

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

DOUGLAS OLIVEIRA ARAÚJO

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: estudo de caso de uma
residência unifamiliar

Paracatu

2022

DOUGLAS OLIVEIRA ARAÚJO

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: estudo de caso de uma residência unifamiliar

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Me. Altair Gomes Caixeta

Paracatu

2022

DOUGLAS OLIVEIRA ARAÚJO

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: estudo de caso de uma residência unifamiliar

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Me. Altair Gomes Caixeta

Banca Examinadora:

Paracatu- MG, 16 de novembro de 2022.

Prof. Me. Altair Gomes Caixeta
Centro Universitário Atenas

Prof. Me. Romério Ribeiro da Silva
Centro Universitário Atenas

Prof^a. Anelise Avelar de Araújo
Centro Universitário Atenas

Dedico este trabalho de pesquisa aos meus pais. Sua grande força foi a mola propulsora que permitiu o meu avanço, mesmo durante os momentos mais difíceis somaram suas experiências e me fizeram crer que na vida só se vence através da união e do amor incondicional. Agradeço do fundo do meu coração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela presença constante em minha vida, razão maior de poder estar concluindo este curso.

Aos meus pais e minha irmã, pelo apoio e dedicação para comigo, obrigado por me ajudarem na realização deste curso.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

Aos professores Romério Ribeiro da Silva e Altair Gomes Caixeta por terem sido meus orientadores e terem desempenhado tal função com dedicação e amizade.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso

Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

RESUMO

A engenharia civil no Brasil vem mudando devido à competitividade do mercado. Em busca de empreendimentos cada vez mais lógicos, o método produtivo da construção passa por um desenvolvimento de projeto que resulta na evolução do mesmo, resolvendo falhas, sanando interferências, aumento de produtividade com a otimização de recursos. A compatibilização de projetos é um artifício essencial no desenvolvimento do grupo de projetos que compõem a residência, o que permite eliminar distúrbios já na fase de planejamento, quando as decisões estratégicas são mais favoráveis. Neste trabalho, é realizado um estudo de caso do processo de compatibilização dos projetos de uma residência unifamiliar, onde são mostradas as interferências observadas durante a análise de verificação e suas complicações no empreendimento, a fim de melhorar o processo construtivo. Com vários sistemas que constituem a formação de uma edificação essa falta de conexão entre os profissionais ocasiona em inconformidades e divergências entre os projetos. Por outro lado, escritórios que combinam profissionais especializados em diferentes áreas de atuação formam um ambiente multidisciplinar onde combinam seu trabalho, alcançando resultados mais efetivos, projetos de maior qualidade e potencial executável.

Palavras-chave: Projetos. Compatibilização. Interferências. Sobreposição.

ABSTRACT

Civil engineering in Brazil has been changing due to the competitiveness of the market. In search of increasingly logical undertakings, the productive method of construction goes through a project development that results in its evolution, solving faults, solving interferences, increasing productivity with the optimization of resources. The compatibility of projects is an essential artifice in the development of the group of projects that make up the residence, which allows eliminating disturbances already in the planning phase, when strategic decisions are more favorable. In this work, a case study of the process of project compatibility of a single-family residence is carried out, where the interferences observed during the verification analysis and their complications in the enterprise are shown, in order to improve the construction process. With several systems that constitute the formation of a building, this lack of connection between professionals causes inconformities and divergences between projects. On the other hand, offices that combine professionals specialized in different areas of activity form a multidisciplinary environment where they combine their work, achieving more effective results, higher quality projects and executable potential.

Keywords: *Projects. Compatibility. Interferences. Overlapping.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Interferência pilar P5 com janela do banheiro	18
FIGURA 2	Resolução do pilar P5 com a janela do banheiro	18
FIGURA 3	Prever furo/reforço na cinta C8	19
FIGURA 4	Coluna de esgoto atravessando a cinta C101	19
FIGURA 5	Resolução da coluna de esgoto atravessando a cinta C101	20
FIGURA 6	Eletroduto contando janela e tomada posicionada no pilar P4	20
FIGURA 7	Resolução do eletroduto contando janela e tomada posicionada no pilar P4	21
FIGURA 8	Prever furo/reforço na viga V5	21
FIGURA 9	Coluna de ventilação atravessando o bloco B3	22
FIGURA 10	Resolução da coluna de ventilação atravessando o bloco B3	22
FIGURA 11	Eletroduto cortando e descendo na vertical no pilar P6	23
FIGURA 12	Resolução do eletroduto cortando e descendo na vertical no pilar	23
FIGURA 13	P6 Coluna de água fria cortando a janela	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAD	Computer Aided Design
BIM	Building Information Modeling
NBR	Norma Brasileira

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.2 HIPÓTESES OU PROPOSIÇÕES DE ESTUDO	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 OBJETIVO GERAL	11
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	12
1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO	12
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	14
3 COMPATIBILIDADE DOS PROJETOS ARQUITETÔNICO, ESTRUTURAL, ELÉTRICO E HIDROSSANITÁRIO	16
3.1 VERIFICAÇÃO DE INCOMPATIBILIDADE	16
4 ANÁLISE CRÍTICA	25
4.1 COMPATIBILIZAÇÃO X RESULTADO NA CONSTRUÇÃO	25
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o setor da construção civil avançou muito, trazendo muitas inovações e conveniências para projetistas e construtores. Mikaldo Jr. e Scheer (2008) apontam que, em meados da década de 1980, tal desenvolvimento levou a uma separação nos setores da engenharia civil, resultando em diferentes áreas de especialização e, portanto, falta de racionalização no processo de concepção dos projetos.

Com o desenvolvimento da tecnologia, surgiram várias áreas de especialização no ramo da engenharia civil, e um dos resultados foi a separação dos autores dos projetos dos sistemas para os quais projetaram, o que provoca a ocorrência de erros que só podem ser percebidos na execução do projeto. Com a separação da disciplina e suas especialidades, passaram também a designar designers diferentes para cada etapa do processo de projeto (MIKALDO E SCHEER, 2008).

O processo construtivo já é um eixo importante em termos de desempenho e eficiência, colocando cada vez mais a dinâmica da relação interativa entre o projeto/projetista e a execução da obra. Na ausência dessa interação, os projetos parecerão falhar, resultando em custos desnecessários e atrasos no cronograma.

Erros de projetos foram apontados por Maciel e Melhado (1996) como responsáveis por 60% das patologias na construção. A maioria desses erros é causada por incompatibilidades entre os projetos de diferentes segmentos.

