



## Estudo de caso da importância da compatibilização de projetos na construção de um edifício residencial multifamiliar

GUIMARÃES, Waldemberg<sup>1</sup>. FIGUEIREDO, Karoline.

<sup>1</sup>Pós-graduando em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, NPPG/POLI – UFRJ.

### Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 16 Out 2019

Revisão: 25 Out 2019

Aprovação: 04 Nov 2019

Palavras-chave:

Compatibilização

Projetos de construção

Economia

### Resumo:

*A construção civil apresenta uma grande necessidade da garantia da eficiência dos processos construtivos devido ao seu crescente cenário de prazos cada vez mais afunilados. Com isso, é necessária, cada vez mais, a utilização de ferramentas que realizem a integração dos elementos construtivos, levando em consideração qualidade, custo, tempo, flexibilidade e inovação no presente cenário construtivo, pode-se observar que as empresas, a fim de melhorar o seu tempo de processo na fase inicial do projeto, contratam diversos profissionais para que cada um elabore uma parte do projeto, ou fique responsável por uma disciplina diferente, ganhando, assim, muita versatilidade. Entretanto, isso traz consigo a necessidade de compatibilização desses projetos. Este artigo procura refletir, a partir da análise de um estudo de caso de um edifício residencial multifamiliar, quais são os possíveis problemas gerados pela incompatibilidade de projetos, tomando-se como referência o fluxo de processo de elaboração de projetos desenvolvido pelas empresas. O objetivo deste trabalho é, então, conscientizar para a importância da compatibilização de projetos e a necessidade de que se haja uma boa gestão.*

### 1. Introdução

De acordo com Goldman [1], o setor da construção é um dos ramos de maior investimento relacionados à economia do Brasil, porém, por vezes o tradicionalismo e os vícios construtivos torna esse ramo restrito de tecnologias que poderiam vir a reduzir os custos e qualificar muito mais os processos e produtos.

Na atual conjuntura da engenharia civil, então, um dos grandes desafios é o ganho de produtividade e eficiência juntamente com a redução de retrabalhos e desperdícios. Esse ganho de eficiência muitas vezes é garantido através de um bom planejamento na fase de desenvolvimento de projetos Graziano [2].

O desenvolvimento de projetos inicialmente era mais simplificado, pois envolvia uma quantidade menor de profissionais. Com o aumento da demanda de serviços e a expansão do setor da construção, por questões práticas e produtivas, as empresas passaram a contratar profissionais distintos para executar os diferentes tipos de projetos que envolviam um empreendimento, e logo os projetistas passaram cada vez mais a se especializar em disciplinas específicas, originando a terceirização desses serviços. Este processo mostrou-se como uma eficiente alternativa com relação à otimização do tempo na fase de projeção. Em contrapartida, a utilização de diferentes tipos de profissionais pode apresentar muitas vezes

uma problemática gerada devido à possível ausência ou falha de informação. Esses conflitos, quando não verificados previamente, podem ser descobertos somente no momento da execução, o que poderá gerar atrasos e mudanças no orçamento.

Nessa linha de raciocínio, Souza [3] logo observa que o processo de compatibilização de projetos se tornou indispensável na fase de planejamento das construções tanto para a fase de projeção quanto para a fase de execução.

De acordo com Callegari[4], a empresa deve garantir desde o início que o projeto tenha autossuficiência e informações que permitam os eficientes planejamentos e programações, controle de materiais, execução, tempo, mão-de-obra, bem como a qualidade destas, para auxiliar as atividades de produção.

Segundo OH et al.[5], na proporção em que projetos construtivos se tornam maiores e mais complexos, a quantidade de informação necessárias também aumenta. E para evitar possíveis problemáticas na hora da execução do projeto faz-se necessária a compatibilização dos mesmos.

Para Campestrini [6], a ausência dessa compatibilização acarreta perdas na fase construtiva do processo sendo grandes partes dessas perdas relacionadas ao desperdício de material. Entretanto, a questão não está ligada apenas à perda de material, devendo ser considerada, ainda, as máquinas, os equipamentos, a mão de obra e o capital gasto além do necessário para a construção do empreendimento.

Neste caso, as perdas incluem tanto o aumento no custo com material quanto à realização de retrabalhos que resultam em custos extras. Essas perdas são provenientes de um processo de baixa qualidade, que apresenta como decorrência não só um aumento de custos, como baixa qualidade do produto, uma vez que o compromisso com o planejamento e cronograma é um dos pilares de uma construção com qualidade.

