



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII - ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL**

JEFERSON LUIS DE OLIVEIRA ARAÚJO

**ANÁLISE DE INCOMPATIBILIZAÇÕES ENTRE PROJETOS EM RESIDÊNCIAS
DE CONDOMÍNIOS DE ALTO PADRÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE
FORTALEZA-CE**

**ARARUNA-PB
2022**

JEFERSON LUIS DE OLIVEIRA ARAÚJO

**ANÁLISE DE INCOMPATIBILIZAÇÕES ENTRE PROJETOS EM RESIDÊNCIAS
DE CONDOMÍNIOS DE ALTO PADRÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE
FORTALEZA-CE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Osires de Medeiros Melo Neto.

**ARARUNA-PB
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A8A Araujo, Jeferson Luis de Oliveira.

Análise de incompatibilizações entre projetos em residências de condomínios de alto padrão na região metropolitana de Fortaleza-CE [manuscrito] / Jeferson Luis de Oliveira Araujo. - 2022.

73 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2022.

"Orientação : Prof. Me. Osires de Medeiros Melo Neto ,
Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."

1. Engenharia civil. 2. Análise de projetos. 3. Construção civil. I. Título

21. ed. CDD 624

JEFERSON LUIS DE OLIVEIRA ARAÚJO

ANÁLISE DE INCOMPATIBILIZAÇÕES ENTRE PROJETOS EM RESIDÊNCIAS DE
CONDOMÍNIOS DE ALTO PADRÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE
FORTALEZA-CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil
da Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia Civil.

Aprovado em: 22/ 07/ 2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Osires de Medeiros Melo Neto (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Igor Souza Ogata
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Karina dos Santos Fernandes de Souza
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho ao meu pai, *Hélio*, pelo apoio, companheirismo e amizade, à minha mãe, *Diana*, pelo amor, carinho, exemplo de ser humano e profissional, e às minhas irmãs, *Jessiane*, *Jéssica* e *Jessielen*, por sempre me incentivarem nos momentos de dificuldade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me abençoar todos os dias de minha vida. Sem Sua força e coragem para me fazer permanecer nessa caminhada até aqui, e enfrentar as dificuldades vividas, eu jamais concluiria esse ciclo.

Agradeço aos meus pais, Diana e Hélio, por não medirem esforços para se empenharem em realizar os sonhos dos filhos. Não há palavras suficientes para agradecer por todo apoio, compreensão, amor e proteção, os quais foram essenciais nesta jornada, e que são indispensáveis na minha vida. Essa vitória é nossa!

Agradeço às minhas irmãs, Jessiane, Jéssica e Jessielen, por sempre me incentivarem nos momentos de dificuldades, por torcerem pela minha felicidade e por toda ajuda na concretização desse sonho. Sou grato por toda paciência nas videochamadas, quando eu buscava ensinamentos culinários, ou simplesmente quando a saudade apertava.

Agradeço às minhas avós, Luzia (*in memoriam*) e Regina (*in memoriam*), as quais embora estejam fisicamente ausentes, nunca deixei de sentir suas presenças ao meu lado, dando-me força e torcendo por mim.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Me. Osires, por toda paciência e atenção nesses últimos meses. Sem a sua orientação, o estudo aqui apresentado não seria possível.

Agradeço à minha madrinha, Ilza, que sempre demonstrou carinho e preocupação para comigo, tanto na minha vida pessoal, quanto na minha vida acadêmica.

Agradeço aos meus familiares que sempre torceram, oraram e demonstraram preocupação por mim. Sou grato e guardo na memória cada incentivo e demonstração de afeto para comigo.

Agradeço a todos os meus amigos que demonstraram torcer, junto comigo, pela concretização deste sonho. Em especial ao Jefferson, que sempre me escutou e apoiou nos momentos bons e ruins, deste e de outros ciclos; à Raquel, minha amiga de infância, a qual sempre torceu pela minha felicidade; e à Kécia, que apesar do curto período de proximidade, foi a amiga que mais me incentivou na elaboração deste trabalho.

Agradeço a todos os meus amigos conquistados em Araruna - PB. Em especial, à Ayanne, Ben Hur, Débora, Ennya, Eryclapton, Eugênio, Hugo, João, Levy e Letícia, os quais me foram os colegas mais presentes, e que guardo as melhores lembranças de amizade e apoio.

Agradeço a todos aqueles que aqui não foram mencionados, mas que de alguma forma foram importantes durante esse período.

“Nós somos o que fazemos repetidamente. A excelência, portanto, não é um ato, mas um hábito.”

- Will Durant

RESUMO

Um dos métodos que mais colabora para um adequado andamento de obras de construção civil é a compatibilização entre projetos arquitetônicos, estruturais, hidrossanitários, elétricos e de interiores, a fim de se evitar atrasos no decorrer da construção, aumento de custos, insatisfação de clientes, e, também, aumento imprevisto do número dos colaboradores de determinada obra. Nessa perspectiva, sabe-se que atualmente, no Brasil, o número de pessoas que contratam profissionais de engenharia e arquitetura para realizações de obras ainda é bastante limitado, o que é uma problemática preocupante, visto que, até mesmo em obras que existem tais profissionais, ocorrem possibilidades de incompatibilidades entre projetos. Desse modo, este trabalho tem o objetivo de apresentar uma análise comparativa de incompatibilizações entre projetos arquitetônicos, estruturais e complementares, de duas obras residenciais de alto padrão, intituladas, nesta pesquisa, de Obra 01 e Obra 02, localizadas na região metropolitana de Fortaleza - CE. Sob esse viés, o presente trabalho é elaborado por meio de uma pesquisa de campo, onde são coletadas informações sobre os projetos e execuções das obras, com a finalidade de analisar e documentar todas as interferências encontradas. Os resultados da pesquisa apresentaram incompatibilidades existentes nas duas obras analisadas. Na Obra 01, as incompatibilizações foram mais constantes do que na Obra 02, visto que a execução da mesma foi iniciada cinco meses antes dessa segunda. Nessa perspectiva, certas ausências de compatibilizações de projetos puderam ser previstas antes das execuções, entretanto, alguns problemas foram observados apenas depois, os quais geraram retrabalhos, gastos não previstos, tempo de obra estendido, entre outras adversidades. Como exemplos de incompatibilidades encontradas comumente nas duas obras, pode-se citar a ausência de “passagens” para as tubulações elétricas e hidrossanitárias nas vigas baldrame, dimensões elevadas de vigas e pilares, furos e escareamentos inapropriados em vigas e pilares, entre outros. Desse modo, fica evidenciada a importância da compatibilização de projetos, independente do porte da obra, sendo notória que a compatibilização de projetos é uma etapa essencial da fase de planejamento e execução dos projetos, não sendo totalmente eficaz durante a fase de execução.

Palavras-Chave: Compatibilização em BIM. Análise de projetos. Comparação de projetos. Construção civil.

ABSTRACT

One of the methods that most collaborates for an adequate progress of civil construction works is the compatibility between architectural, structural, hydrosanitary, electrical and interior projects, in order to avoid delays in the course of construction, increase in costs, customer dissatisfaction, and, also, an unforeseen increase in the number of collaborators in a given work. From this perspective, it is known that currently, in Brazil, the number of people who hire engineering and architecture professionals to carry out works is still quite limited, which is a worrying problem, since, even in works where there are such professionals, there are possibilities of incompatibilities between projects. Thus, this work aims to present a comparative analysis of incompatibilities between architectural, structural and complementary projects, of two high standard residential works, entitled, in this research, Obra 01 and Obra 02, located in the metropolitan region of Fortaleza - EC Under this bias, the present work is elaborated through a field research, where information about the projects and executions of the works are collected, in order to analyze and document all the interferences found. The research results showed existing incompatibilities in the two analyzed works. In Work 01, the incompatibilities were more constant than in Work 02, since the execution of the same started five months before this second one. In this perspective, certain absences of project compatibility could be foreseen before the executions, however, some problems were observed only later, which generated rework, unforeseen expenses, extended work time, among other adversities. As examples of incompatibilities commonly found in the two works, we can mention the absence of “passages” for the electrical and hydrosanitary pipes in the baldrame beams, high dimensions of beams and pillars, holes and inappropriate countersinks in beams and pillars, among others. In this way, the importance of project compatibility is evident, regardless of the size of the work, and it is notorious that project compatibility is an essential step in the planning and execution phase of projects, not being fully effective during the execution phase.

Keywords: BIM compatibility. Project analysis. Project comparison. Construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Capacidade de influência do custo final de uma obra, ao longo de suas fases.	15
Figura 2 – Fases do projeto.	16
Figura 3 – Conflito Arquitetura X Estrutura.	20
Figura 4 – Conflito Arquitetura X Instalações.	21
Figura 5 – Conflito Estrutura X Instalações.	22
Figura 6 – Conflito Arquitetura X Arquitetura.	23
Figura 7 – Classificação da pesquisa.	25
Figura 8 – Fluxograma das atividades.	26
Figura 9 – Localização do condomínio onde se encontra a Obra 01.	27
Figura 10 – Perspectiva 3D da vista da fachada frontal da Obra 01.	28
Figura 11 – Perspectiva 3D da vista da fachada traseira da Obra 01.	29
Figura 12 – Perspectiva 3D da vista da fachada lateral direita da Obra 01.	29
Figura 13 – Planta baixa do pavimento térreo da Obra 01.	30
Figura 14 – Planta baixa do pavimento superior da Obra 01.	30
Figura 15 – Forma do pavimento superior.	31
Figura 16 – Forma do pavimento coberta.	32
Figura 17 – Planta de instalações hidráulicas do pavimento térreo.	33
Figura 18 – Planta de instalações hidráulicas do pavimento superior.	33
Figura 19 – Planta de instalações sanitárias do pavimento térreo.	34
Figura 20 – Planta de instalações sanitárias do pavimento superior.	34
Figura 21 – Planta de instalações elétricas do pavimento térreo.	35
Figura 22 – Planta de instalações elétricas do pavimento superior.	35
Figura 23 – Localização do condomínio onde se encontra a Obra 02.	36
Figura 24 – Perspectiva 3D da vista da fachada frontal da Obra 02.	37
Figura 25 – Perspectiva 3D da vista da fachada traseira da Obra 01.	38
Figura 26 – Perspectiva 3D da vista da fachada lateral direita da Obra 01.	38
Figura 27 – Planta baixa do pavimento térreo da Obra 02.	39
Figura 28 – Planta baixa do pavimento superior da Obra 02.	39
Figura 29 – Forma do pavimento superior.	40
Figura 30 – Forma do pavimento coberta.	41
Figura 31 – Planta de instalações hidráulicas do pavimento térreo.	42
Figura 32 – Planta de instalações hidráulicas do pavimento superior.	42

Figura 33 – Planta de instalações sanitárias do pavimento térreo.	43
Figura 34 – Planta de instalações sanitárias do pavimento superior.	43
Figura 35 – Planta de instalações elétricas do pavimento térreo.	44
Figura 36 – Planta de instalações elétricas do pavimento superior.	44
Figura 37 – Trecho da área de lazer da Obra 01, revisão 01 de projeto.	46
Figura 38 – Trecho da área de lazer da Obra 01, revisão 02 de projeto.	46
Figura 39 – Escavação manual das bases de fundação.	47
Figura 40 – Viga baldrame totalmente concretada.	48
Figura 41 – Trecho do projeto estrutural inicial da viga V9.	49
Figura 42 – Trecho do projeto estrutural posterior da viga V9 e pilarete criado.	49
Figura 43 – Viga V9 executada.	50
Figura 44 – Largura das alvenarias da Obra 01.	51
Figura 45 – Local onde foi executado a criação do <i>Shaft</i>	52
Figura 46 – Fachada lateral executada.	53
Figura 47 – Fachada posterior executada.	53
Figura 48 – Exemplo de utilização de gesso hidrofugado em fachadas.	54
Figura 49 – Projeto executivo de pontos elétricos do pavimento térreo da Obra 01.	55
Figura 50 – Projeto executivo de pontos elétricos do pavimento superior da Obra 01.	55
Figura 51 – Locação de interruptores em alinhamento vertical, e não horizontal.	56
Figura 52 – Furo em viga, realizado para passagens de tubulações.	57
Figura 53 – Furo em viga, realizado para passagens de tubulações.	57
Figura 54 – Corte do projeto arquitetônico inicial.	59
Figura 55 – Corte do projeto estrutural inicial.	59
Figura 56 – Corte do projeto arquitetônico revisado.	60
Figura 57 – Corte do projeto estrutural revisado.	60
Figura 58 – Tubulações hidrossanitárias cruzando a viga baldrame.	61
Figura 59 – Execução da fachada frontal da Obra 02.	62
Figura 60 – Largura das alvenarias da Obra 02.	63
Figura 61 – Projeto executivo de pontos elétricos do pavimento térreo da Obra 02.	64
Figura 62 – Projeto executivo de pontos elétricos do pavimento superior da Obra 02.	65
Figura 63 – Execução de um pilar que coincide na localização de tomadas e interruptores. .	65
Figura 64 – Execução de alvenaria e viga, onde passariam tubulações de esgoto.	66
Figura 65 – Fachada lateral esquerda executada da Obra 02.	67
Figura 66 – Análise comparativa das incompatibilidades das Obras 01 e 02.	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1.	Objetivos	12
1.1.1	<i>Objetivo geral</i>	12
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i>	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	Desenvolvimento projetual.....	14
2.2	Compatibilizações de projetos	17
2.3	Incompatibilidades de projetos.....	17
2.4	Principais conflitos de projetos em residências de alto padrão	18
2.4.1	<i>Conflito das disciplinas: Arquitetura X Estrutura</i>	19
2.4.2	<i>Conflito das disciplinas: Arquitetura X Instalações Hidrossanitárias</i>	20
2.4.3	<i>Conflito das disciplinas: Estrutura X Instalações</i>	21
2.4.4	<i>Conflito das disciplinas: Arquitetura X Arquitetura</i>	22
3	METODOLOGIA	24
3.1	Classificação da pesquisa.....	24
3.2	Fluxograma das atividades.....	25
3.3	Características das obras.....	27
3.3.1	<i>Obra 01</i>	27
3.3.1.1	<i>Localização, loteamento e canteiro</i>	27
3.3.1.2	<i>Projeto arquitetônico</i>	27
3.3.1.3	<i>Projeto estrutural</i>	31
3.3.1.4	<i>Projeto hidrossanitário</i>	32
3.3.1.5	<i>Projeto elétrico</i>	34
3.3.2	<i>Obra 02</i>	36
3.3.2.1	<i>Localização, loteamento e canteiro</i>	36
3.3.2.2	<i>Projeto arquitetônico</i>	36
3.3.2.3	<i>Projeto estrutural</i>	40
3.3.2.4	<i>Projeto hidrossanitário</i>	41
3.3.2.5	<i>Projeto elétrico</i>	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1	Incompatibilidades de projetos: Obra 01	45
4.2	Incompatibilidades de projetos: Obra 02	58
5	CONCLUSÃO	70
	REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

As sociedades sempre buscaram evoluções em diversos âmbitos sociais e econômicos, a fim de se ter uma melhora na qualidade de vida dos indivíduos. Nessa perspectiva, faz-se necessário retratar a existência de um grande fator contribuinte para o sistema de economia do país, que é o setor de construção civil (OLIVEIRA, 2018). A engenharia que planeja, projeta, executa e gerencia obras e empreendimentos, é uma ciência de magnitude acentuada, a qual impactou em 2017, segundo a Federação das Indústrias de Distrito Federal (FIBRA), cerca de 6,2% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, o equivalente a R\$322 bilhões, sem contar com os trabalhadores informais.

Sob essa óptica, cabe salientar que estudos de casos relacionados a fatores de melhorias dos processos de gerenciamento de obras são de análises imprescindíveis, as quais devem visar soluções de ampliações de qualidade e satisfação, e reduções de tempo e custos (NUNES et al., 2020). Logo, antes de uma residência ser finalizada, são diversos os processos até a sua execução.

Um dos métodos que mais colabora para um adequado andamento da obra é a compatibilização entre projetos arquitetônicos, estruturais, hidrossanitários, elétricos, de interiores, de gás, entre outros, a fim de se evitar atrasos no decorrer da construção, aumento de custos, insatisfação de clientes, e, também, aumento imprevisto do número de colaboradores de determinada obra. Em contrapartida, segundo o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU, 2022), uma pesquisa encomendada para o Instituto Datafolha mostra que mais de 80% dos brasileiros constroem sem arquiteto ou engenheiro.

As compatibilizações entre projetos devem ser realizadas a partir do projeto arquitetônico final apresentado ao cliente, ou seja, após esta entrega realizada pela equipe de arquitetura, cabe à equipe de engenharia civil responsável fazer as adequações corretas; a começar pelo projeto estrutural (fundações, pilares, vigas, lajes), que deve ser feito por um especialista da área de estruturas, visando seguir as diretrizes propostas ao cliente. A partir disso, a equipe de engenharia civil responsável deve fazer as adequações dos projetos hidrossanitários (água fria, água quente, esgoto, águas pluviais), lembrando sempre de verificar se há ou não interrupções estruturais das passagens hidrossanitárias. Dando continuidade às harmonizações entre projetos, cabe à equipe de engenharia elétrica fornecer um projeto que seja adequado à residência apresentada, verificando, a partir do projeto

arquitetônico, todos os equipamentos elétricos e pontos de iluminação desejados pelo proprietário da casa (GOMES; ALMEIDA, 2021).