Para reduzir a imprevisibilidade e eliminar custos e retrabalhos não planejados, além de buscar melhor produtividade por meio da adequação às normas regulatórias, as empresas utilizam procedimentos e técnicas como compatibilidade.

A compatibilização de projetos é uma alternativa para solucionar alguns dos erros que surgem na fase de projeto de edificações, buscando gerenciar e integrar diferentes projetos de uma determinada edificação, com a finalidade de criar uma perfeita combinação entre eles, com o objetivo de minimizar os conflitos existentes, simplificando a implantação, otimizando e racionalizando materiais, tempo, mão de obra e a manutenção (CALLEGARI, 2007).

Hoje em dia, é comum achar que a compatibilidade do projeto é apenas um custo extra para o trabalho. Da mesma forma, muitas vezes as pessoas tratam um projeto como uma despesa e apenas fazem o necessário para que seu projeto seja aprovado (MELHADO e VIOLANI, 1992). Assim, conforme apontado, percebe-se que a compatibilidade proporciona excelentes soluções entre as diversas áreas de uma empresa, prevendo erros que só são obser-

vados na fase de construção e compatibilizando-os, reduzindo custos que muitas vezes ultrapassam valores de compatibilidade.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Como identificar nós de interferência entre os projetos, arquitetônico, estrutural e de instalações antes da execução?

1.2 HIPÓTESES OU PROPOSIÇÕES DE ESTUDO

a) a compatibilidade é crucial para execução controlada do projeto, otimizando o tempo, manutenção e execução aprimoradas que garantem uma melhor qualidade do projeto

b) garantia que a edificação seja construída de acordo com o projeto aprovado, pois evita alterações na edificação por diferenças de informações entre outros projetos.

c) o desenvolvimento do projeto representa um investimento de aproximadamente 1% dos custos da edificação, minimizando conflitos entre projetos, simplificando a execução das obras, racionalizando o uso de materiais e otimizando o tempo de construção.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar a compatibilização do projeto arquitetônico e seus complementares em uma residência unifamiliar.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) destacar a importância da compatibilização de projetos e os seus benefícios;

b) identificar os nós de interferência na compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário;

c) apresentar a importância e os benefícios das mudanças feitas durante a fase de planejamento da obra e como as falhas devem ser resolvidas ainda na fase de elaboração minimizando erros ou dificuldades de execução na obra.

1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

A compatibilização de projetos é uma forma de analisar os diferentes projetos necessários para uma edificação e tem como objetivo a comunicação entre os princípios, buscando solucionar obstáculos com os quais não precisará lidar durante a execução da obra. Com isso, é possível reduzir e até eliminar problemas no local, como interferências físicas e perda de função, que geram retrabalho, aumentam custos e causam atrasos.

As empresas do setor da construção civil passam por um período volátil e altamente competitivo. É por isso que eles procuram entrar nos campos econômico, ágil e tecnológico por todos os meios para se tornarem competitivos. As empresas tornam-se competitivas por mais intervenção e por fatores integradores: custo, qualidade, flexibilidade, tempo e inovação.

O projeto tem um efeito significativo nos custos de construção, por isso é importante investir tempo no seu desenvolvimento. A falta de compatibilidade entre projetos é a maior responsável por desperdícios na obra. A solução de resolução de conflitos ainda está na fase de elaboração do projeto, o que evita problemas no canteiro e reduz os custos de construção em até 8%, segundo Chippari (2014).

1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO

Optou-se pela pesquisa exploratória, que, segundo Gil (2002, p. 45), “torna mais explícito o entendimento e a construção de hipóteses, além de facilitar e estimular o aprimoramento de ideias e a descoberta de intuições”.

No escopo da pesquisa exploratória optou-se pela pesquisa bibliográfica, isto é, aquela desenvolvida a partir de livros e artigos já elaborados.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo apresentamos a introdução com a contextualização do estudo; formulação do problema de pesquisa; as proposições do estudo; os objetivos geral e específico; as justificativas, relevância e contribuições da proposta de estudo; a metodologia do estudo, bem como definição estrutural da monografia.

No segundo capítulo abordamos a compatibilização de projetos e seus benefícios para uma boa execução da obra.

No terceiro capítulo, tratamos de apresentar a compatibilidade do projeto arquitetônico com seus complementares, que são estruturais, instalações elétricas e instalações hidrossanitárias.

O quarto capítulo abordamos a análise crítica da compatibilização e seu resultado na construção de uma residência unifamiliar.

2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Para tornar o processo construtivo mais eficiente, surgiu o problema de não levar em conta a importância da fase de projeto e planejamento da edificação, que dando a sua devida importância contribui diretamente evitando custos desnecessários e alterações na obra.

Apesar de pouco utilizado, a compatibilização de projetos de engenharia é uma tendência na construção civil. A construção de qualquer negócio exige uma ampla gama de projetos tais como, arquitetônico, estrutural, instalações elétricas e hidrossanitário, entre outros.

Os projetos que irão compor a obra são muitas vezes realizados por vários projetistas isolados, o que aumenta muito o potencial de nós de interferência durante a fase de execução da construção. Para solucionar o problema, muitas vezes são tomadas medidas de curto prazo, sem estudo de caso prévio, e podem não ser a solução mais adequada. A prática de usar a compatibilidade de projeto, que é analisar a interferência física em uma edificação entre diferentes especialidades, é essencial para qualquer construção.

Para Nascimento (2014), essa incompatibilidade leva ao prejuízo na construção civil que ocorre com frequência e está relacionado principalmente ao desperdício de materiais. No entanto, o problema não está apenas relacionado à perda material, mas também a considerar máquinas, equipamentos, mão de obra e capital gastos além do necessário para construir a edificação. Neste caso, os danos incluem tanto a taxa de gastos materiais quanto a realização de trabalhos desnecessários que incorrem em custos adicionais e não trazem valor final.

Embora o construtor não queira investir em compatibilidade para que não haja "custo", isso representa apenas uma pequena porcentagem do que ele terá que pagar no futuro com a correção de erros de projeto.

O gerenciamento de projetos é o campo da administração que aplica conhecimentos, habilidades e técnicas no desenvolvimento de atividades relacionadas a fim de atingir um conjunto de metas pré-definidas. É uma habilidade estratégica para as organizações, permitindo-lhes alinhar os resultados do projeto com os objetivos de negócios e, assim, competir melhor em seu mercado.