Este artigo mostra a importância da compatibilização de projetos, com a demonstração de um estudo de caso em que projetos de uma edificação residencial de múltiplos andares se mostram incompatíveis durante o processo, permitindo observar conflitos gerados na execução dos projetos estruturais e hidráulicos, a fim de enfatizar a importância da compatibilização na fase inicial de um empreendimento.

## **2. Planejamento e coordenação de projetos**

Cada vez mais a construção civil avança tecnologicamente na busca por um sistema onde forneça alta qualidade por um baixo custo de capital [2]. Por isso, é necessário um bom planejamento da obra para que isso possa ser realizado.

Um planejamento é constituído de uma fase onde serão estudadas previamente todas as etapas da obra, incluindo início, prazo, custo e possíveis problemas que poderão ocorrer em cada etapa do empreendimento.

Segundo Fabricio [7], o planejamento de obra é definido pelo acompanhamento do cronograma das etapas de obra e pelo fluxo de caixa do empreendimento, a fim de cumprir prazos da obra. O autor ainda fala que planejamento é baseado em experiências práticas; o pensamento e ação são praticados de maneira experimental e empírica e faz parte de um mesmo sentido.

Quando não há planejamento na etapa de projeto, a construção de edifícios fabrica seu produto sem uma definição clara de como produzi-lo. Assim, o desempenho e qualidade da edificação tornam-se comprometidos, já que as soluções para possíveis variações foram pouco analisadas e compartilhadas com todos os agentes participantes, o que gera custos adicionais como a utilização de materiais e sistemas construtivos inadequados e improdutividade no período de execução, uso e manutenção do produto.

O prazo da obra pode ser afetado por vários fatores, dentre eles: clima da região,

topografia, geologia, disponibilidade de materiais, disponibilidade de equipamentos e, sobretudo, problemas causados por incompatibilidade de projeto.

O investimento em gestão de projetos desde o Estudo de Viabilidade do empreendimento traz ganhos significativos nos resultados. Apesar do alto custo inicial, ele é responsável pela maior capacidade de influência no custo final.

## 2.1 Projetos

De acordo com a NBR ISO 9000 [8], o projeto pode ser definido como “Conjunto de processos que transformam requisitos em características específicas ou na especificação de um produto, processo ou sistema”.

Segundo Scardoelli [9], o projeto além de permitir planejar a todas as etapas do produto define uma série de aspectos da edificação que influenciam na qualidade e produtividade do processo. E a partir de definições que são dadas por aspectos como formas geométricas da edificação, a localização no terreno, as soluções estruturais, os materiais e o padrão de acabamento e detalhamento são estabelecidos as principais condições de execução.

Souza E Abiko [10] identificam que é na etapa de projeto que o produto é concebido e desenvolvido e que deve ser baseado na identificação das necessidades dos clientes em termos de desempenho e custos e nas condições de exposição a que está submetido o edifício na sua fase de uso.

### 2.1.1 Etapas constituintes de um projeto

É muito importante que as etapas do processo sejam todas identificadas e analisadas para que o projeto tenha a qualidade desejada. Porém, observa-se que ainda é deficiente a questão da padronização de processos.

Há diferentes opiniões entre os diferentes autores sobre quais são as etapas constituintes da elaboração de um projeto, mas é quase que unânime entre eles, que a modelagem do processo é uma das primeiras ações a serem

realizadas para organizar, desenvolver e controlar o processo, permitindo a todos os agentes envolvidos uma visão sistemática e detalhada de cada etapa.

Diversos autores, baseados em seus trabalhos e pesquisas, sugerem a sua melhor maneira de divisão das etapas de projeto.

Para Melhado [11], o processo de projeto passa por etapas conceitualmente progressivas, no qual a liberdade de divisão na escolha ou alternativas vai sendo gradativamente substituída pelo detalhamento das soluções adotadas. Essas etapas são: programa de necessidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto executivo, projeto para produção, planejamento e execução, assistência técnica.

Souza [12] descreveu que as etapas do projeto de uma edificação são as partes sucessivas nas quais poderá ser dividido o processo de desenvolvimento das atividades técnicas de projeto. A subdivisão das etapas é feita da seguinte maneira: levantamento de dados, programa de necessidade, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto pré-executivo, projeto básico, projeto executivo, detalhes de execução, caderno de especificações, gerenciamento de projetos, assistência à execução e Projeto As Built.