Sob esse viés, o projeto que finaliza toda a parte de compatibilizações de projetos é o de interiores. Esse último pode ser realizado tanto por arquitetos especialistas, como também por designer de interiores. Essa parte requer demasiada atenção, pois é a parte onde entram todos os acabamentos e finalizações que os clientes desejam, além de todos os concluímentos luminotécnicos e de mobiliários.

Assim, de maneira sistêmica, as compatibilizações de projetos buscam, por melhoria contínua, proporcionar tanto aos clientes como aos construtores ganhos de eficiência no processo de produção. Desse modo, apesar das afirmações otimistas de Callegari (2007) relacionadas a utilizações de programas de unificação de projetos no processo de compatibilização, o uso de ferramentas que facilitam esse processo faz com que muitos profissionais passem despercebidos em relação às inconformidades dos diversos projetos de uma obra.

Portanto, este trabalho teve a finalidade de comparar projetos em diferentes obras residenciais de alto padrão, a fim de buscar pela racionalização dos processos de elaboração de cada serviço, buscando garantir a qualidade e padronização dos sistemas construtivos.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Apresentar uma análise de incompatibilizações de projetos em condomínios residenciais de alto padrão na região metropolitana de Fortaleza - CE.

1.1.2 Objetivos específicos

- Comparar os projetos arquitetônicos com os projetos estruturais das residências;
- Avaliar a incompatibilização dos projetos estruturais com os projetos hidrossanitários, elétricos e de interiores, das residências avaliadas;

- Realizar uma análise comparativa das incompatibilidades encontradas em cada residência a fim de apresentar um panorama geral que ocorre em projetos residenciais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo reúne informações coletadas em publicações correntes, a respeito dos assuntos abordados. A priori, faz-se uma abordagem sobre o desenvolvimento projetual das residências e fases de projeto. Em seguida, é abordada a compatibilização e incompatibilização de projetos em residências de alto padrão, a fim de apresentar um apanhado do que será discutido nesse estudo.

2.1 Desenvolvimento projetual

Sabe-se que o processo de desenvolvimento projetual corresponde grande influência na qualidade final do empreendimento, e que a utilização de projetos bem elaborados, na execução de qualquer obra de construção civil, influencia diretamente nos custos totais finais.

Nessa perspectiva, segundo Ávila (2011), análises mais aprofundadas nas etapas iniciais dos projetos tendem a gerar maior economia ao empreendimento, considerando que os problemas futuros são previstos antes, com a intenção de evitar ou minimizar incompatibilidades, retrabalhos, falhas e desperdícios que seriam percebidos apenas durante a execução, reiterando, assim, a importância do desenvolvimento projetual para uma obra, e o quanto esta etapa é extremamente necessária, e requer demasiada atenção por parte dos profissionais envolvidos.

Valeriano (1998) afirma que projeto é um conjunto de ações executadas de forma coordenada, onde são previstos recursos humanos, financeiros, materiais e serviços de gerenciamentos, compras e transportes para que em determinado período se alcance determinado objetivo. O mesmo autor afirma, ainda, que o projeto de engenharia é a elaboração e consolidação das informações destinadas à execução de uma determinada obra, fabricação de um produto, fornecimento de um serviço ou execução de um processo.

Sob esse viés, Cruz (2017) declara que a qualidade dos projetos na construção está totalmente relacionada com a importância que se dá a esta etapa. Desse modo, a situação presente do mercado impõe competitividade, ou seja, projetos eficientes, que diminuam os custos da construção e mantenham a capacidade de atender as necessidades requeridas.

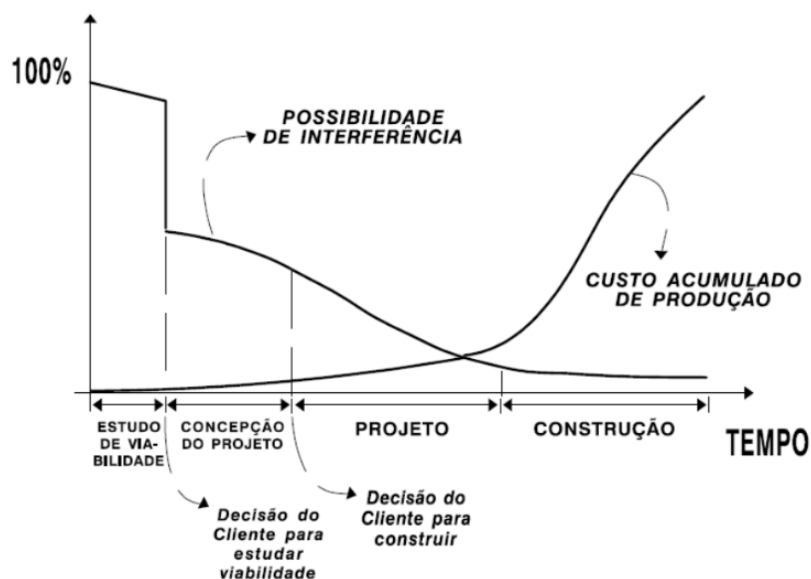
Seguindo a mesma linha de pensamento de Cruz (2017), Pellizarro e Vincenzi (2018) dizem que, perante a atual competitividade do setor da construção civil, gerir projetos com

maior qualidade se torna imprescindível. Concluindo, dessa forma, que o desafio dos profissionais da área é elevar a qualidade dos projetos, tornando-os eficientes, ao mesmo passo em que se aperfeiçoam os custos.

Logo, a partir das afirmações dos autores, é visto que quanto mais clareza das ideias desejadas for percorrida entre arquitetos, engenheiros e clientes na fase de elaboração de projetos, mais fácil será o aprimoramento das compatibilidades necessárias para a fase de execução, a fim de se manter uma qualidade adequada, obedecendo as necessidades atribuídas, buscando redução de custos desnecessários.

Nessa perspectiva, o vínculo entre o valor a ser gasto por uma modificação à medida que a obra avança é uma crescente, fazendo-se necessária uma organização clara do que vai ser apresentado ao contratante, para que sejam evitados desperdícios além do que pretendia ser gasto; desperdícios esses que poderiam ser investidos em melhorias da edificação. Essas afirmações ficam evidentes na Figura 1, a qual mostra as influências dos custos do empreendimento ao longo de suas fases.

Figura 1 – Capacidade de influência do custo final de uma obra, ao longo de suas fases.



Fonte: Ávila (2011).

Segundo Rego (2000), para um aperfeiçoamento na criatividade e no pensamento do projetista, suportes são utilizados nas fases de desenvolvimento projetual arquitetônico, com a finalidade de registrar a evolução do progresso da sua proposta, manter contato e interagir com os indivíduos contratantes do projeto. Neste caso, o suporte habitual é a representação gráfica, que funciona como uma ferramenta mediadora que se integra com o processo

cognitivo e criativo do arquiteto, permitindo-lhe comunicar com a sua imaginação e também com projetos complementares.

A Figura 2 traz um resumo descritivo das etapas de cada fase de projeto, de acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 6492 de 1994. A Figura tem como proposta padronizar o método processual de desenvolvimento de projetos, a fim de se evitar incompatibilidades na fase de execução.

Figura 2 – Fases do projeto.

FASES DO PROJETO	DESCRIÇÃO DA ETAPA
Levantamento de dados	Fase inicial de definições que compreende o objetivo da obra, o programa de necessidades do cliente, informações sobre o terreno e a consulta ao Código de Obras do Município e demais instrumentos específicos de informação que se façam necessários.
Estudo preliminar	Apresenta o partido arquitetônico adotado, a configuração da edificação e a respectiva implantação no terreno, incorporando as exigências definidas no programa de necessidades do cliente.
Anteprojeto	Nesta fase o desenho deve apresentar a solução adotada para o projeto, com as respectivas especificações técnicas. São considerados os aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, permitindo uma primeira avaliação de custo e prazo.
Projeto legal	Constitui no projeto arquitetônico proposto considerando todas as exigências contidas no programa de necessidades, no estudo preliminar e no anteprojeto aprovado pelo cliente, nos requisitos legais e nas normas técnicas.
Projeto pré-executivo	Consiste no desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico de forma a permitir a verificação das interferências com os anteprojetos complementares (fundações, estrutura, instalações, etc.).
Projeto executivo	Constitui a solução desenvolvida já compatibilizada com todos os projetos complementares, com todas as informações necessárias à execução da obra. Compõe-se dos desenhos de arquitetura devidamente compatibilizados com os projetos complementares.
Projeto de detalhamento	Complementação do projeto executivo com detalhes Construtivos, em escala apropriada, necessários a um melhor entendimento da obra.

Fonte: Adaptado ABNT (1994).

2.2 Compatibilizações de projetos

Segundo Tavares Júnior (2003), ainda é prática comum em empresas de pequeno porte o desenvolvimento de projetos sem a utilização da compatibilização das disciplinas do projeto, gerando em consequência vários fatores negativos, tais como: má qualidade da edificação, maior índice de retrabalhos, alongamento do prazo de execução, acréscimo no custo da obra, entre outros.

Reiterando a afirmação de Tavares Júnior (2003), sabe-se que apesar do crescente desenvolvimento tecnológico e do processo de fabricação apresentados pela construção civil nas últimas décadas, ainda é recorrente a falta de compatibilidade entre os projetos durante a sua execução. Esta problemática causa diversas frustrações em todos os envolvidos no processo construtivo, desde os clientes, que se tornam questionáveis no que diz respeito à qualidade, prazo e custo dos serviços prestados pela empresa contratada, até os colaboradores da sociedade, entre diretores e proletariados, os quais ficam com dúvidas onde estão errando, e como devem solucionar e antecipar possíveis problemas.

Segundo Castro (1999), um dos problemas mais corriqueiros nas variadas manifestações patológicas encontradas em edifícios estruturados em concreto armado é a interposição entre o projeto estrutural e os projetos de instalações. Esta interferência é proveniente de incompatibilidades de projetos ou de modificações no decorrer da construção, devido principalmente à falta de uma melhor coordenação entre os diversos sistemas construtivos envolvidos.

Nessa perspectiva, segundo Fabrício e Melhado (2004), ao longo do desenvolvimento projetual ocorre a concepção de projetos por profissionais de áreas distintas, cada um de acordo com sua área de formação e conhecimento. Assim, faz-se necessário as compatibilizações entre as interfaces apresentadas para que ocorra coerência entre os projetos e facilite as decisões que devem ser tomadas.

2.3 Incompatibilidades de projetos

A respeito da temática abordada, o autor Graziano (2003) afirma que existem dificuldades na compatibilização de projetos tanto por parte dos clientes, como dos projetistas, como mostram os exemplos abaixo:

I. Dificuldades na compatibilização por parte dos clientes: postergação de decisões que influem no desenvolvimento dos projetos; fornecimento de dados incorretos ou incompletos como base para os desenvolvimentos dos projetos; falta de elemento capacitado para análise técnica dos diversos projetos e tomadas de decisão.

II. Dificuldades na compatibilização por parte dos projetistas: desinteresse e ignorância sobre os demais projetos (suas fases e necessidades); descomprometimento com a interação; falta de normalização na troca de informações entre projetistas (documentação e arquivos eletrônicos sem padronização); pouco conhecimento das técnicas executivas da obra.

O autor afirma, ainda, que a maior dificuldade em compatibilizar projetos está intimamente ligada à cultura da pós-compatibilização. O erro está em pós-compatibilizar os projetos a qualquer custo, por meio de procedimentos desapropriados a atividades de se projetar e conceber ideias, como uma tentativa de corrigir o incorrigível.

Segundo Coral (2013), frequentemente as incompatibilidades dos projetos são verificadas no momento da execução do elemento em questão, e isso, como consequência, atrasa os cronogramas da obra, gera retrabalhos e pode ter influência direta com outros elementos a serem construídos.

Sob essa óptica, o autor ainda afirma que é possível que existam interferências por falta de atenção dos profissionais envolvidos no projeto e mudanças no escopo no período de projeção. Em contrapartida, grande parte das incompatibilidades é de responsabilidade do profissional que está projetando, pois este desconsidera as restrições específicas do sistema estrutural adotado.

2.4 Principais conflitos de projetos em residências de alto padrão

Sabe-se que residências de alto padrão exigem planejamento desde o início. Os projetos têm que envolver profissionais qualificados e atenção em todas as etapas. Além disso, para um imóvel ser considerado de alto padrão, ele necessita de algumas características especiais. É elaborado um projeto original, os materiais de acabamento precisam ser de primeira linha e a iluminação deve valorizar os detalhes. Grande parte dessas exigências é detalhada no projeto de interiores, elaborado pela equipe de arquitetura, onde mostra de forma realista como o cliente deseja a entrega da obra.

Nessa perspectiva, o problema que corriqueiramente acontece durante a fase de execução dos projetos estruturais é que o engenheiro calculista preza pela segurança e estabilidade da edificação, contrariando, despercebidamente, algumas intervenções arquitetônicas de interiores, causando, assim, um retrabalho na fase de projetos de mobiliários e afins.

Sob esse viés, a partir de um levantamento baseado em estudos feitos por Silveira et al. (2002); Mikaldo Junior (2006); Callegari (2007); Ferreira e Santos (2007) e Sousa (2010), De Sena (2012) desenvolveu uma análise, com a utilização dos *softwares* Autodesk Revit Architecture e Autodesk Naviswork, a fim de realizar testes de interferência com *Hard* e *Soft Clash*, além da visualização de elementos tridimensionais, com o propósito de verificar os problemas mais recorrentes na execução de residências de alto padrão.

Hard e *Soft Clash* são detectores de interferências. O primeiro tem a finalidade de detectar uma colisão física entre os objetos atuantes na modelagem dos projetos. Já o segundo, tem o propósito de alertar uma proximidade excessiva entre dois objetos que podem gerar problemas durante a execução/instalação ou manutenção das obras.

2.4.1 Conflito das disciplinas: Arquitetura X Estrutura

De Sena (2012) verificou em sua análise que entre os problemas mais recorrentes envolvendo essas disciplinas, a falta de alinhamento entre pilares, vigas e paredes ganha destaque. Isso gera “dentes” nas alvenarias, fazendo com que um volume muito maior de revestimento seja necessário para solucionar essa problemática. Além disso, a interseção de pilares e vigas com esquadrias, bem como o desacordo de vãos de portas e janelas com os vãos estruturais, dificulta a colocação de vergas, alizares e outros componentes das esquadrias, gerando atraso e retrabalho. A Figura 3 apresenta os itens confrontados e o modo de análise realizada por De Sena (2012) na compatibilização entre os projetos Arquitetônico e Estrutural.

Figura 3 – Conflito Arquitetura X Estrutura.

<i>Disciplinas analisadas</i>	<i>Características das interferências</i>	<i>Itens confrontados</i>	<i>Modo de análise</i>
ARQ. X EST.	Desalinhamento de pilares, paredes e vigas	Pilares, vigas e paredes	Visual
	Interseção de pilares e vigas com as esquadrias	Esquadrias x pilares e vigas	<i>Hard Clash</i>
	Vãos de portas e janelas em desacordo com vãos estruturais	Vigas e pilares x portas e janelas	<i>Soft Clash</i>
	Caixas dos elevadores não condizentes com os tamanhos dos mesmos	Pilares e vigas centrais x elevadores	<i>Soft Clash</i>

Fonte: De Sena (2012).

2.4.2 Conflito das disciplinas: Arquitetura X Instalações Hidrossanitárias

De Sena (2012) verificou que, na compatibilização dessas disciplinas, as prumadas de hidráulica e *shafts* costumam apresentar problemas de interseção ou mau posicionamento. Além disso, são comuns também interferências entre prumadas e esquadrias. São verificados também problemas que geram complicações e atrasos, como rebaixo de forro por conta de caixas sifonadas e curvas, encontro de registros e elementos decorativos, dentre outros. Outro problema que costuma gerar atrasos é o desencontro de aparelhos como vasos e pias e suas entradas de água e saída de esgoto. A Figura 4 apresenta os itens confrontados e o modo de análise realizada por De Sena (2012) na compatibilização entre os projetos Arquitetônico e de Instalações.

Figura 4 – Conflito Arquitetura X Instalações.