Quando não houver planejamento na fase de projeto, a construção de edifícios produz seu produto sem uma definição clara de como fabricar. Como resultado, o desempenho e a qualidade da edificação sofrem, pois, as soluções são menos analisadas e compartilhadas com todos os autores envolvidos, o que incorre em custos adicionais, como o uso de materiais e sistemas construtivos inadequados que acarreta em improdutividade no período de execução, uso e manutenção do produto (AQUINO *et al.*, 2005).

No mercado de escritórios de projetos, uma das principais modalidades organizacionais é o planejamento gerencial para melhoria de produtos e serviços nessa área. BAIA (1998) destacou que a ausência de gestão acarreta algumas dificuldades na implementação da melhoria da qualidade das obras arquitetônicas, tais como: falta de mecanismo de levantamento das necessidades dos clientes; retrabalho excessivo devido a alterações do empreiteiro no projeto; falta de coordenação entre os projetistas e atrasos no projeto de estruturas e sistemas de construção.

A compatibilidade de projetos pode ser entendida como uma forma interativa de trabalhos de diferentes tipos de projetos, com a finalidade de identificar obstáculos que possam existir na fase de implementação. A proposta é eliminar essas influências entre os elementos construtivos adaptando cada projeto, de forma a reduzir os erros, o tempo e o desperdício de material.

Segundo Tavares Junior (2001), “compatibilização de projetos torna-se uma ferramenta necessária para a melhoria da qualidade do projeto pela eliminação das não-conformidades apresentadas pelos mesmos”

Picchi (1993), afirma que a compatibilização de projetos se baseia na prática de detectar interferências por meio de sobreposição, além de realizar reuniões com os projetistas e a coordenação envolvida, visando solucionar o transtorno.

Por outro lado, Callegari (2007) explica que a compatibilidade inclui o ato de gerenciar e integrar projetos, com o objetivo de sincronizá-los, eliminando conflitos entre projetos relacionados a um único trabalho, simplificando a execução, otimizando e utilizando materiais, tempo e mão de obra e posterior manutenção.

Para enfatizar, Mikaldo (2008) define a compatibilidade de projetos como o ato de compatibilizá-los, levando a soluções integradas, que tornam o projeto executável. Na definição da NBR 567 (ABNT, 1999), projeto é definido como “a descrição gráfica e escrita das características de um serviço ou obra de Engenharia ou de Arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, financeiros e legais”. Partindo desta premissa, assumindo que a compatibilização dos projetos é essencial para verificar as intersecções físicas e tecnológicas, debatendo informações que vinculem as características de cada projeto a ser integrado.

3 COMPATIBILIDADE DOS PROJETOS ARQUITETÔNICO, ESTRUTURAL, ELÉTRICO E HIDROSSANITÁRIO

A compatibilidade com o projeto arquitetônico e outros foi assegurada pela colocação das plantas e estrutura dos cômodos nas plantas arquitetônicas de cada pavimento. Os arquivos digitais contendo os desenhos de cada disciplina foram nivelados com o software Autodesk Revit que faz interação com o sistema BIM, a escala do desenho e as cores dos elementos foram ajustadas para melhorar a visibilidade dos elementos. Algumas das principais diferenças físicas e funcionais identificadas foram registradas em tabela que incluíam o identificador do item conflitante, o tipo de interferência e o procedimento proposto para corrigir a interferência.

3.1 VERIFICAÇÃO DE INCOMPATIBILIDADE

TABELA 1 - Verificação

ITEM	CONFLITO/INTERFERENCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Pilar P5	Pilar posicionado sobre a janela do banheiro	Mover janela para esquerda
Pilar P6	Conduíte/eletroduto cortando pilar/posicionado na vertical	Reposicionar o conduíte vertical e descer um novo evitando cortar o pilar
Pilar P4/Janela	Conduíte cortando a janela/Cx tomada posicionada no pilar	Mover janela para obter espaço para passar o conduíte e posicionar Cx da tomada fora do pilar
Pilar P5	Nasce no sub-solo 14/30 fora da parede do térreo	Girar pilar no térreo 30/14
Viga V5	Tubulação do esgoto cortando a viga	Prever furo em viga/reforço
Cinta C8	Tubulação de esgoto cortando a cinta	Prever furo na cinta/reforço
Cinta C101	Tubulação de esgoto cortando a cinta	Rebaixar a cinta
Bloco B3	Ventilação de esgoto posicionada no bloco	Reposicionar tubo de ventilação

Na verificação acima, registrada na Tabela 1, destacam-se os conflitos físicos e funcionais mais importantes observados na compatibilidade entre projetos. A correspondência

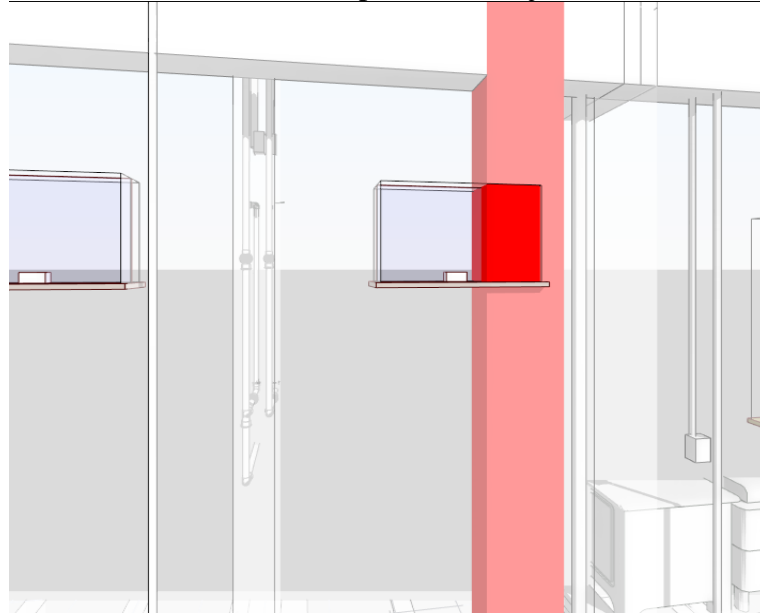
foi feita por sobreposição dos desenhos, onde pode ser analisada a correlação entre os pilares, vigas e lajes da estrutura, bem como paredes, instalações elétricas e hidráulicas, além de esquadrias e circulações da arquitetura. Durante esta inspeção, foram identificadas falhas recorrentes no subsolo e no térreo. Prevalendo a arquitetura e o projeto estrutural a maioria das modificações foram feitas nos projetos de instalações elétricas e hidrossanitárias.

