a partir dessas comparações. Por fim, no quinto capítulo tem-se a conclusão sobre o estudo apresentado nesse trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Projetos da Construção Civil e Breve Histórico

A prática de projetar remonta a tempos antigos, com registros que indicam que civilizações antigas, como os egípcios, mesopotâmicos e romanos, já utilizavam técnicas de planejamento e design na construção de suas estruturas monumentais. Um dos exemplos mais notáveis é a construção das pirâmides do Egito, que exigiu um planejamento meticuloso e a coordenação de grandes equipes de trabalhadores, técnicas de levantamento e materiais (SOUSA, 2009).

No entanto, a formalização da disciplina de projeto como a conhecemos hoje começou a se desenvolver durante a Revolução Industrial, no século XVIII e XIX, quando as inovações tecnológicas e o aumento da produção em larga escala demandaram métodos mais sistemáticos para a execução de projetos. Foi nesse período que surgiram práticas de engenharia civil e arquitetura que integraram aspectos de planejamento, gerenciamento e execução (SOUSA, 2009).

Segundo Sousa (2009), o surgimento de ferramentas de desenho assistido por computador CAD, do termo em inglês Computer-Aided Design, na década de 1960, revolucionou a expressão gráfica em projetos, este termo engloba software utilizado para criar, modificar, analisar e otimizar projetos. CAD é amplamente utilizado em diversas indústrias, incluindo arquitetura, engenharia, design industrial e fabricação, permitindo a criação de desenhos técnicos em 2D e 3D.

Com o objetivo de integrar dados da edificação ao projeto, o conceito de BIM - *Building Information Model (BIM)* - surgiu pela primeira vez entre palavras-chaves no artigo de Nederveen e Tolman, publicado em 1992. Entretanto, conceitos semelhantes ao BIM já eram mencionados desde 1975, por meio do Building Design System apresentado por Lesniak, Grodzki e Wintarski. O BIM é um processo que começa com a criação de um modelo tridimensional (3D) e, a partir disso, permite o desenvolvimento de atividades relacionadas à gestão da documentação, coordenação e simulação ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, desde o planejamento até a manutenção (AUTODESK, 2024).

De acordo com o PMI (2017), um projeto é definido como um esforço temporário, com início e fim definidos, destinado a criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Essa definição destaca a natureza específica e singular de cada projeto, que se distingue das operações contínuas de uma organização. Além disso, o PMI descreve os grupos de processos que compõem o ciclo de vida de um projeto, sendo eles: Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle, e Encerramento. Cada um desses grupos desempenha um papel essencial na organização e no controle de todas as atividades necessárias para alcançar os objetivos do projeto, garantindo que os recursos sejam utilizados de forma eficaz e que os resultados estejam alinhados com as expectativas e requisitos definidos.

Segundo Vargas (2009), pode-se definir o projeto como um conjunto de atividades organizadas de maneira coordenada, estruturadas em uma organização específica e temporária, que reúne os recursos necessários para, dentro de um prazo estabelecido, alcançar os objetivos planejados.

Para Keeling (2017), os projetos possuem características distintas, como empreendimentos autônomos, com objetivos e finalidades específicas, duração limitada, entrega de um resultado exclusivo e a utilização de recursos, gestão e estrutura administrativa próprias.

Conforme Sousa (2014), para criar e representar graficamente um projeto, o profissional considera as necessidades do cliente, buscando atendê-las da melhor maneira possível. Assim como qualquer outro tipo de projeto, o de arquitetura requer um suporte físico que permita visualizar, desenvolver e comunicar as informações a terceiros de forma clara e objetiva.

Ainda de acordo com Sousa (2014), projetar pode ser entendido como um processo de antecipação que busca definir uma série de escolhas organizadas de forma sistemática, com o objetivo de atender eficazmente a uma necessidade específica. Trata-se de uma atividade única, direcionada a uma demanda subjetiva, que pode ser realizada de maneira individual ou por uma equipe. Ele reforça que qualquer interferência nesse processo pode impactar negativamente a qualidade da concepção. Esse impacto, entendido como a interação entre dois ou mais elementos, reflete diretamente no cumprimento das metas estabelecidas, como prazos, custos e desempenho funcional da construção.

O processo de projeto pode ser subdividido e classificado em diversas etapas. As classificações em etapas, mesmo considerados diferentes autores, são, em geral,

similares, divergindo, sutilmente, nas etapas iniciais e finais. Rodríguez e Heineck (2003), por exemplo, propõem o modelo que é ilustrado no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 — Modelo do processo de projeto

Modelo do processo de projeto segundo Rodríguez e Heineck, 2003.		
Etapas	Atividades	Compatibilizações
Planejamento e concepção do empreendimento	Estudo de mercado	-
	Levantamento dos dados do terreno	
	Elaboração do programa de necessidades	
Estudo preliminar	Estudo preliminar de arquitetura	1ª compatibilização
	Estudo preliminar de estrutura	
	Estudo preliminar de instalações elétricas	
	Estudo preliminar de instalações hidrossanitárias	
Anteprojeto	Anteprojeto de arquitetura	2ª compatibilização
	Anteprojeto de estrutura	
	Anteprojeto de instalações elétricas	
	Anteprojeto de instalações hidrossanitárias	
Projetos legais	Projetos legais	-
Projeto executivos	Projetos executivos de arquitetura	3ª compatibilização
	Projetos executivos complementares	
Acompanhamento da execução e uso	Assistência técnica à obra	-
	Elaboração de projetos 'As-Built'	
	Acompanhamento do desempenho	

Fonte: Produzido pelo autor com base em RODRÍGUEZ E HEINECK (2003)

2.1.1 Análise e Gestão de Projetos

A gestão de projetos começou a se consolidar como uma disciplina distinta, especialmente após a Segunda Guerra Mundial, quando a complexidade dos projetos militares e de infraestrutura exigiu a criação de métodos de planejamento e controle mais sofisticados. A publicação do primeiro Project Management Body of Knowledge (PMBOK) pelo Project Management Institute (PMI) na década de 1980 fez um marco importante na formalização e padronização das práticas de gestão de projetos. Desde então, a disciplina tem evoluído continuamente, incorporando novas metodologias e tecnologias para atender às demandas de um mundo em constante mudança (PMI, 2017).

Para evitar atrasos durante a execução de uma obra, é fundamental priorizar a fase de projeto no início de um empreendimento, mesmo que isso exija um maior investimento inicial e mais tempo para sua elaboração (MELHADO et al., 2005). A

qualidade na criação e coordenação dos projetos exerce grande influência no empreendimento. Em organizações (ou mesmo países) onde há maior compromisso em mitigar imprevistos e intercorrências no canteiro, o tempo dedicado à fase de projeto é, muitas vezes, equivalente ao da fase de construção, o que garante não apenas projetos de melhor qualidade, mas também um planejamento mais eficaz do processo construtivo. Essa abordagem, entretanto, ainda está distante da realidade da construção civil da maioria das organizações brasileiras, embora a execução da obra represente a maior parte dos custos, é durante a fase de projeto que se define entre 70% e 80% do custo total da edificação, segundo Oliveira e Freitas (1997).

Para Vargas (2009), a gestão de projetos se desenvolveu em resposta às crescentes complexidades organizacionais e à necessidade de coordenação entre equipes. Com o aumento da abrangência e multifuncionalidade dos projetos, tornou-se essencial garantir uma comunicação eficaz e integração entre os diferentes departamentos e stakeholders.

De acordo com Keeling (2017), à medida que os projetos se tornam mais complexos, a necessidade de alinhar e integrar os esforços de diferentes equipes e disciplinas se torna essencial. Ele enfatiza que uma gestão eficaz não apenas envolve o planejamento detalhado, mas também a comunicação contínua entre as partes envolvidas, a alocação apropriada de recursos e a capacidade de adaptação a mudanças. Essa abordagem coordenada é vital para minimizar riscos, evitar desperdícios e garantir que os objetivos do projeto sejam alcançados dentro dos prazos e orçamentos estipulados.

Existem sete critérios definidos por Cleland que devem ser avaliados para determinar a necessidade de aplicar o gerenciamento de projetos. Esses critérios incluem: a dimensão do empreendimento, a interdependência entre atividades, a relevância do projeto, a reputação da organização, o compartilhamento de recursos, o grau de novidade ou não-familiaridade, e as mudanças no mercado. O autor destaca que, para justificar a utilização do gerenciamento de projetos, basta que apenas um desses fatores esteja presente no contexto do empreendimento (VARGAS, 2009).

Campestrini (2015), afirma que o controle de prazos e custos é um dos aspectos mais críticos na gestão, desde a concepção até a implementação dos projetos. Ele enfatiza que a falta de acompanhamento rigoroso desses elementos pode levar a atrasos significativos e ao aumento de despesas, comprometendo o

sucesso do projeto como um todo. O controle eficaz de prazos e custos permite não apenas garantir que o projeto seja entregue dentro do tempo e orçamento estipulados, mas também otimizar os recursos, reduzir desperdícios e aumentar a previsibilidade dos resultados.

Conforme estudo de Pacheco et al. (2016), no setor da construção civil, um dos principais fatores que geram falhas de comunicação são projetos com informações inadequadas ou incompletas. Para enfrentar esse desafio, é essencial integrar a equipe de trabalho e agilizar o fluxo de informações. Os autores ainda reforçam que, ao interagir com os projetistas, deve-se garantir que os projetos sejam bem definidos, especificados e devidamente compatibilizados, prevenindo assim aumentos de custos e atrasos no cronograma.

Ainda sobre isso, Gehbauer e Ortega (2006) reforçam que devido à crescente fragmentação do trabalho no desenvolvimento de projetos, muitos autores destacam o caráter multidisciplinar do processo como uma das principais justificativas para a compatibilização. O elevado número de profissionais envolvidos torna a coordenação e o intercâmbio de informações mais desafiadores. É comum que os projetos sejam desenvolvidos por escritórios especializados em diferentes áreas, cada um responsável por partes menores do projeto e dependente de dados fornecidos por outras equipes. Para integrar essas partes, uma equipe de coordenação precisa articular os projetos individuais constantemente, tarefa que se complica ainda mais quando essa integração é feita apenas após a finalização das contribuições individuais.

No Quadro 2 a seguir, Gehbauer e Ortega (2006) listam alguns dos problemas encontrados nos projetos de edificações e propõem soluções.

Quadro 2 — Diagnóstico dos problemas encontrados em projetos

PROBLEMAS	PROJETISTAS	CONSTRUTORAS	SOLUÇÕES
Falta de integração entre os projetistas	Não conhecimento da equipe de projetos	Sem a competência da coordenação e compatibilização de projetos	Envolvimento simultâneo dos projetistas
Falta de clareza e objetividade nas informações fornecidas no projeto	Inexistência ou incorreção de informações sobre as necessidades do cliente	Inexistência de caderno de diretrizes	Elaboração do caderno de diretrizes pela construtora
Conflito de informações entre os diversos projetos	Desenvolvimento isolado das diversas fases do projeto	Desconhecimento do momento ideal para a compatibilização dos projetos	Capacitação em gestão de projetos
Construção extrapola o custo previsto de projeto	Falta de definição de custo para as soluções de projeto	Viabilidade inexata e estanque. Falta de transparência das informações	Capacitação em custos para a equipe de projetos
Frequentes atrasos na entrega de projetos	Processos internos de gestão obsoletos	Não exigência de padrões mínimos de contratação dos projetistas	Implantação de sistema de qualidade nos escritórios de projetos
Soluções de projetos obsoletas	Isolamento geográfico dificulta a troca de experiências	Falta de conhecimento dos custos das decisões de projeto e privilégio de projetos mais baratos	Capacitação técnica e aprimoramento tecnológico
Alto custo com retrabalho	Distanciamento das práticas construtivas	Práticas construtivas atuais, porém estanques	Maior transparência na troca de informações

Fonte: Produzido pelo autor com base em GEHBAUER e ORTEGA (2006)

2.2 Compatibilização de Projetos

O processo de projeto envolve várias etapas, nas quais os diferentes subsistemas são desenvolvidos de forma gradual e colaborativa, resultando, ao final, no conjunto de projetos executivos da edificação. A complexidade desse processo se deve à grande quantidade de subsistemas envolvidos, o que implica em um maior número de interlocutores participando e gerando informações que são compartilhadas entre projetistas e coordenadores. Assim, o projeto não é apenas

uma representação documentada da construção, mas também um processo contínuo de troca de informações, que requer a colaboração de equipes multidisciplinares para atingir os objetivos estabelecidos. No entanto, essa troca de informações nem sempre ocorre de maneira eficiente e coordenada, o que pode resultar em incompatibilidades, mesmo quando as compatibilizações são realizadas (SENA, 2012).

A compatibilização é uma atividade essencial para assegurar a qualidade tanto dos projetos quanto do empreendimento. Alguns autores a consideram parte da função de gestão do projeto, enquanto outros a tratam como uma função distinta. O principal objetivo da compatibilização é evitar que os projetos executivos apresentem conflitos entre as diferentes disciplinas, além de corrigir erros que possam causar atrasos, desperdícios e, conseqüentemente, prejuízos ao usuário final durante a execução da obra.

Para Melhado et al. (2005) é fundamental distinguir entre as figuras do coordenador e a de quem compatibiliza projetos. A coordenação envolve a interação ativa entre os projetistas, visando a tomada de decisões e a criação de soluções viáveis para o projeto. Esse processo pode ser visto como o gerenciamento dos diversos agentes envolvidos, garantindo que todos trabalhem de forma integrada. Já a compatibilização refere-se à sobreposição dos projetos de diferentes especialidades para identificar possíveis interferências entre eles. Uma vez que esses problemas são evidenciados, cabe à coordenação atuar sobre eles, buscando soluções para evitar conflitos durante a execução da obra.

Melhado et al. (2005) reforça que, apesar da compatibilização envolver a sobreposição de todos os projetos para identificar interferências entre eles, os problemas detectados são resolvidos através da coordenação. O autor argumenta que essa compatibilização deve ser realizada após a conclusão de todos os projetos, atuando como uma "malha fina" para a identificação de erros.

Solano (2005) apresenta outra visão sobre a compatibilização de projetos, afirmando que ela não deve se restringir apenas à análise dos desenhos como representações da obra. Segundo o autor, o esforço de compatibilização gráfica pode ser diminuído quando os projetistas recebem orientações claras da coordenação e da gerência do projeto.

Em uma pesquisa realizada com diversas empresas do setor da construção civil, Solano (2005) identificou cinco dimensões da compatibilização: estratégica,

pesquisa de mercado, viabilidade técnico-econômica, construtibilidade e facilitação do fluxo de trabalho dos projetistas. Ele explica cada uma delas da seguinte forma:

1. Dimensão do plano estratégico do projeto: O compatibilizador deve garantir que os projetistas cumpram o cronograma e que os projetos estejam alinhados ao planejamento da obra. Além disso, deve monitorar os custos previstos tanto para o desenvolvimento dos projetos quanto para a execução, assegurando que contribuam para atingir as metas financeiras e de prazo estabelecidas.
2. Dimensão da pesquisa de mercado: O compatibilizador deve orientar projetistas a focarem nas necessidades do cliente final e garantir que os projetos atendam critérios como, layout adequado, requisitos de ambientes, proporção entre compartimentos, orientação solar, valorização de vistas e acessibilidade, assegurando qualidade e conformidade.
3. Dimensão da viabilidade técnico-econômica: Nessa etapa o compatibilizador analisa indicadores como geométricos, de consumo, custos e taxas de materiais para identificar inconsistências e priorizar itens de maior custo. O objetivo é garantir que os projetos atendam aos consumos e custos previstos, mantendo a coerência com o plano de viabilidade inicial.
4. Dimensão da construtibilidade: O autor propõe garantir construtibilidade, operacionabilidade e manutenibilidade nos projetos, por meio de listas de verificação, planos alinhados ao cronograma, padronização documental, uso da versão atual do projeto arquitetônico, regras claras, monitoramento contínuo e comunicação dos resultados aos envolvidos.
5. Dimensão da facilitação de fluxo da produção dos projetistas: Essa dimensão, pouco adotada, exige cumprir prazos do cronograma e da compatibilização, divulgar o processo de forma colaborativa e garantir que os projetos sejam liberados para produção somente após a conclusão total da compatibilização e da elaboração dos projetos, sem pendências.

O método tradicional de desenvolvimento de projetos caracteriza-se por uma abordagem sequencial, com base em representações bidimensionais, onde frequentemente as equipes trabalham de maneira isolada, sem uma interação

significativa entre os profissionais envolvidos. Conforme Melhado et al. (2005), esse modelo tradicional prioriza a definição das características do produto final, ou seja, do edifício, mas oferece pouca atenção ao uso do projeto como uma ferramenta que apoie a execução das atividades construtivas. Essa desconexão entre os projetistas e os responsáveis pela construção resulta em incompatibilidades, erros nos projetos, falta de detalhamento necessário para a execução e outros problemas relacionados.

De acordo com Callegari e Barth (2007), a compatibilização de projetos tem como objetivo minimizar as possíveis falhas que podem surgir desde a etapa de concepção até a fase de execução de uma obra arquitetônica.

A compatibilização compõe-se em uma atividade de gerenciar e integrar projetos afins, visando o perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade da obra. Busca-se assim a otimização e a utilização de materiais, tempo e mão de obra, bem como as posteriores manutenções. Compreende, também, a ação de detectar falhas relacionadas às interferências e inconsistências geométricas entre os subsistemas da edificação. (CALLEGARI e BARTH, 2007).

Mikaldo Jr. e Scheer (2008) entendem a compatibilização de projetos como a atividade que visa integrar as diversas áreas de um projeto, oferecendo soluções que tornam o empreendimento viável. Entre os motivos que justificam a compatibilização, destacam-se: a divisão entre as fases de projeto e execução; a abordagem sequencial adotada no desenvolvimento dos projetos; a crescente especialização das diferentes áreas envolvidas; e a atuação de equipes de um mesmo projeto em locais distintos, entre outros fatores.

Para Mikaldo Jr. (2006), a necessidade de compatibilizar projetos surge da distinção entre as atividades de projeto e execução. Além disso, o autor destaca outras razões que justificam essa compatibilização, como a crescente fragmentação e especialização dos projetistas, a introdução de novas tecnologias nos canteiros de obras e a separação física das equipes, que muitas vezes trabalham em localidades diferentes.

A compatibilização de projetos envolve atividades de gerenciamento e integração, além de requerer reuniões frequentes durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico e complementares. Essa abordagem facilita a compreensão da obra e melhora significativamente a qualidade da sua execução. Por meio desse

processo, é possível identificar falhas e incoerências entre os diferentes sistemas de construção (Giacomelli, 2014).

Marcos (2022), afirma que, diante da exigência no setor produtivo da construção civil de eliminação de erros nos projetos e suas consequências, constata-se que são relativamente poucos os escritórios que implementam a cultura da compatibilização e gerenciamento de projetos. A qual tem por características mitigar problemas ligados aos custos e prazos de execução ainda na fase de projeto, garantindo quantitativos precisos para obtenção de dados orçamentários e incompatibilidades entre disciplinas de projetos complementares.

A compatibilização na fase de projetos permite que as desconformidades sejam visualizadas e corrigidas nos arquivos gráficos, para que na execução não tenha desperdício de materiais e retrabalhos, impactando negativamente na questão ambiental e econômica (PELIZZARRO E SANTOS, 2018).

Segundo Callegari (2007), a compatibilização é um processo crucial no gerenciamento e integração dos projetos de uma obra. Ele explica que seu principal objetivo é a sincronização entre os diferentes projetos envolvidos, para eliminar conflitos e garantir que todos os elementos estejam alinhados. Esse processo simplifica a execução da obra, além de otimizar o uso de materiais, o tempo e a mão de obra. Além disso, a compatibilização facilita futuras manutenções, já que assegura que todas as partes do projeto estejam coerentes entre si, evitando retrabalhos e desperdícios ao longo da construção.

De acordo com Melhado et al. (2005), a falta ou adiamento de decisões, especialmente nas etapas iniciais da fase de projeto potencializa uma grande quantidade de erros e retrabalho para todos os agentes envolvidos, o que constitui uma fonte significativa de desperdício, com reflexos negativos sobre a qualidade do produto final entregue. Ele afirma ainda que, existe uma preocupação em contratar todos os projetistas, ou ao menos consultá-los, na etapa de concepção inicial do empreendimento, a fim de evitar problemas futuros de incompatibilidade entre projetos.