Segundo a Norma NBR 13.531 [13], considera-se a seguinte divisão de processo de desenvolvimento das atividades técnicas do projeto de edificações: levantamento, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto básico e projeto para execução.

Picchi [14] definiu que a nomenclatura das etapas de projeto não é consensual, sendo geralmente no mínimo de três etapas: estudos preliminares, anteprojeto, projeto definitivo (projeto executivo e detalhado). Outra etapa desenvolvida em paralelo ao anteprojeto é a de “projeto legal”, elaborado para obter as aprovações necessárias em órgãos públicos e concessionárias.

A partir do estudo das diferentes definições pode-se notar que o que determina as etapas do projeto pode seguir duas vertentes de raciocínios, onde uma está ligada ao conceito de que projetos são uma concepção e especificação técnica do produto e a outra, ligada ao conceito de que projeto é como um serviço contínuo.

No segundo caso, o projeto não se limita a entrega de plantas, memoriais, especificações, etc., mas inclusive ao acompanhamento de todo processo de produção até a entrega ao usuário final.

Devido às divergências entre autores quanto às etapas de processo de projeto, será apresentada as seis etapas propostas por Melhado et. al [15] publicado em 2003 e adaptado ao trabalho de Melhado de 1994 que consiste em: idealização do produto, desenvolvimento do produto, formalização do produto, detalhamento do produto, planejamento para execução e entrega final.

Na primeira etapa que é a idealização do produto são escolhidas as definições preliminares e os programas de necessidades do empreendimento, destinada à concepção, definições, análise e avaliações do conjunto de informações técnicas e econômicas iniciais e estratégicas do empreendimento cujo visa constatar a viabilidade de um produto definido, seguindo as necessidades do mercado.

Podemos resultar no programa de necessidades se não houver programa preestabelecido, onde as equipes de projeto e o cliente definem os rumos que o empreendimento irá tomar. [15]

Na próxima etapa, a etapa de desenvolvimento de produto, ocorrem os levantamentos característicos e o primeiro estudo preliminar. É nela que é feita a primeira avaliação nos aspectos de mercado, técnicos e econômicos, junto com as restrições legais, os custos, a tecnologia e a adequação ao usuário podendo no fim chegar ao estudo preliminar.

Na etapa de formalização do produto chega-se ao anteprojeto, projeto legal e

projeto básico. O anteprojeto é o produto que é desenvolvido junto com as soluções dadas pelos projetistas. Vai desde interfaces ocorridas nos projetos de instalações prediais, até os mais específicos projetos, tais como fundações, estrutura, esquadrias e ainda a parte de paisagismo e interiores. Com todo o anteprojeto finalizado, passamos para o projeto legal e o básico.

Esse primeiro nada mais é que o projeto a ser aprovado pelos órgãos de administração pública, além de alvarás de construções e outras pendências. O projeto básico nos mostra as soluções intermediárias das especialidades do projeto.

Na etapa que é referente ao detalhamento do produto, são representados todos os detalhes, informações, especificações, memoriais, de forma gráfica deixando da maneira mais definida e compreensível a visualização da edificação a ser executada.

A etapa de planejamento para execução é uma etapa de transição entre as etapas de elaboração de projeto e a entrega final. Nela é feita e projetada a articulação entre os projetos, o planejamento e a execução da obra.

O planejamento para execução possibilita a simulação das alternativas técnicas e econômicas propostas pelo construtor ou pelo representante do cliente, incrementando a racionalização da produção e adequando o projeto à cultura construtiva da construtora, favorecendo a gestão de custos e prazos de projetos. [15].

Entrega final é a finalização e revisões do projeto executivo, atualizando todas as informações necessárias do projeto que tinha sido modificada durante a execução da obra. Essa etapa ocorre com o desenvolvimento iterativo e a entrega de trabalhos finais, revisados pelas equipes de projetos e de obra. O produto final desta etapa é o Projeto *As Built*, que contém informações do projeto executivo, mostrando todas as suas modificações ao longo do período de execução de obra.