Utilizando a tabela com os registros incompatíveis, é de responsabilidade do profissional da compatibilização agendar as reuniões, para apresentar as conflitos detectados em cada especialidades feita separadamente com cada profissional, responsável pelo projeto em andamento. Durante a reunião, a tarefa do coordenador é apresentar os distúrbios identificados e as medidas necessárias para solucionar os problemas já observados no projeto. As informações são analisadas em conjunto e se forma um consenso sobre a melhor solução para cada situação, sempre para aumentar a construtibilidade da obra e reduzir custos evitando que surjam problemas fase de execução.

Após esse processo os projetos complementares e executivo foram finalizados, considerando que todos os erros encontrados durante a compatibilização foram corrigidos, sendo posteriormente encaminhado a obra para o início da construção da residência.

Uma das interferências mais comuns identificadas em projetos de engenharia são os pilares e colunas que conflitam com, esquadrias, acesso a comodoss dentre outros elementos como mostrado na figura 1, onde temos o conflito entre a janela e o pilar P5 que por razões estruturais esse é o melhor posicionamento para o mesmo, sendo essencial para o bom funcionamento da estrutura a solução proposta na figura 2 foi de reposicionar a janela do banheiro, movendo-a para a esquerda sem grandes perdas na estática inicial proposta.

FIGURA 1 - Interferência pilar P5 com janela do banheiro



FONTE: Compilação do autor

FIGURA 2 - Resolução do pilar P5 com a janela do banheiro

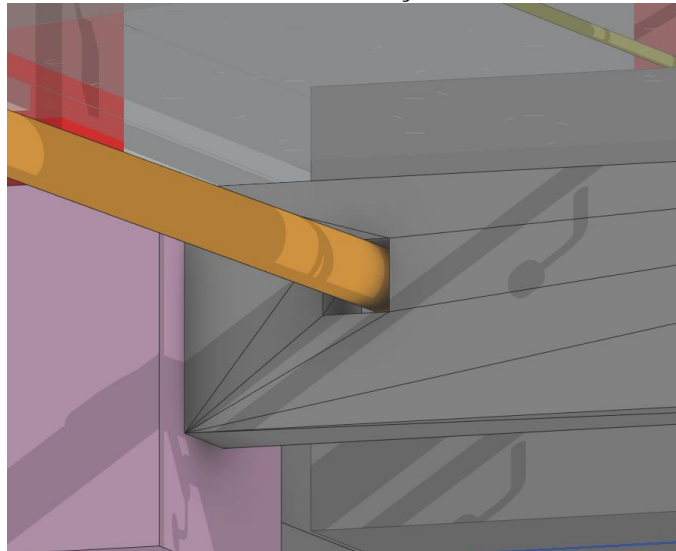


FONTE: Compilação do autor

Outro ponto importante na compatibilização e a verificação das vigas com a instalações hidrossanitárias figura 3. Observa-se a necessidade de furo em viga/cinta, esse procedimento e permitido garantido pela NBR 6118 - Estruturas de concreto armado - Procedimento (ABNT, 2014) ao identificar a necessidade de furo e repassado ao engenheiro estrutural para que a viga possa ser recalculada com o furo e providenciado um reforço no local. Conflitos estruturais não identificados na fase de projetos ao chegar na fase de execução e

não sendo informado ao engenheiro estrutural poderá acarretar em sérios danos a estrutura da residência, comprometendo a segurança dos moradores.

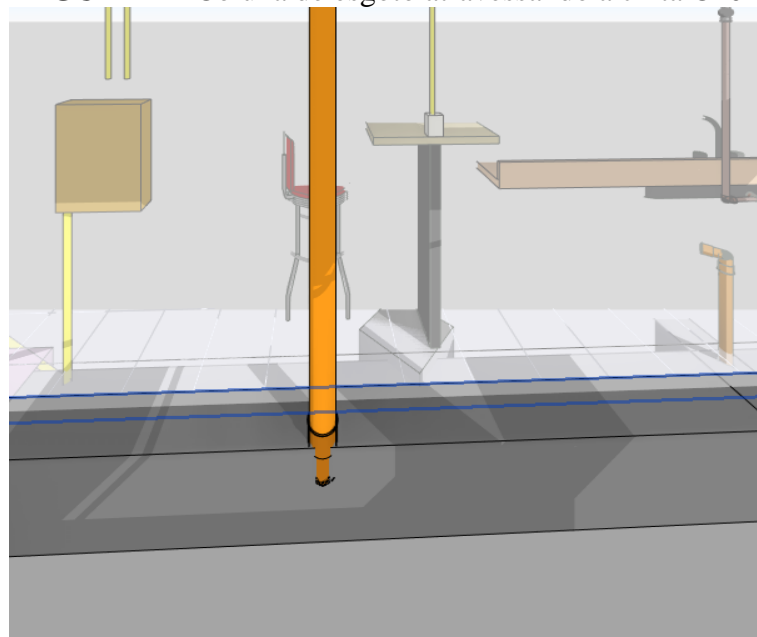
FIGURA 3 - Prever furo/reforço na cinta C8



FONTE: Compilação do autor

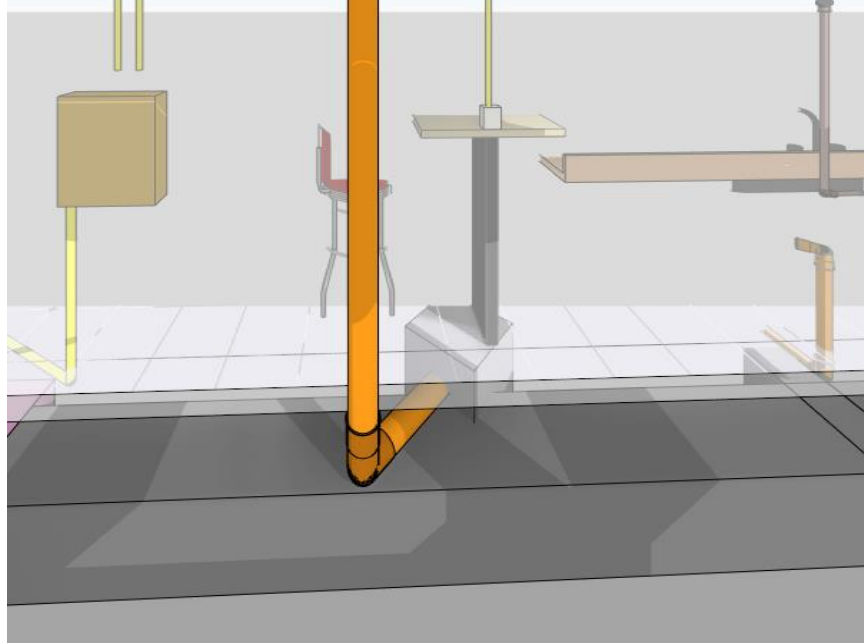
Muitos conflitos podem ser resolvidos movendo os elementos, observa-se na figura 4 que a coluna perfura a cinta na horizontal e na vertical comprometendo a resistência do elemento estrutural, para manter a integridade do elemento foi proposto o rebaixamento da cinta, assim evitando furo e deixando a coluna de esgoto livre, facilitando sua instalação como mostrado na figura 5.