<i>Disciplinas analisadas</i>	<i>Características das interferências</i>	<i>Itens confrontados</i>	<i>Modo de análise</i>
ARQ. X INST.	Interseção de prumadas de água fria e quente com as esquadrias	Tubulações de queda x esquadrias	<i>Hard Clash</i>
	Desalinhamento de paredes com prumadas de esgoto e de água	Tubulações de queda x shaft	Visual e <i>Hard Clash</i>
	Tubulação de esgoto impedindo a colocação de forro na altura correta	Tubulação de esgoto x forro	<i>Soft Clash</i>
	Interseção de dutos horizontais e paredes	Dutos de passagem x paredes	<i>Hard Clash</i>
	Diferença no posicionamento de aparelhos e equipamentos hidrossanitários, nos projetos arquitetônico e de instalações	Peças hidrossanitária x tubulações (AF, AQ e ES)	<i>Soft Clash</i>
	Interferências de elementos decorativos com aparelhos hidrossanitários	Bancadas x registros e válvulas	<i>Soft e Hard Clash</i>
	Interruptores localizados atrás das folhas de aberturas de portas	Interruptores x Portas	Visual
	Interferências de tomadas, interruptores e QD com portas	portas x interruptores/tomadas/QD	<i>Hard e Soft Clash</i>

Fonte: De Sena (2012).

2.4.3 Conflito das disciplinas: Estrutura X Instalações

Dentre os problemas relacionados com a estrutura e as instalações, De Sena (2012) afirma que os furos não previstos para passagem de tubulações são os mais recorrentes. Eles ocorrem devido à falta de detalhamento das passagens em lajes e vigas ou devido às modificações nos projetos de instalações. Além disso, ocorrem também problemas relacionados à passagem de prumadas e ao posicionamento de aparelhos, interferindo em elementos estruturais, como quadros de distribuição posicionados próximos a pilares. As interferências entre estrutura e instalações são mais comuns em obras residenciais, mas ocorrem também em edificações comerciais. A Figura 5 apresenta os itens confrontados e o modo de análise realizada por De Sena (2012) na compatibilização entre os projetos Estrutural e de Instalações.

Figura 5 – Conflito Estrutura X Instalações.

<i>Disciplinas analisadas</i>	<i>Características das interferências</i>	<i>Itens confrontados</i>	<i>Modo de análise</i>
EST. X INST.	Interseção de tomadas, interruptores e QD com pilares	Elementos de elétrica x pilares	<i>Hard Clash</i>
	Passagem de tubulações interceptando pilares	Tubulações x pilares	<i>Hard Clash</i>
	Interseção de dutos de ventilação com vigas e pilares sem previsão da passagem	Dutos de ventilação x Vigas e Pilares	<i>Hard Clash</i>
	Furos de passagem que não foram previstos ou decorrentes de alterações de projetos	Tubulações horizontalis x vigas	<i>Soft Clash</i>
	Furos em lajes para passagem de prumadas com pouco detalhamento	Tubos de queda x lajes	<i>Hard e Soft Clash</i>
	Interseção de prumadas com vigas (geralmente em projetos com diversas formas)	Tubos de queda x vigas	<i>Hard Clash</i>

Fonte: De Sena (2012).

2.4.4 Conflito das disciplinas: Arquitetura X Arquitetura

Esse tipo de interferência, segundo De Sena (2012), afeta com maior gravidade a fase de acabamento da obra. O autor afirma que geralmente essas interferências são derivadas da falta de detalhamento de alguns elementos, como paginação de revestimentos cerâmicos, alvenaria de vedação, tamanho de bancadas, dentre outros. As sucessivas alterações de projetos e elementos arquitetônicos durante a fase executiva também é um fator que gera interferências desse tipo. A Figura 6 apresenta os itens confrontados e o modo de análise realizada por De Sena (2012) na compatibilização entre os projetos Arquitetônico e Arquitetônico.

Figura 6 – Conflito Arquitetura X Arquitetura.

<i>Disciplinas analisadas</i>	<i>Características das interferências</i>	<i>Itens confrontados</i>	<i>Modo de análise</i>
ARQ. X ARQ.	Falta de paginação de piso e revestimento cerâmico	Cerâmica	Visual
	Alizar de portas e janelas incompatíveis com os espaços previstos em projeto.	Vãos x esquadrias	<i>Hard Clash</i>
	Desencontro de medidas de bancadas com o espaço interno de banheiros e cozinhas.	Bancadas x paredes	<i>Hard Clash</i>
	Interseção de sancas com alizar de portas e janelas	Forro x janelas e portas	<i>Hard Clash</i>

Fonte: De Sena (2012).

3 METODOLOGIA

Nessa seção é apresentado o método utilizado para avaliar o impacto da ausência de compatibilização na execução de duas obras residenciais de alto padrão, intituladas como “Obra 01” e “Obra 02”, localizadas na região metropolitana de Fortaleza, capital do estado do Ceará. Vale salientar que, durante a realização da pesquisa até a data da apresentação deste trabalho, as duas obras ainda não estavam finalizadas.

3.1 Classificação da pesquisa

Em relação à classificação desta pesquisa, a mesma foi realizada em função da natureza, objeto/meio, abordagem, objetivos/fins e procedimentos técnicos, conforme, respectivamente, proposto por Kothari (2013) e resumido de forma gráfica na Figura 7.

Quanto à natureza, classifica-se como uma pesquisa aplicada, pois, segundo Kothari (2013), ela busca resolver um problema imediato que aflige uma organização ou sociedade, especialmente por ter como base a aplicação da ferramenta em um contexto nacional.

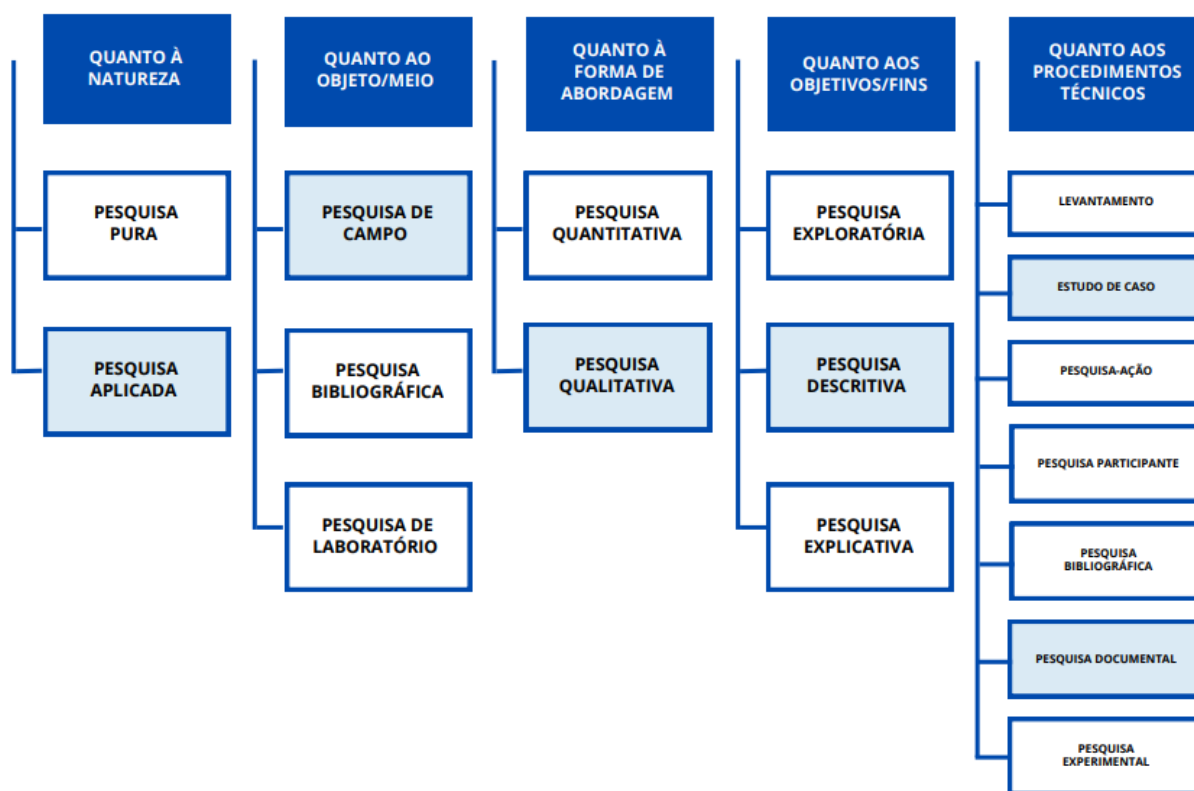
Quanto ao objeto/meio, a pesquisa é de campo, pois envolve técnicas de observação de fenômenos, seja presente ou não presente, e que no caso desta pesquisa, observa-se o fenômeno em obras de engenharia. (KOTHARI, 2013).

Quanto à forma de abordagem, como qualitativa, pois segundo o mesmo autor, busca investigar o tipo e o comportamento de um modelo de aplicação da ferramenta, baseado na interpretação subjetiva dos indivíduos, ilustrando uma abordagem que não é muito estruturada e com o apoio de várias fontes de evidência e proximidade do fenômeno estudado.

Quanto aos objetivos/fins, classifica-se como uma pesquisa descritiva, pois busca investigar fatos e realidades da forma que elas acontecem, onde o pesquisador não consegue controlar as variáveis que está pesquisando. Uma evidência disso é o fato que se trata de uma investigação após um projeto já ocorrido (KOTHARI, 2013).

Quanto aos procedimentos técnicos, classificam-se como um estudo de caso, por se tratar de uma análise de um fenômeno contemporâneo no contexto em que ele está inserido, principalmente no caso em que as fronteiras entre o contexto e este evento não são claras. Ademais, utiliza múltiplas fontes de evidências documentadas, portanto classifica-se também como pesquisa documental.

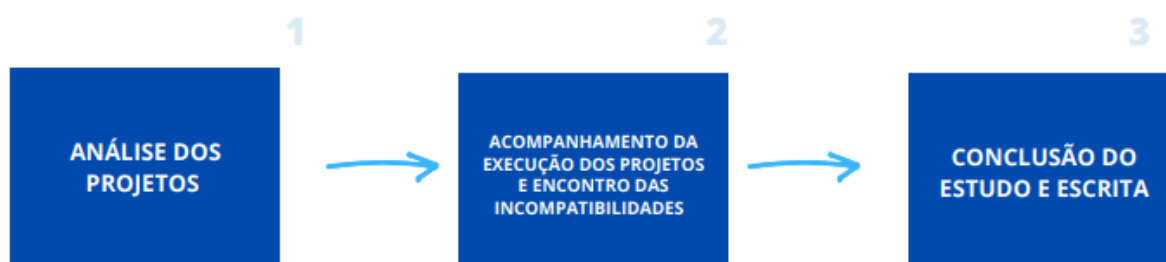
Figura 7 – Classificação da pesquisa.



Fonte: Adaptado de Kothari (2013).

3.2 Fluxograma das atividades

Para benefício da elaboração desta pesquisa, foi necessária a seleção das obras em fase de execução, com a finalidade de realizar um estudo de caso, elaborando um levantamento fotográfico e uma documentação descritiva, para verificação e análise das interferências físicas, através de conflitos geométricos e de funcionalidade, realizando diariamente um acompanhamento nos canteiros de obras, através de observações *in loco* e estudos documentais, com objetivo de verificar possíveis incompatibilidades entre os projetos de arquitetura e complementares, que deram origem a modificações no projeto e/ou retrabalhos, a fim de propor melhorias para execução do projeto, baseado nessas contradições. Assim, com o propósito de proporcionar um auxílio na elaboração deste trabalho, foi traçado, ademais, um fluxograma estrutural das atividades a serem realizadas, a fim de se obter os resultados desta pesquisa, de acordo como representa a Figura 8.

Figura 8 – Fluxograma das atividades.

Fonte: Autor.

A partir do fluxograma apresentado acima pela Figura 8, sabe-se que primeiramente é necessário estabelecer o tema da pesquisa, para então dar início à revisão bibliográfica, a fim de se aprofundar no assunto. Paralelamente, faz-se necessário realizar a escolha da empresa a qual serão extraídos os dados do estudo. O critério principal para escolher a empresa foi a facilidade de acesso a dados e acompanhamentos, a fim de realizar as devidas observações.

Nessa perspectiva, para a elaboração do presente trabalho, também foi necessário realizar cursos dos softwares AutoCad, SketchUp, Eberick, QiHidrossanitário e QiElétrico, para possibilitar a modelagem das edificações e compatibilizações dos projetos, além da comunicação entre cada individualidade dos projetistas em questão. A partir daí foi feita a Introdução e Fundamentação Teórica desta pesquisa, utilizando-se artigos, sites da área de projetos em engenharia civil, e monografias (TCCs, dissertações e teses) como referências.

Na terceira fase do fluxograma, foram realizadas diversas análises dos projetos, juntamente com os encarregados de gerenciar a construção das duas edificações estudadas, a fim de se ter uma previsão das futuras demandas e atividades a serem ainda executadas. Essa fase é a que requer mais atenção, pois é a partir dela que ocorrerá a verificação das incompatibilidades dos projetos na execução, caracterizando a quarta fase metodológica.

Desse modo, o próximo passo desta pesquisa foi acompanhar a execução de todos os projetos apresentados (arquitetônico, hidráulico, hidrossanitário, elétrico e interiores), com a finalidade de verificar, analisar, documentar e buscar solucionar, juntamente aos profissionais envolvidos, todos os problemas de incompatibilidades existentes entre os projetos das edificações envolvidas na pesquisa.

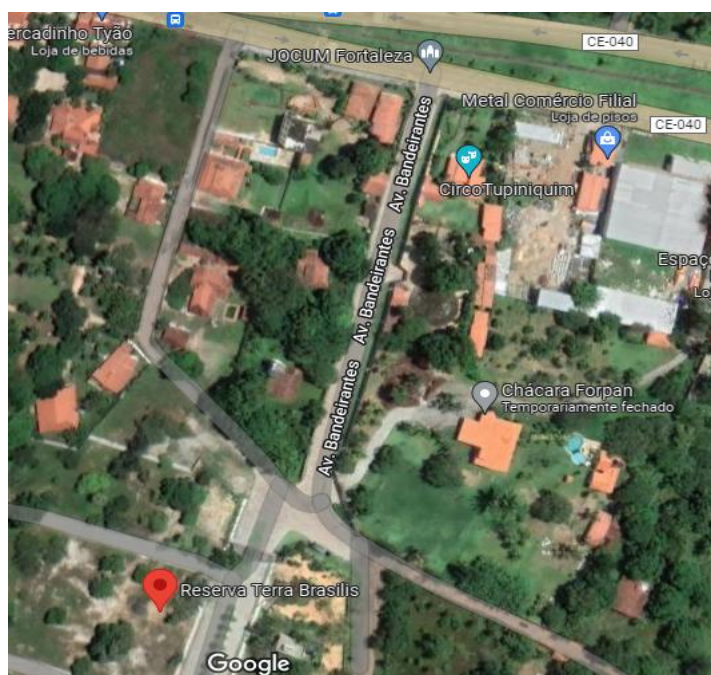
3.3 Características das obras

3.3.1 Obra 01

3.3.1.1 Localização, loteamento e canteiro

O empreendimento residencial intitulado pelo autor deste trabalho como “Obra 01” está localizado no bairro Jacundá, no município de Aquiraz, região metropolitana de Fortaleza - CE, distante cerca de 28 km do centro da capital cearense. O lote da Obra 01 possui comprimento aproximado de 11,47 m de frente, 10,79 m de fundo e 27,50 m de laterais, fornecendo, aproximadamente, 306,04 m² de área.

Figura 9 – Localização do condomínio onde se encontra a Obra 01.



Fonte: Google Maps (2022).

3.3.1.2 Projeto arquitetônico

O condomínio em que se encontra a Obra 01 possui diversas edificações residenciais, com variados estilos arquitetônicos, onde nossa obra pode ser caracterizada como de arquitetura moderna, de área construída de 201,47 m², onde no pavimento térreo se encontra uma sala de estar integrada com sala de jantar, cozinha, área de serviço, suíte com banheiro reversível, *deck* com churrasqueira e piscina, lavabo e garagem; já no pavimento superior

encontram-se três suítes (uma delas com *closet*) e uma varanda com vista para as laterais da casa.

As Figuras 10, 11 e 12 representam, em forma de imagem virtual 3D, as perspectivas das vistas das fachadas da Obra 01, como seguem abaixo:

Figura 10 – Perspectiva 3D da vista da fachada frontal da Obra 01.



Fonte: Autor.

Figura 11 – Perspectiva 3D da vista da fachada traseira da Obra 01.



Fonte: Autor.

Figura 12 – Perspectiva 3D da vista da fachada lateral direita da Obra 01.



Fonte: Autor.