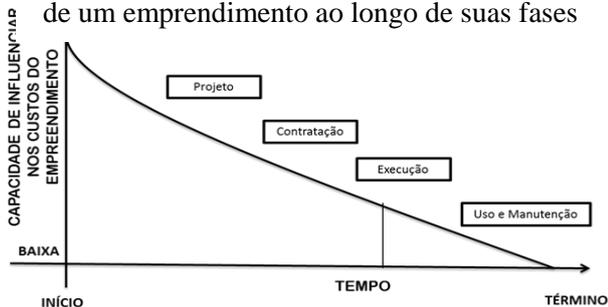
## 2.2 Influência do projeto no custo total do empreendimento

O conhecimento sobre gestão de projetos tem sido cada vez mais importante no cenário moderno vinculado às antigas e recentes evidências de que projetos não têm sido concluídos no custo, escopo, tempo e qualidade acordados. [6].

Uma análise de projetos eficiente é um dos pilares para a garantia de um projeto dentro do prazo e dos custos estimados. Sendo assim as empresas estão cada vez mais atentas a este ponto.

Com interesse de estudar o custo das diversas etapas de processo construtivo, uma empresa chamada *Construction Industry Institute* em 1987 elaborou uma pesquisa para medir a capacidade da influência das decisões na gestão de projetos e a capacidade de influência no custo final de um empreendimento.

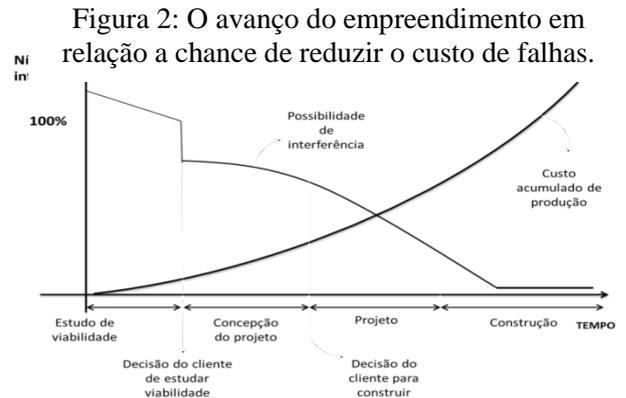
Figura 1: Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento ao longo de suas fases



Fonte: Hammarlund & Josephson (1992)

Foi afirmado por Hammarlund E Josephson [16] que as decisões tomadas nas fases iniciais de empreendimento são as que mais têm capacidade de influenciar na redução de custos e de falhas futuras. Observa-se que nas fases iniciais do empreendimento é onde o índice de falhas é maior, mediante aos inúmeros serviços envolvidos, tornando maior a dificuldade de resolvê-las. O gráfico da figura 2 exibe o

avanço do empreendimento em relação à chance de redução dos custos de falhas.



Fonte: Hammarlund & Josephson (1992)

Nota-se, portanto, que, o custo total é determinado nas fases iniciais do projeto, ou seja, nas etapas de estudo de viabilidade e na elaboração do projeto. Contudo, as decisões tomadas nas fases iniciais representam a influência sobre os custos da construção. Conclui-se que quanto mais apressada for a fase de projeto, mais difícil torna-se para reduzir custos totais do empreendimento.

Um projeto bem elaborado é a melhor forma de garantir o sucesso do empreendimento [12]. A expectativa por uma maior qualidade do projeto deve corresponder também a uma melhor remuneração dos profissionais responsáveis por sua concepção. Na construção civil até então não há uma cultura que busque implantar qualidade nas etapas iniciais do empreendimento, e sim quanto às novas técnicas construtivas. Porém essa é uma preocupação que as gerações de profissionais que estão entrando no mercado vêm se atendo, trazendo uma perspectiva de melhoria para o setor da construção civil.

## 3. A compatibilização de projetos

A importância do projeto para a execução de uma obra na literatura técnica é indiscutível, sendo abordado amplamente em diversos estudos. Contudo, a realidade do setor construtivo é relativamente sombria.

Nos últimos anos o estudo a respeito de compatibilização de projetos foi intensificado, gerando, portanto, um número considerável de definições sobre o tema. De forma geral, todas as definições convergem para o bom desempenho do projeto em termos de qualidade, tempo e custo.

O procedimento de compatibilização de projetos, relaciona-se à coordenação de projetos, com o intuito de conciliar todos os componentes que interagem nos elementos verticais e horizontais de uma edificação [14]. Sendo assim um importante fator de melhoria da agilidade no processo produtivo e do processo racional de projeto por promover a integração dos diversos agentes e especialidades com a produção.