A compatibilização está diretamente ligada à qualidade do projeto em todas as suas etapas. Trata-se de um elemento essencial para assegurar a excelência do resultado final do projeto e, por consequência, a qualidade geral do empreendimento. (OLIVEIRA e FREITAS, 1997).

Para os fins deste trabalho, a compatibilização é entendida como a atividade que visa identificar e eliminar possíveis erros e interferências físicas entre os projetos arquitetônico e complementares. O foco principal está na solução de incompatibilidades, já que elas são um problema recorrente na construção civil brasileira e que geram grandes prejuízos na eficiência da execução da obra.

A previsão de problemas e a resolução de incompatibilidades durante a fase de planejamento são fundamentais para o sucesso de um projeto, identificar potenciais obstáculos e divergências antes da execução permite que o gestor tome medidas preventivas, a eficácia do planejamento depende diretamente da capacidade de mitigar riscos e resolver problemas antes que eles impactem negativamente a execução (VARGAS, 2009).

2.3 Planejamento de Obras Civis Via Compatibilização de Projetos

A prática de análise de interferências e a compatibilização de projetos são métodos essenciais para reduzir erros durante a execução de obras, as técnicas permitem identificar e corrigir incompatibilidades entre os diversos projetos complementares (estrutural, elétrico, hidráulico, hidrossanitário entre outros) ainda na fase de planejamento. Isso minimiza problemas que poderiam surgir no canteiro de obras. A compatibilização contribui para a coordenação eficiente entre as disciplinas envolvidas, reduzindo significativamente as chances de erros e aumentando a eficiência da execução do projeto (SOUSA, 2014).

Silva (2011) aponta que, o planejamento envolve a antecipação de decisões, sendo um processo que analisa fatos e eventos previstos relacionados à construção. Por meio dessa análise, são elaboradas propostas e compartilhadas informações que possibilitam alcançar os resultados esperados, tanto entre os setores de uma mesma organização quanto entre empresas parceiras.

Planejamento pode ser entendido como "a definição de um futuro desejado e dos meios eficazes para alcançá-lo" (ACKOFF, 1976 apud BERNARDES, 2003). Já Syal et al. (1992, apud Bernardes, 2001) consideram o planejamento como o resultado de uma série de ações indispensáveis para transformar o estágio inicial de um projeto no estágio final almejado. Varalla (2003) destaca que planejar envolve antecipar, estabelecer objetivos e determinar os recursos necessários para alcançá-los. Por outro lado, controlar consiste em acompanhar o que foi planejado, tomar

decisões apropriadas e adotar medidas corretivas, quando necessário, para garantir os resultados esperados.

De acordo com Pires (2014), o planejamento, controle e gerenciamento de obras oferecem ao engenheiro a oportunidade de compreender antecipadamente as condições do local da construção. Isso possibilita identificar pontos críticos que exigem atenção especial, além de comparar os custos reais da obra com os custos inicialmente estimados, favorecendo uma tomada de decisões mais ágil e eficiente, entre outros benefícios.

O planejamento desempenha um papel crucial na gestão de empreendimentos, adaptando-se à filosofia e às necessidades específicas de cada organização. Ele é um elemento indispensável para a função gerencial, englobando um conjunto de processos, objetivos, diretrizes e ações que são planejados, desenvolvidos, implementados e administrados para alcançar um propósito previamente definido. Sua principal finalidade é prever situações possíveis, antecipar eventos e garantir que a sequência lógica dos acontecimentos seja mantida (SILVA, 2011).

Fagundes (2013) reforça que o planejamento pode ser utilizado em qualquer tipo de obra, independentemente de sua complexidade ou do orçamento envolvido, seja ele elevado ou reduzido. Nocera (2010), por sua vez, destaca que, além dessas vantagens, um planejamento bem elaborado permite que o projeto seja realizado dentro do prazo estabelecido, evitando atrasos desnecessários. Isso ocorre porque o planejamento possibilita a antecipação de problemas, permitindo a adoção de medidas preventivas e corretivas quando necessário.

Um planejamento bem estruturado facilita a resolução de problemas e a busca por soluções, minimizando retrabalhos e desperdícios, o que resulta em economia de recursos. Além disso, promove o uso eficiente e direcionado desses recursos, evitando perdas desnecessárias. Empresas que incorporam o planejamento como parte de sua cultura organizacional se destacam como bem-sucedidas, com foco em resultados, melhoria da qualidade e maior controle sobre os processos (BAIA, 2015).

O Quadro 3 mostra, de acordo com Mattos (2010), os principais benefícios do planejamento.

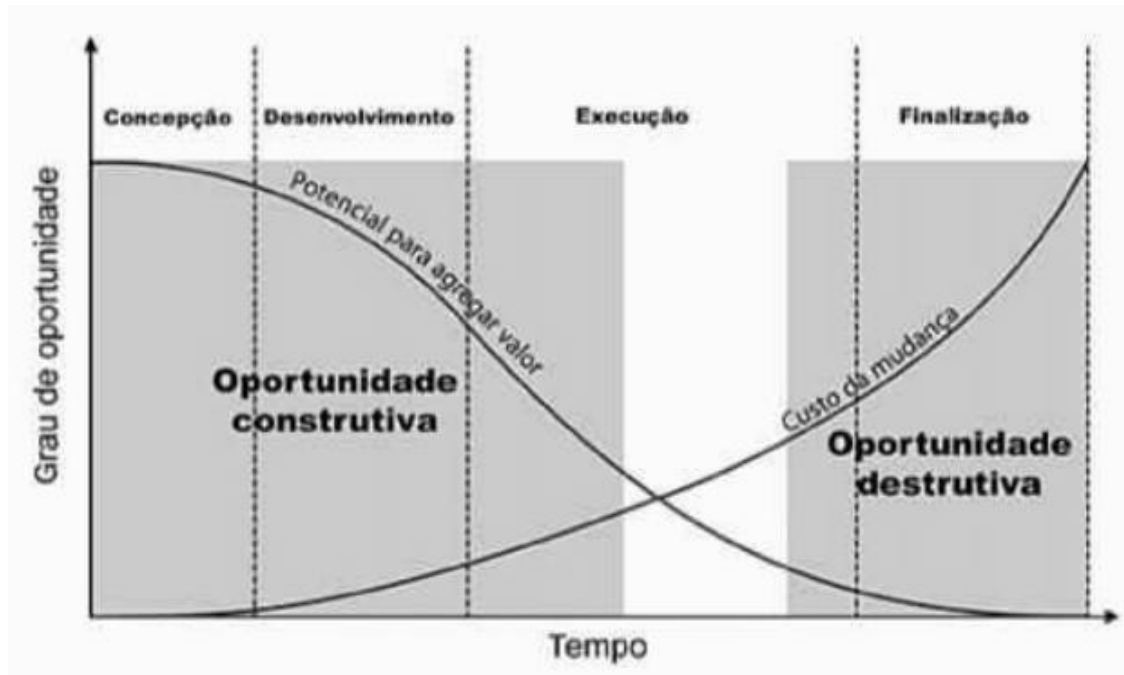
Quadro 3 — Principais benefícios do planejamento

Conhecimento Pleno da Obra	Estudo dos projetos, a análise do método construtivo, identificação das produtividades consideradas no orçamento a determinação do período trabalhável em cada frente ou tipo de serviço;
Deteção de Situações Desfavoráveis	A previsão oportuna de situações desfavoráveis e de indícios de desconformidade permite ao gerente da obra tomar providências a tempo, adotar medidas preventivas e corretivas, e tentar minimizar os impactos no custo e no prazo;
Agilidade de Decisões	O planejamento permite uma visão real da obra, servindo de base confiável para decisões gerenciais, como: mobilização e desmobilização de equipamentos, redirecionamento de equipes, aceleração de serviços, aumento da equipe, alteração de métodos construtivos, terceirização dos serviços, substituição de equipes pouco produtivas;
Relação com o Orçamento	Ao usar as premissas de índices, produtividades e dimensionamento de equipes empregadas no orçamento, o engenheiro casa orçamento com planejamento, tornando possível avaliar inadequações e identificar oportunidades de melhoria;
Otimização da Alocação de Recursos	Por meio da análise do planejamento, o gerente da obra pode “jogar” com as folgas das atividades e tomar decisões importantes como nivelar recursos, protelar a alocação de determinados equipamentos etc.;
Referência para Acompanhamento	O cronograma desenvolvido no planejamento é uma ferramenta importante para o acompanhamento da obra, pois permite comparar o previsto com o realizado;
Padronização	O planejamento disciplina e unifica o entendimento da equipe, tornando consensual o plano de ataque da obra e melhorando a comunicação
Referência para Metas	Programas de metas e bônus por cumprimento de prazos podem ser facilmente instituídos porque há um planejamento referencial bem construído, sobre o qual as metas podem ser definidas;
Documentação e Rastreabilidade	Por gerar registros escritos e periódicos, o planejamento propicia a criação de uma história da obra, útil para resolução de pendências, resgate de informações, elaboração de pleitos de outras partes, mediação de conflitos e arbitragem;
Criação de Dados Históricos:	O planejamento de uma obra pode servir de base para o desenvolvimento de cronogramas e planos de ataques para obras similares. A empresa passa a ter memória;
Profissionalismo	O planejamento dá mais seriedade e comprometimento à obra e a empresa. Ele causa boa impressão, inspira confiança nos clientes e ajuda a fechar negócios

Fonte: Produzido pelo autor com base em MATTOS (2010)

No entanto, quando não há um planejamento e controle adequados, a equipe da obra só reage quando o atraso já não pode ser revertido. Quanto mais cedo o gestor intervir, melhor, chama-se de “oportunidade construtiva”, que representa o momento em que é possível ajustar um serviço ou o planejamento a um custo relativamente baixo. Com o passar do tempo, essa intervenção torna-se menos eficiente e mais onerosa, caracterizando a chamada "oportunidade destrutiva" como ilustrado na Figura 1 (MATTOS, 2010).

Figura 1 — Grau de oportunidade da mudança em função do tempo



Fonte: MATTOS (2010)

Quando realizada, a compatibilização dos projetos permite obter a previsão oportuna de situações desfavoráveis, atividades importantes (que podem gerar gargalos) podem receber especial atenção para que ocorram conforme previstas e o planejamento pode ser revisto com maior facilidade, de acordo com o andamento das atividades, tornando-o mais realista e funcional.

Dentre os benefícios e melhorias da compatibilização na fase de planejamento, pode-se destacar: a maior eficiência nos planejamentos executados, cumprimento dos cronogramas programados, conhecimento de situações que mais se aproximam da realidade de um canteiro de obra e redução no custo. Percebe-se que, em 60% dos casos, a realização de tarefas não previstas na

execução de um empreendimento, acarreta em um aumento no custo e prazo final (CONCEIÇÃO et al., 2020).

A construtibilidade, segundo Oliveira (1995), pode ser definida como a capacidade de um projeto ser construído de forma eficiente. Originalmente, esse conceito estava relacionado à facilitação do processo construtivo por meio do projeto, mas, com o tempo, sua definição foi expandida. Hoje, ele envolve a integração do conhecimento e da experiência na construção durante as fases de concepção, planejamento, projeto e execução da obra. O objetivo é simplificar as operações construtivas, garantindo que a tecnologia adotada para a obra seja totalmente compreendida e aplicada de maneira eficaz.

2.4 Construtibilidade com Compatibilização de Projetos

Como destacado anteriormente, o principal propósito da compatibilização é evitar que falhas e interferências nos projetos comprometam a fase de execução da obra, resultando em atrasos e desperdícios. Esse conceito está estreitamente ligado à ideia de construtibilidade, que, segundo Rodríguez e Heineck (2003), envolve a utilização adequada do conhecimento técnico e da experiência em diferentes etapas para otimizar a execução de empreendimentos, com ênfase na integração entre as fases de projeto e construção. Já o Construction Industry Institute (CII), apud Sousa (2010), define construtibilidade como: “O uso ótimo do conhecimento e da experiência em construção no planejamento, projeto, contratação e trabalho no canteiro, para atingir os objetivos globais do empreendimento”.

Já Griffith e Sidwell (1995), definem a construtibilidade como a:

“consideração detalhada dos elementos de projeto para atender os requerimentos técnicos e financeiros do empreendimento, considerando quando possível a relação projeto - construção para melhorar a efetividade do projeto e com isto subsidiar o processo de construção no canteiro”.

Assim, pode-se entender que a construtibilidade está relacionada ao uso apropriado do conhecimento técnico e da experiência ao longo das diferentes fases do projeto, com o objetivo de otimizar a execução da obra, destacando a interdependência entre o projeto e a execução.

A falta de integração entre a atividade projetual e a construtiva é uma das principais razões para surgirem incompatibilidades nos projetos. A viabilidade técnica e a capacidade de execução são requisitos fundamentais para qualquer projeto. Portanto, a compatibilização é essencial para garantir a construtibilidade, sendo um dos principais elementos necessários para assegurar que o projeto seja viável na prática. Contudo, muitas vezes, o processo construtivo não recebe a devida atenção nas fases de projeto. É comum que os projetos careçam de detalhes sobre como a construção será realizada e como os diferentes subsistemas interagem entre si. “Pensar como construir em paralelo às soluções de projetos significa imaginar o sequenciamento e transformação de insumos em espaços tridimensionais, por meio da boa prática e aplicação da tecnologia viável.” (GEHBAUER e ORTEGA, 2006).

Com o intuito de aprimorar a interface entre projeto e execução e, conseqüentemente, minimizar incompatibilidades, uma solução eficaz é a adoção do conceito de projeto voltado para a produção. O foco dos projetos para produção é integrar o planejamento da obra, especificando o processo executivo e propondo soluções adequadas. Esses projetos devem ser desenvolvidos paralelamente ao detalhamento e incluir elementos relacionados à produção, como a disposição e sequência das atividades construtivas, frentes de trabalho, organização e evolução do canteiro de obras, entre outros (MELHADO et al., 2005).

A principal razão pela qual o projeto para produção é crucial para a construtibilidade e benéfico à compatibilização, é que ele permite uma análise detalhada das interfaces entre os diferentes subsistemas. O objetivo é otimizar o processo construtivo como um todo, antecipando possíveis problemas e conflitos, e, assim, propondo soluções para evitá-los.

Melhado et al. (2005), citam como exemplo, aspectos relevantes que devem ser estudados entre as interfaces dos projetos de vedações e instalações:

- Definição de cotas de marcação de passagens e furações necessária às instalações, levando-se em conta as interferências com a estrutura.
- Definição da sequência de execução da forma e elementos das formas de passagem.
- Estudo da sequência de atividades de execução das instalações; estudo das interferências com as vedações.

- Checar condições para início da execução dos ramais (isométricos) das instalações.

A coordenação de projetos pode ser definida como: um processo que compreende a organização das etapas do projeto, a análise, controle e compatibilização das soluções técnicas, a elaboração de projetos executivos e o acompanhamento do desempenho desses. Neste contexto geral, pode-se então dizer que a aplicação do conceito de construtibilidade está implicitamente inserido dentro da coordenação de projetos, tendo como objetivo específico racionalizar os recursos e como objetivo geral melhorar o desempenho do empreendimento, eles podem assim, participar de um sistema de gestão da qualidade.

3 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho é baseada na aplicação prática das técnicas de gestão de projetos, com foco na sobreposição, análise e compatibilização de projetos complementares no AutoCAD. Para atingir os objetivos propostos, será adotado um estudo de caso em uma obra vertical multifamiliar, onde serão analisados os pontos da gestão e compatibilização dos seus projetos, com ênfase na detecção e resolução de interferências, entre arquitetônico, estrutural e de instalações, antes dos processos de execução. A pesquisa envolve acompanhamento diário da evolução da obra, a fim de verificar os benefícios, no canteiro de obras, a Figura 2 ilustra o roteiro da metodologia.

Figura 2 — Roteiro da metodologia aplicada ao estudo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

- a) Estudo Bibliográfico: Foram utilizados livros, artigos científicos, monografias de graduação e dissertações de mestrado e doutorado, onde foi feita uma revisão do conhecimento existente sobre o tema proposto nesse trabalho, afim demonstrar o que já foi explorado no campo, identificar lacunas no conhecimento, e situar a pesquisa dentro do contexto atual.

- b) Escolha do empreendimento: Foi escolhido um empreendimento vertical multifamiliar que possui projeto arquitetônico e complementares, e que foi possível acompanhar a aplicabilidade do tema em questão no canteiro da obra.
- c) Obtenção dos projetos: Foi disponibilizado acesso aos projetos: arquitetônico; estrutural; instalações hidráulicas, hidrossanitárias e elétricas em software de gestão de projetos, na extensão *.dwg.
- d) Sobreposição e compatibilização dos projetos: Com base nas informações obtidas, visando detectar conflitos, os projetos foram cotejados via software *AutoDesk AutoCad*, sobrepondo os conteúdos das seguintes disciplinas:
- arquitetônico e estrutural (3.2.1)
 - estrutural e instalações hidráulicas (3.2.2)
 - estrutural e instalações hidrossanitárias (3.2.3)
 - estrutural e instalações elétricas (3.2.4)
- e) Análise da aplicação: Foi analisado o impacto na eficiência de execução, com a utilização das informações obtidas através da gestão e compatibilização dos projetos.

3.1 Descrição do Projeto

A base empírica desse estudo são os projetos de um empreendimento que está em fase de execução, uma obra de residência multifamiliar com 14 pavimentos - sendo o térreo, 12 pavimentos tipo e 13º pavimento lazer – com acabamento de médio/alto padrão e contém 120 unidades. Implantada em um terreno de 3933,00 m², com área total construída de 13.897,49 m², situada no município de Aracaju, no estado de Sergipe. O tipo de fundação é a de estaca hélice contínua, blocos de coroamento e vigas baldrames, estrutura em concreto armado convencional, executado com sistema de forma de madeira e concreto moldado *in loco*, laje do tipo maciça e vedação em alvenaria de blocos cerâmicos. O Quadro 4 ilustra as informações e os ambientes que contemplam o empreendimento.

Quadro 4 — Especificações do empreendimento objeto de estudo

ESPECIFICAÇÕES DO EMPREENDIMENTO					
Área do terreno	Área Averbada	Área de Reforma	Área a Demolir	Área de Acréscimo	Área Construída
3.933,00 m ²	-	-	-	-	13.897,49 m ²
Área Computável	Blocos	Unidades	Pavimentos	Gabarito de Altura	Elevadores
0,00 m ²	1	120	14	45,64 m	3
Pavimentos					
Quantidade	Classificação	Área Construída	Especificação		
1	1° Pavimento (térreo)	1171,13 m ²	Jardim, lobby, home office, guarita com w.c para P.C.D, central delivery, administração, descanso para funcionários com banheiro para P.C.D, 02 hall social, sala de medidores, p elevadores social, 01 elevador de serviço, circulação, escada, D.M.L, depósito, gerador, bicicletário, depósito de lixo um orgânico e um inorgânico, estacionamento para moradores e estacionamentos para visitantes.		
12	2° ao 13° Pavimento (pavimento tipo)	11.847,24 m ²	Circulação, 02 elevadores social, 01 elevador de serviço, escada; APT tipo 01: estar/jantar, cozinha/área de serviço, circulação, w.c social, 03 quartos sendo um suíte, varanda gourmet, área técnica; APT tipo 02: estar/jantar, cozinha/área de serviço, circulação, w.c social, 02 quartos sendo um suíte, varanda gourmet, área técnica; APT tipo 03: estar/jantar, cozinha/área de serviço, circulação, w.c social, 02 quartos sendo um suíte, varanda gourmet, área técnica; APT tipo 04: sala/quarto, cozinha/área de serviço, 01 w.c, varanda gourmet, área técnica.		
1	14° Pavimento (lazer)	779,76 m ²	Circulação, 02 elevadores social, 01 elevador de serviço, escada, 02 w.c para P.C.D sendo um masculino e um feminino, piscina com deck, chuveiro adaptado, terraço bar lounge, espaço beauty, sala de jogos, varanda coberta, salão de festas com bar e apoio, gourmet place, 02 rooftop um coberto e outro descoberto, espaço fitness, casa de máquinas.		
1	Barrilhete	49,68 m ²	-		
1	Reserv. Superior	49,68 m ²	-		

Fonte: Produzido pelo autor com base Alvará de Construção Nº 015/2024, Prefeitura de Aracaju (2025)

3.2 Desenvolvimento da Metodologia

A avaliação dos benefícios da compatibilização de projetos e seu impacto na eficiência da execução da obra, se deu através da revisão do acervo de projetos disponíveis para a obra em análise, procedendo, para tal, com uma sobreposição das peças gráficas que permitiram comparar as seguintes disciplinas em duplas: arquitetônico e estrutural; estrutural e instalações hidráulicas; estrutural e instalações hidrossanitárias; estrutural e instalações elétricas. Assim procedido, ao identificar eventuais interferências foi possível antecipar e resolver conflitos que, doutra maneira, só seriam percebidos no momento da execução, isso oportunizou mitigar eventuais sobrecargas às ações necessárias para executar os projetos no canteiro.