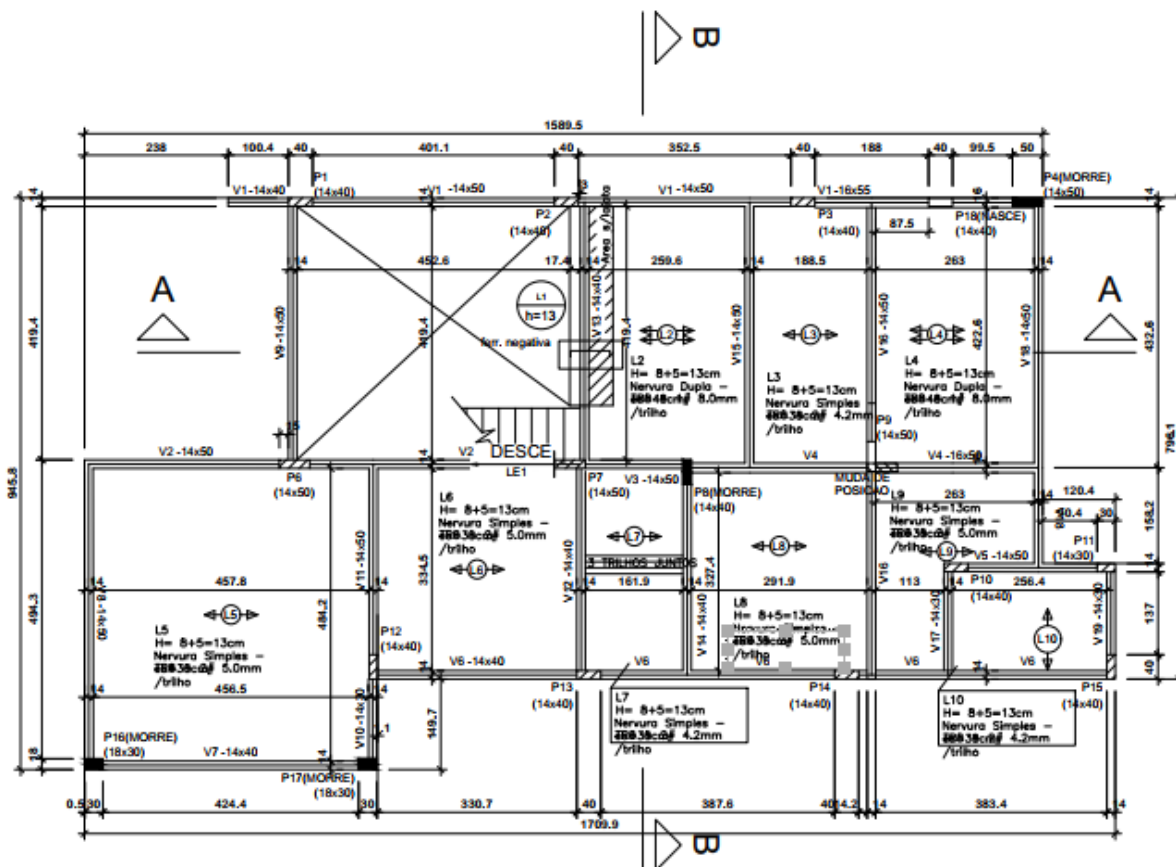
3.3.1.3 Projeto estrutural

O projeto estrutural da Obra 01 foi realizado por um escritório à parte da construtora que executou a construção do empreendimento.

A edificação conta com um total de 20 pilares e 19 vigas, distribuídos ao longo da fundação até o topo da caixa d'água.

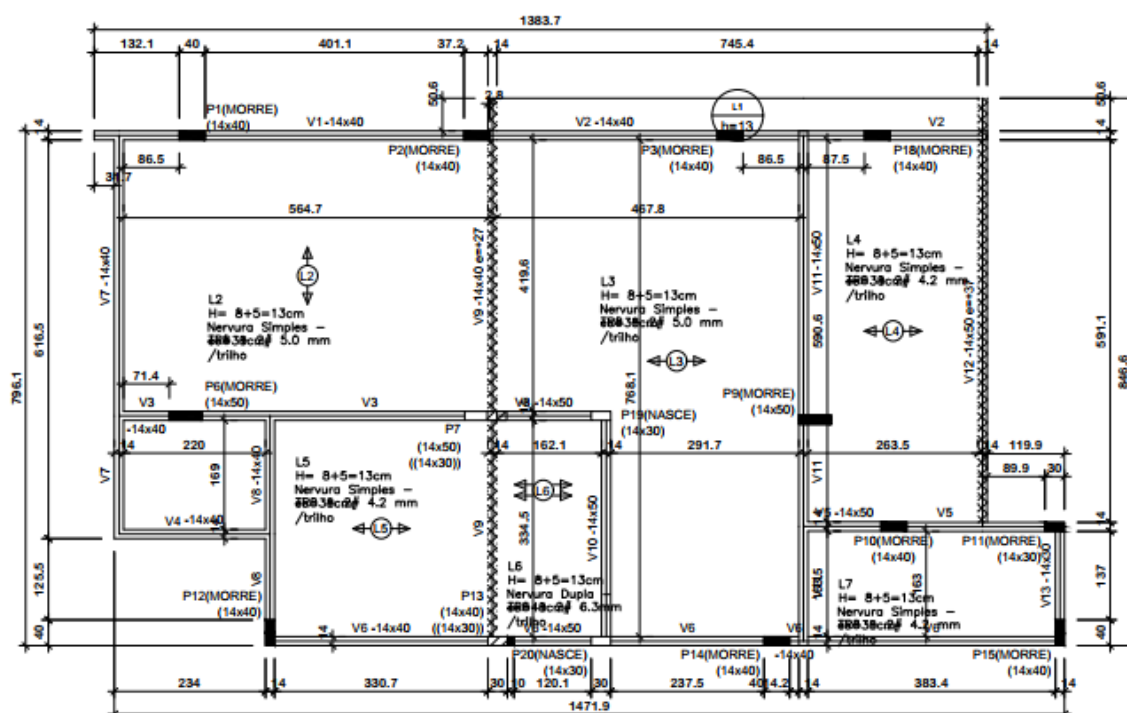
As Figuras 15 e 16 representam, respectivamente, as formas das lajes do pavimento superior (nível 305 cm do piso térreo) e do pavimento da cobertura (nível 596 cm do piso térreo), as quais são trechos do projeto estrutural que correspondem os pilares e vigas com um maior nível de detalhes referentes às locações.

Figura 15 – Forma do pavimento superior.



Fonte: Autor.

Figura 16 – Forma do pavimento coberta.



Fonte: Autor.

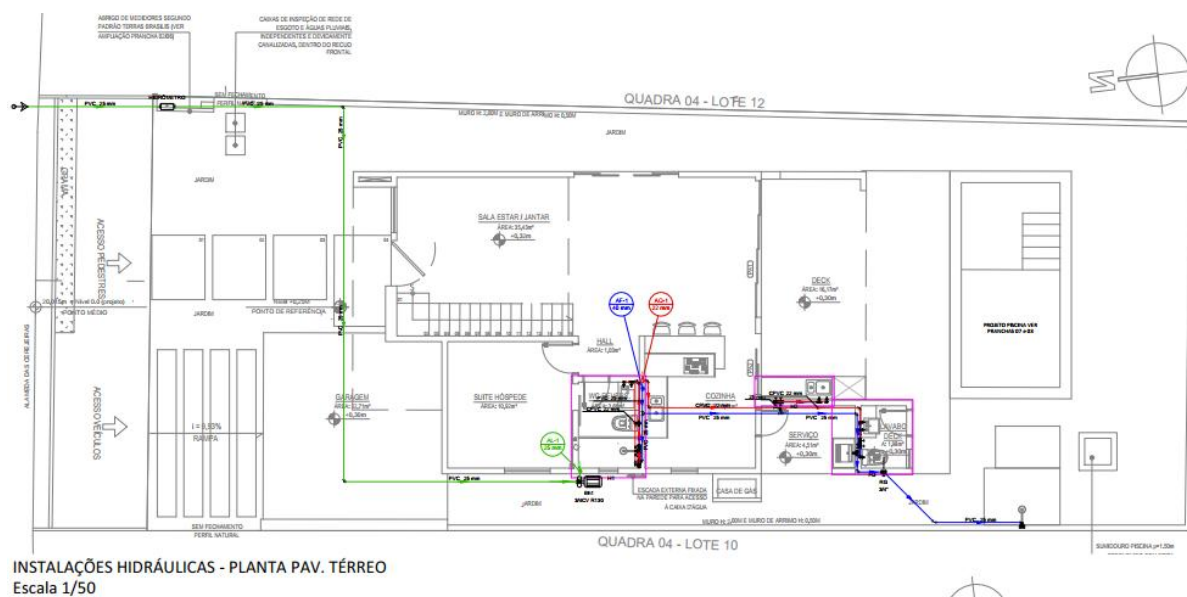
3.3.1.4 Projeto hidrossanitário

O projeto hidrossanitário da Obra 01 foi realizado por um escritório à parte da construtora que executou a construção do empreendimento.

O mesmo conta com especificações em plantas hidráulicas e sanitárias dos pavimentos térreo e superior. Além das plantas de cobertura e de piscina, com cortes, detalhamentos e afins.

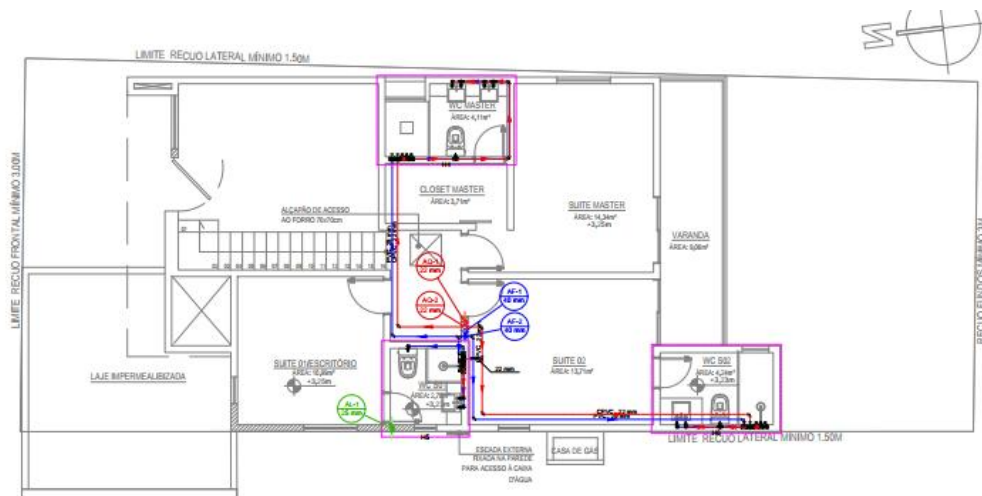
As Figuras 17, 18, 19 e 20 representam, respectivamente, as plantas de maior importância para a execução de um projeto, as quais são trechos do projeto hidrossanitário que correspondem às instalações hidráulicas do pavimento térreo, às instalações hidráulicas do pavimento superior, às instalações sanitárias do pavimento térreo e às instalações sanitárias do pavimento superior.

Figura 17 – Planta de instalações hidráulicas do pavimento térreo.



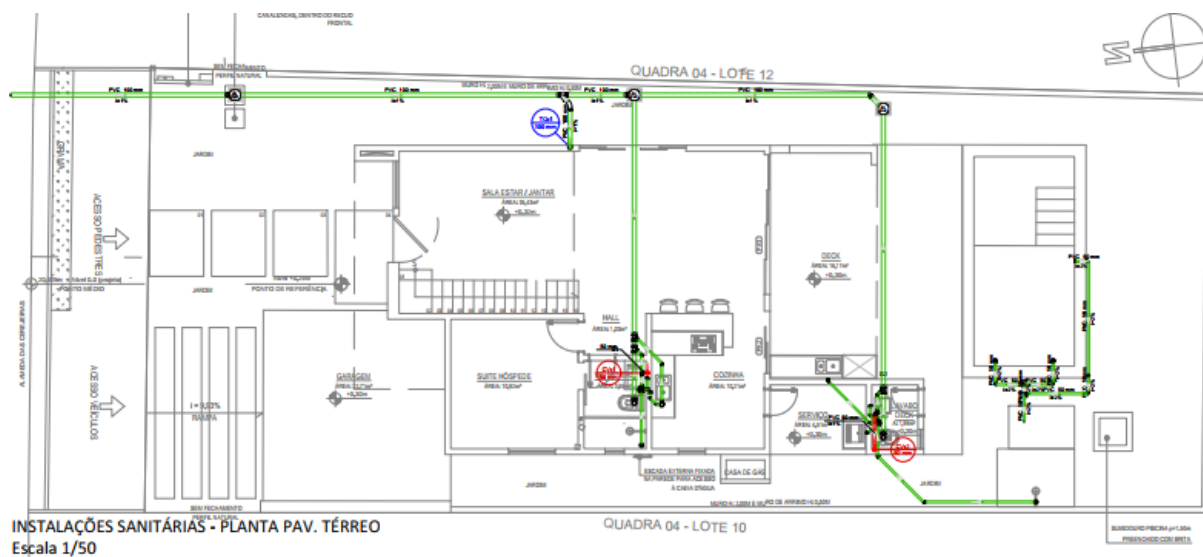
Fonte: Autor.

Figura 18 – Planta de instalações hidráulicas do pavimento superior.



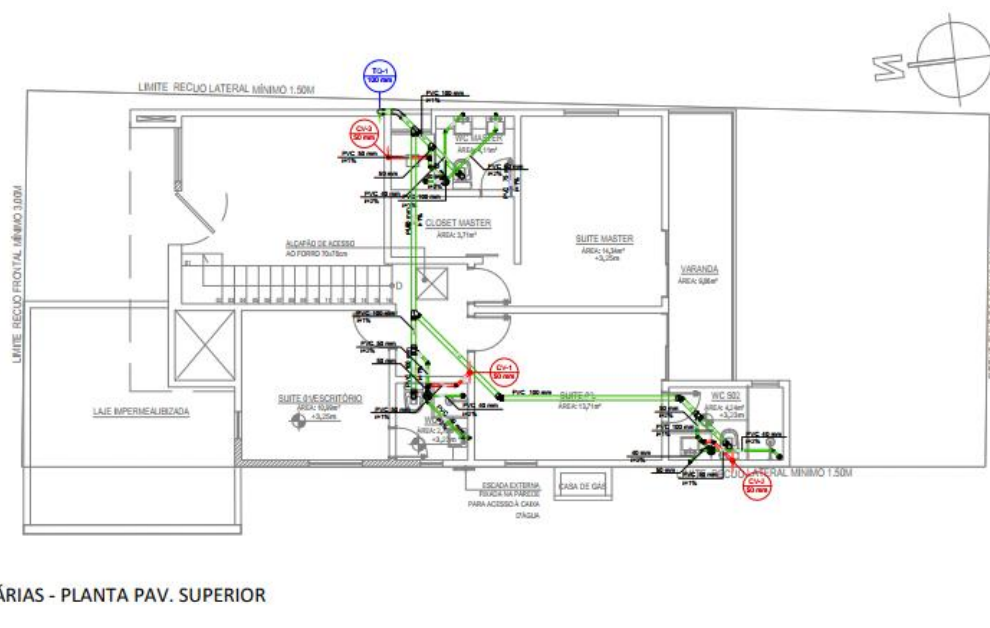
Fonte: Autor.

Figura 19 – Planta de instalações sanitárias do pavimento térreo.



Fonte: Autor.

Figura 20 – Planta de instalações sanitárias do pavimento superior.



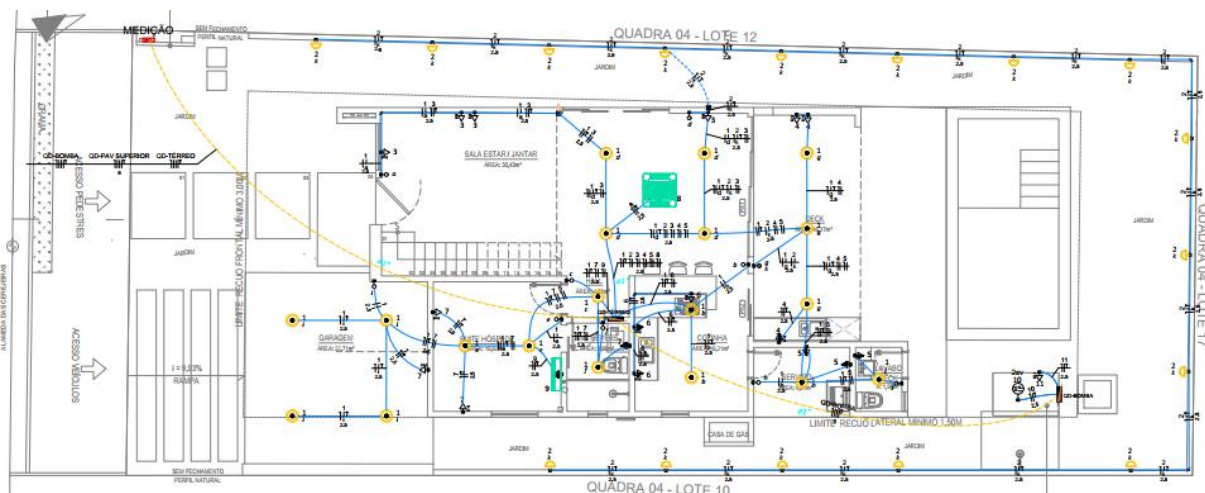
Fonte: Autor.

3.3.1.5 Projeto elétrico

O projeto elétrico da Obra 01 foi realizado por um escritório à parte da construtora que executou a construção do empreendimento.