As principais problemáticas que tendem a surgir ainda na etapa inicial de projetos com um planejamento ineficiente em empresas da construção civil em empreendimentos majoritariamente de pequeno porte [16]. Com base em diversos estudos de caso por ele realizados, foi possível identificar as principais falhas de planejamento de projetos que são:

- Incompatibilidades entre diferentes disciplinas de projeto;
- Erros ou diferenças de cotas, níveis, alturas;
- Falta de detalhamento dos projetos;
- Detalhamento inadequado dos projetos;
- Falta de especificação de materiais e componentes.

### 3.1 Tipos de compatibilização

Diante do desenvolvimento industrial no ramo de softwares gráficos e da Tecnologia da Informação ocorrida na década de 1960, o computador se tornou uma ferramenta fundamental em todas as áreas. De acordo com Schodek K Al. El [19] em 1980 se deu a aplicação da tecnologia para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos e complementares, através de um sistema designado Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador) – CAD. O

processo, até então manual, propiciou mais qualidade, eficiência e agilidade. A partir da ampla aplicação os sistemas CAD começaram a enfatizar o projeto, e os desenhos foram automatizados.

#### 3.1.2 Autocad

No mercado atual, a prática mais comum de representação da edificação em projeto ainda é via desenho bidimensional – 2D, prevalecendo a metodologia CAD.

O AutoCad é um software utilizado em diversas áreas, como na construção civil e na indústria automobilística, para a criação de desenhos técnicos e desenvolvimento de projetos. Tendo sua área gráfica semelhante com uma prancheta digital de desenho, porém com um grande número de ferramentas. Sendo hoje o software mais utilizado no mundo para a elaboração de desenhos técnicos, projetos de arquitetura e engenharia. De forma simples e objetiva, permite a criação de projetos e a compatibilização do mesmo através da sobreposição.

#### 3.1.3 BIM (*Building Information Modeling*)

O BIM é um outro tipo de metodologia que se baseia em estabelecer um protótipo que apresenta vantagem pois permite a interação de diversos projetos, de forma que é possível analisá-los tridimensionalmente e organizá-los, fazendo com que não haja um elemento no mesmo espaço que outro.

A principal característica do BIM é a combinação do seu sistema de modelação 3D com uma gestão, partilha e troca de dados durante a vida útil do edifício tendo como resultado um modelo com imagens gráficas tridimensionais em tempo real, onde cada linha e cada objeto apresentam dados físicos reais [19].

Na fase de orçamentação da obra, os profissionais precisam de informações dos materiais e o quantitativo que será utilizado, para posteriormente, dar continuidade ao

orçamento [6]. Se a tecnologia BIM estiver sendo aplicada, automaticamente o orçamentista terá acesso ao quantitativo preciso dos materiais através de componentes BIM.

Mas apesar da compatibilização de projetos ser declaradamente uma ferramenta para buscar uma execução eficiente e econômica, ainda há obstáculos para ser efetiva. Com a corrida cada vez mais rápida das construções, os cronogramas e prazos estão sendo mais reduzidos, deixando a muitas vezes esta ferramenta de lado, por ser um processo que perante a muita urgência é considerado minucioso e lento.

#### 4 Estudo de caso: Incompatibilidade em projetos de um edifício residencial multifamiliar

Neste estudo de caso todos os projetistas de diferentes disciplinas envolvidos na elaboração do projeto, utilizaram de softwares CAD para representação dos projetos em 2D. No desenvolvimento do projeto de arquitetura foram utilizadas ferramentas de representação com o CAD 3D na elaboração de maquetes eletrônicas. Os arquivos disponibilizados em plataforma em formato DWG.

Será analisado através deste software mais simples entre os comentados, o software AutoCad 2D, onde os projetos com as diferentes disciplinas devem ser equalizados para que a verificação gráfica torne possíveis inconsistências evidentes, realizando uma padronização prévia dos desenhos para que só depois seja iniciada a sobreposição de um sobre o outro.