Para otimizar a identificação dessas interferências, é necessário um entendimento prévio dos principais problemas frequentemente encontrados durante as etapas de compatibilização. Esse conhecimento acelera o processo de detecção e permite uma análise focada dos elementos que geralmente apresentam conflitos, isso serve como um direcionamento inicial na busca por possíveis inconsistências nos projetos. O processo de compatibilização foi conduzido na mesma plataforma em que os projetos foram desenvolvidos, o software *Autodesk AutoCAD*.

3.2.1 Arquitetônico e Estrutural

Com o intuito de verificar o casamento entre as alvenarias de vedação e estrutura, a necessidade de alteração em seu posicionamento devido às condições apresentadas pelas peças estruturais, na busca de otimizar as espessuras de revestimento e escolha de qual lado ficará a aresta saliente (ilustrado na Figura 3) - comumente chamada de “dente de viga” - foram sobrepostos previamente os projetos arquitetônico e estrutural, para verificar o casamento entre alvenarias, vigas e pilares.

Figura 3 — Exemplo de aresta saliente (“dente de viga”)



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

3.2.2 Estrutural e Instalações Hidráulicas

Afim de identificar as interferências entre os projetos estrutural e de instalações hidráulicas, prever locais onde há necessidade de passagens nos elementos estruturais (ilustrado na Figura 4) e evitar a necessidade de perfuração dessas passagens depois da estrutura concretada, foram ajustadas as escalas e sobrepostos os projetos.

Figura 4 — Exemplo de passagem hidráulica em elemento estrutural



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

3.2.3 Estrutural e Instalações Hidrossanitárias

Com o intuito de identificar as interferências entre os projetos estrutural e de instalações hidrossanitárias, prevenir locais onde há necessidade de passagens e realizar a locação, com precisão, dos pontos de esgotamento de bacias sanitárias,

ralos, drenagens, bancadas e shaft's (ilustrados na Figura 5), na confecção das formas da estrutura, foram ajustadas a escalas e sobrepostos os projetos das disciplinas envolvidas.

Figura 5 — Tubos de queda no shaft e pontos de esgotamento de ralos e bacia sanitária num banheiro



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

3.2.4 Estrutural e Instalações Elétricas

Para identificar as interferências relacionadas aos projetos estrutural e de instalações elétricas, prever locais onde há necessidade de deixar passagens e realizar a locação, com precisão, de pontos de luz na laje (ilustrado na Figura 6), e de saídas dos eletrodutos da estrutura para as alvenarias, foram ajustadas as escalas e sobrepostos os projetos.

Figura 6 — Caixa PVC de ponto de luz embutida na estrutura



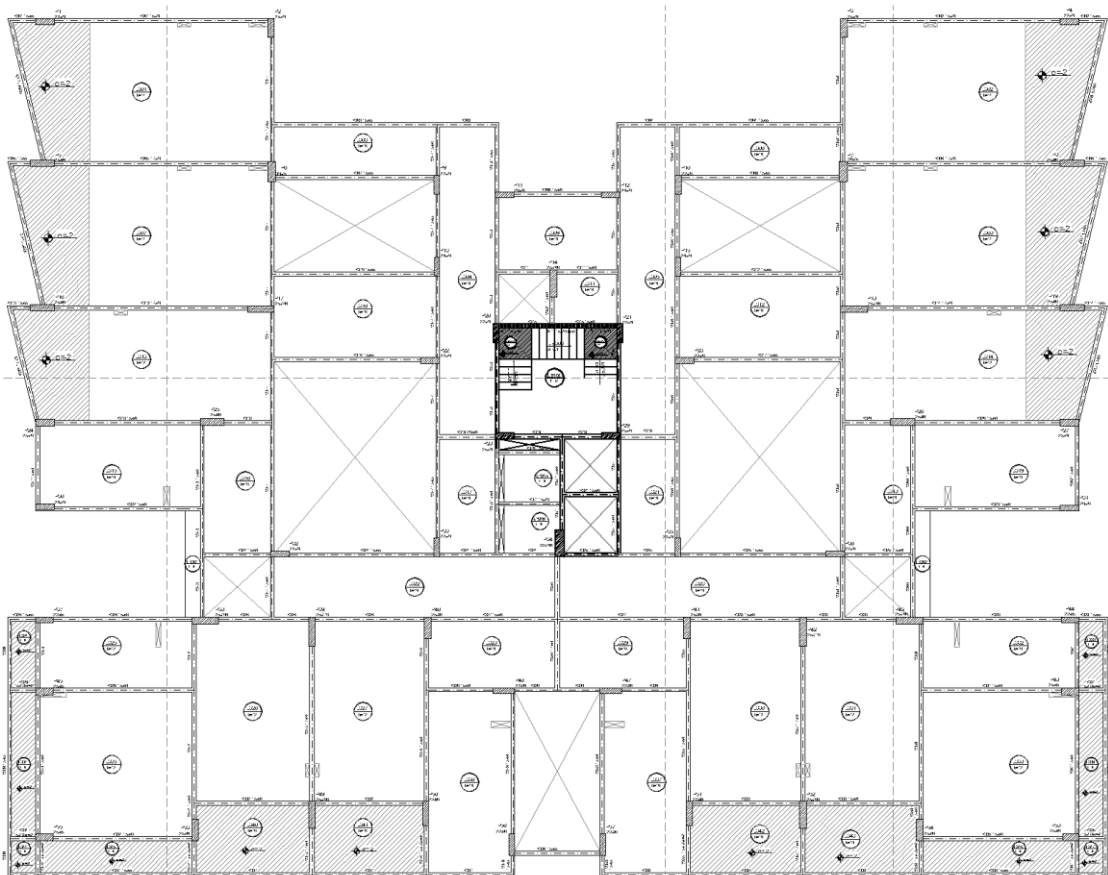
Fonte: Produzido pelo autor (2025)

4 ANÁLISE DA COMPATIBILIZAÇÃO

4.1 Arquitetônico e Estrutural

Para melhor compreensão, primeiramente serão apresentados os projetos arquitetônico e estrutural do pavimento tipo, bem como o projeto construtivo (elaborado pelo autor desse trabalho), no canteiro de obra, denominado como projeto de linha de eixo. Começando pelo projeto estrutural, nele pode-se observar a disposição dos elementos estruturais, tais quais, vigas, lajes e pilares. As vigas apresentam largura padrão de 15cm, variando sua altura entre 50 (em grande maioria), 55 e 70cm, as lajes maciças tem espessura que variam entre 10, 12, 14 e 16 cm, no caso dos pilares não se aplica uma dimensão padrão. Com o total, por pavimento, de 17.973,35 kg de aço, 1856,63 m² de forma de madeira e 152,43 m³ de concreto. A Figura 7 ilustra a plotagem do projeto estrutural do pavimento tipo.

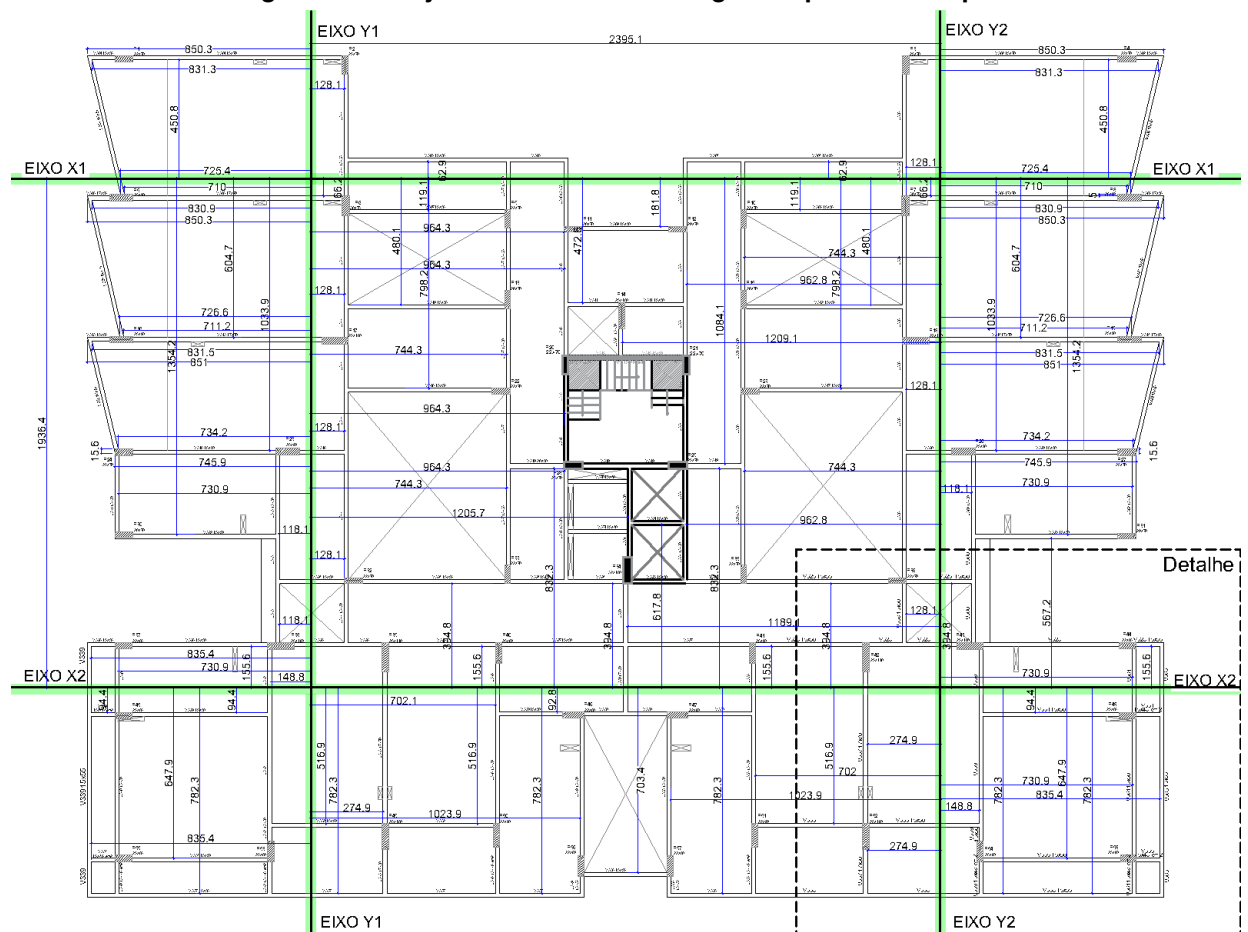
Figura 7 — Projeto estrutural do pavimento tipo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

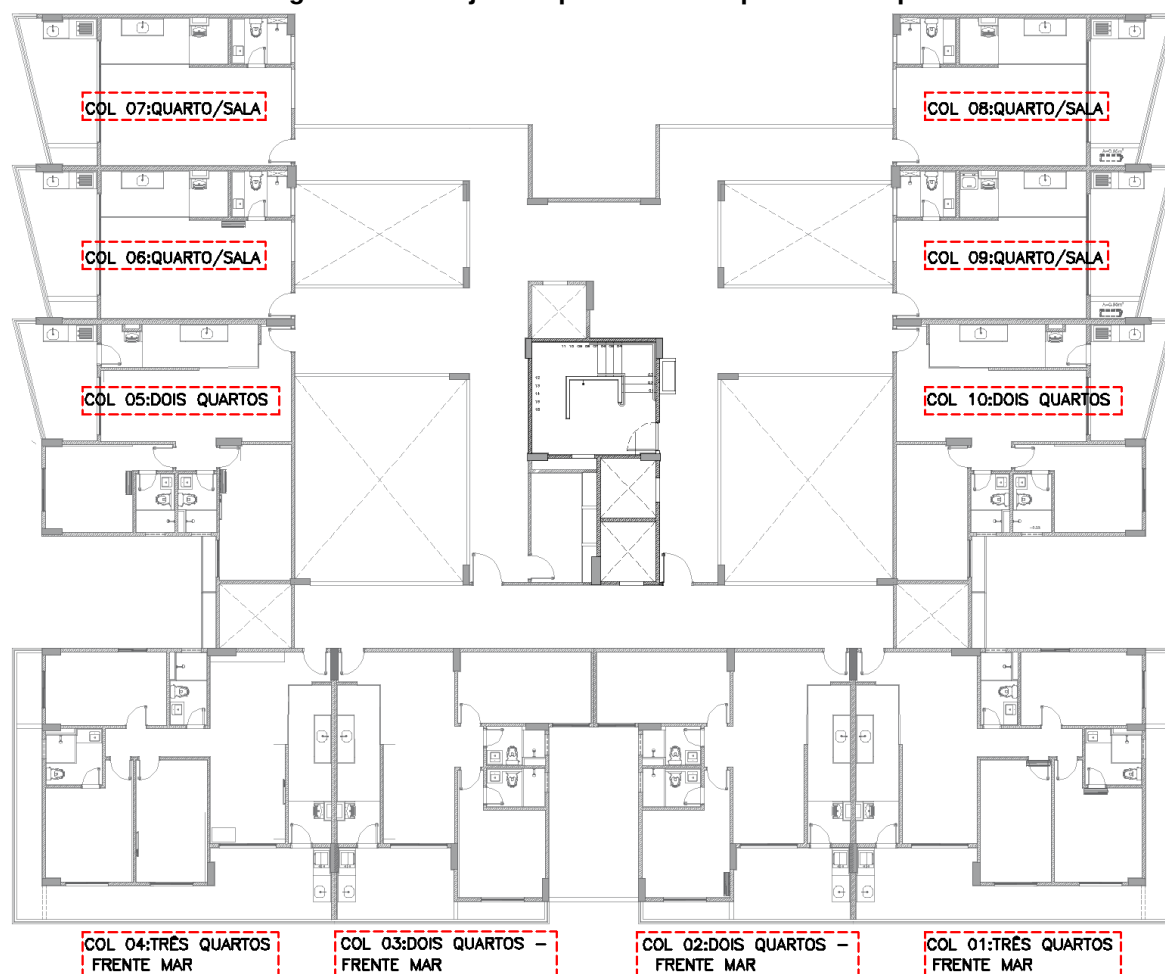
Em seguida, o projeto de Linha de Eixo, que é criado para fins construtivos a partir do projeto estrutural e utilizado para execução da estrutura, marcação das alvenarias e mestras para revestimento. Esse projeto consiste na criação de linhas de referência (eixo X1, eixo X2, eixo Y1 e eixo Y2) no projeto estrutural, e a partir delas puxadas as cotas (em centímetros e precisão de uma casa decimal) para os elementos estruturais vigas e pilares. Essas linhas são transferidas, com o prumo, de pavimento para pavimento, sendo utilizadas como referência nos pavimentos superiores, garantindo o alinhamento, prumo e esquadro da torre à medida que vai ganhando altitude. As referidas linhas também são utilizadas como referência para a marcação das alvenarias e, no caso do serviço de emestramento, para garantir o esquadro dos ambientes, já que elas se interceptam formando um ângulo reto. As Figuras 8 e 9 ilustram a plotagem desse projeto, com as cotas puxadas para a vigas como exemplo (representadas na cor azul), e um detalhe para melhor visualização respectivamente, as linhas de eixo foram destacadas na cor verde.

Figura 8 — Projeto linha de eixo de vigas do pavimento tipo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Figura 10 — Projeto arquitetônico do pavimento tipo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

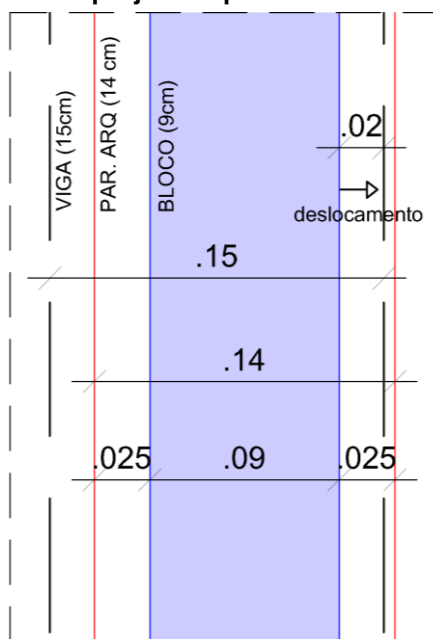
4.1.1 Compatibilizando Arquitetônico e Estrutural

O projeto arquitetônico possui paredes representadas com espessuras de 12, 14, 17 e 20cm, no empreendimento optou-se por utilizar blocos de 9x19x24cm para divisões internas entre cômodos, e blocos de 14x19x24cm na divisão entre apartamentos e paredes externas, salientando a espessura de 9 e 14cm dos blocos respectivamente. Considerando a espessura dos blocos no eixo de cada parede, para dividir a diferença apresentada pela peça gráfica da parede no projeto arquitetônico e dos blocos, não fica definido por qual lado da viga a alvenaria irá ficar alinhada, uma vez que, não seria viável, o enchimento com argamassa de revestimento na diferença de espessura para cobrir o “dente”, pois resultaria em uma média de 6cm no caso de paredes com blocos de 9cm e 1cm em paredes com blocos de 14cm, sem contar com o esquadrejamento. Isso acarretaria um elevado

consumo de material, tempo e recursos, e ainda inviabilizaria a utilização a argamassa de gesso, que é a opção tomada em ambientes de áreas secas, por conta do deslocamento. Diante disso, recomenda-se o alinhamento por um lado da viga, evitando o “dente de viga” nos dois lados, restringindo-o apenas para um dos lados, minimizando prejuízos estéticos e auxiliando o proprietário na hora de planejar seus móveis, essa tomada de decisão também leva em consideração qual ambiente ficará com o “dente”, visando menor impacto para o cliente.

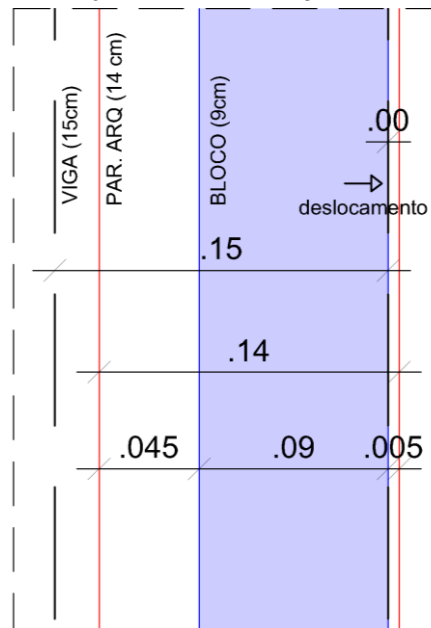
Para realizar a sobreposição dos projetos, foram posicionadas, no *AutoCad*, as linhas que representam os blocos, no eixo das paredes representadas no projeto arquitetônico, diferenciadas pela cor, sendo azul paredes com bloco de 9x19x24cm e magenta paredes com bloco de 14x19x24cm e ocultado elementos que não serão utilizados nessa fase (como representações de camas, mesas e móveis no projeto arquitetônico e hachuras no projeto estrutural). Depois a posição da alvenaria foi deslocada para compatibilização com os elementos estruturais, sendo faceada por um lado da viga, essa ação foi exemplificada nas Figuras 11 e 12, onde a representação gráfica da parede no arquitetônico foi representada em linha vermelha a da viga em tracejada preta e os blocos (de 9cm como exemplo) em linhas e hachura azul.