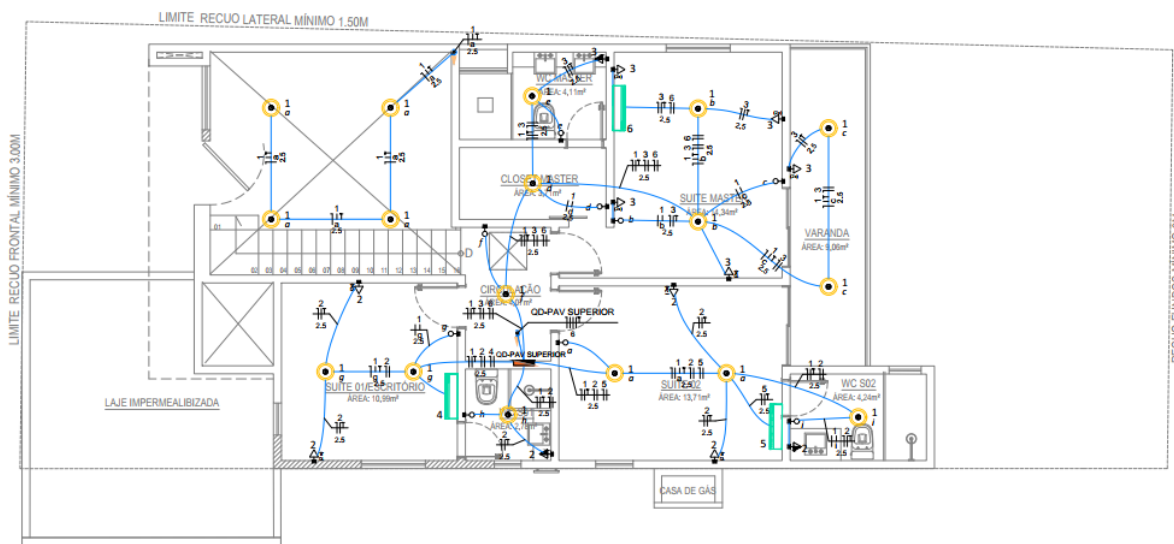
As Figuras 21 e 22 representam, respectivamente, as plantas dos circuitos elétricos do pavimento térreo e do pavimento da superior. Em contrapartida, muitas modificações ocorreram quando foi realizada a adaptação para o projeto de interiores, alterações essas, as quais serão relatadas posteriormente no tópico de Resultados e Discussões.

Figura 21 – Planta de instalações elétricas do pavimento térreo.



Fonte: Autor.

Figura 22 – Planta de instalações elétricas do pavimento superior.



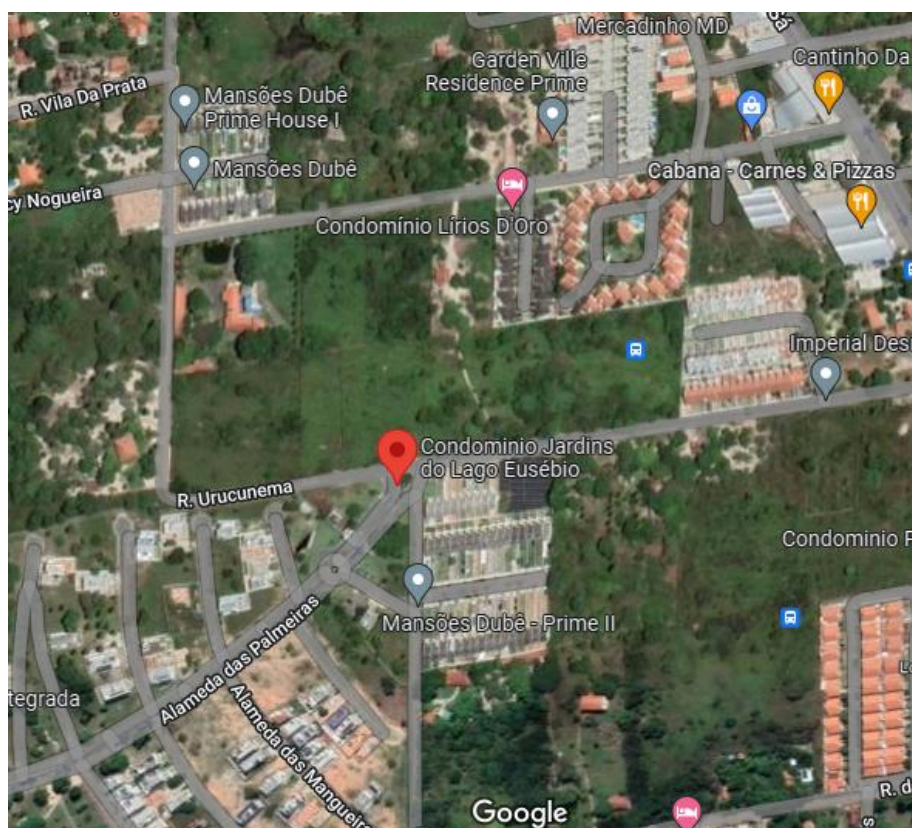
Fonte: Autor.

3.3.2 Obra 02

3.3.2.1 Localização, loteamento e canteiro

O empreendimento residencial intitulado pelo autor deste trabalho como “Obra 02” está localizado no bairro Urucunema, no município de Eusébio, região metropolitana de Fortaleza - CE, distante cerca de 26 km do centro da capital cearense. O lote da Obra 02 possui comprimento aproximado de 11,77 m de frente, 11,50 m de fundo e 25,50 m de laterais, fornecendo, aproximadamente, 300,00 m² de área.

Figura 23 – Localização do condomínio onde se encontra a Obra 02.



Fonte: Google Maps (2022).

3.3.2.2 Projeto arquitetônico

O condomínio em que se encontra a Obra 02 possui diversas edificações residenciais, com variados estilos arquitetônicos, onde nossa obra pode ser caracterizada como de arquitetura moderna, de área construída de 202,40 m², onde no pavimento térreo se encontra uma sala de estar integrada com sala de jantar, cozinha, área de serviço, depósito, suíte com

banheiro reversível, *deck* com churrasqueira, piscina e banheiro, e garagem; já no pavimento superior encontram-se três suítes (uma delas com *closet*) e uma varanda com vista para as laterais da casa.

As Figuras 24, 25 e 26 representam, em forma de imagem virtual 3D, as perspectivas das vistas das fachadas da Obra 02, como seguem abaixo:

Figura 24 – Perspectiva 3D da vista da fachada frontal da Obra 02.



Fonte: Autor.

Figura 25 – Perspectiva 3D da vista da fachada traseira da Obra 01.



Fonte: Autor.

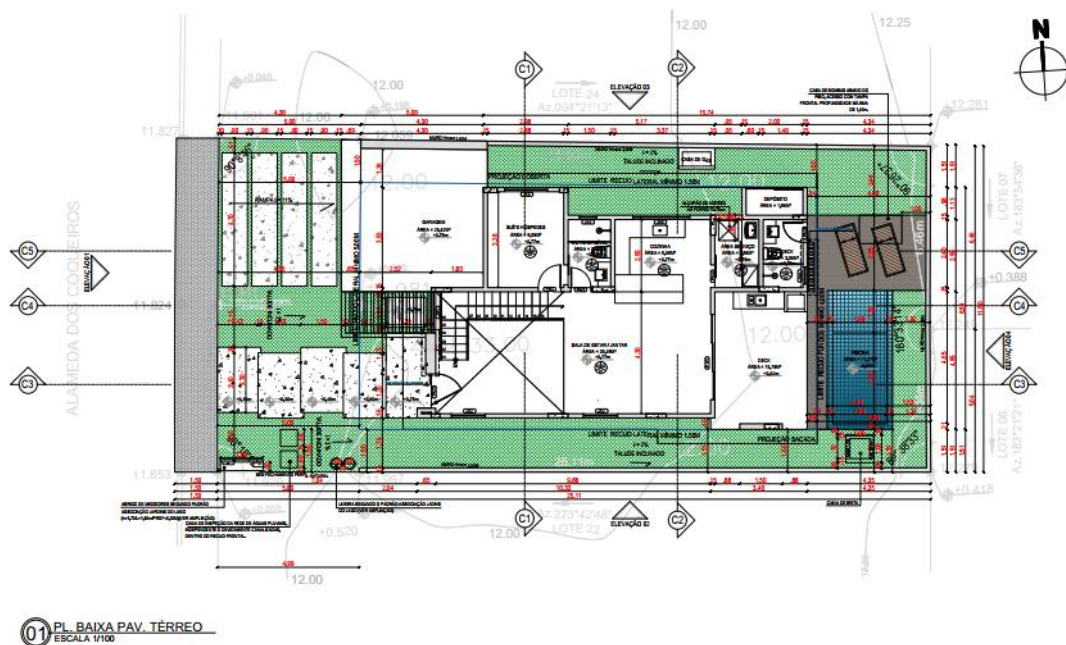
Figura 26 – Perspectiva 3D da vista da fachada lateral direita da Obra 01.



Fonte: Autor.

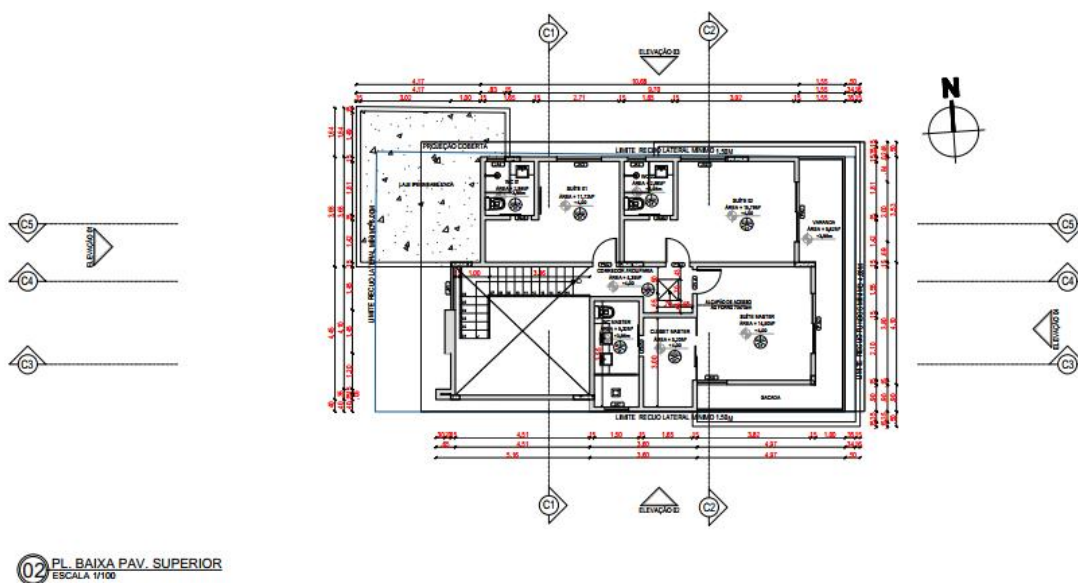
As Figuras 27 e 28 representam, em forma de imagem, as plantas baixas dos pavimentos térreo e superior da Obra 02, como seguem abaixo:

Figura 27 – Planta baixa do pavimento térreo da Obra 02.



Fonte: Autor.

Figura 28 – Planta baixa do pavimento superior da Obra 02.



Fonte: Autor.

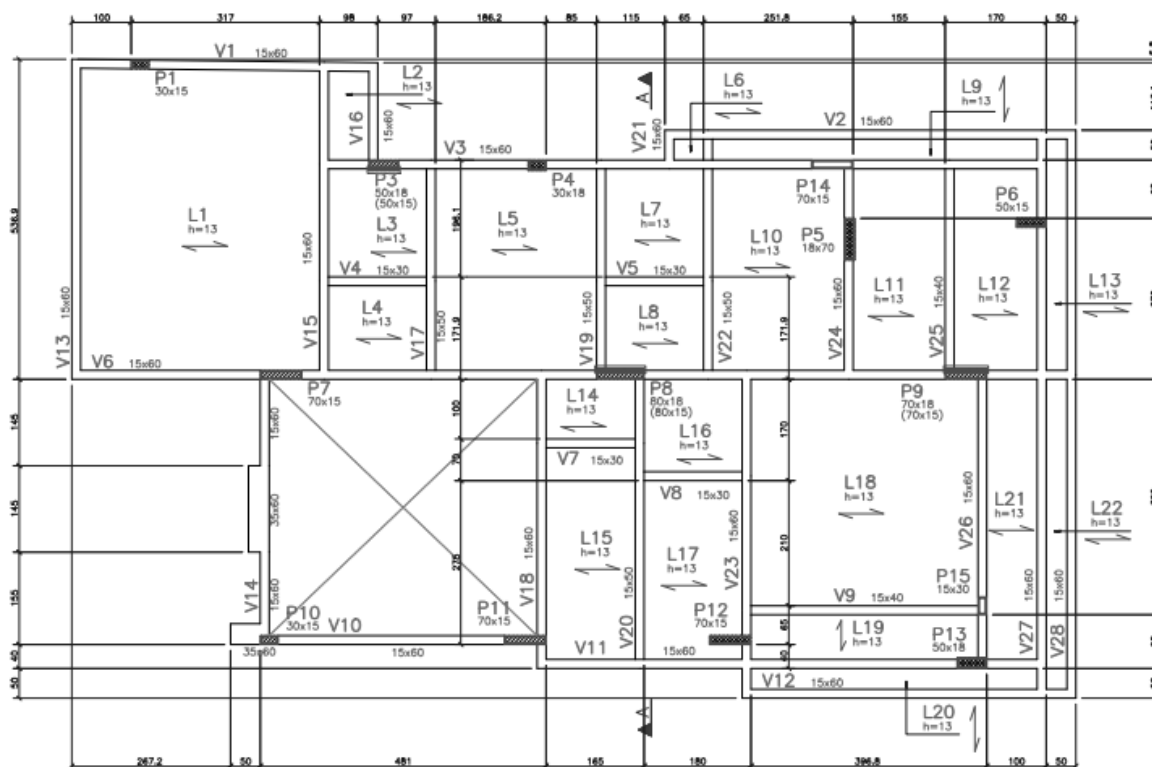
3.3.2.3 Projeto estrutural

O projeto estrutural da Obra 02 foi realizado por um escritório à parte da construtora que executou a construção do empreendimento.

A edificação conta com um total de 19 pilares e 28 vigas (sendo uma delas de transição), distribuídos ao longo da fundação até o topo da caixa d'água.

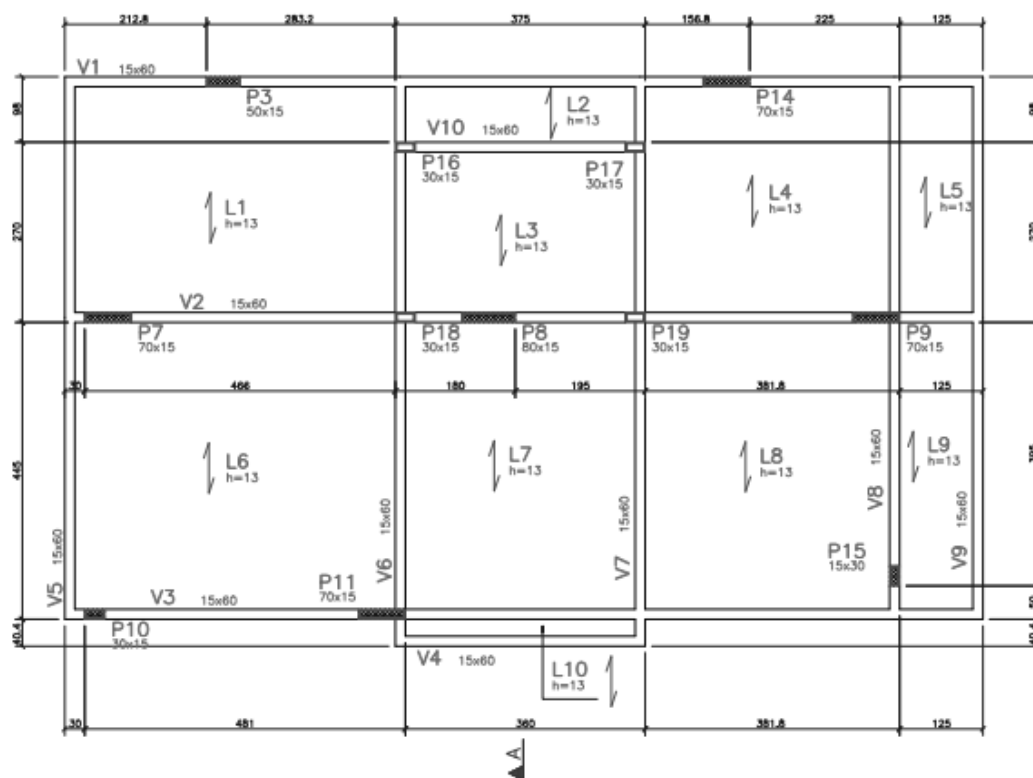
As Figuras 29 e 30 representam, respectivamente, as formas das lajes do pavimento superior (nível 324 cm do piso térreo) e do pavimento da cobertura (nível 648 cm do piso térreo), as quais são trechos do projeto estrutural que correspondem os pilares e vigas com um maior nível de detalhes referentes às locações.

Figura 29 – Forma do pavimento superior.



Fonte: Autor.