FIGURA 4 - Coluna de esgoto atravessando a cinta C101



FONTE: Compilação do autor

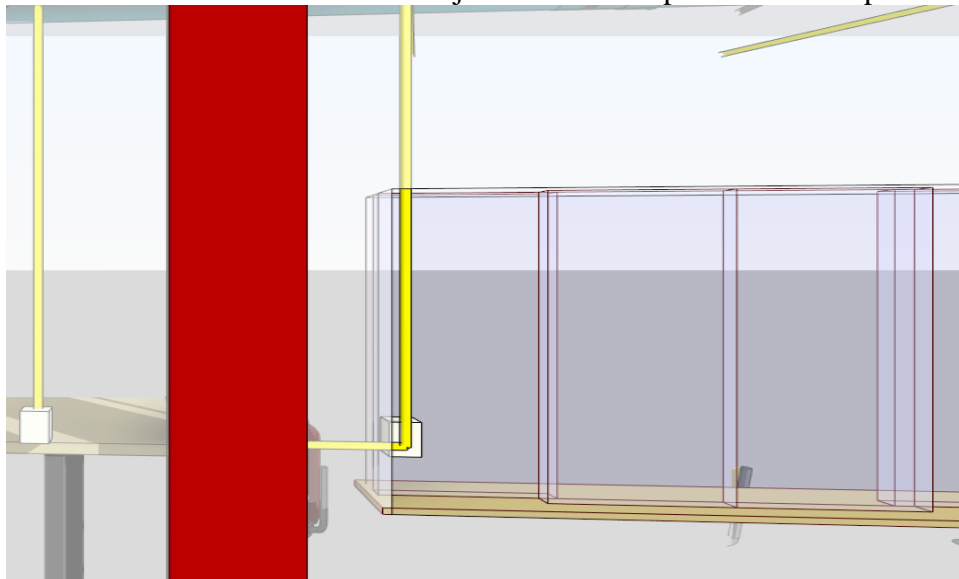
FIGURA 5: Resolução da coluna de esgoto atravessando a cinta C101



FONTE: Compilação do autor

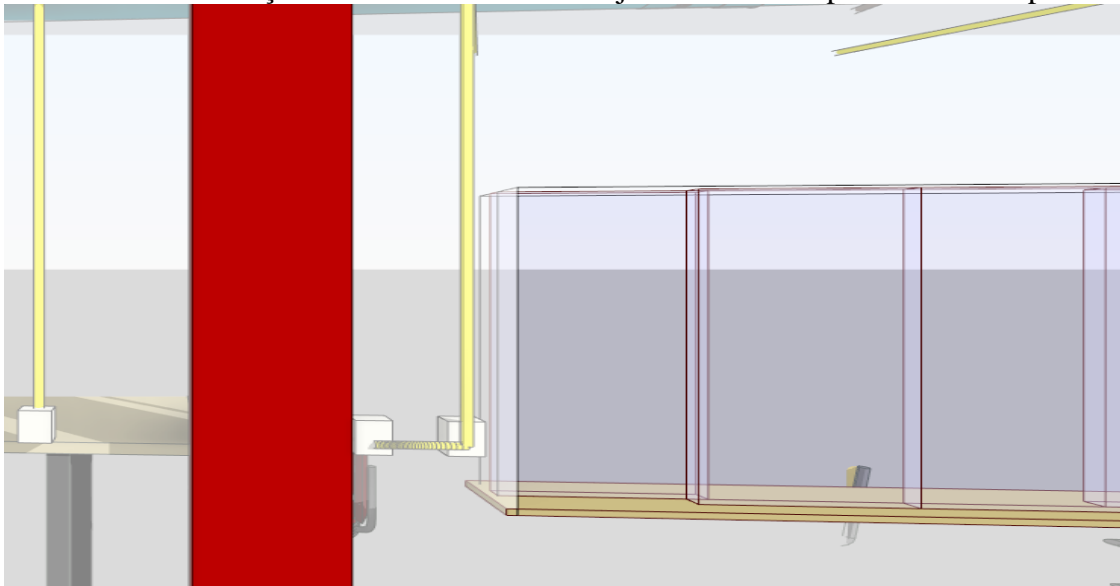
Na figura 6 podemos observar dois conflitos de simples resolução, observa-se que o eletroduto desce cortando a janela e ao final a caixa de tomada está posicionada em cima do pilar P4, para evitar esses danos, propõe-se que mova a janela poucos centímetros para a esquerda e reposicione a caixa de tomada fora do pilar como mostrado na figura 7.

FIGURA 6 - Eletroduto contendo janela e tomada posicionada no pilar P4



FONTE: Compilação do autor

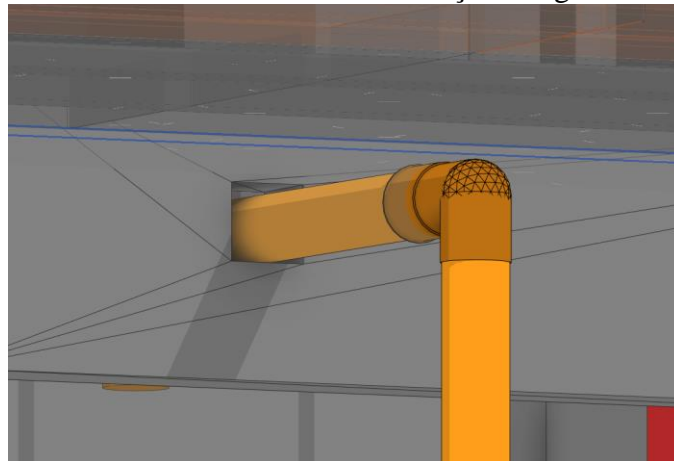
FIGURA 7 - Resolução do eletroduto contando janela e tomada posicionada no pilar P4