Figura 11 — Posicionamento do bloco cerâmico no eixo da representação gráfica da parede no projeto arquitetônico



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

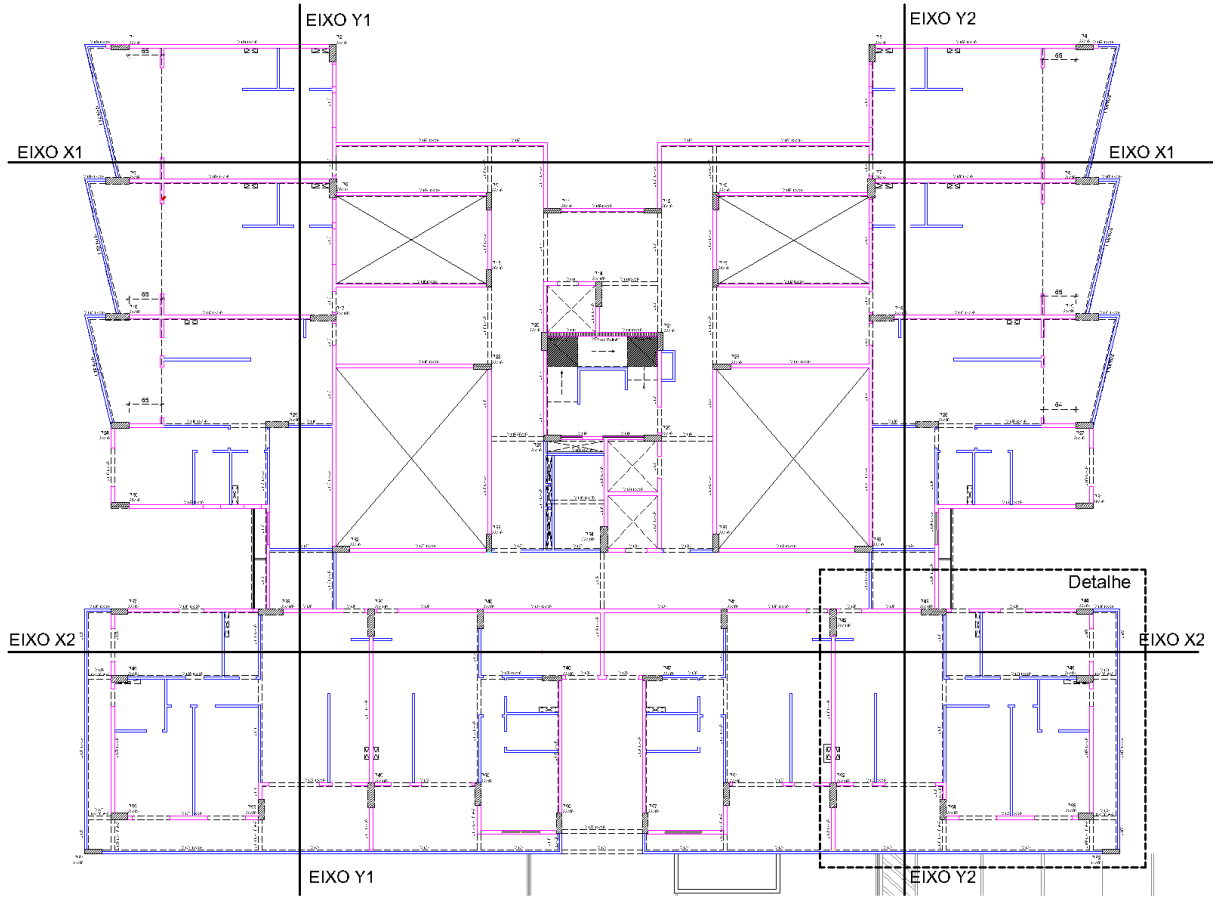
Figura 12 — Deslocamento da locação da alvenaria para alinhar com uma das faces da viga



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

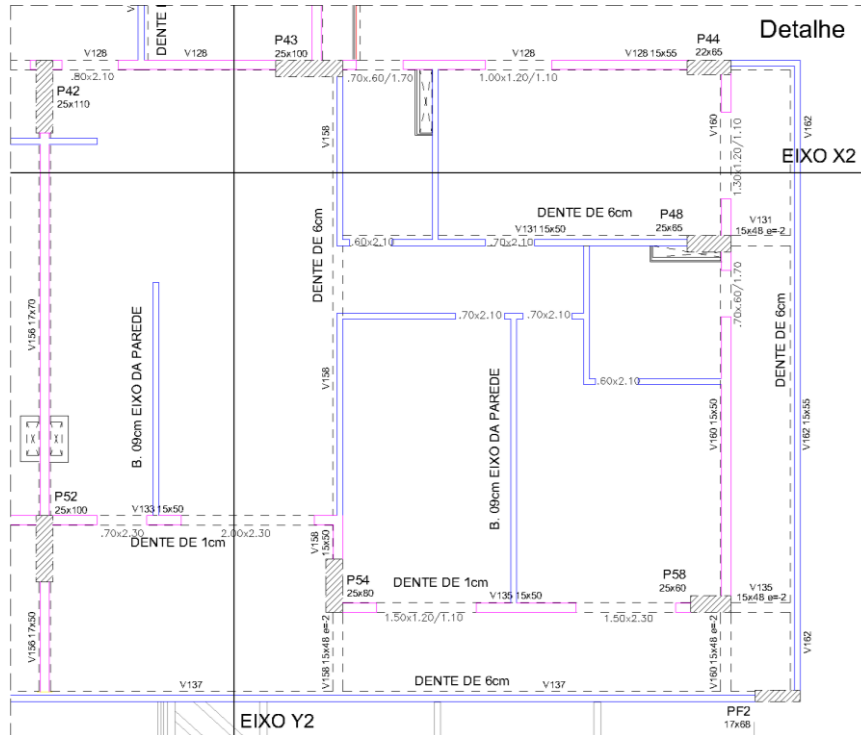
No caso de paredes que não estão dispostas embaixo de vigas, a locação dos blocos permanece no eixo da representação gráfica da parede no arquitetônico. A Figura 13 mostra a sobreposição dos projetos, depois do deslocamento das alvenarias para compatibilização com a estrutura, e a Figura 14, exibe um detalhe onde foi sinalizado a espessura dos dentes em texto.

Figura 13 — Plotagem da sobreposição da locação de alvenarias e estrutura do pavimento tipo



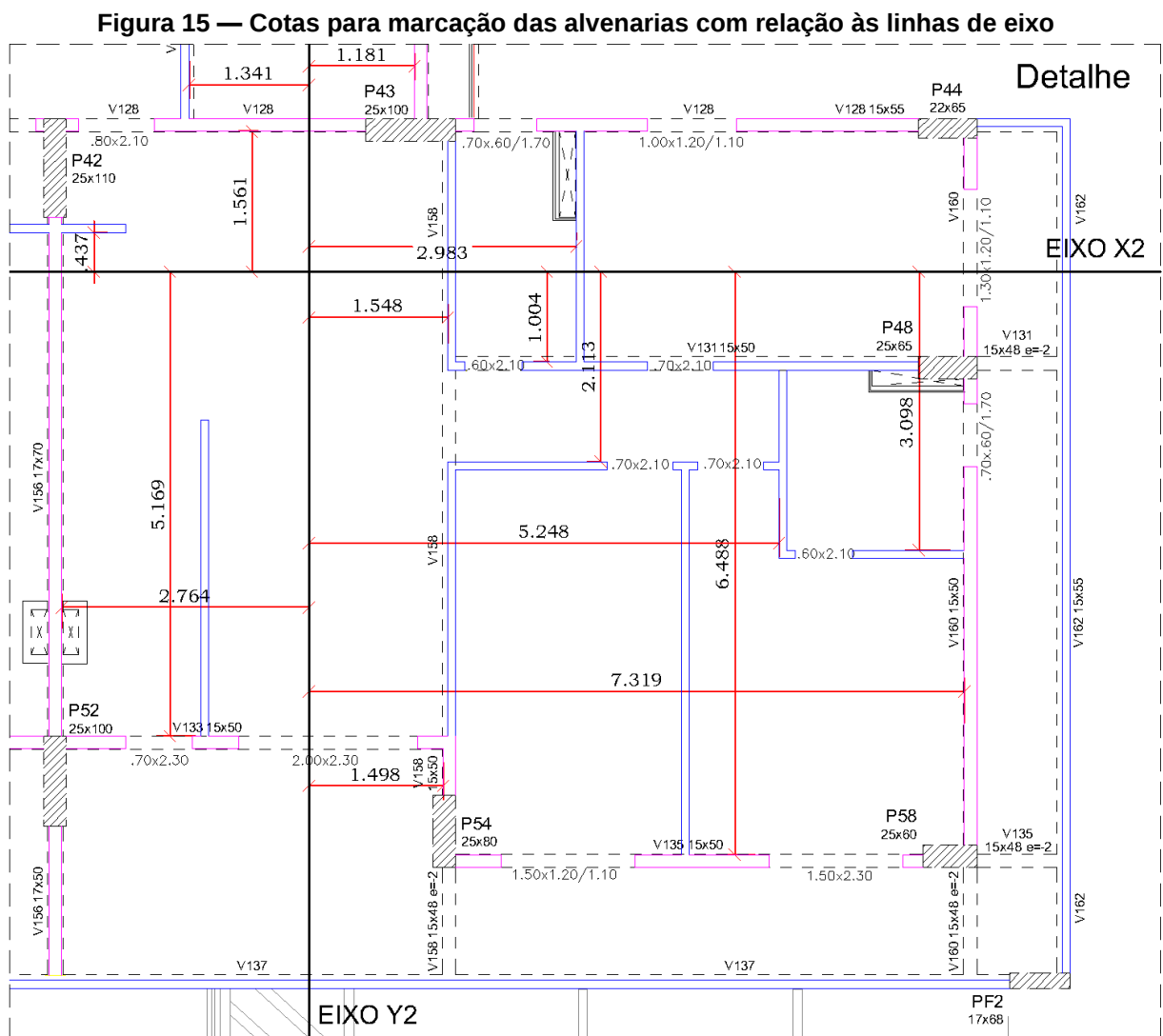
Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Figura 14 — Detalhe da sobreposição da locação de alvenaria e estrutura



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Pode-se observar a escolha do lado da viga que a alvenaria foi deslocada para ficar alinhada, conseqüentemente do outro lado a aresta estrutural que ficará saliente na parede. Feito isso, foram puxadas as cotas (em metros, com precisão de 3 casas decimais) das alvenarias para as linhas de eixo de referência anteriormente citadas, como mostra a Figura 15, as mesmas utilizadas para ajuste de posicionamento das formas dos elementos estruturais. Posteriormente, foi disponibilizado o projeto cotado em campo para a marcação, como mostra a Figura 16, o que implica na fluidez de execução do serviço, já que as decisões foram previamente estabelecidas, atendendo ao requisito de perda de vão máxima dos ambientes de 3 cm, do procedimento de execução de serviço.



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Figura 16 — Execução da marcação das alvenarias pelas linhas de eixo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Por fim, nas Figuras 17 e 18, pode-se observar os dois lados de uma parede depois de elevada, salientando a aresta de um lado, e do outro, a parede alinhada com a viga, respectivamente.

Figura 17 — Lado da parede com aresta saliente da viga



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Figura 18 — Lado da parede alinha com face da viga



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

4.2 Estrutural e Instalações Hidráulicas

As sobreposições dos projetos das disciplinas, se dispôs no pavimento térreo e pavimento tipo, visto que o projeto estrutural foi apresentado anteriormente, será apresentado nesse momento os projetos hidráulicos. No projeto hidráulico do térreo, ilustrado na Figura 19, podemos observar o ramal interno de abastecimento do empreendimento (destacado na cor amarelo). Esse ramal se conecta com a rede de abastecimento externa, por um tubo de PVC de 60mm que passa enterrado por toda a torre e vai até o reservatório inferior, que fica localizado na parte de trás do terreno. Em seguida, um tubo PPR de 63mm (destacado na cor verde) sai do reservatório inferior enterrado até o hall do térreo, por onde segue pelo forro até a sala técnica localizada no centro da torre. Nesse local, o tubo sobe para abastecer o reservatório superior, também conhecida como tubulação de recalque. Por essa mesma sala, desce do reservatório superior a coluna de abastecimento, comumente chamada de prumada, de PVC de 75mm, que abastece todos os pavimentos tipo e reduz para 32mm (destacado na cor azul) para abastecer as dependências do térreo, como a copa dos funcionários, depósito de material de limpeza, wc dos funcionários, wc da guarita, casa de lixo e torneiras de jardins.

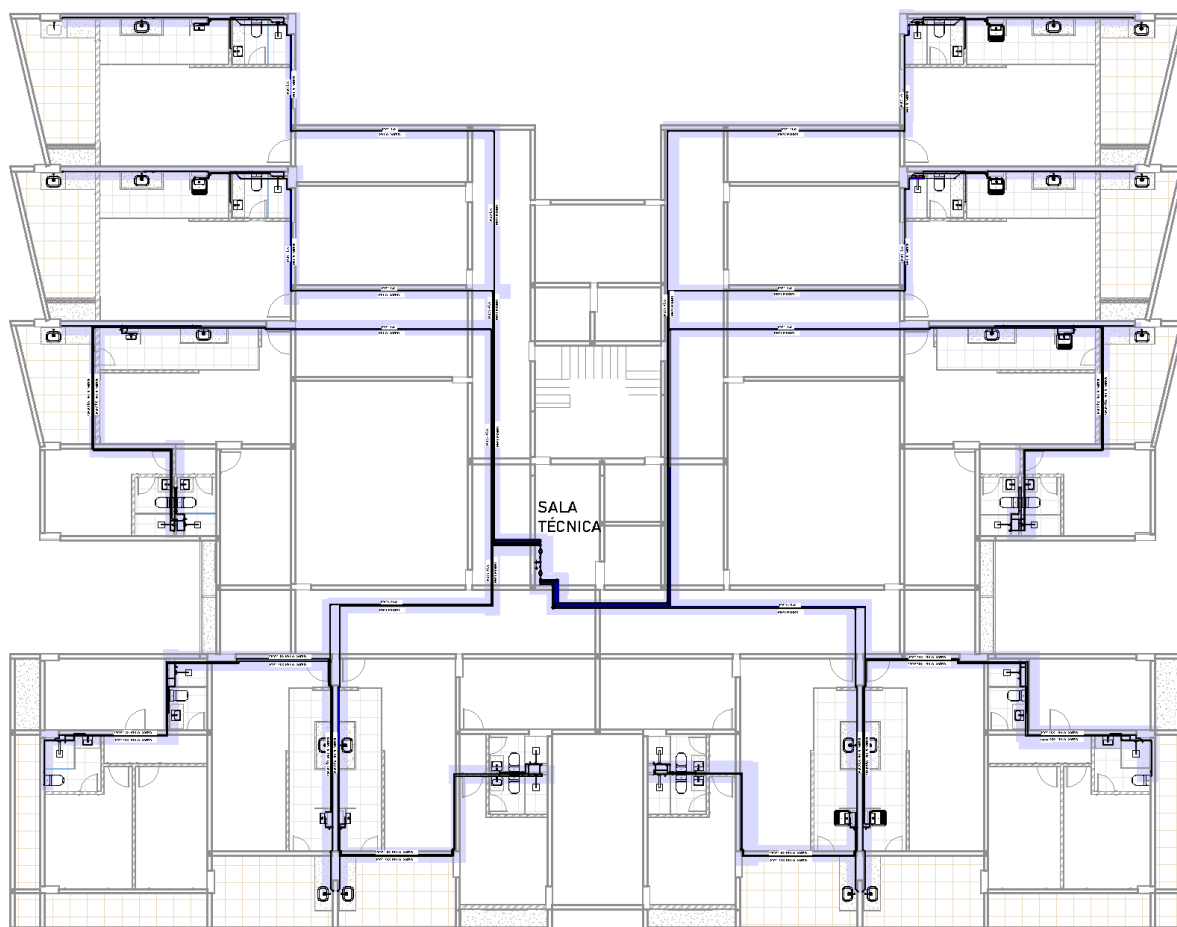
Figura 19 — Planta baixa do projeto hidráulico do pavimento térreo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Em seguida, no projeto hidráulico do pavimento tipo, pode-se observar o abastecimento das 10 unidades, por tubos de PVC de 32mm (destacados em azul), que se derivam da prumada, saem da sala técnica pelo forro do hall do pavimento e seguem pela sanca ao entrar nos apartamentos, a Figura 20 ilustra o projeto.

Figura 20 — Projeto hidráulico do pavimento tipo



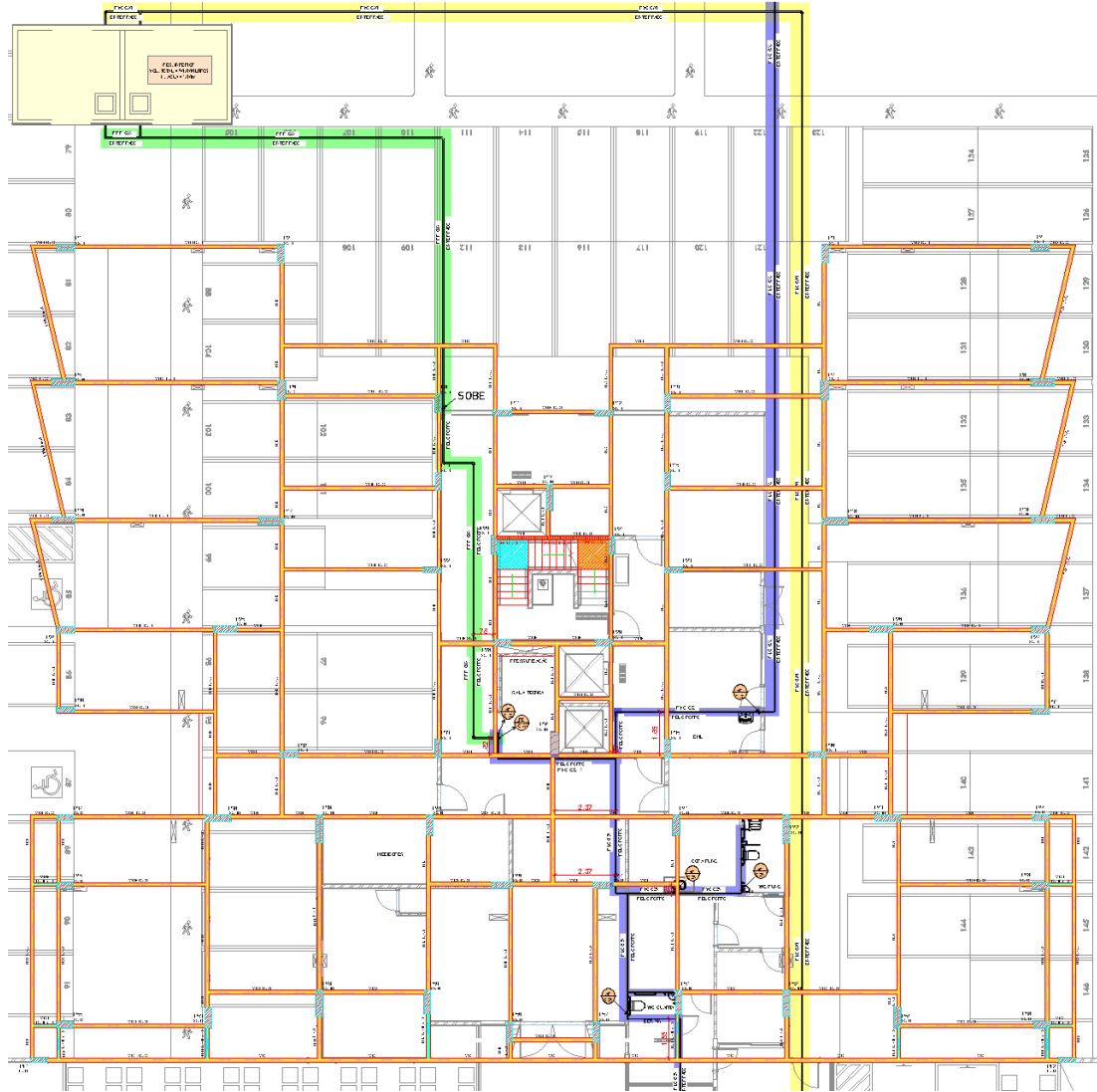
Fonte: Produzido pelo autor (2025)

4.2.1 Compatibilizando Estrutural e Instalações Hidráulicas

Para realizar a compatibilização foram sobrepostos os projetos estrutural e hidráulico do térreo e primeiro pavimento tipo. Começando pelo térreo, sobreposição ilustrada pela Figura 21, pode-se observar o total de 10 interferências das tubulações com vigas, como mostra a Figura 22, e 2 interferências das tubulações com a laje da sala técnica. Das 10 interferências com vigas, 2 delas foram relacionadas a tubulação de recalque anteriormente citada, que segue pelo forro no hall do pavimento, como a cota de fundo de viga é mais baixa que a cota da altura do forro no hall, foi possível prever a necessidade da passagem nas vigas. As outras 8 interferências detectadas foram em relação aos tubos de abastecimento das dependências do térreo, que também ficam embutidas no forro, se enquadrando na mesma situação. Feito isso, no projeto de sobreposição, foram puxadas as cotas nas