Figura 30 – Forma do pavimento coberta.



Fonte: Autor.

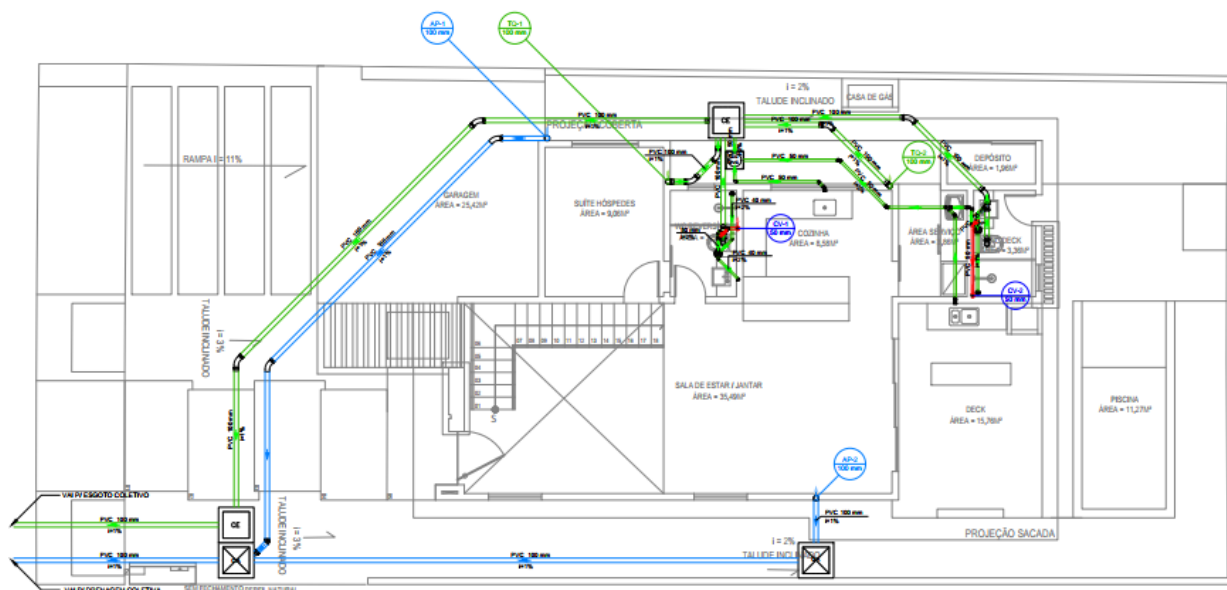
3.3.2.4 Projeto hidrossanitário

O projeto hidrossanitário da Obra 02 foi realizado por um escritório à parte da construtora que executou a construção do empreendimento.

O mesmo conta com especificações em plantas hidráulicas e sanitárias dos pavimentos térreo e superior. Além das plantas de cobertura e de piscina, com cortes, detalhes e afins.

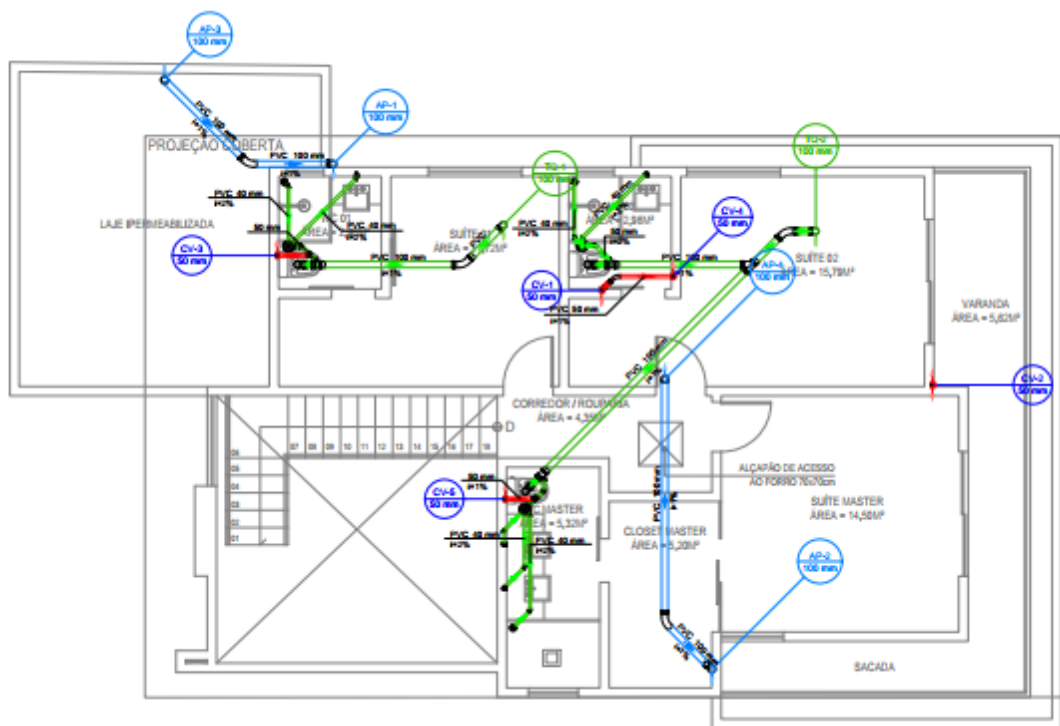
As Figuras 31, 32, 33 e 34 representam, respectivamente, as plantas de maior importância para a execução de um projeto, as quais são trechos do projeto hidrossanitário que correspondem às instalações hidráulicas do pavimento térreo, às instalações hidráulicas do pavimento superior, às instalações sanitárias do pavimento térreo e às instalações sanitárias do pavimento superior.

Figura 33 – Planta de instalações sanitárias do pavimento térreo.



Fonte: Autor.

Figura 34 – Planta de instalações sanitárias do pavimento superior.



Fonte: Autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na elaboração desta pesquisa, foi possível verificar que as dificuldades encontradas por falta de compatibilização entre os projetos estruturais e os projetos complementares das obras analisadas foram diversas, principalmente na Obra 01, pois a mesma iniciou cinco meses antes da Obra 02. Desse modo, é bastante esperável que aquela primeira tenha um número maior de dificuldades de compatibilizações do que essa segunda, visto que a os erros cometidos anteriormente implicaram na apuração de uma maior atenção para a execução da próxima obra.

Neste tópico, foram detalhados os pontos de maiores interferências projetuais das duas obras avaliadas no decorrer deste trabalho, com o propósito de transmitir os problemas mais comuns encontrados na execução de projetos de construção civil, e antecipar possíveis problemas futuros, buscando soluções da forma mais segura e viável economicamente.

4.1 Incompatibilidades de projetos: Obra 01

A partir da entrega do projeto arquitetônico final da Obra 01, foi possível executar, pela equipe projetista de engenharia, os projetos estruturais, hidrossanitários e elétricos, a fim de dar início a execução da obra em si.

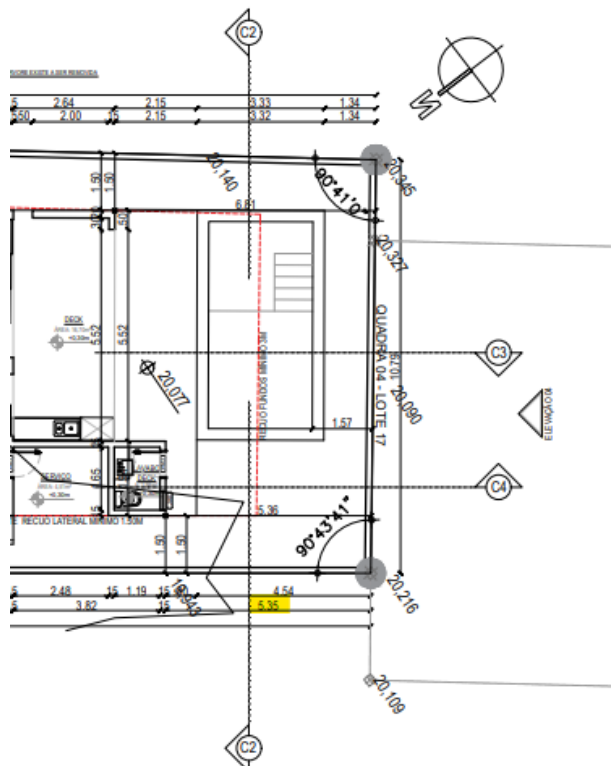
Nessa perspectiva, durante a execução da obra, o primeiro problema de incompatibilidade apresentado ocorreu a partir do próprio projeto arquitetônico. O arquiteto e o cliente haviam definido, durante a apresentação do projeto, um espaço para a área de lazer que não condizia com o que havia sido feito pela desenhista do arquiteto, e apresentado para o engenheiro estrutural e a construtora.

Todas as bases para as fundações já haviam sido escavadas, com o auxílio de um operador de retroescavadeira, e antes da concretagem das mesmas, o cliente percebeu eventualmente, durante uma visita à obra, que o espaço estava reduzido em um metro.

A Figura 37 representa o primeiro projeto fornecido ao escritório de projetos complementares e à construtora.

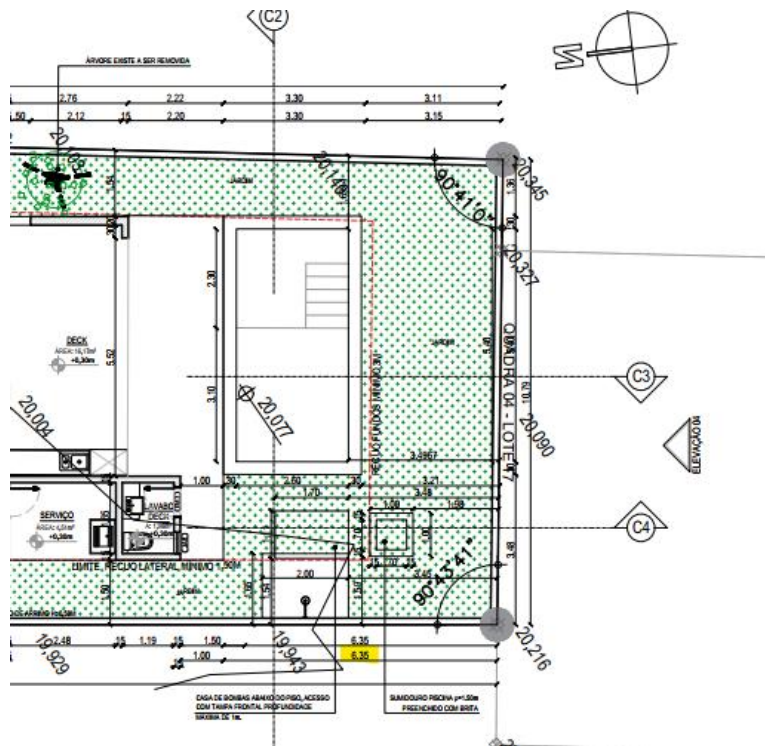
A Figura 38 representa o segundo projeto, já com área de lazer corrigida, fornecido ao escritório de projetos complementares e à construtora.

Figura 37 – Trecho da área de lazer da Obra 01, revisão 01 de projeto.



Fonte: Autor.

Figura 38 – Trecho da área de lazer da Obra 01, revisão 02 de projeto.



Fonte: Autor.

Com a ampliação de um metro da área de lazer, todas as escavações que haviam sido realizadas para as bases das fundações anteriores tiveram também que ser movidas para a frente, em um metro. Em contrapartida, a escavação teve que ser realizada manualmente, pois a máquina retroescavadeira já não tinha mais como entrar no lote, por conta dos buracos escavados. Esta incompatibilidade gerou uma enorme perda de tempo e também um custo econômico desnecessário.

Figura 39 – Escavação manual das bases de fundação.



Fonte: Autor.

Outro problema de incompatibilidade bastante comum durante a execução da Obra 01 foi a ausência de “passagens” hidrossanitárias e elétricas na viga baldrame, o que ocasionou, posteriormente, a quebra desse tipo de viga, gerando um tempo gasto que poderia ter sido poupado, caso tivessem sido locadas “tubulações de espera”.

A Figura 40 representa a viga baldrame totalmente concretada, já com os primeiros pilares locados, entretanto, sem nenhuma “passagem” locada na mesma, para as tubulações hidrossanitárias e elétricas futuras, o que causaria posteriormente a quebra da viga baldrame.

Figura 40 – Viga baldrame totalmente concretada.



Fonte: Autor.

Outro problema de incompatibilidade existente na Obra 01 foi um erro do escritório estrutural, que estendeu desnecessariamente uma viga a qual, pelo projeto arquitetônico, não deveria existir, para não cruzar uma janela de 5 m de altura, localizada na fachada frontal.

A construtora havia seguido a execução do projeto conforme o escritório havia enviado, portanto, posteriormente sendo preciso realizar a demolição da mesma.

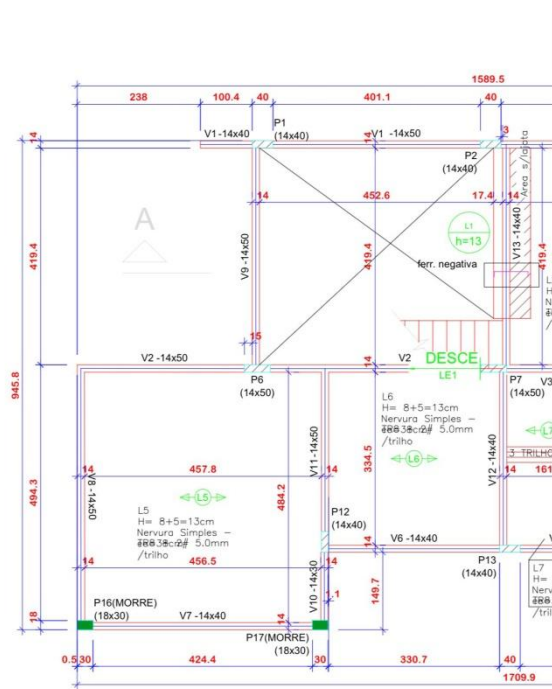
Além da viga de comprimento excessivo, o engenheiro calculista não havia inserido um pilar ou pilarete que pudesse fazer a amarração dessa janela. Desse modo, foram solicitadas as devidas correções para que pudesse fazer a execução correta dos projetos.

A Figura 41 representa o trecho do projeto estrutural inicial, onde a viga V9 cruza a janela de 5 metros.

A Figura 42 representa o trecho do projeto estrutural após as correções, onde a viga V9 que cruzava a janela de 5 metros foi reduzida, fazendo uma amarração em um pilarete que também foi criado posteriormente.

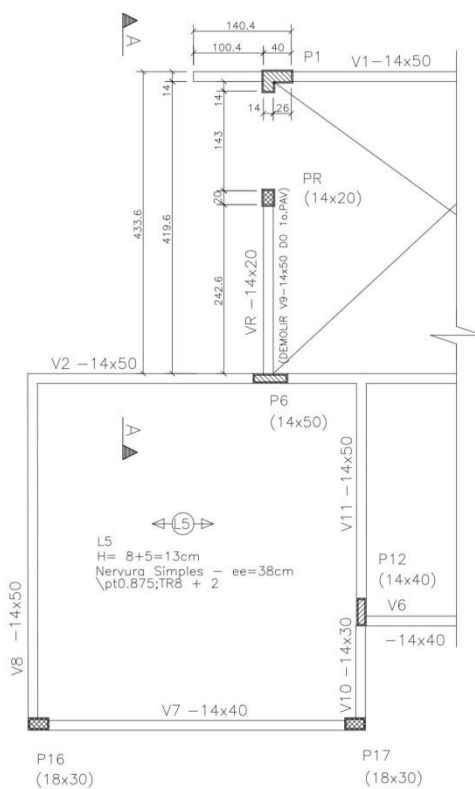
A Figura 43 representa a imagem *in loco* da viga V9, antes de sua demolição.

Figura 41 – Trecho do projeto estrutural inicial da viga V9.



Fonte: Autor.

Figura 42 – Trecho do projeto estrutural posterior da viga V9 e pilarete criado.



Fonte: Autor.

Figura 43 – Viga V9 executada.



Fonte: Autor.

Outro problema de incompatibilidade bastante recorrente durante a Obra 01 foi causado por conta das larguras dos pilares e das alturas das vigas, pois quase todos os pilares desta obra têm 15 cm de largura e algumas vigas têm 60 cm de altura.

Diante disso, o projeto arquitetônico foi todo desenhado obedecendo a uma largura de alvenaria acabada de 15 cm (tijolo de largura de 9 cm, com chapisco, reboco e possíveis revestimentos).

Sendo assim, por conta da largura excessiva dos pilares, necessárias por causa dos amplos espaços dos ambientes das residências, as alvenarias acabadas foram de 15 cm para 20 cm, o que causou, além da diminuição dos vãos, um gasto mais elevado de materiais, para a realização do preenchimento do reboco.

Ademais, por conta da altura de 60 cm das vigas, as alturas dos forros solicitadas no projeto arquitetônico também precisaram ser alteradas, pois caso contrário, as tubulações iriam cruzar as vigas, o que não é recomendado por norma.