FONTE: Compilação do autor

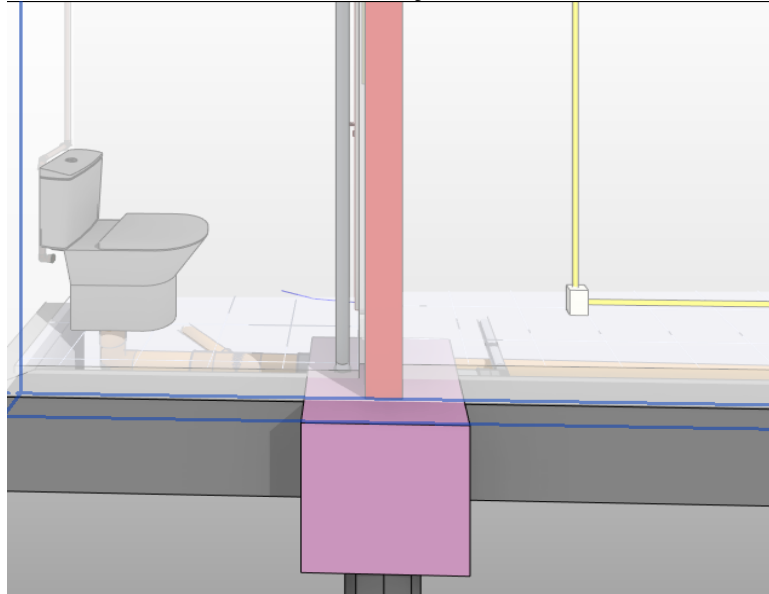
Quando não podemos mover um elemento ou outro por motivos de funcionalidade e temos que manter a interferência, a única opção viável é a de prever o furo e reforçá-lo com novos cálculos feitos pelo responsável da estrutura como já vista antes na figura 3 é uma solução permitida por norma que será adotada novamente na figura 8.

FIGURA 8 - Prever furo/reforço na viga V5

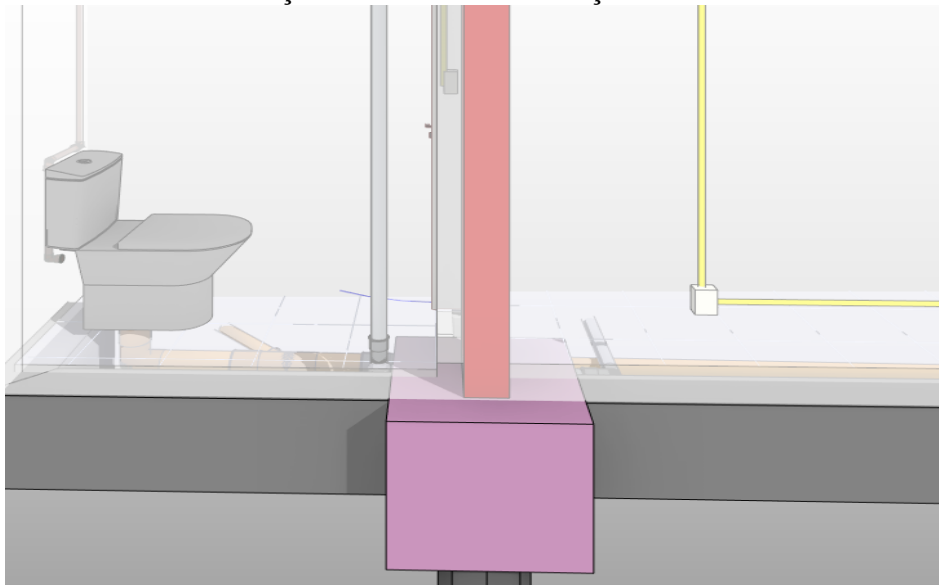


FONTE: Compilação do autor

Elementos da fundação como exemplo o bloco B3 da figura 9 diferentemente das vigas que é permitido o furo mediante o reforço, elementos de fundação como o bloco B3 fica vedado o uso de furos devido a sua função e posição na estrutura. Observa-se na figura 9 que a coluna de ventilação corta o bloco B3, como não é permitido furos nessa situação, foi proposto o reposicionamento da coluna fora do bloco, como mostrado na figura 9.