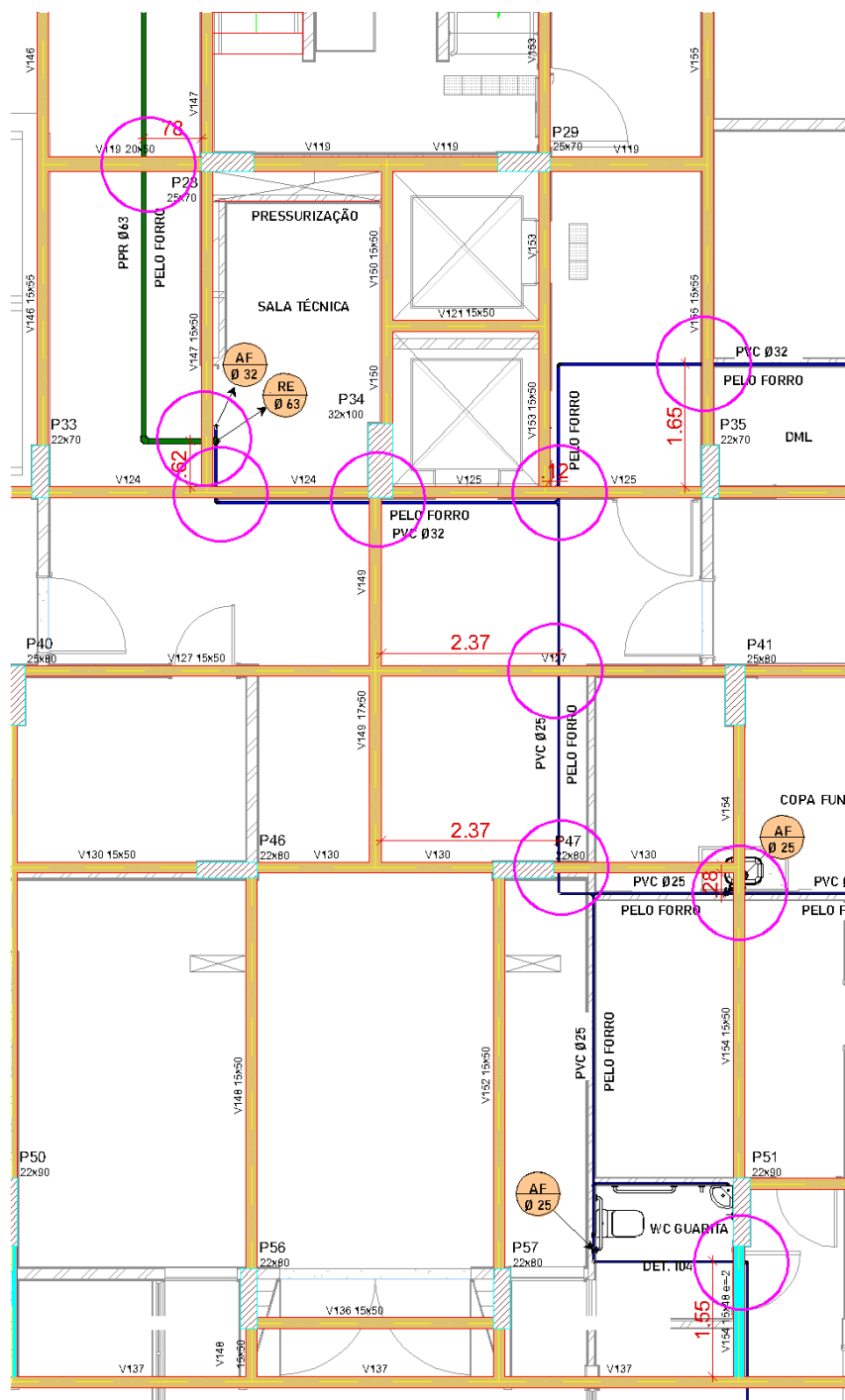
peças gráficas dos elementos estruturais, e disponibilizado projeto em campo, para o posicionamento das passagens na execução das formas, antes da concretagem.

Figura 21 — Sobreposição do projeto estrutural do primeiro pavimento tipo com o projeto hidráulico planta baixa do pavimento térreo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Figura 22 — Interferências entre vigas e tubos de abastecimento hidráulico do pavimento térreo

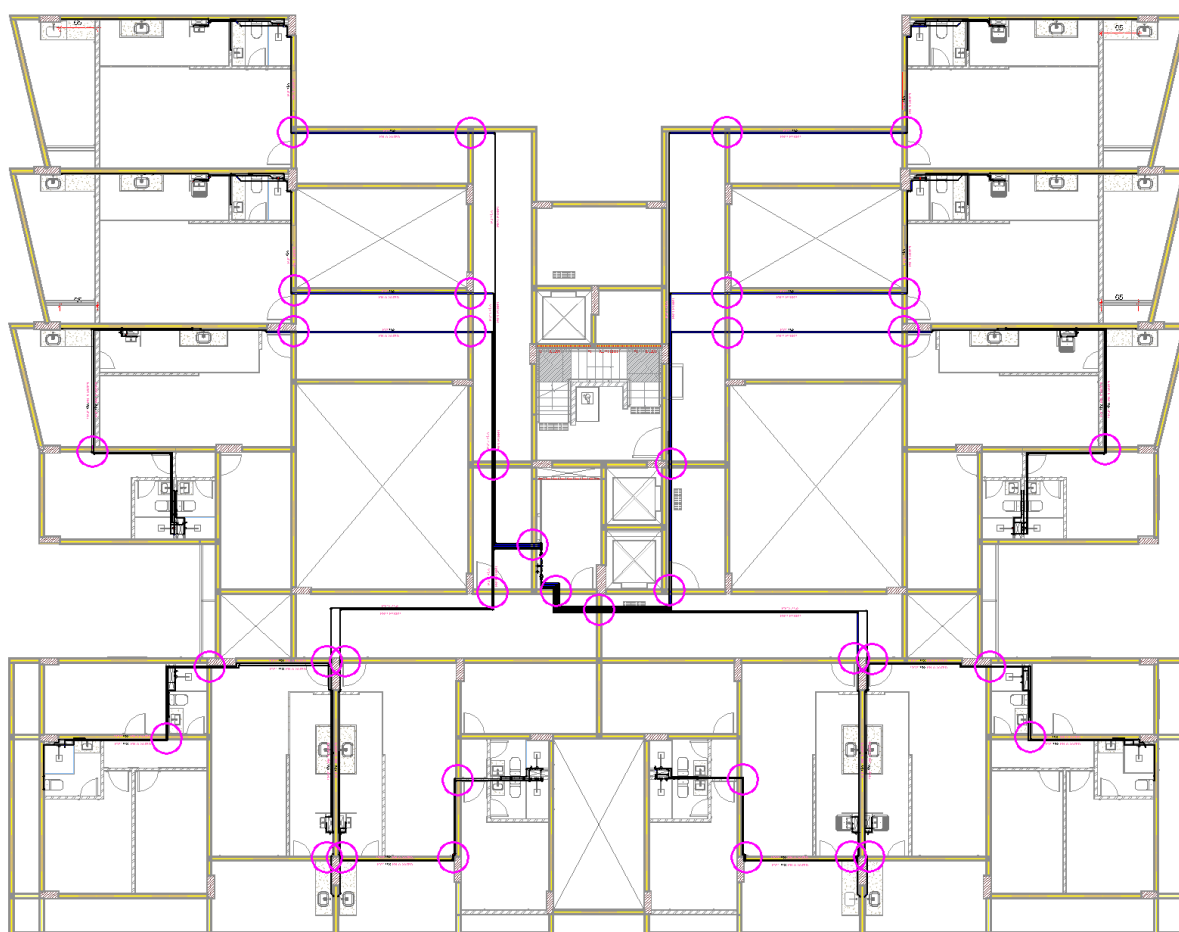


Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Em relação as 2 interferências da tubulação com a laje da sala técnica, foi identificado a inexistência dos shafts por onde passam as prumadas de recalque (RE Ø63mm) e de abastecimento dos pavimentos (AF Ø32mm), como mostra a Figura 23, assim como, as prumadas elétricas e de tv e telefone, que de acordo com os respectivos projetos, também sobem por esse local.

Na compatibilização do pavimento tipo, ilustrada na Figura 26, foram detectadas 37 interferências entre vigas e tubulações de abastecimento dos apartamentos, esses tubos são derivados da prumada na sala técnica e seguem em direção as unidades pelo forro do hall. Além disso, as mesmas 2 interferências na laje, referente as prumadas que vem do térreo. Após a sobreposição, foram puxadas as cotas nas peças gráficas dos elementos estruturais no projeto sobreposto e disponibilizado para marcação das passagens nas formas da estrutura.

Figura 26 — Sobreposição do projeto estrutural com o projeto hidráulico planta baixa do pavimento tipo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Feitas tais compatibilizações, foi possível prever 12 passagens necessárias no primeiro pavimento tipo e 39 nos pavimentos restantes, que multiplicado por 11 pavimentos e somado com o primeiro, totalizaram 441. Isso trouxe significativos benefícios na eficiência de execução do serviço, um exemplo, foi a possibilidade de realizar o levantamento e a compra, levando em consideração a quantidade e

tamanho específico por diâmetro de tubo, de passagens de espuma de polietileno expandido (como mostra as Figura 27). Por ser um sistema pré-fabricado por uma empresa que presta esse serviço, elimina a quantidade de trabalho de carpintaria na obra, pois torna-se dispensável a fabricação das formas para as aberturas, principalmente em vigas, que são em maior quantidade no tocante às hidráulicas. Fica evidente o avanço na velocidade de execução, sem a necessidade de perfuração dos elementos estruturais depois do concreto endurecido, o que causaria um elevado desperdício de recursos, mão de obra e tempo, além de proporcionar uma construção mais limpa e sustentável, reduzindo o acúmulo de entulho e sujeira.

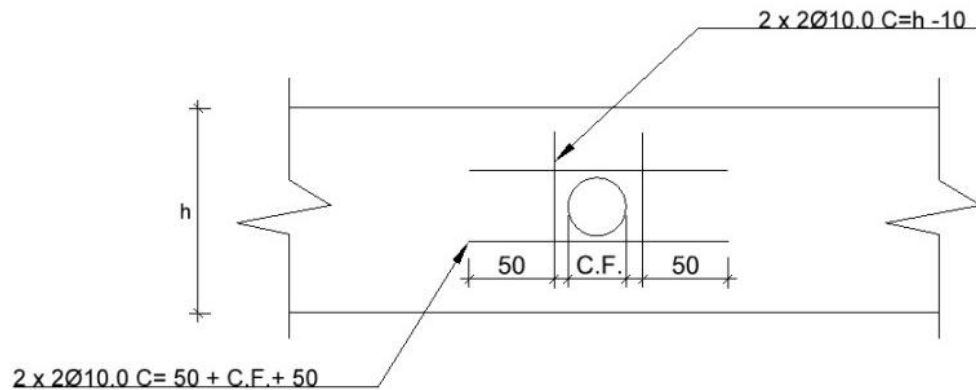
Figura 27 — Exemplo de passagem em viga para tubulação de abastecimento hidráulico com espuma de polietileno expandido



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Outro ponto analisado, foi a previsão da quantidade de material e mão de obra necessários para o reforço de armação das vigas, nos locais de abertura de passagens. Esse detalhe foi especificado pelo projetista estrutural e ilustrado na Figura 28.

Figura 28 — Detalhe reforço de armação para furo em vigas

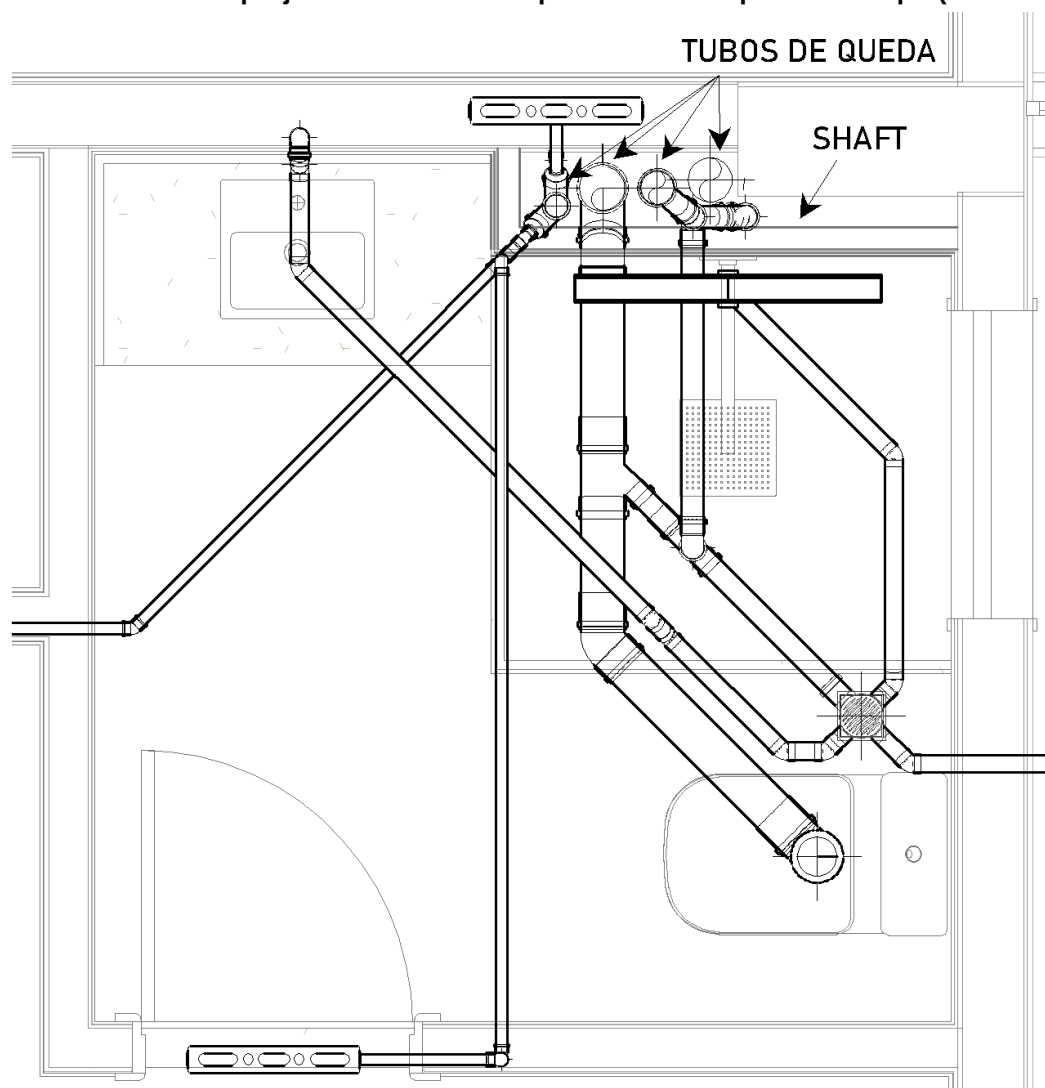


Fonte: Produzido pelo autor com base no detalhe disponibilizado pelo projetista estrutural (2025)

4.3 Estrutural e Instalações Hidrossanitárias

As sobreposições dos projetos dessas disciplinas, se dispõem no primeiro pavimento e pavimento tipo. No projeto hidrossanitário de planta baixa do pavimento tipo, é possível observar os pontos de esgotamento de bacias sanitárias, ralos, drenagens e bancadas, assim como as tubulações de PVC, comumente chamadas de “desvios aéreos”, com variação entre 100, 50, 40 e 25mm de diâmetro, que ligam esses pontos a seus respectivos tubos de queda localizados nos shafts, a Figura 29 mostra um detalhe desse projeto como exemplo.

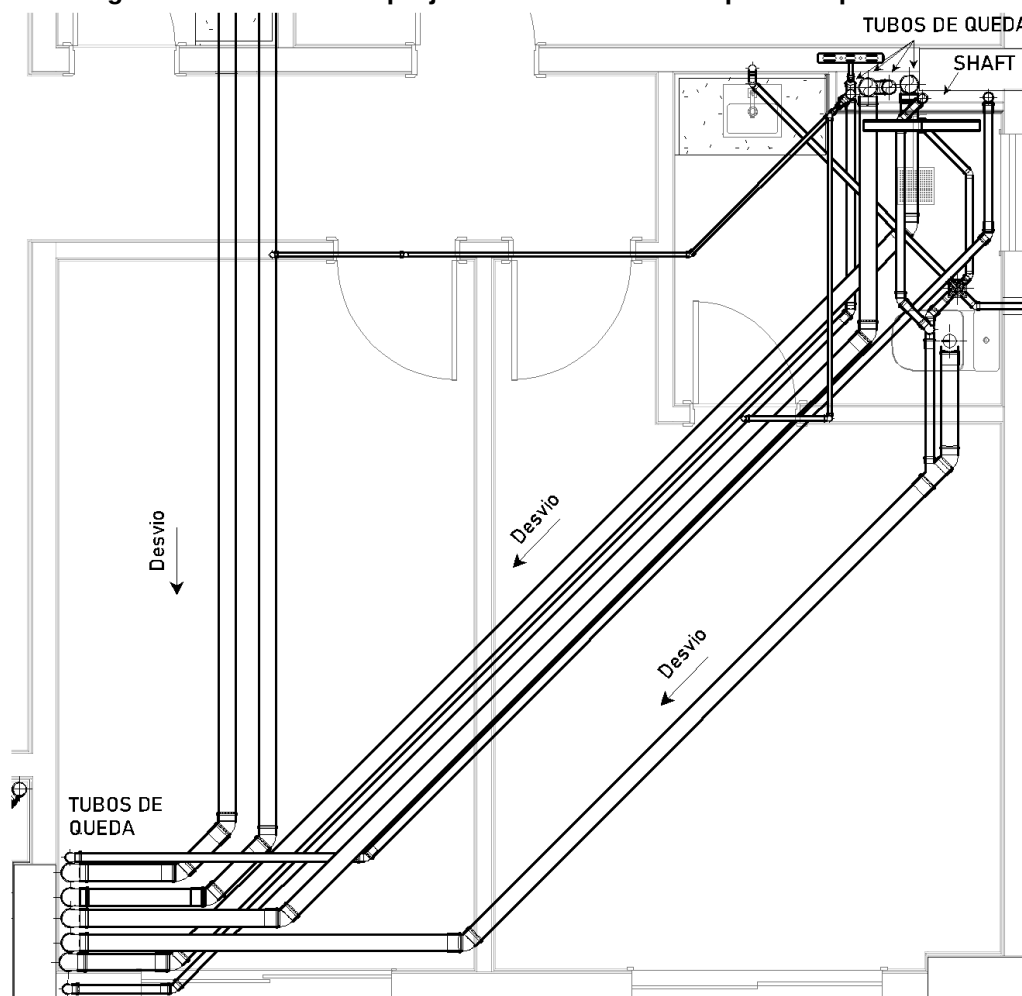
Figura 29 — Detalhe do projeto hidrossanitário planta baixa do pavimento tipo (wc coluna 1)



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Os tubos de queda descem pelos shafts até passar da laje do primeiro pavimento, onde sofrem os desvios logo abaixo dela, passando pelo forro do térreo, o que pode ser observado no projeto hidrossanitário planta baixa do primeiro pavimento, ilustrado pela Figura 30. Esses desvios redirecionam os tubos para descer em um local desejado pela arquitetura do térreo, até o piso, onde seguem enterrados para as caixas de passagem, espuma ou gordura a depender do tipo de resíduo. Depois seguem para os tubos de destinação final, ou coletores prediais, de águas pluviais e esgoto, que descarregam nas respectivas redes coletoras públicas.