A Figura 44 representa a largura acabada das alvenarias, com medição bem superior a solicitada, a qual era 15 cm.

Figura 44 – Largura das alvenarias da Obra 01.



Fonte: Autor.

Outra solução que teve que ser tomada por conta de incompatibilidades entre projetos estruturais e hidrossanitários durante a execução da Obra 01 foi a criação de um *shaft* no térreo, o qual foi necessário sua criação para que as tubulações de esgoto pudessem descer do pavimento superior para o pavimento térreo.

A Figura 45 representa o local onde estava sendo executada a criação do *shaft*.

Figura 45 – Local onde foi executado a criação do *Shaft*.



Fonte: Autor.

Outro problema de incompatibilidade entre projetos estruturais e arquitetônicos causado pela falha do escritório estrutural foi a ausência de uma viga na fachada lateral e na fachada posterior, as quais eram essenciais na harmonização arquitetônica da edificação.

A solução desse problema, até a data da apresentação deste trabalho, ainda não havia sido executada. Entretanto, uma possível correção a ser feita para sanar esse erro seja utilizar um forro de gesso do tipo hidrofugado, o qual é um material que dificulta mais a penetração de umidade, passando por toda a fachada lateral e a fachada posterior, a fim de ocultar a viga que não condiz com o projeto apresentado ao cliente.

A Figura 46 representa a fachada lateral já executada, onde mostra a viga que ultrapassa para trás, para a fachada posterior.

A Figura 47 representa a fachada posterior já executada, onde mostra a viga que ultrapassa para frente.

A Figura 48 representa uma possível solução que pode ser tomada, com a utilização de gesso hidrofugado.

Figura 46 – Fachada lateral executada.



Fonte: Autor.

Figura 47 – Fachada posterior executada.



Fonte: Autor.

Figura 48 – Exemplo de utilização de gesso hidrofugado em fachadas.



Fonte: Autor.

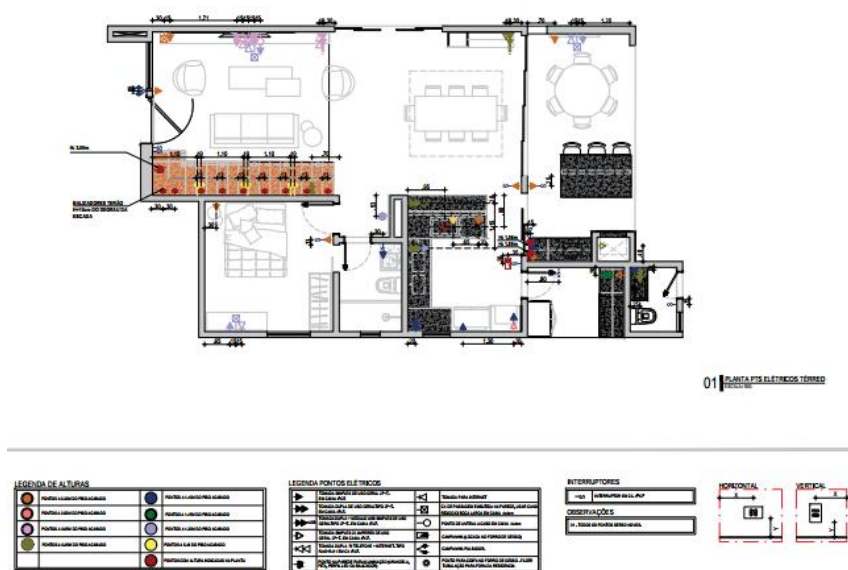
Outra problemática existente durante a execução da Obra 01 foi entre os projetos elétricos elaborados pelo engenheiro eletricitista e os projetos estruturais elaborados pelo engenheiro calculista, ambos do escritório de projetos complementares, e, ademais, os pontos elétricos de interiores elaborados pela equipe de arquitetura.

Muitos pontos elétricos apresentados no projeto arquitetônico de interiores não estavam condizentes com o projeto elétrico apresentado pelo engenheiro eletricitista. Além disso, alguns pontos elétricos de interiores foram locados em pilares ou até mesmo em alturas que apresentavam algumas janelas. Assim, falta de atenção por parte da equipe de arquitetura, causou, dessa forma, mais um atraso, visto que o projeto precisou passar por uma revisão e o eletricitista retornar em outro dia para a execução dessas alterações.

As Figuras 49 e 50 representam os projetos de pontos elétricos arquitetônicos da Obra 01, onde algumas tomadas e interruptores não condizem com os projetos estruturais e elétricos.

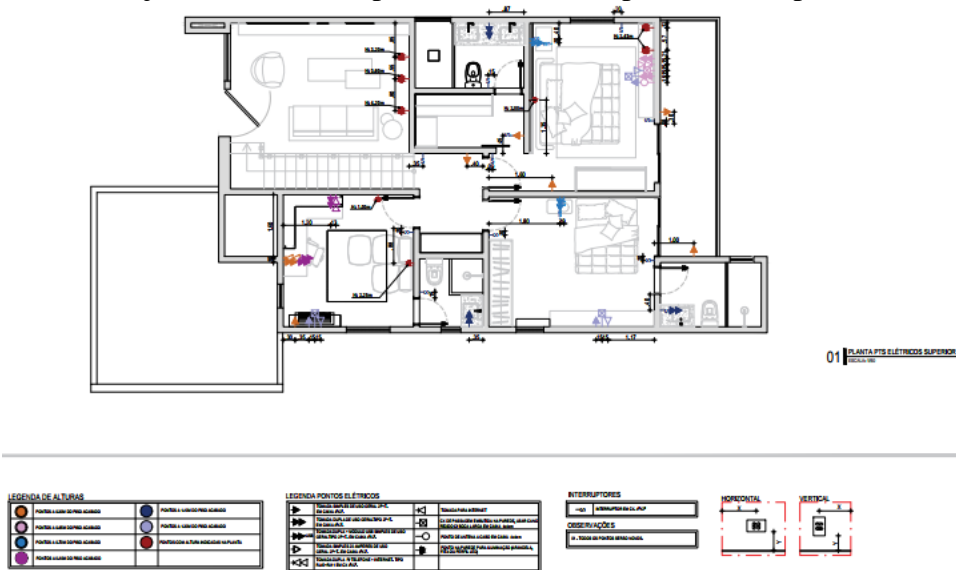
A Figura 51 representa um dos variados problemas de incompatibilidades causados pela interferência entre esses últimos projetos citados, onde uma tomada precisou ser realocada para baixo de outra tomada, por conta da existência de um pilar em sua lateral.

Figura 49 – Projeto executivo de pontos elétricos do pavimento térreo da Obra 01.



Fonte: Autor.

Figura 50 – Projeto executivo de pontos elétricos do pavimento superior da Obra 01.



Fonte: Autor.

Figura 51 – Locação de interruptores em alinhamento vertical, e não horizontal.



Fonte: Fornecida pelo encarregado da obra.

Para finalizar os destaques de incompatibilidades analisadas na concretização da Obra 01, faz-se necessário citar os furos em vigas e “escareamentos” de pilares, os quais tiveram, infelizmente, em último caso, necessidade de serem realizados por conta de algumas tubulações que não tinham “esperas” locadas.

As Figuras 52 e 53 representam a execução de furos em algumas vigas, com a finalidade de passar tubulações hidrossanitárias e elétricas necessárias.

Figura 52 – Furo em viga, realizado para passagens de tubulações.



Fonte: Autor.

Figura 53 – Furo em viga, realizado para passagens de tubulações.



Fonte: Autor.

4.2 Incompatibilidades de projetos: Obra 02

A partir da entrega do projeto arquitetônico final da Obra 02, foi possível executar, pela equipe projetista de engenharia, os projetos estruturais, hidrossanitários e elétricos, a fim de dar início na execução da obra em si.

Nessa perspectiva, durante a execução da obra, o primeiro problema de incompatibilidade apresentado ocorreu a partir do próprio projeto arquitetônico. O arquiteto havia definido, durante a apresentação do projeto, uma altura de pé direito que não condizia com o que havia sido feito pela equipe de desenhistas do arquiteto e apresentado para o engenheiro estrutural e a construtora.

O resultado dessa incompatibilidade foi a elaboração e execução do projeto estrutural com todos os pilares de tamanhos inferiores aos que de fato deveriam ser. Para a solução desse problema, foi necessária uma revisão tanto do projeto arquitetônico, quanto do projeto estrutural, a fim de serem feitos os ajustes de altura necessários.

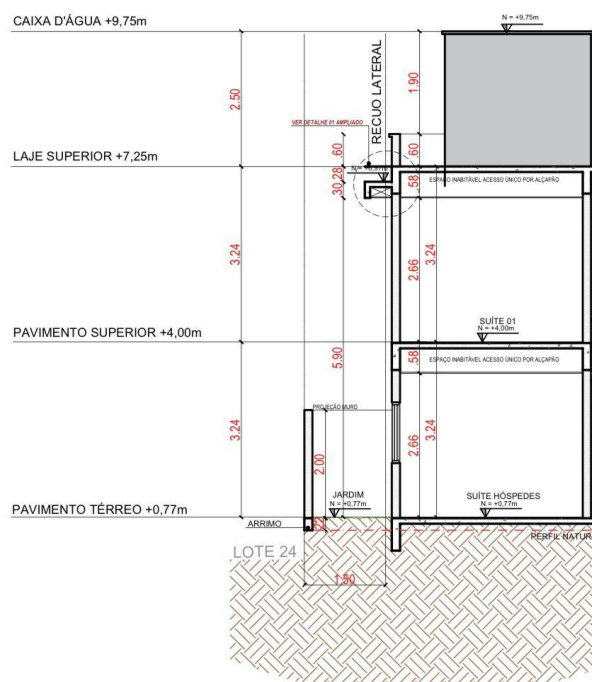
A Figura 54 representa um trecho do projeto arquitetônico inicial, o qual foi apresentado ao escritório de projetos estruturais, que indica a altura de 3,82 m do pavimento térreo até o pavimento superior.

A Figura 55 representa um trecho do projeto estrutural inicial, o qual foi elaborado a partir do projeto arquitetônico inicial, que foi apresentado à construtora, com uma altura de 3,42 m do pavimento térreo até o pavimento superior.

A Figura 56 representa um trecho do projeto arquitetônico revisado, o qual foi apresentado ao escritório de projetos estruturais, que indica a altura de 3,24 m do pavimento térreo até o pavimento superior.

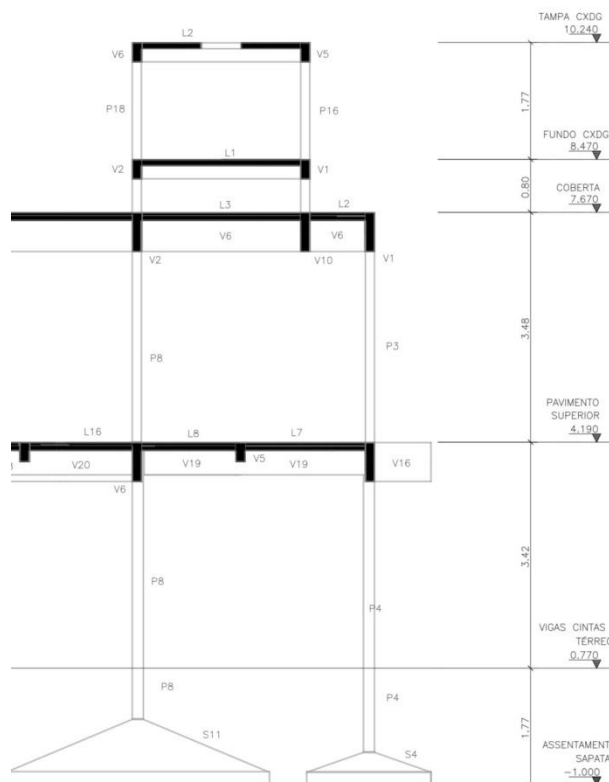
A Figura 57 representa um trecho do projeto estrutural revisado, o qual foi elaborado após a revisão do projeto arquitetônico, que foi apresentado à construtora, com uma altura de 3,24 m do pavimento térreo até o pavimento superior.

Figura 54 – Corte do projeto arquitetônico inicial.



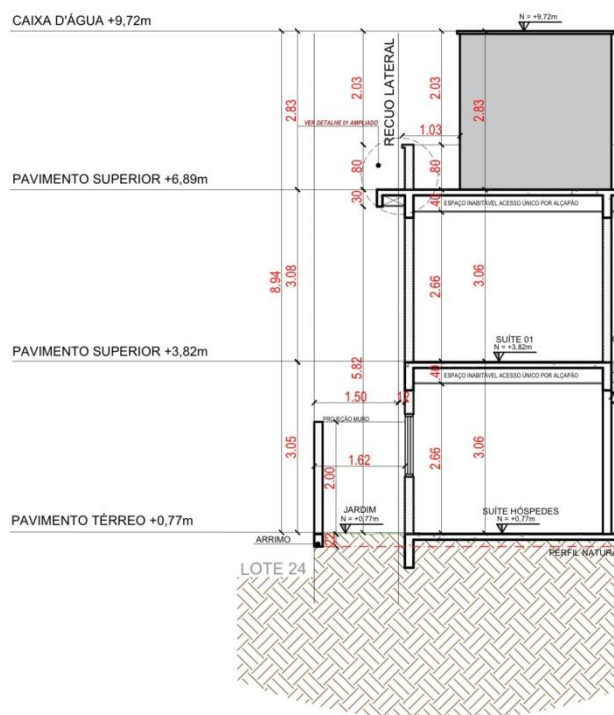
Fonte: Autor.

Figura 55 – Corte do projeto estrutural inicial.



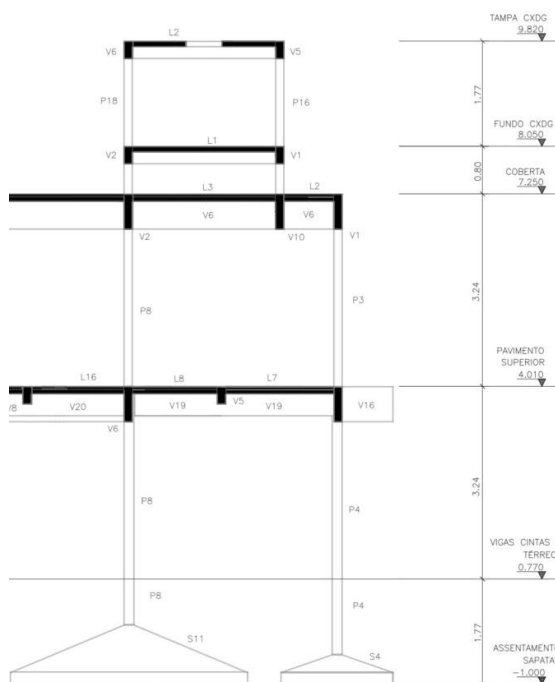
Fonte: Autor.

Figura 56 – Corte do projeto arquitetônico revisado.



Fonte: Autor.

Figura 57 – Corte do projeto estrutural revisado.



Fonte: Autor.

Um problema de incompatibilidade bastante comum durante a execução da Obra 02 foi a ausência de “passagens” hidrossanitárias e elétricas na viga baldrame, o que ocasionou, posteriormente, a quebra desse tipo de viga, gerando um tempo gasto que poderia ter sido poupado, caso tivessem sido locadas “tubulações de espera”.

A Figura 58 representa algumas tubulações hidrossanitárias que foram inseridas após a quebra da viga baldrame. Essas pequenas demolições ocorreram porque não havia “passagens” para as mesmas.

Figura 58 – Tubulações hidrossanitárias cruzando a viga baldrame.



Fonte: Autor.

Outro problema de incompatibilidade existente na Obra 02 foi um erro do escritório estrutural, que não estendeu duas vigas as quais, pelo projeto arquitetônico, deveriam “passar” na frente de uma janela de vidro de 5 m de altura, localizada na fachada frontal, formando uma espécie de pergolado. A solução deste problema, que até a apresentação deste trabalho ainda não havia sido solucionado, possivelmente será a utilização de uma placa cimentícia na fachada, simulando essas vigas.

Além disso, outros problemas de falta de compatibilidade entre os projetos estruturais e arquitetônicos na fachada foram encontrados, como uma viga que estava cruzando a porta de entrada, a qual deveria estar posicionada em uma altura maior do que a da mesma, e,

ademais, a falta de um pilar ou pilarete, com a finalidade de fazer a amarração entre a pele de vidro da fachada e a alvenaria.

Nesta perspectiva, a Figura 24 e a Figura 29, já mostradas anteriormente, representam, respectivamente, a fachada do projeto arquitetônico, indicando a existência das vigas e pergolado, e o projeto estrutural, indicando a falta das vigas e pergolado existentes na fachada.

A Figura 59 representa, *in loco*, a fachada da obra 02, já executada, com a ausência das vigas e pergolado que deveriam existir; além disso, a Figura 59 também mostra a execução da viga que passa acima da porta, já com sua devida altura, e mostra, ademais, o pilarete criado para a amarração da alvenaria com a janela/pele de vidro.

Figura 59 – Execução da fachada frontal da Obra 02.