##### 4.1 Caracterizações do empreendimento

O método usado nesse artigo tem como base o estudo de caso referente a um projeto de um edifício residencial multifamiliar, situado na cidade do Rio de Janeiro, onde foi apresentada incompatibilidade projetada somente na fase construtiva do empreendimento, analisando os custos e prazo excedente com retrabalho. O edifício em questão possui 824,40m<sup>2</sup> de edificação, fazendo parte de um bloco de dois edifícios,

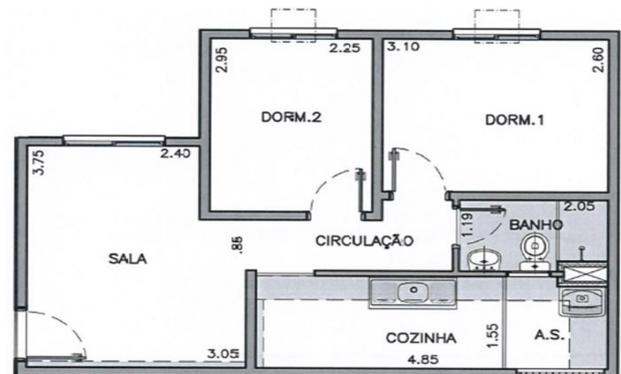
dividido em cinco pavimentos, térreo mais quatro, além da fundação e cobertura. Os projetos de levantamento e estudos foram cedidos por uma construtora com autorização do engenheiro residente, ambos mantidos em sigilo por questões éticas.

#### 4.2 Caracterizações dos projetos em conflito

##### 4.2.1 Projeto arquitetônico

A edificação em estudo é referente a uma torre de um bloco composto por duas torres e tem uma área construída de 824,40m<sup>2</sup>. O projeto foi elaborado por arquiteto contratado da própria construtora e o mesmo foi confeccionado conforme as necessidades da empresa cujo se baseia na necessidade do mercado de baixa renda. E o pavimento contempla quatro apartamentos e um hall de escadas, o apartamento tem os seguintes ambientes: sala, quarto principal, quarto secundário, cozinha, banheiro e circulação, tendo cada apartamento 38,48 m<sup>2</sup>. E o hall de escadas 14,61 m<sup>2</sup>.

Figura 3: Projeto arquitetônico do apartamento.



Fonte: Empresa privada

##### 4.2.2 Projeto de alvenaria estrutural e vedação

A partir do projeto de arquitetura que o projeto de alvenaria estrutural e elevação foram elaborados. Após sondagem no terreno, o projetista optou por fundações diretas, do tipo bloco com estacas de concreto, sendo estas com resistência característica a compressão de 30 Mpa. As lajes eram todas maciças com altura de 13 cm. Foi realizada a

cravação de estacas em hélice contínua para a fundação em viga baldrame, com compressão de 30 Mpa. Segue abaixo imagem de planta de primeira fiada de alvenaria, sendo a linha tracejada referente a alvenaria estrutural e a linha contínua referente a alvenaria de vedação.

#### 4.2.3 Projeto de instalações hidrossanitárias

É disponibilizado ao profissional que irá realizar o projeto de instalações hidráulicas, o projeto de estrutura e o projeto de arquitetura, porém deve ser utilizado o projeto de estrutura como base para a elaboração do projeto de instalações. O projeto hidrossanitário apresenta as informações como ligações, dimensões e inclinação de instalações relacionadas ao abastecimento de água como a evacuação de resíduos de efluentes. Sendo adaptado ao projeto de arquitetura, como todas as disciplinas. Além de valores como dimensões o projeto aponta as especificações dos diversos materiais utilizados.

Figura 4: Projeto de alvenaria 1ª fiada do apartamento.



Fonte: Empresa privada

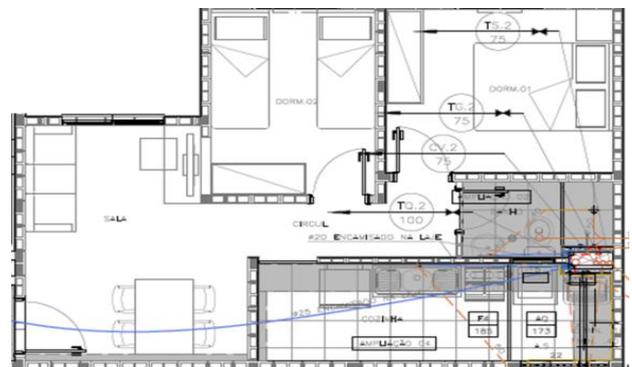
#### 4.3 Processo de Compatibilização

O estudo teve como objetivo identificar as incompatibilidades entre os projetos estrutural e hidráulico que foram realizados por diferentes projetistas de um empreendimento. As incompatibilidades são geradas pelas interferências físicas analisadas durante o processo de compatibilização.