Figura 30 — Detalhe do projeto hidrossanitário do primeiro pavimento

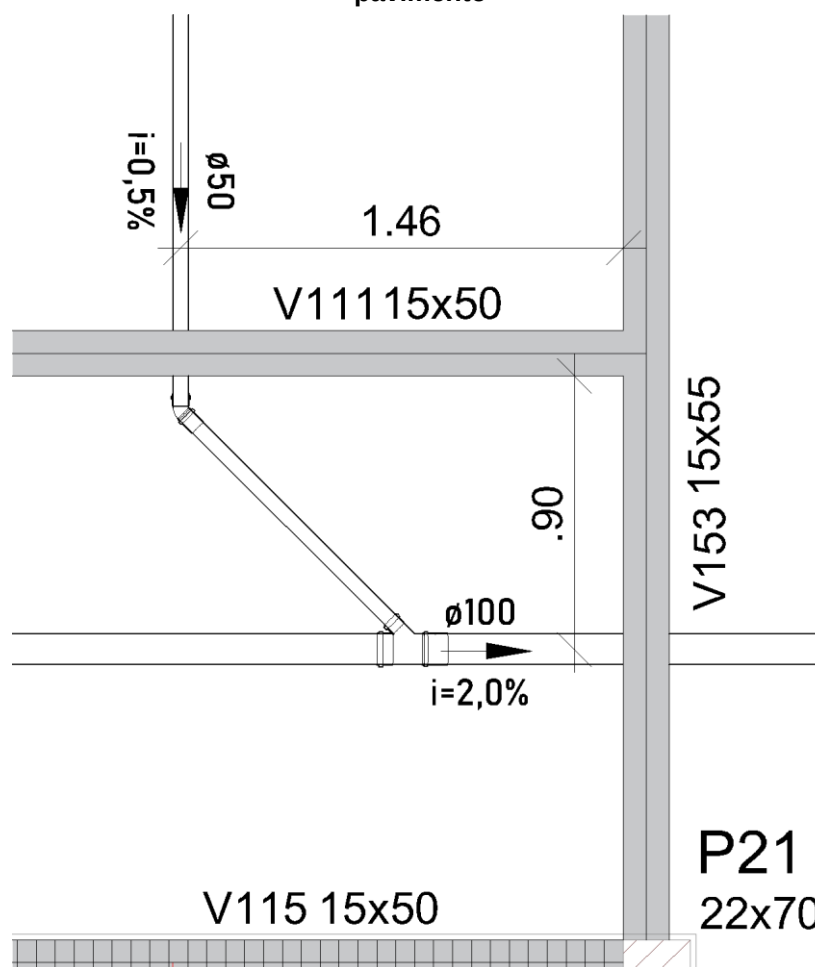


Fonte: Produzido pelo autor (2025)

4.3.1 Compatibilizando Estrutural e Instalações Hidrossanitárias

Para realizar a compatibilização foram sobrepostos os projetos hidrossanitários anteriormente citados e o projeto estrutural do pavimento tipo. Com a sobreposição do projeto hidrossanitário planta baixa do primeiro pavimento e o estrutural, foram detectadas 15 interferências relacionadas aos desvios aéreos de pontos de esgotamento com vigas, já que a cota do fundo das vigas é mais baixa que a cota do forro do térreo, por onde essas tubulações passam. Diante disso, foi possível prever a necessidade de deixar as passagens de espuma, assim como, depois de puxadas as cotas, conhecer suas localizações em relação aos elementos estruturais, esses conflitos se repetiram em todos os 12 pavimentos tipo, totalizando 180, a Figura 31 ilustra um exemplo dessas interferências.

Figura 31 — Detalhe da sobreposição dos projetos hidrossanitário e estrutural do primeiro pavimento



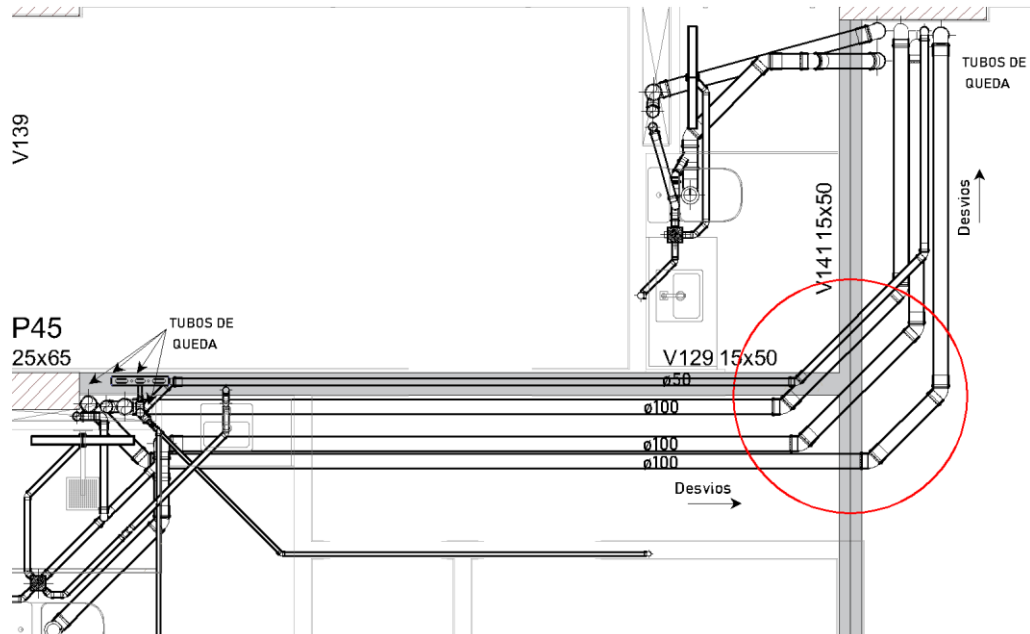
Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Ainda nesse projeto sobreposto, foram detectadas 3 interferências, consideradas graves pelo autor, relacionadas a tubulações de desvio dos tubos de queda, que vem dos pavimentos tipo pelos shafts, e desvio de pontos de esgotamento dos apartamentos do primeiro pavimento, com vigas. Por conta da quantidade de tubos e espaçamento curto entre eles, nos locais onde iriam se interceptar com as vigas, não foi autorizado pelo projetista estrutural aberturas que comportassem essas passagens, que poderiam afetar o desempenho estrutural e segurança da edificação.

Na primeira interferência, ilustrada pela Figura 32, pode-se observar o conflito de 4 tubos de PVC, sendo 3 de 100mm e 1 de 50mm, com o local de interseção das vigas V129 15x50 e V141 15x50. A segunda interferência, ilustrada pela Figura 33, foi em relação a 5 tubos, 2 de 75mm e 3 de 50mm, com a viga V132 15x50. A

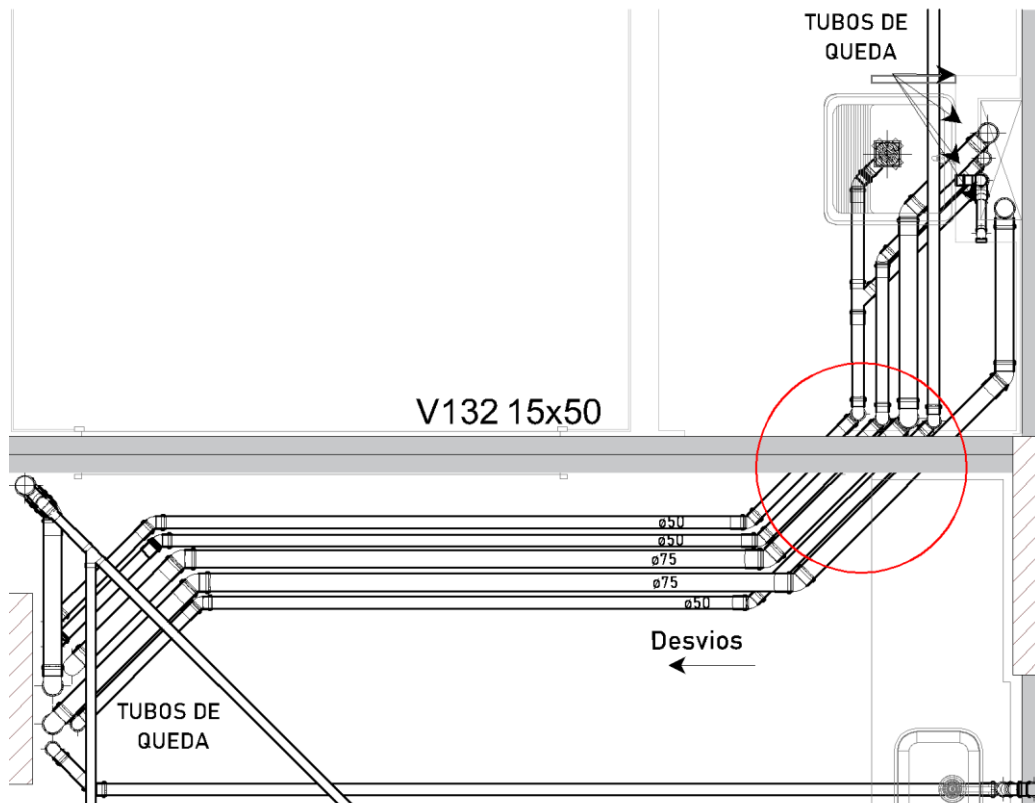
terceira, que foi ilustrada pela Figura 34, foi associada a 6 tubos, sendo 2 de 75mm, 3 de 50mm e 1 de 40mm, com a viga V133 15x50.

Figura 32 — Primeira interferência grave entre os projetos hidrossanitário do primeiro pavimento e estrutural do pavimento tipo



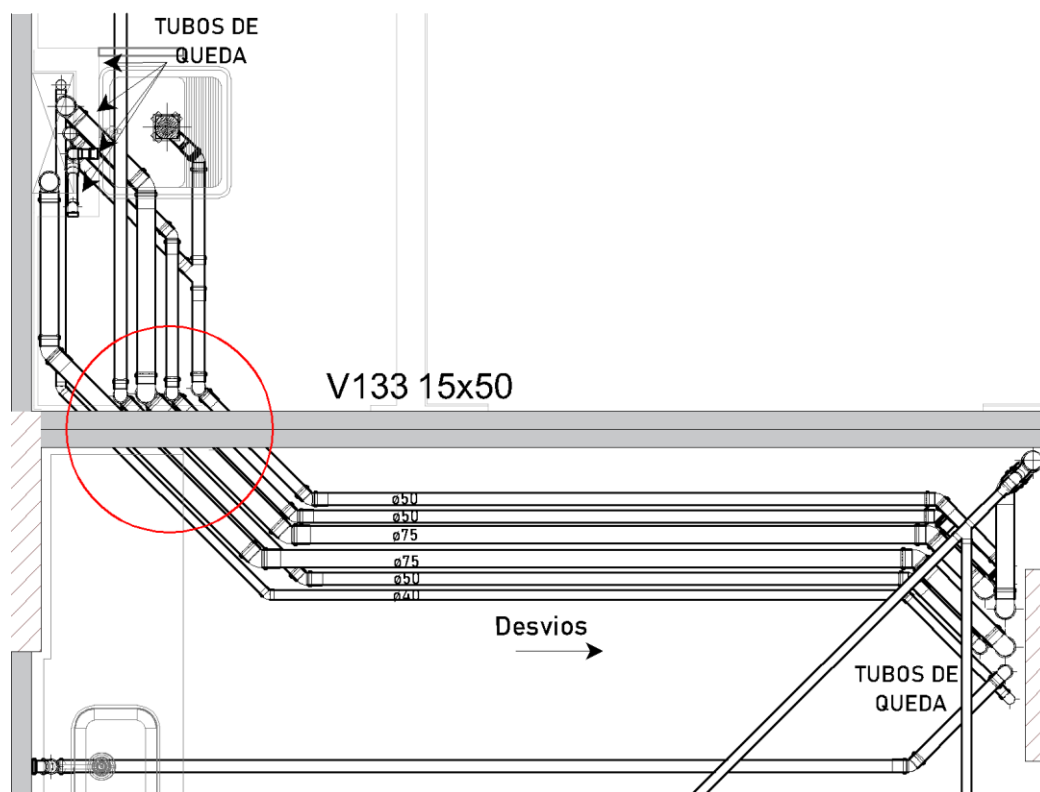
Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Figura 33 — Segunda interferência grave entre os projetos hidrossanitário do primeiro pavimento e estrutural do pavimento tipo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

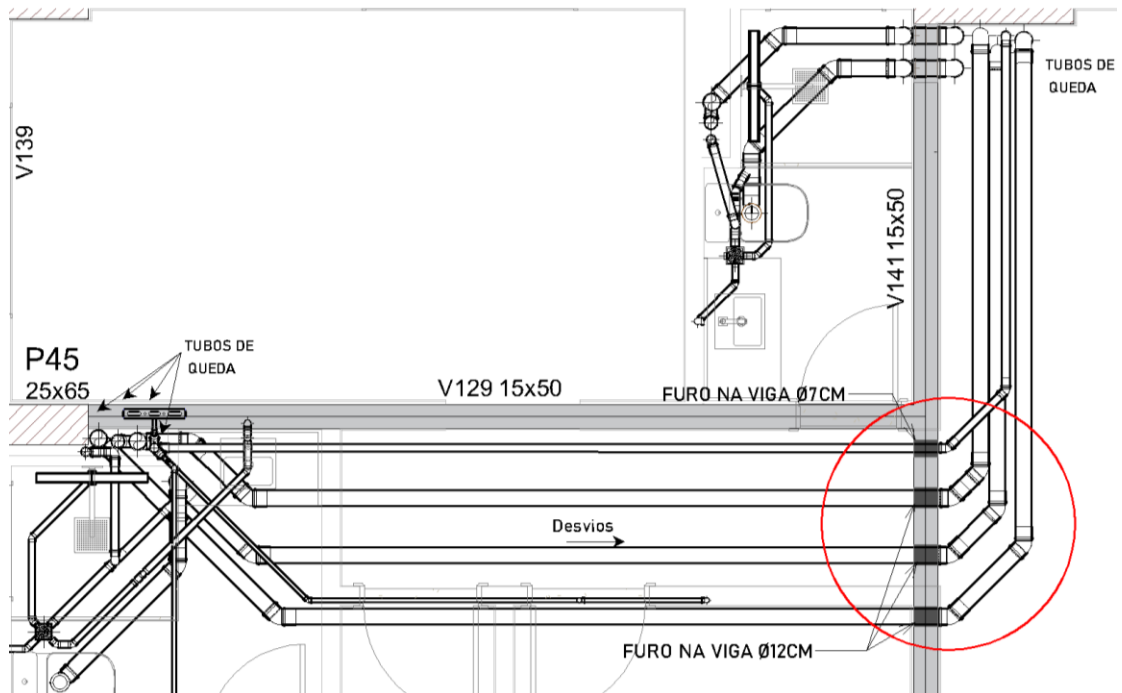
Figura 34 — Terceira interferência grave entre os projetos hidrossanitário do primeiro pavimento e estrutural do pavimento tipo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

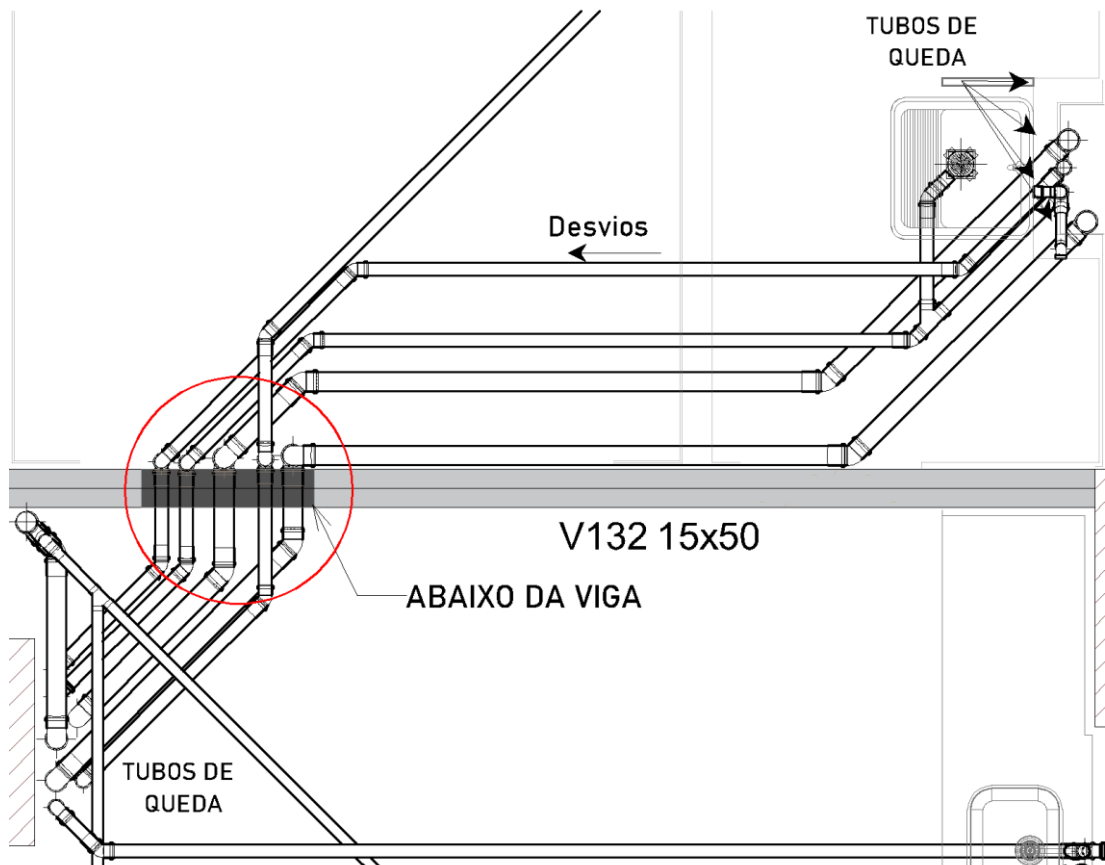
Diante disso, foi necessária a revisão do projeto hidrossanitário do primeiro pavimento, para mudar disposição, afastamento ou encaminhamento dessas tubulações. As figuras 35, 36 e 37 ilustram, já no projeto sobreposto com a estrutura, as modificações realizadas pelo projetista de instalações para solucionar essas interferências, sendo a primeira, segunda e terceira respectivamente.