Fonte: Autor.

Outro problema de incompatibilidade bastante recorrente durante a Obra 02 foi causado por conta das larguras dos pilares e das alturas das vigas. Quase todos os pilares desta obra têm 15 cm de largura e algumas vigas têm 60 cm de altura.

Sob esse viés, sabe-se que o projeto arquitetônico foi todo desenhado obedecendo a uma largura de alvenaria acabada de 15 cm (tijolo de largura de 9 cm, com chapisco, reboco e possíveis revestimentos).

Em contrapartida, por conta da largura excessiva dos pilares, as alvenarias acabadas foram de 15 cm para 20 cm, o que causou, além da diminuição dos vãos, um gasto mais elevado de materiais, para a realização do preenchimento do reboco.

Ademais, por conta da altura de 60 cm das vigas, as alturas dos forros solicitadas no projeto arquitetônico também precisaram ser alteradas, pois caso contrário, as tubulações iriam cruzar as vigas, o que não é recomendado por norma.

A Figura 60 representa a largura acabada das alvenarias, com medição bem superior a solicitada, a qual era 15 cm.

Figura 60 – Largura das alvenarias da Obra 02.



Fonte: Autor.

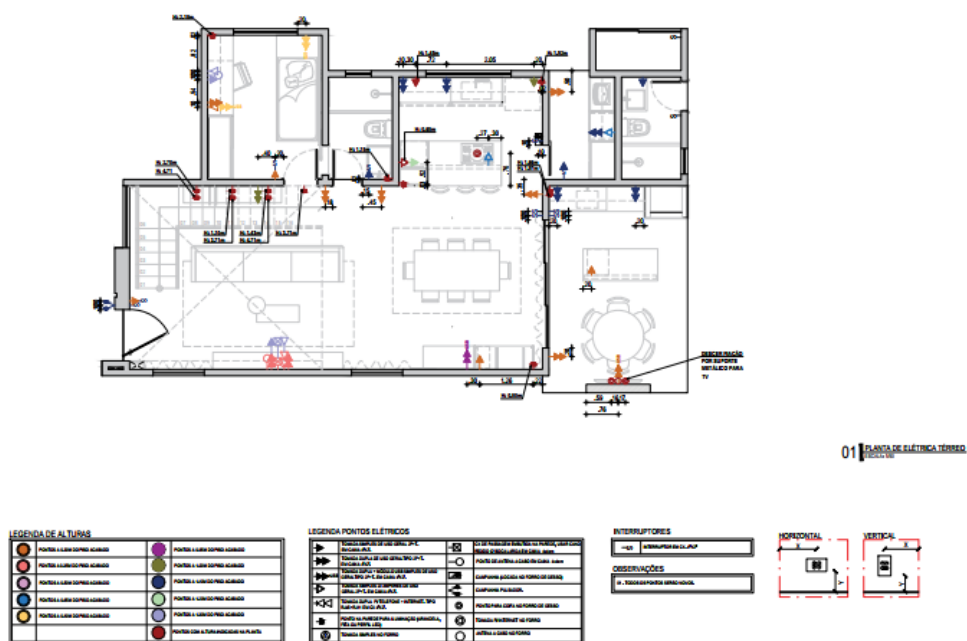
Uma problemática existente durante a execução da Obra 02 foi entre os projetos elétricos elaborados pelo engenheiro eletricitista e os projetos estruturais elaborados pelo engenheiro calculista, ambos do escritório de projetos complementares, e, ademais, os pontos elétricos de interiores elaborados pela equipe de arquitetura.

Diversos pontos elétricos apresentados no projeto arquitetônico de interiores da Obra 02 não estavam condizentes com o projeto elétrico apresentado pelo engenheiro eletricitista, assim como na Obra 01. Ademais, alguns pontos elétricos de interiores foram locados em pilares ou até mesmo em alturas que apresentavam algumas janelas. Desse modo, falta de atenção por parte da equipe de arquitetura, causou, dessa forma, mais um atraso, visto que em mais uma obra o projeto precisou passar por uma revisão e o eletricitista retornar em outro dia para a execução dessas alterações.

As Figuras 61 e 62 representam os projetos de pontos elétricos arquitetônicos da Obra 02, onde algumas tomadas e interruptores não condizem com os projetos estruturais e elétricos.

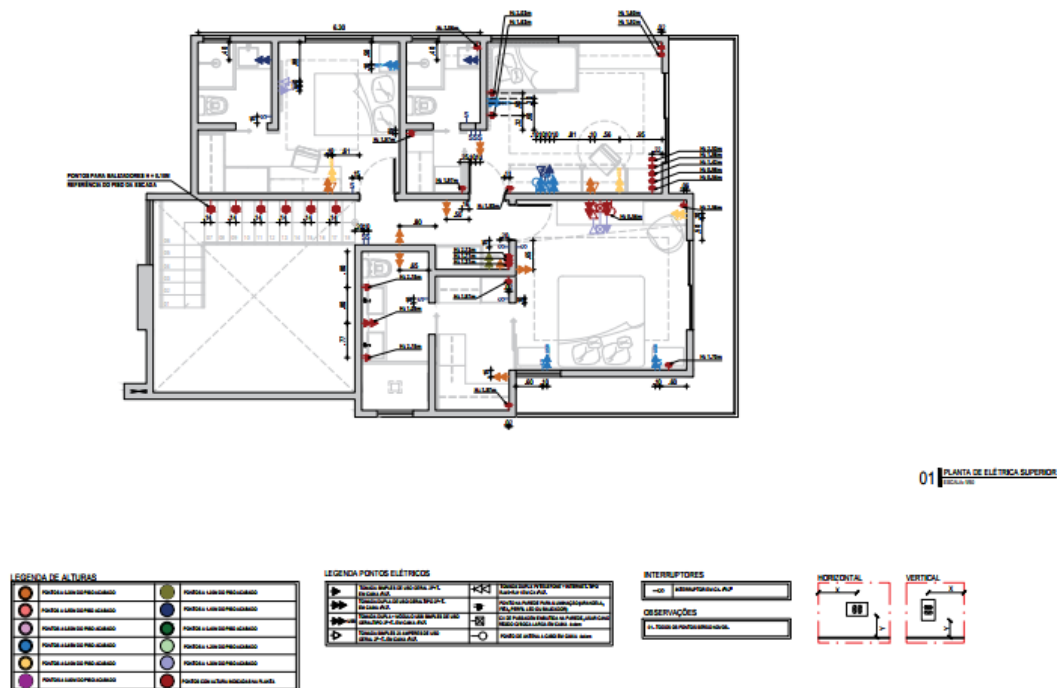
A Figura 63 representa um dos variados problemas de incompatibilidades causados pela interferência entre esses últimos projetos citados, o qual um pilar está localizado onde coincide na localização de tomadas e interruptores tanto da sala de estar, como do banheiro reversível.

Figura 61 – Projeto executivo de pontos elétricos do pavimento térreo da Obra 02.



Fonte: Autor.

Figura 62 – Projeto executivo de pontos elétricos do pavimento superior da Obra 02.



Fonte: Autor.

Figura 63 – Execução de um pilar que coincide na localização de tomadas e interruptores.



Fonte: Autor.

Outra problemática evidente durante a execução da obra 02 são algumas tubulações de esgoto, as quais estão locadas em posições que cruzavam algumas vigas. Essa problemática se torna difícil de solucionar sem realizar alguma alteração arquitetônica.

Até a apresentação deste trabalho, esse problema ainda não havia sido solucionado, mas possivelmente será necessário criar um shaft na parte externa da edificação, a fim de não alterar a arquitetura interna da casa.

A Figura 64 representa a locação de duas tubulações de esgoto em uma alvenaria que ainda não pôde ser rebocada em virtude da alteração que ainda será realizada, por consequência da viga existente.

Figura 64 – Execução de alvenaria e viga, onde passariam tubulações de esgoto.



Fonte: Autor.

Para finalizar os destaques de incompatibilidades analisadas na concretização da Obra 02, faz-se necessário salientar um erro de elaboração do projeto estrutural feito pela equipe de projetos complementares.

No projeto de vista 3D das fachadas, onde é observado na Figura 24, Figura 25 e Figura 26, percebe-se que as lajes não se limitam até onde foi executado (seguindo o projeto estrutural). As vigas deveriam ter se estendido um pouco mais para fora, como é indicado na Figura 27 a projeção da cobertura.

Até a apresentação deste trabalho, ainda não havia sido realizada alguma solução a respeito dessa problemática. Uma possível solução para este problema seja a adoção de placas cimentícias, com o intuito de imitar a aparência das vigas ausentes.

A Figura 65 representa a fachada lateral direita da Obra 02, com vigas e lajes de cobertura executadas conforme o projeto estrutural fornecido à construtora.

Figura 65 – Fachada lateral esquerda executada da Obra 02.



Fonte: Autor.

Portanto, conclui-se nessa discussão que os erros de ausência de compatibilizações entre projetos arquitetônicos e complementares, e suas execuções, encontradas durante a efetivação da Obra 01 e 02, foram bem similares. Desse modo, os dados obtidos nesse trabalho corroboram com a literatura, onde Callegari (2007), Ávila (2011), Oliveira (2018) apontam tais incompatibilidades como as mais comuns em obras residenciais e de edifícios.

A Figura 66 apresenta um breve comparativo das incompatibilidades encontradas nas duas obras analisadas no decorrer desta pesquisa. Por meio dela, pode-se concluir que, infelizmente, os problemas de ausência de compatibilização encontrados na Obra 01 continuaram a se repetir durante a execução da Obra 02, apesar dos profissionais envolvidos nas elaborações e execuções dos projetos já terem a ciência dos problemas já ocorridos anteriormente.

Figura 66 – Análise comparativa das incompatibilidades das Obras 01 e 02.

ANÁLISE COMPARATIVA DAS INCOMPATIBILIDADES DAS OBRAS		
PROBLEMÁTICA	OBRA 01	OBRA 02
RETRABALHO DE ESCAVAÇÃO POR INCOMPATIBILIDADE ENTRE ESTRUTURAL X ARQUITETURA	✓	✗
AUSÊNCIA DE PASSAGENS LOCADAS NO BALDRAME, PARA TUBULAÇÕES ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS	✓	✓
INCOMPATIBILIDADE ESTRUTURAL X ARQUITETURA NAS FACHADAS	✓	✓
INCOMPATIBILIDADE ESTRUTURAL X ARQUITETURA	✓	✓
INCOMPATIBILIDADE HIDROSSANITÁRIO X ARQUITETURA	✓	✓
INCOMPATIBILIDADE ELÉTRICO X ARQUITETURA	✓	✓
PILARES COM ESPESSURAS ELEVADAS	✓	✓
VIGAS COM ALTURAS ELEVADAS	✓	✓
criação de shaft por falta de compatibilidade entre hidrossanitário x arquitetura	✓	✗
FUROS EM VIGAS	✓	✓
"ESCAREAMENTO" DE PILARES	✓	✓

Fonte: Autor.

Em contrapartida, sabe-se que mesmo sendo evidenciados alguns problemas de incompatibilidades entre os projetos arquitetônicos e complementares da Obra 02, os erros existentes durante a execução dessa obra foram bem menores do que os erros executados na Obra 01, visto que a equipe responsável pela efetivação das obras ficou mais atenta e conseguiu prever alguns erros que poderiam surgir.

5 CONCLUSÃO

Por meio desta pesquisa documental aplicada, realizada em campo, na qual foi descrita através de análises comparativas, pode-se concluir que até obras de alto padrão tem incompatibilidades, e que as verificações dessas interferências entre os projetos das Obras 01 e 02 deveriam ter acontecido ao longo de todo andamento de execução das edificações, sendo incorporadas questões dos projetos complementares desde o estudo preliminar de arquitetura.

Nessa perspectiva, a ausência de compatibilização entre os projetos arquitetônicos e complementares geraram diversos erros de execuções indevidas, as quais ocasionaram retrabalhos, gastos financeiros não previstos, desperdícios de materiais e de tempo, entre outros. Desse modo, é explícito que com a elaboração dos projetos em um ambiente multidisciplinar, ou até mesmo uma intensificação na comunicação entre os projetistas, questões técnicas atreladas ao desempenho e qualidade das residências seriam levantadas nas fases iniciais dos projetos, onde se tem menor custo.

Na fase de execução dos projetos complementares foi notório que, para as duas obras analisadas, a disciplina de estrutura foi a que mais gerou problemas de incompatibilidades, causados desde as dimensões excessivas de alturas de vigas ou larguras de pilares, até a ausência de vigas essenciais para o complemento arquitetônico apresentado aos clientes.

Desse modo, os projetos elétricos, elaborados pela equipe de projetos complementares, incompatíveis com os projetos de pontos elétricos arquitetônicos, elaborados pela equipe de arquitetura, também geraram bastante frustração. Além de que houve, também, incompatibilidades dos mesmos com os projetos estruturais.

Sob esse viés, os projetos hidrossanitários foram os que menos apresentaram problemas de incompatibilidades. A problemática maior na execução desses projetos foram as interferências com os projetos estruturais, quando não foi deixado ou quando não havia a possibilidade de deixar “passagens” para as tubulações.

Portanto, fica evidenciada a importância da compatibilização de projetos, independente do porte da obra, sendo notória que a compatibilização de projetos é uma etapa essencial da fase de planejamento e execução dos projetos, não sendo totalmente eficaz durante a fase de execução.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492: representação de projetos de arquitetura**. Rio de Janeiro, ABNT, 1994.

ÁVILA, V. M. **Compatibilização de Projetos na Construção Civil – Estudo de Caso em um Edifício Residencial Multifamiliar**. 2011. 84f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares - Arquitetura e Urbanismo**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

CASTRO, E. M. C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica**. / Eduardo Mariano Cavalcante de Castro; Orientador Ernani Carlos de Araújo – Ouro Preto, 1999. 202 p.

CAU - C. **Pesquisa mostra que 90% faz obra sem arquiteto**. 2015. Disponível em: <<https://www.caugo.gov.br/o-maior-diagnostico-sobre-arquitetura-e-urbanismo-ja-feito-no-brasil/#:~:text=De%20acordo%20com%20uma%20pesquisa,reformou%20im%C3%B3vel%20residencial%20ou%20comercial>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

CORAL, J. G. L. **Compatibilização de projetos: estudo de caso de um edifício residencial multifamiliar em alvenaria estrutural**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão – PR.

CRUZ, G. S. **Compatibilização de projetos com o uso de ferramentas bim**. Universidade Federal de Santa Catarina, Trabalho de conclusão de curso - Departamento de Engenharia Civil, Florianópolis – SC, 2017.

DE SENA, T. S. **A aplicação da metodologia bim para a compatibilização de projetos**. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. **Qualidade no Processo de Projeto.** *In:* Otávio José de Oliveira. (Org.). **Gestão da Qualidade: Tópicos avançados.** 1 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE DISTRITO FEDERAL. **Qual é a importância da construção civil no Brasil?** 2020. Disponível em:

<<https://certificacaoiso.com.br/construcao-civil-a-importancia-do-setor-no-pais-e-novas-tecnologias-para-o-seu-desenvolvimento/>> Acesso: em 13 jun. 2022.

FERREIRA, R. C.; SANTOS, E. T. **Características da representação 2D e suas limitações na etapa de compatibilização espacial do projeto.** *Gestão e Tecnologia de Projetos*, v.2, nº 2, nov. 2007. Disponível em: <www.iau.usp.br/posgrad/gestaodeprojetos/>. Acesso em: 26 jun. 2022.

GOMES, L. N.; ALMEIDA, D. H. **Impacto da ausência de compatibilização de projetos na execução de uma obra residencial.** *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 7, n. 1, 2021. 10.18540/jcecv17iss1pp11922-01-09e

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de projetos.** 2003. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), São Paulo, 2003.

KOTHARI, C. **Research methodology: methods and techniques.** 2. ed., Nova Delhi: New Age International Pvt Ltd Publishers, 2013.

MIKALDO, J. J. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de TI.** 2006. Dissertação (Mestrado em Construção Civil, Setor de Tecnologia) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

NUNES, J. M.; LONGO, O. C.; ALCOFORADO, L. F.; PINTO, G. O. **The civil construction sector in Brazil and the current economic crisis.** *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, 2020.

OLIVEIRA, R. E. M. **Elaboração e compatibilização de projetos de uma residência unifamiliar – estudo de caso.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, p. 118. 2018.

PELLIZZARO, M. L.; SANTOS, P. V. **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.

REGO, R. M. A **Projetação arquitetônica e a mediação tecnológica: as modificações possíveis ao processo projetual pelo uso de novos instrumentos.** 2000. 284 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000.

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

SILVEIRA, J. C.; SALES, A. L. F.; MOURÃO, Y. R.; SILVEIRA, L.; BARROS NETO, J. P. **Problemas encontrados em obras devido às falhas no processo de projeto: Visão do engenheiro de obra.** 2002.

TAVARES J. **Um modelo de registro das tecnologias para uso na compatibilização de projetos de edificações.** São Carlos, 2003.

VALERIANO, D. L. **Gerência em Projetos,** São Paulo, Editora Makron Books, 1998.