FIGURA 9 - Coluna de ventilação atravessando o bloco B3

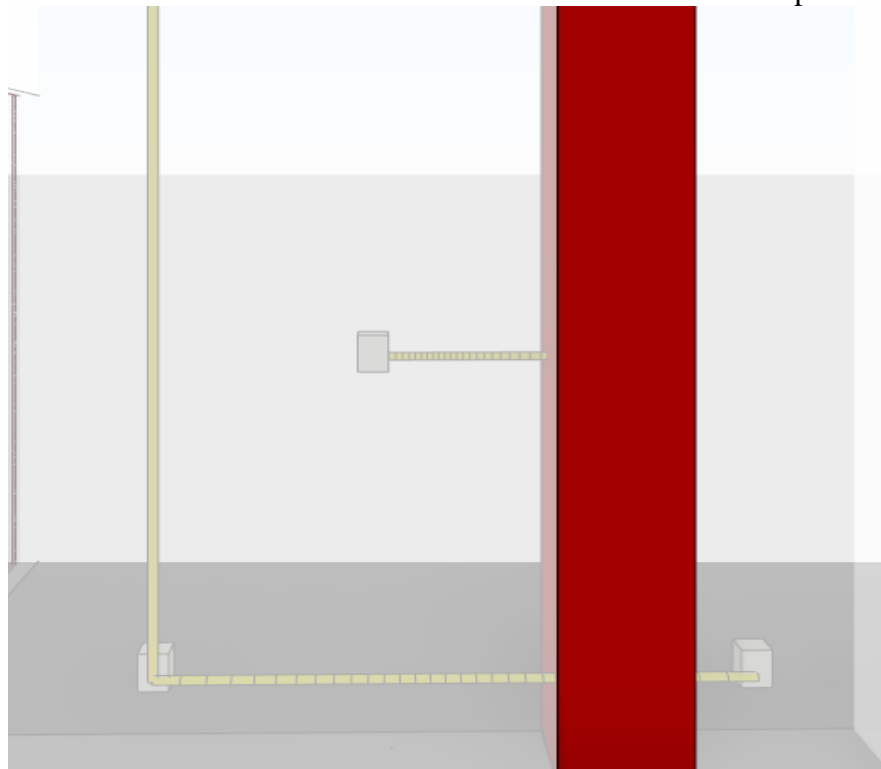
FONTE: Compilação do autor

FIGURA 10 - Resolução da coluna de ventilação atravessando o bloco B3

FONTE: Compilação do autor

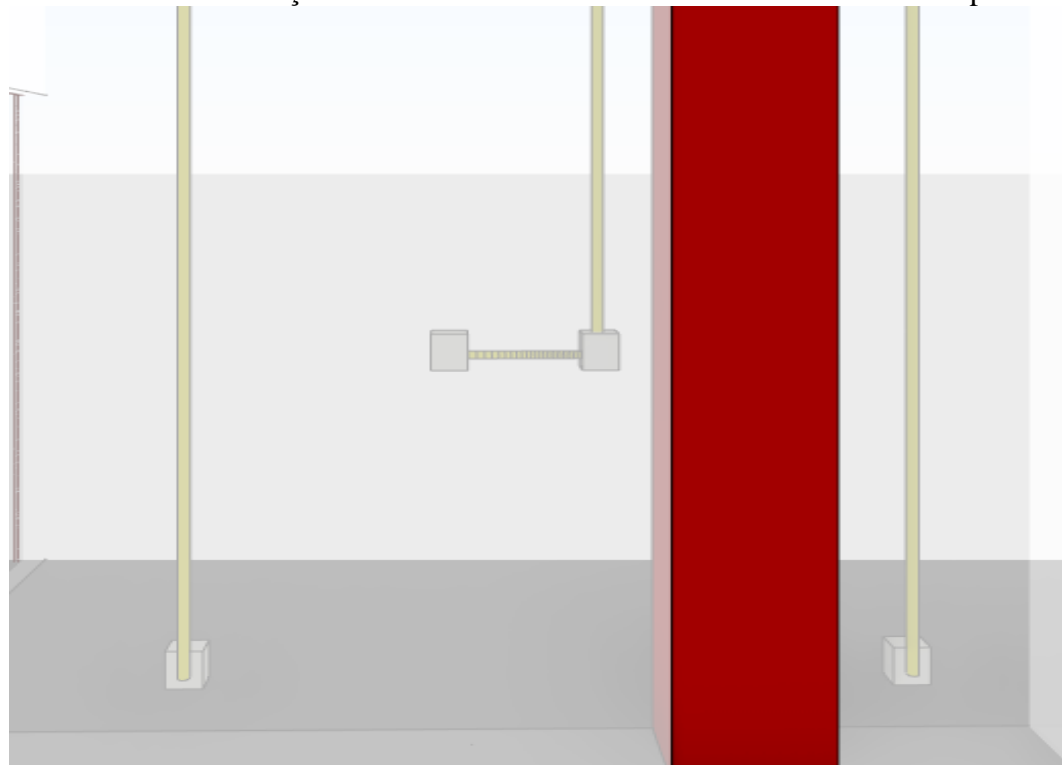
Na figura 11 encontra-se um conflito recorrente entre pilar e eletroduto, porem nesse caso foi proposto uma resolução diferente, onde não foi movido o elemento e sim usado uma nova saída de eletroduto que não interliga uma tomada a outra evitando assim o corte no pilar P6, podemos observar a solução proposta na figura 12.

FIGURA 11 - Eletroduto cortando e descendo na vertical no pilar P6



FONTE: Compilação do autor

FIGURA 12 - Resolução do eletroduto cortando e descendo na vertical no pilar P6

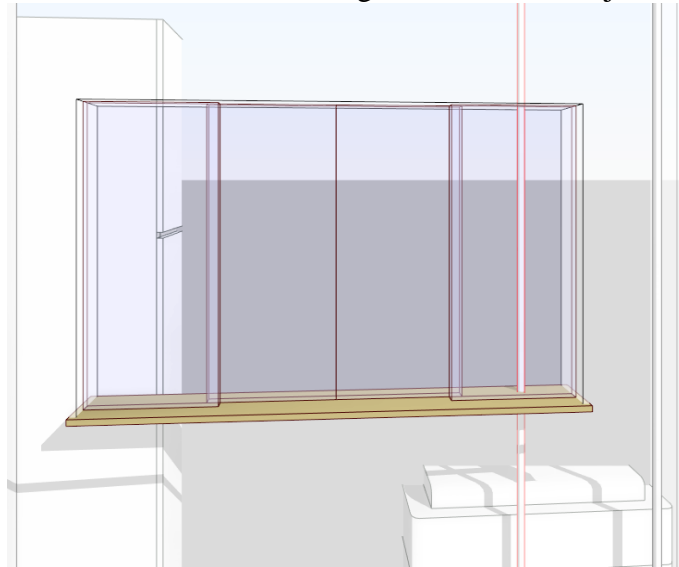


FONTE: Compilação do autor

Na figura 13 foi identificado o conflito entre a janela e a coluna de água fria, a solução proposta foi mover a coluna para direita evitando a interferência. Até mesmo interferên-

cias simples devem ser identificadas e passadas ao profissional responsável para correção e devido dimensionamento.

FIGURA 13 - Coluna de água fria cortando a janela



FONTE: Compilação do autor

4 ANÁLISE CRÍTICA

4.1 COMPATIBILIZAÇÃO X RESULTADO NA CONSTRUÇÃO

O profissional responsável pela compatibilização dos projetos, deve possuir grande habilidade em todas as áreas de projetos, afim de atender as necessidades do cliente e resolver questões incompatibilidade sem causar sérios problemas entre os profissionais envolvidos. A compatibilização de projetos está ligada ao tamanho, complexidade e valor do produto. Quanto maior o projeto, mais recursos são necessários para combiná-los, e maior a probabilidade de ter inconsistências entre eles.

Fruet (1993) apontou que os principais problemas que ainda surgem na fase de planejamento não são bons nas pequenas empresas de construção civil. Para tanto, foi realizado um levantamento junto a diversas construtoras da região metropolitana de Porto Alegre. Foi determinado que as principais falhas do projeto foram:

- a) incompatibilidades entre diferentes projetos;
- b) erros ou diferenças de cotas, níveis, alturas;
- c) falta de detalhamento dos projetos;
- d) detalhamento inadequado dos projetos;
- e) falta de especificação de materiais e componentes.

A importância de métodos eficazes de planejamento e gestão na engenharia civil para garantir a qualidade e durabilidade das edificações é cada vez mais evidente. Softwares avançados, aliados a técnicas de engenharia simultâneas, criam otimização de processos e projetos, resultando em maior sustentabilidade e adequação do produto final (VEIGA; ANDERY, 2009).

O processo de compatibilização pode resolver o problema da falta de integração entre os projetistas de diferentes disciplinas, resultando em um projeto sem interferências. É compreensível que as contradições estejam diretamente relacionadas a separação das disciplinas, pois apresentou um resultado exemplar de projeto compatível após ter sido compatibilizado por um único profissional.