Figura 35 — Alteração da primeira interferência grave na nova revisão do projeto hidrossanitário sobreposto



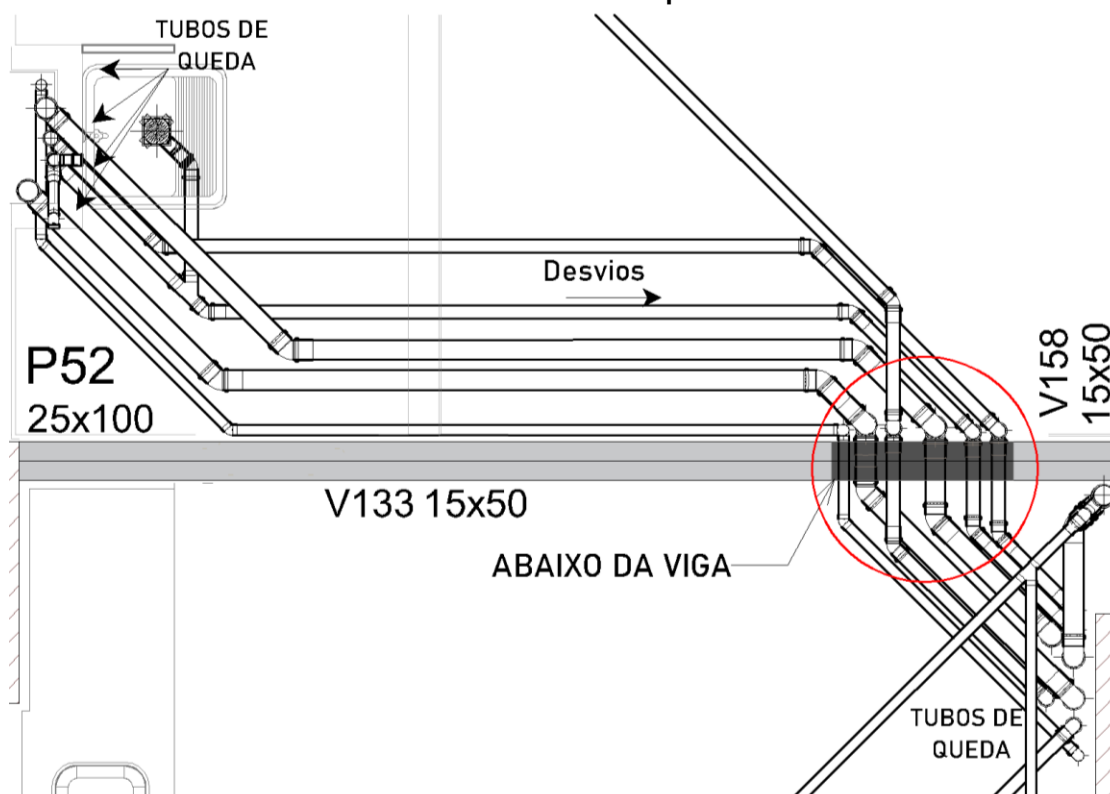
Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Figura 36 — Alteração da segunda interferência grave da nova revisão do projeto hidrossanitário sobreposto



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Figura 37 — Alteração da terceira interferência grave da nova revisão do projeto hidrossanitário sobreposto



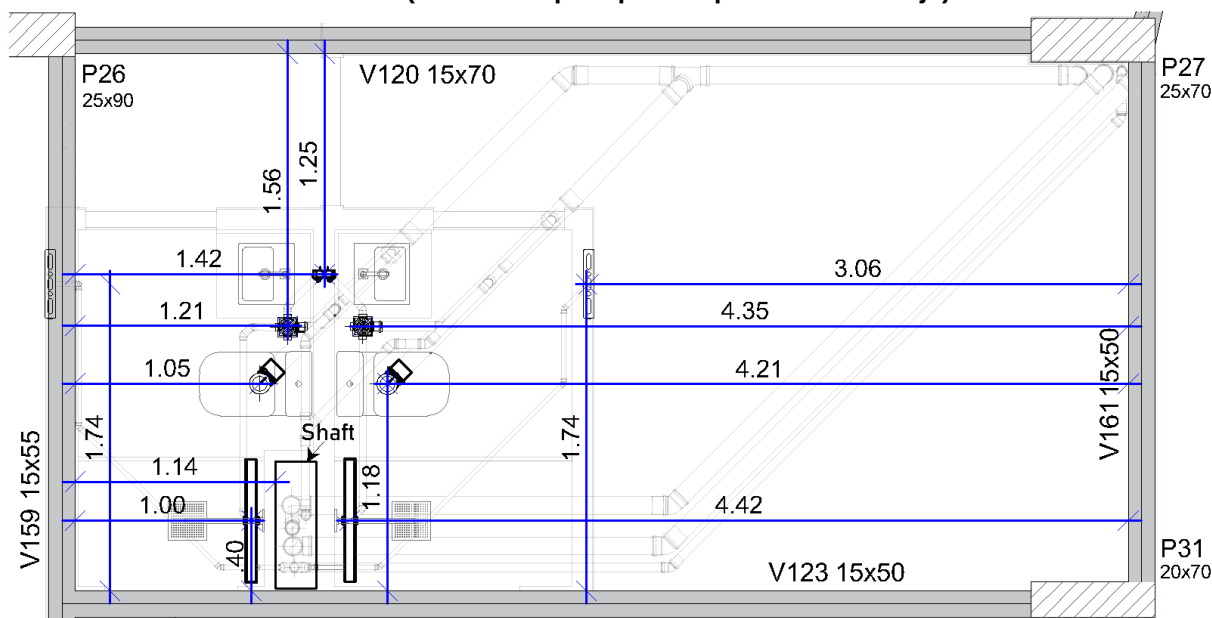
Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Na modificação referente a primeira interferência, pode-se observar o aumento dos afastamentos entre os tubos, possibilitando a abertura das passagens na viga separadamente, sem prejudicar o desempenho estrutural da edificação, conforme validação do projetista. Nas modificações referentes a segunda e a terceira, foi alterado o encaminhamento das tubulações, assim como, a especificação de por onde elas irão passar, deixando de perfurar a viga e passando por baixo dela. Essa não seria a melhor opção por conta do prejuízo estético das sancas de gesso que serão criadas para escondê-los, mas que nesse caso se tornou inevitável.

Outro ponto analisado diante da sobreposição dos projetos, foi a possibilidade de locação, de forma precisa, das passagens em lajes na execução das formas da estrutura, que no caso das instalações hidrossanitárias, se encontram em maior quantidade, do que em vigas. Essas passagens correspondem aos shafts e pontos de esgotamento de todo pavimento. A locação precisa dos pontos passantes em lajes, no momento da confecção das formas, é de grande importância, pois garante o posicionamento dos elementos que geralmente estão em locais considerados

confiados, como banheiros. Nesses ambientes, é preciso garantir os espaçamentos mínimos especificados no projeto arquitetônico, entre bacias, box, ralos e bancadas por exemplo. Por serem ambientes com pouco espaço, em muitos casos, essa tolerância não passa de 5cm, sem que prejudique a disposição final dos elementos no cômodo depois de pronto. A Figura 38 ilustra um destaque do projeto sobreposto depois de cotado, as cotas (representadas na cor azul) foram puxadas dos eixos dos pontos passantes da laje, para uma das faces das vigas. Diante isso, fica evidente o ganho de eficiência e praticidade na hora da locação das espumas no momento em que a execução da forma está em andamento.

Figura 38 — Destaque da sobreposição dos projetos hidrossanitário do primeiro pavimento e estrutural (com cotas para pontos passantes em laje)



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Esse processo contribui para minimizar retrabalhos, evitar conflitos construtivos e assegurar maior precisão na execução da obra, resultando em uma construção mais eficiente e racionalizada. Na Figura 39, é possível observar as passagens de espuma de polietileno expandido, depois de locadas e fixadas na forma, mediante uso do projeto sobreposto cotado, em campo.

Figura 39 — Passagens em espuma de polietileno expandido locadas na forma da laje



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Um significativo benefício da utilização desse tipo de passagem, para as instalações hidrossanitárias, é por já servir de forma de grauteamento das tubulações passantes na laje. Isso se dá, pelo fato de serem comercializadas divididas em duas partes iguais em sua espessura, previamente coladas pelo fabricante. Isso torna possível a remoção da parte superior, depois da laje concretada e tubos passados. A Figura 40 ilustra uma passagem de espuma, depois de passados os tubos e removida a parte superior, já a Figura 41, uma passagem depois de grauteada. Com a sobreposição dos projetos foi possível levantar a quantidade, divididas por largura, comprimento (que dependem do diâmetro do tubo) e espessura (igual à da laje), das espumas, otimizando o tempo de execução das passagens da estrutura e o da montagem das instalações.

Figura 40 — Passagem de espuma de polietileno expandido com parte superior removida



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Figura 41 — Passagem de espuma de polietileno expandido depois de grauteada

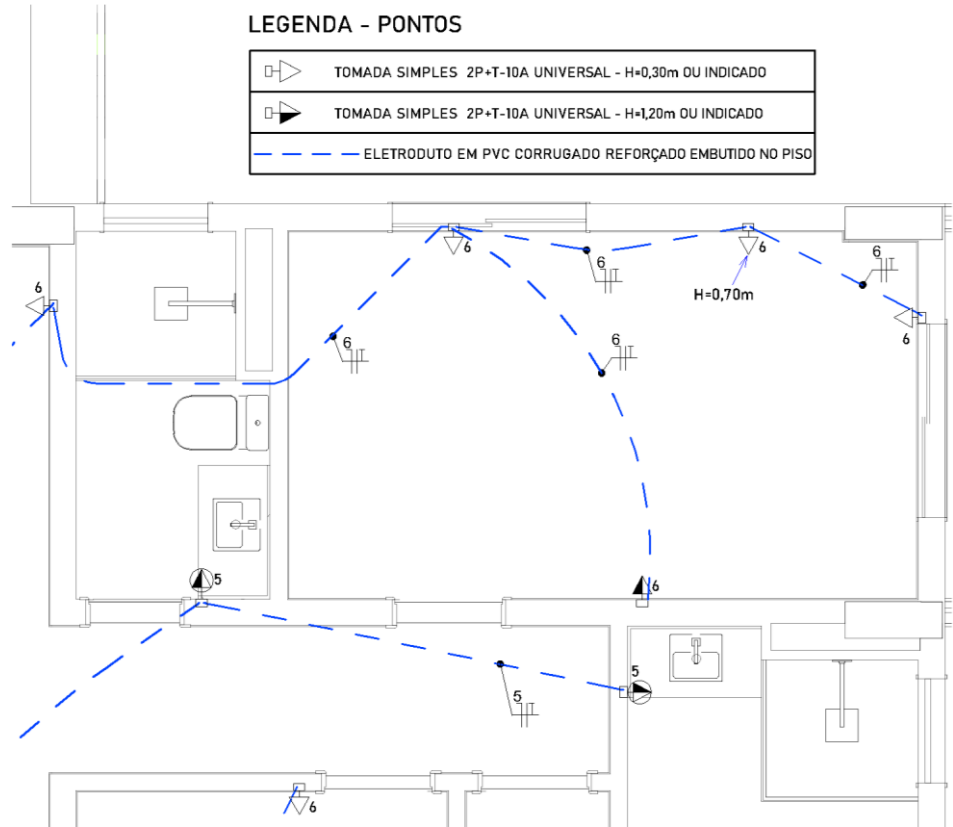


Fonte: Produzido pelo autor (2025)

4.4 Estrutural e Instalações Elétricas

As sobreposições das disciplinas foram realizadas nos projetos dos pavimentos tipo, o conjunto de projetos elétricos desse pavimento é composto por 3 pranchas. A primeira é referente à tubulação embutida que passa na laje do piso do pavimento e alimenta os pontos de tomada. A escolha desse encaminhamento (pelo piso) é tomada pelo projetista pois diminui os comprimentos verticais, de eletrodutos e fiações, necessários para chegar na altura dos pontos de utilização (tomadas) nas paredes, que, em sua grande maioria, é de 1,20 e 0,30m do piso. Se viessem pelo teto, resultariam em percursos verticais de 1,70 e 2,60m, essa diferença, multiplicada por todos os pontos e pelos 12 pavimentos, resultaria em um aumento significativo de material (eletroduto e fiação), sendo em média 230m por pavimento. Além de gerar maiores comprimentos de rasgos nas alvenarias para embuti-los, isso levaria ao aumento do consumo de argamassa de emboço para preenchimento, e maior quantidade de tempo de mão de obra. A Figura 42 ilustra um destaque do projeto elétrico de tubulação do piso do pavimento tipo, onde é possível observar os eletrodutos que passam embutidos na laje, destacados em linhas tracejadas e azuis.

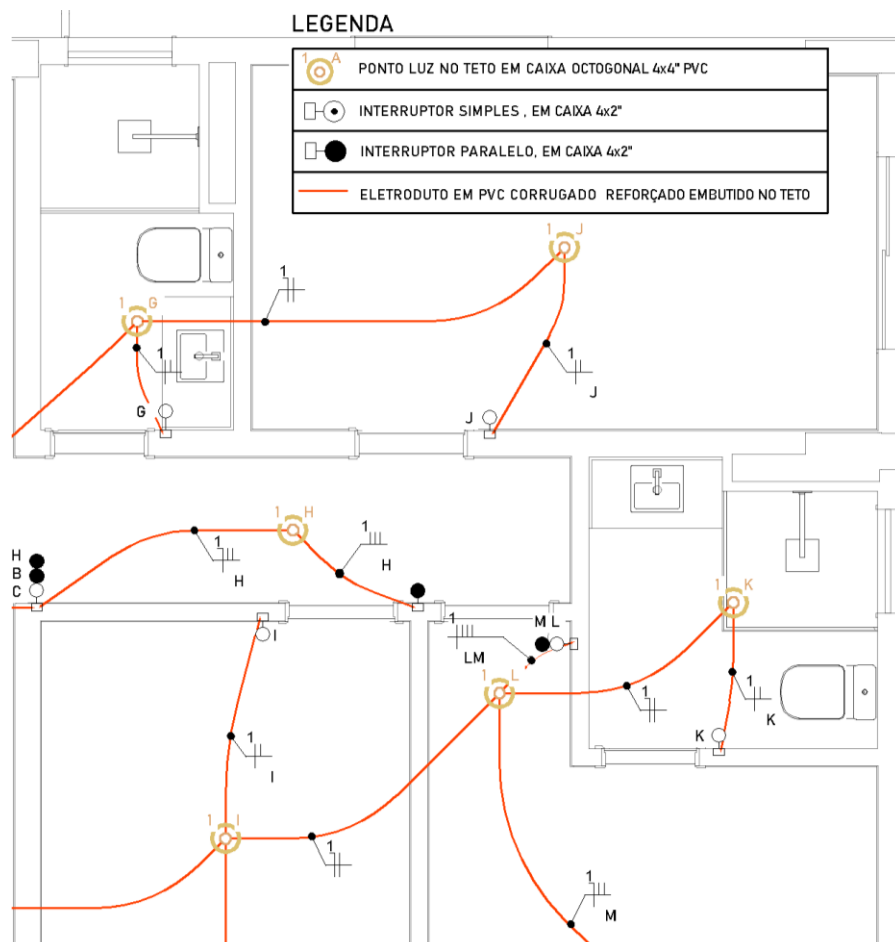
Figura 42 — Destaque do projeto elétrico de tubulação do piso do pavimento tipo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

A segunda prancha é referente à tubulação que passa no teto do pavimento e alimenta pontos de iluminação e interruptores, por opção da construtora, essa tubulação é embutida no concreto da laje. A Figura 43 ilustra um destaque desse projeto, onde os eletrodutos foram representados em linhas vermelhas e os pontos de luz em marrom.

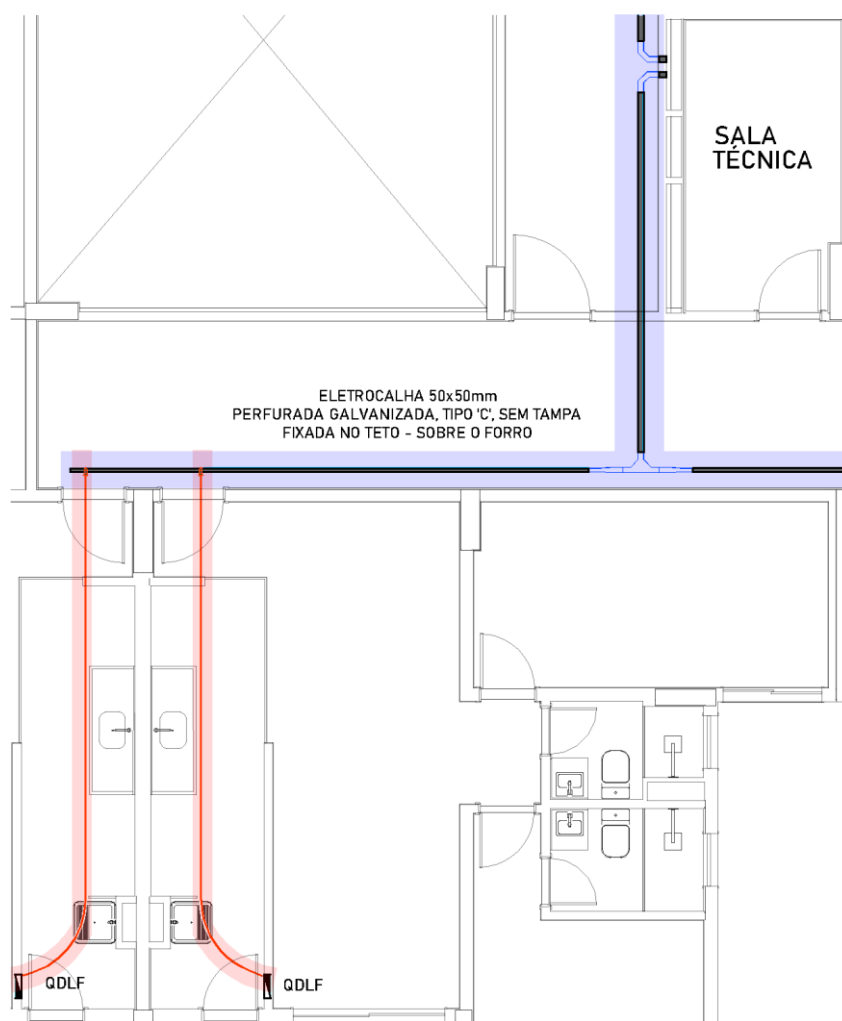
Figura 43 — Destaque do projeto elétrico de tubulação do teto do pavimento tipo



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

A terceira prancha é referente a alimentação dos quadros de distribuição de luz e força (QDLF) dos apartamentos, que ficam localizados na parede das cozinhas. Essa fiação é derivada da prumada elétrica localizada na sala técnica, segue por eletrocalhas embutidas no forro do hall (destacadas em azul), e antes de entrar nos apartamentos, sobe e segue por eletrodutos embutidos no concreto da laje do teto (destacados em vermelho) até os quadros, o destaque do projeto pode ser observado na Figura 44.

Figura 44 — Destaque do projeto elétrico de alimentação dos QDLF's



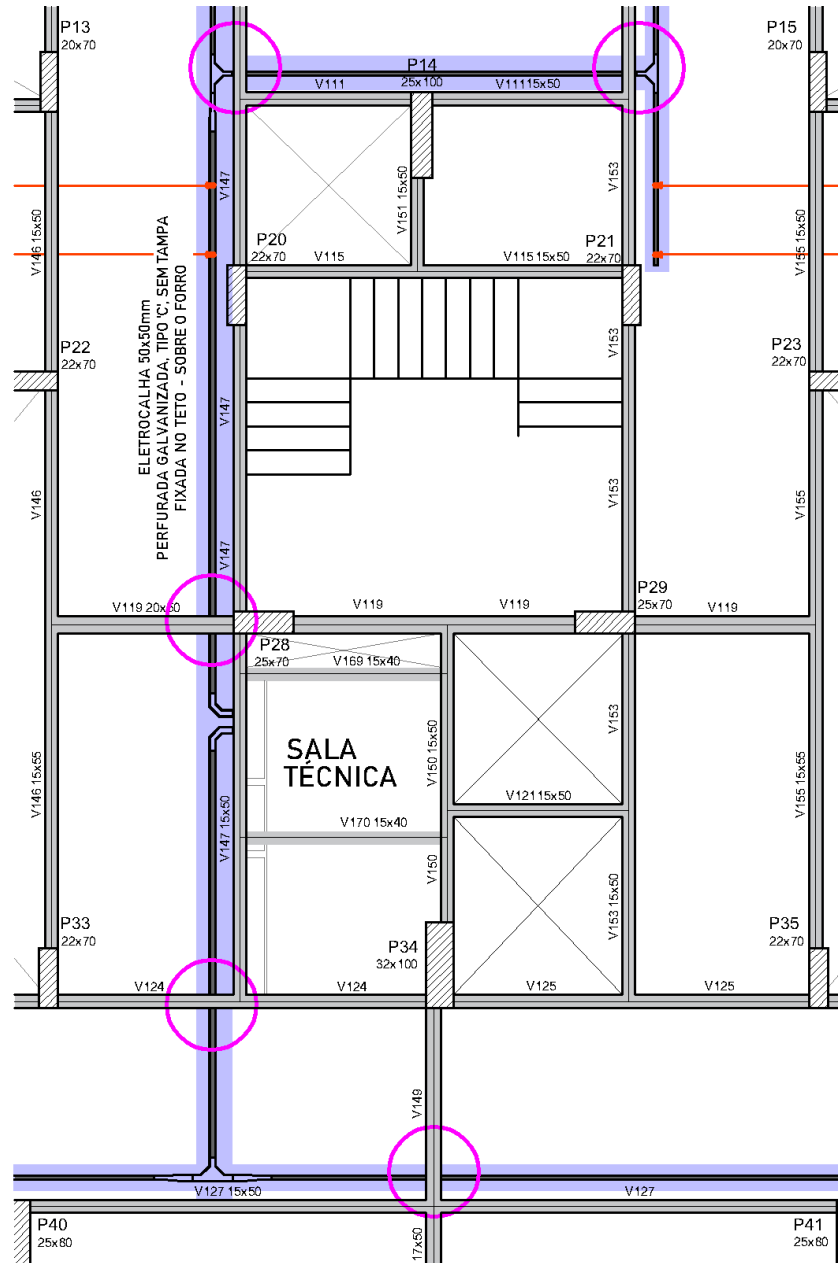
Fonte: Produzido pelo autor (2025)

4.4.1 Compatibilizando Estrutural e Instalações Elétricas

Para realizar a compatibilização foram sobrepostos os projetos anteriormente citados e o estrutural do pavimento tipo. Com a sobreposição do projeto elétrico de abastecimento dos QDLF's, foram detectadas 5 interferências entre eletrocalhas que saem da sala técnica e passam pelo hall, com vigas (ilustradas na Figura 45), já que a cota de fundo de viga é baixa que a do forro. Com isso, foi possível prever a necessidade de passagens de espuma na confecção das formas e conhecer a localização exata desses pontos em relação aos elementos estruturais, depois de puxadas as cotas. Esses conflitos se repetiram nos 12 pavimentos tipo, totalizando 60, isso facilitou a marcação das passagens nas formas das vigas e a montagem

das instalações, trazendo fluidez aos serviços e mitigando possíveis retrabalhos. A Figura 46 exemplifica uma passagem de eletrocalha em viga.

Figura 45 – Interferências da sobreposição do projeto elétrico de abastecimento dos QDLF e estrutural



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Figura 46 — Passagem de eletrocalha em viga

Fonte: Produzido pelo autor (2025)

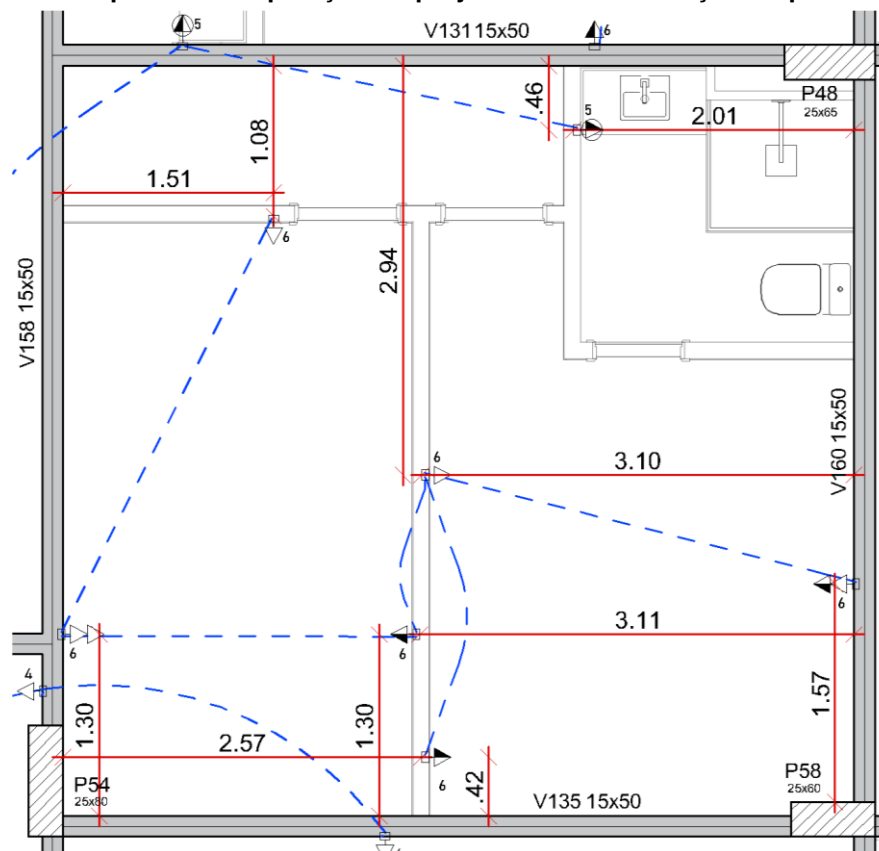
Com a sobreposição dos projetos de tubulação do piso e o estrutural, foi possível prever a localização, em relação aos elementos estruturais, dos pontos em que os eletrodutos precisam sair da laje, para que, posteriormente, com a execução das alvenarias, subam pelos rasgos até seus pontos de utilização (exemplificado na Figura 47). Vale ressaltar que algumas paredes não ficam dispostas embaixo de vigas, dificultando a referência do local dessas subidas na execução das formas. Como os blocos cerâmicos variam entre 9 e 14 cm de espessura, essas medidas se tornam as tolerâncias de desvio, para evitar que seja necessário escariar o ponto e puxar o eletroduto para o local da alvenaria. Tendo em vista a elevada quantidade de pontos, esses ajustes implicariam negativamente na eficiência do andamento das instalações, além de acúmulo de resíduo e sujeira. Após a sobreposição foram puxadas as cotas no projeto sobreposto e disponibilizado para marcação, em campo. A Figura 48 ilustra um destaque desse projeto, as cotas foram representadas em linhas vermelhas.

Figura 47 — Subida na alvenaria de tubulação elétrica que passa pela laje do piso



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

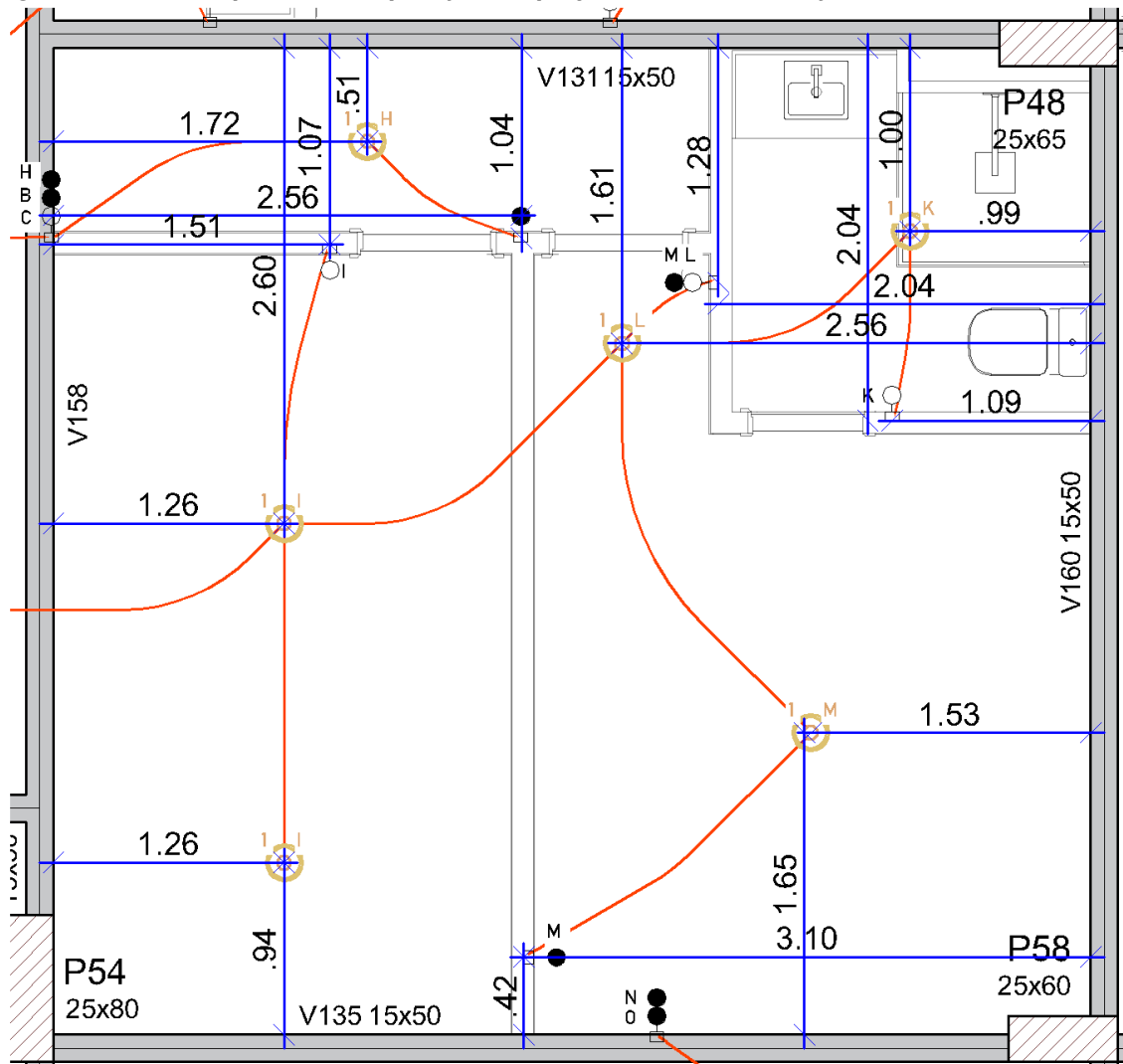
Figura 48 — Destaque da sobreposição do projeto elétrico tubulação do piso com estrutural



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

No tocante à tubulação que passa no teto, para melhor fluidez no serviço de marcação, é necessário referenciar os pontos de luz e de descida dos tubos, uma vez que, em uma laje a concretar, passam embutidos, os eletrodutos do piso do pavimento acima e os do teto do pavimento abaixo. Para isso, foram sobrepostos os projetos de tubulação do teto e o estrutural (ilustrado na Figura 49), depois foram cotados, em relação aos elementos estruturais, os pontos de descida dos eletrodutos nas paredes onde estão os interruptores e os pontos de luz nas lajes. Nesses pontos, são feitos furos com a broca serra copos, na forma de fundo de viga, no caso de paredes dispostas abaixo delas, e na forma da laje, caso contrário. Na Figura 50 é possível observar um exemplo das descidas dos eletrodutos na alvenaria.

Figura 49 — Destaque da sobreposição do projeto elétrico tubulação do teto com estrutural



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Figura 50 — Descida na alvenaria de tubulação elétrica que passa pela laje do teto



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Por fim na Figura 51, é possível observar a disposição das tubulações de piso e teto no momento da confecção da forma e armação de um pavimento, assim como a locação das caixas de PVC de luz, e pontos de subida e descida nas alvenarias. Fica evidente a praticidade da marcação com os projetos compatibilizados e cotados, que doutra maneira, seria feita com o uso do escalímetro nos projetos de instalações elétricas, dessa forma não seria possível ter referência dos elementos estruturais e a precisão seria limitada. Essa coordenação entre estrutura e instalações, otimizou o cumprimento do cronograma planejado, a precisão na alocação de recursos, a redução de retrabalhos e ganho de produtividade das equipes, o que caracterizou a racionalização dos processos construtivos.

Figura 51 — Tubulações elétricas embutidas na estrutura



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

5 CONCLUSÃO

Os projetos representam a principal fonte de informações sobre um empreendimento na construção civil, reunindo os dados e particularidades essenciais para a execução da obra, são inúmeros os prejuízos causados por projetos que são concebidos inadequadamente. Em razão disso, devem ser elaborados e desenvolvidos com qualidade e precisão. No contexto analisado e com base na metodologia adotada, foi possível realizar considerações fundamentadas, sobre como a utilização específica dos projetos impactou o andamento da obra em questão.

O presente estudo analisou os impactos da compatibilização e gestão de projetos na execução de um edifício multifamiliar em Aracaju/SE, evidenciando a relevância da integração eficiente entre as diversas disciplinas na fase de planejamento. A partir da investigação realizada, foi possível confirmar a hipótese do estudo, que sustenta que a compatibilização prévia dos projetos exerce uma influência significativa na eficiência da execução da obra, minimizando retrabalhos, reduzindo custos e otimizando o uso dos recursos disponíveis. A meta foi reduzir possíveis conflitos e solucionar problemas ainda na etapa de projeto, minimizando a chance de ocorrências indesejadas e não conformidades durante a execução da obra.

Uma gestão eficaz dos projetos mostrou-se essencial para garantir a integração entre as diferentes disciplinas envolvidas na obra, promovendo maior previsibilidade e controle sobre os processos construtivos, isso foi possível com a detecção prévia de conflitos entre os projetos. Além disso, este estudo reforça que a gestão de projetos não deve se limitar apenas à compatibilização, mas também ao aproveitamento máximo do potencial que os projetos oferecem como ferramentas de suporte à execução.

O uso adequado dos projetos possibilita um planejamento mais preciso, facilitando o sequenciamento das atividades, a organização dos recursos e a comunicação entre os profissionais envolvidos. Quando bem geridos, os projetos tornam-se referências essenciais no canteiro de obras, permitindo que decisões sejam tomadas com embasamento técnico, minimizando incertezas e melhorando a qualidade da construção. Dessa forma, conclui-se que a integração eficiente entre compatibilização e gestão de projetos não apenas previne incompatibilidades, mas

também otimiza o uso da informação técnica disponível, tornando a execução mais eficiente e sustentável.

A compatibilização entre os projetos arquitetônico e complementares demonstrou-se essencial para identificar as interferências. A análise de eventuais incompatibilidades entre essas disciplinas permitiu identificar falhas que, se não resolvidas antes da execução, causariam impactos significativos na execução dos serviços e na qualidade final da construção.

Além disso, verificou-se que a compatibilização eficaz contribui diretamente para o cumprimento do que foi planejado, reduzindo imprevistos e facilitando a gestão dos recursos humanos e materiais. Dessa forma, ficou evidente que a adoção de práticas robustas de gestão de projetos, com foco na compatibilização desde as fases iniciais, é uma estratégia com grande potencial para garantir eficiência construtiva e melhoria da produtividade no canteiro de obras.

A compatibilização entre os projetos arquitetônico e estrutural apresentou vantagens significativas, especialmente na definição do posicionamento das alvenarias em relação às vigas. No estudo realizado, essa compatibilização permitiu o deslocamento antes da execução da marcação, ao alinhar previamente as alvenarias com um lado da viga escolhido e conferir as cotas em relação às linhas de eixo, reduziu-se o tempo gasto com ajustes em campo, evitando retrabalhos e garantindo um fluxo de trabalho mais eficiente. Dessa forma, a compatibilização contribuiu diretamente para a velocidade da execução, tornando o processo construtivo mais organizado e preciso.

A compatibilização entre os projetos estrutural e de instalações – hidráulicas, hidrossanitárias e elétricas – foi fundamental para garantir a eficiência na execução desses serviços. Essa integração permitiu a antecipação e a resolução de interferências que poderiam comprometer a viabilidade técnica da estrutura ou exigir adaptações onerosas durante a fase de execução. Diante da disponibilização dos projetos compatibilizados e cotados em campo, ficou evidente o ganho de praticidade e fluidez na marcação de passagens e pontos desejados em cada uma das disciplinas isoladamente. Além disso, uma compatibilização eficiente assegura que os elementos estruturais e de instalações, sejam implantados de forma coordenada e sem comprometer o desempenho funcional do empreendimento.

Após a identificação dos conflitos, foram realizadas análises conjuntas entre projetistas e engenheiros responsáveis, promovendo ajustes e soluções que

garantam a viabilidade técnica e a facilidade de execução. Isso promoveu a maior agilidade na tomada de decisões sobre as interferências identificadas, permitindo simular diferentes soluções e selecionar a alternativa mais adequada para o projeto. Ao solucionar cada uma delas, elaborou-se pranchas que mostram os conflitos e suas soluções de maneira simplificada, que foram utilizadas em campo, isso contemplou de forma valorosa as atribuições propostas pelo estudo.

Diante disso, com base na pesquisa bibliográfica e nos resultados apresentados, conclui-se que o objetivo foi alcançado ao demonstrar a relevância da gestão, com ênfase na compatibilização de projetos. Por fim, espera-se que este estudo sirva de objeto para futuros trabalhos, que produzam uma quantificação detalhada do impacto no planejamento e orçamento final, e do que foi mitigado diante de cada compatibilização em duplas, levando em consideração os custos e prazos diretos e indiretos. Assim como, possa contribuir para conscientização de profissionais e empresas da construção civil, sobre a importância da gestão e compatibilização como fator essencial para o sucesso dos empreendimentos, resultando em uma construção mais eficiente e racionalizada.

REFERÊNCIAS

- BAIA, Denize Valéria Santos. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BERNARDES, R. S. **Planejamento de obras: uma metodologia para o controle de prazos e custos**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- CALLEGARI, S.; BARTH, F. **Análise comparativa da compatibilização de projetos em três estudos de caso**. Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFSC. Florianópolis, 2007.
- CALLEGARI, Simara. **Análise de Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- CAMPESTRINI, T. F.; et al. **Entendendo BIM: Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação**. 1ª ed. Curitiba: [s.n.], 2015. Disponível em: <http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/livro_entendendo_bim.pdf>. Acesso em: 24 de jul. 2024.
- CHIPPARI, Patrizia. **Compatibilização de projetos economiza tempo e dinheiro**. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/compatibilizacao-de-projetos-economiza-tempo-e-dinheiro/6907>>. Acesso em: 30 de jun. de 2024.
- CONCEIÇÃO, Italo Gutierrez Carneiro da et al. **Incompatibilização de projetos na construção civil e seus principais problemas**. 2020. I Simpósio Nacional de BIM. SINABIM. Recife.
- GEHBAUER, Fritz; ORTEGA, Lucilla de Godoy. **Compatibilização de projetos na construção civil**. Projeto COMPETIR. Recife, 2006.
- GIACOMELLI, Wiliana. **Compatibilização de projetos – estudo de caso**. Revista Especialize On-Line IPOG, 8ª ed, nº 9, vol. 01/2014. Goiânia, 2014.
- GRIFFITH, Alan; SIDWELL, Tony. **Constructability in Building and Engineering Projects**. Basingstoke: Macmillan, 1995.
- HELENE, P. R. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed., São Paulo: PINI, 1992. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/47207097/manual-para-reparo-reforco-e-protecao-de-estruturas-de-concreto-paulo-helene>>. Acesso em: 26 de jun. de 2024.

KEELING, Ralph; BRANCO, Renato Henrique Ferreira. **Gestão de projetos, uma abordagem global**. 3ª ed, editora saraiva, 2017.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1997.

MARCOS, Maiara Barbosa Fonseca. **Impactos Da Compatibilização De Projetos Sobre O Orçamento De Uma Edificação Popular**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2022.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. 2 ed. São Paulo: Pini, 2019.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MELHADO, S. B. et al. **Coordenação de Projetos de Edificações**. O Nome da Rosa. São Paulo, 2005.

MIKALDO JR., Jorge. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de TI**. 2006. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós- Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

MIKALDO JR., Jorge; SCHEER, Sérgio. **Compatibilização de projetos ou Engenharia Simultânea: qual é a melhor solução?**. Gestão e Tecnologia de Projetos, 2008. Disponível em: <www.iau.usp.br/posgrad/gestaodeprojetos/>. Acesso em: 04 de out. de 2024.

NOCERA, Rosaldo de Jesus. **Planejamento e Controle de Obras com o MS-Project 2010**. Rio de Janeiro: RJN, 2010.

OLIVEIRA, M.; FREITAS, H. **Melhoria da qualidade da etapa de projeto de obras de edificação: um estudo de caso**. Revista READ, ed. 7, vol. 3, nº 3. Porto Alegre, 1997. Disponível em: <<http://read.adm.ufrgs.br/>>. Acesso em: 03 de set. 2024.

OLIVEIRA, R. R. **Sistematização e listagem de fatores que afetam a construtibilidade**. 1995. In: Encontro Nacional De Engenharia De Produção- ENEGEP. Foz do Iguaçu, 1995.

PACHECO, L., et al. **Gerenciamento de Projetos na Construção Civil. XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão & III Inovarse - Responsabilidade Social Aplicada**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_324.pdf>. Acesso em: 17 de dez. de 2024.

PELLIZZARO, Marcelo Luiz; SANTOS, Patrícia Vincenzi dos. **Compatibilização de projetos de uma edificação comercial e residencial**. 2018. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

PIRES, Daniel Lage. **Aplicação de técnicas de controle e planejamento em edificações**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014. Disponível em:

<<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/113.pdf>> Acesso em: 11 de set. de 2024.

PMI (Project Management Institute) - **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)**, 2017.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. **A construtibilidade no processo de projeto de edificações**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. São Carlos-SP, 2003.

SENA, Thiago Silva de. **A aplicação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2012. 80 f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

SILVA, Marize Santos Teixeira Carvalho. **Planejamento e controle de obras**. Universidade Federal da Bahia, Salvador - 2011. Disponível em: <<http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/Planejamento%20e%20Controle%20de%20Obras%20-%20Marize%20Silva.pdf>> Acesso em: 01 de set. de 2024.

SOLANO, Renato da Silva. **Compatibilização de projetos na construção civil de edificações: Método das dimensões possíveis e fundamentais**. In: V Workshop de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. Florianópolis, 2005.

SOUSA, Francisco Jesus de. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares: estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2010.

SOUSA, Pablo Gleydson de. **A Representação em Projetos de Arquitetura: Concursos Para Teatros em Natal e em Quebec**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Natal: Universidade Federal do Rio Grande do norte. 2009.

SOUSA, Pablo Gleydson de. **Cultura Da Representação De Arquitetura: Concursos De Projeto, Brasil 2008-2011**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014. Tese de Doutorado.

VANTAGENS da BIM, Quais são os benefícios da BIM. **Autodesk**. 2024. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/solutions/bim/benefits-of-bim>>. Acesso em: 01 de nov. de 2024.

VARALLA, Ruy. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de Projetos**. 7. Ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.