Durante a fase de projeto, os profissionais de diferentes áreas têm como pré-requisito o projeto de outro profissional, o que cria divergências nos métodos de trabalho e resulta e provoca interferências. Mikaldo Jr. (2006), diz que a compatibilização de projetos se tornou necessidade a partir das separações das disciplinas. Os erros mais comuns encontrados como interferências foram em posicionamentos dos pilares em locais onde haviam

janelas, tomadas mal posicionadas que causariam retrabalho na execução, eletrodutos atravessando pilares, entre outros. Esses problemas geram custos operacionais, e podem ser evitados por meio da compatibilização. Embora esta seja uma etapa importante do trabalho, sabe-se que ainda existe uma grande carência na implantação e a execução desta atividade, por falta de conhecimento ou por negligência devido ao valor. Portanto, recomenda-se a introdução de sistemas de treinamento relacionados ao uso dos softwares BIM, bem como o método tradicional aos interessados, para que se torne uma atividade necessária no processo construtivo.

O tempo despendido na compatibilidade mútua de áreas de especialização confere um benefício significativo na implementação das primeiras fases de trabalho, ainda em fase de execução. Diversas distrações resolvidas durante a fase de projeto causariam interrupções na construção da casa para aprovação do projeto ou a necessidade de uma decisão repentina no canteiro de obras. Transições de pilares ou redimensionamento de vigas necessitariam de análises mais complexas, que custariam tempo e comprometeriam o andamento da obra.

5 CONCLUSÃO

Quando se envolve vários profissionais ligados à suas respectivas áreas de elaboração, geralmente há falta de comunicação, mal-entendidos e interpretações errôneas durante a criação de um projeto, o que leva a erros de difícil percepção. Erros estes que podem causar sérios problemas durante a implementação da obra, que afetam diretamente o custo e prazo estipulado.

As resistências por sua adesão, vêm sendo quebradas ao longo dos anos, já que estudos e análises detalhadas provam que o BIM possui uma capacidade muito maior que a tecnologia CAD, tanto em produtividade quanto na realidade final do projeto.

Compatibilizar projetos é verificar se os componentes dos sistemas ocupam espaços não conflitantes entre si e, além disso, garantir que os dados compartilhados tenham consistência e confiabilidade até o final do projeto (GRAZIANO, 2003)

Através do trabalho, analisando o caso, pode-se concluir que a verificação da incompatibilidade entre os projetos deve ocorrer durante todo o processo de concepção da residência, incluindo perguntas sobre os projetos complementares desde o estudo preliminar arquitetônico. Se o projeto for desenvolvido em um ambiente multidisciplinar, questões estratégicas relacionadas à execução e qualidade da obra seriam consideradas na fase inicial do projeto, onde os custos são menores.

Fica claro que o processo de compatibilização de projetos é bastante complexo, mas quando bem coordenado traz grandes retornos positivos para as empresas de construção civil. É claro que os especialistas responsáveis pela compatibilização, além da integração e comunicação entre os diversos profissionais envolvidos no processo, devem ter todos os atributos necessários para completar as etapas, desde o estudo preliminar dos projetos até a concepção e por fim finalizando com o engenheiro responsável pela execução da obra. Todas as partes devem ser consultadas para que todas as questões levantadas possam ser sanadas de forma amigável. As técnicas aqui utilizadas variam de acordo com o nível de interação dos profissionais responsáveis pela compatibilização e com os recursos disponíveis. É importante esclarecer que mesmo as técnicas mais simples e mais baratas apresentam um resultado muito satisfatório em termos de redução de custos, pois já eliminam boa parte dos custos com retrabalho, que iriam gerar gastos a mais com mão de obra bem como compras erradas de material assim influenciando no tempo da obra. Os custos de atraso de cronogramas são significativos quando já existe a compatibilização, mesmo que seja mais a mais simples.

REFERÊNCIAS

AQUINO, J. P. R. **Integração Concepção-Projeto-Execução de Obras**. In: MELHADO, S. B. (Coord.). Coordenação de projetos de edificações. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

BAIA, J. L. **Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas de Projeto**: Aplicação ao Caso das Empresas de Arquitetura. USP, São Paulo. 1998.

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

CHIPPARI, Patrícia. **Compatibilização de projetos economiza tempo e dinheiro**. Disponível em:<http://www.aecweb.com.br/cont/m/cm/compatibilizaode-projetos-economiza-tempo-e-dinheiro_6907>. Acesso em: 21 abr. 2022

FRUET, G. M.; FORMOSO, C. T. **Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte**. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL – gestão tecnológica, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre, 1993.

GRAZIANO, F. P.. **Compatibilização de Projetos**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante), Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT, São Paulo. 2003.

JOBIN, M. S. S.; CAZET, A. F.; LOCATTO, S.S.; MACIEL, V. **Controle do Processo de Projeto na Construção Civil**. Porto Alegre, FIERGS / CIERGS, 1999, 215p.

MACIEL, L. L.; MELHADO, S. B. **O processo de projeto e a qualidade dos edifícios**. In: NUTAU 96, Seminário Internacional NUTAU, São Paulo, 1996.

MELHADO, S.B.; VIOLANI, M.A.F. **A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios**. Série Texto Técnico. TT/02. São Paulo, EPUSP/PCC, 1992.

MELHADO, S. M. **Qualidade de projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005.

MIKALDO JR, J.; SCHEER, S. **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS OU ENGENHARIA SIMULTÂNEA: QUAL É A MELHOR SOLUÇÃO?**. *Gestão & Tecnologia de Projetos, [S. l.]*, v. 3, n. 1, p. 79-99, 2008. DOI: 10.4237/gtp.v3i1.63. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50928>>. Acesso em: 21 abr. 2022

_____. **Compatibilização ou Engenharia Simultânea**: Qual é a melhor solução. Tese (Mestrado Profissionalizante) – Universidade Federal do Paraná. 2008.

MELHADO, S. M. **Qualidade de projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.

NASCIMENTO, José. **A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil.** Revista Especialize On-line IPOG, 7. ed. nº 7. vol. 1. Goiânia, 2014.

PICCHI, F.A. **Sistemas da qualidade:** uso em empresas de construção de edifícios. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1993. 462 p.

SANTOS, White José; BRANCO, Luiz Antônio Melgaço Nunes; FILHO, Júlio Valter de Abreu. **Compatibilização de Projetos:** Análise de algumas falhas em uma edificação pública. IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 20, 21, 22 de junho de 2013.

TAVARES JUNIOR, W. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte.** Florianópolis, Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.