O trabalho é fundamentado em sobreposições de projetos. Esta compatibilização foi feita da forma mais simples, no qual foram verificadas medidas e possíveis interferências no projeto utilizado o software Autocad 2D. Mostrando que de uma forma simples, se houver uma eficiência na verificação o empreendimento evita várias problemáticas.

#### 4.3.1 Projeto de estrutura x projeto de instalações hidráulicas e sanitárias

Figura 5: Projeto de hidráulica do apartamento.



Fonte: Empresa privada

Ao ser compatibilizado o projeto de estrutura com o projeto de arquitetura não foram encontradas divergências de medidas. As medidas internas e externas estavam coerentes incluindo as medidas relacionadas ao acabamento.

Ao ser compatibilizado os projetos de hidráulica com o de estrutura foram apontadas divergências consideráveis que só foram vistas no momento da execução do projeto, gerando algumas problemáticas como retrabalho, atrasos e aumento do custo final da obra.

A execução do projeto estrutural é iniciada pelo levantamento das paredes estruturais e após as mesmas levantadas é dado início à alvenaria de vedação.

Foram encontradas divergências nas medidas de *shafts*, também conhecidos como dutos, que são aberturas verticais para a passagem de tubulações, sobretudo para instalações hidro sanitárias.

Como qualquer item em uma construção, a passagem do *shaft* também deve ser detalhadamente projetada, para que ele fique em um posicionamento adequado as tubulações verticais, com espaço suficiente para sua passagem. Assim, um eficiente projeto deve considerar a fixação desses tubos e também como eles ficarão dispostos, dedicando um espaço adequado para os dispositivos que serão instalados em seu interior. O shaft deve permitir o acesso fácil em casos de manutenção, por isso o projeto deve evidenciar isso.

Eles não recebem apenas tubulações voltadas a água e esgoto, mas também podem ter válvulas de redução ou manutenção de pressão acoplados ao sistema, assim como válvulas de sinalização, controle de sistemas para o combate de incêndios, medidores de consumo de água e outras opções.

Neste caso o erro foi observado na primeira laje que foi concretada com a distribuição hidráulica realizada no lastro de fundação, com o intuito de dar passagem para a tubulação sem a quebra da laje.

Os projetos de hidráulica e alvenaria foram realizados por empresas distintas. Além disso, a execução dos serviços também foi realizada por empresas distintas, causando uma desintegração do processo.

A empresa que realizou o projeto de alvenaria se baseou no projeto de arquitetura para a elaboração do projeto; já a empresa de hidráulica também se baseou nos projetos de arquitetura enquanto deveria ter se baseado nos projetos de alvenaria estrutural para o posicionamento da tubulação. Assim, a empresa de hidráulica considerou um vão para os dutos instalados nos *shafts* maior do que o vão considerado pela empresa de alvenaria. Isso ocorreu por uma simples falta de análise e compatibilização do processo, o que gerou uma série de retrabalhos em todas as instalações hidrossanitárias nos *shafts* da fundação, conforme especificado em detalhe a seguir:

Tabela 1: Detalhamento de levantamento de projetos com diferenças de medidas

<b>Local em questão</b>	Shaft do Banheiro / Cozinha
<b>Tipo de Alvenaria</b>	Vedação
<b>Parede em questão</b>	V1
<b>Medida de vão no projeto de hidráulica</b>	0,7m
<b>Medida de vão no projeto de alvenaria</b>	0,61m
<b>Diferença entre medidas</b>	9 cm

Fonte: Empresa privada

#### 4.3.2 Possibilidade do aumento de custo e prazo devido à incompatibilidade

A partir das incompatibilidades encontradas durante a execução do projeto pode ser observado que poderia ter sido causado um dano considerável no caminho crítico dos serviços.

Tais interferências foram observadas antes da execução do serviço, que seria a concretagem da laje, a partir da compatibilização de projetos com o AutoCad 2D e a equipe de engenharia. Isso evitou possíveis retrabalhos e desperdícios, porém não evitou o atraso do serviço de um dia envolvendo uma equipe de mão de obra de quatro pessoas. Assim, houve um atraso de um dia em todo o período estimado da obra.

## 5 Considerações Finais

O estudo apresentado permitiu observar a evidente necessidade na melhora dos processos no planejamento de projetos na construção civil e mostra como a compatibilização é uma ferramenta essencial evitando um grande número de problemáticas que poderiam vir a existir na execução do serviço aperfeiçoando o desenvolvimento do produto final. Foram apresentadas as falhas e interferências em elementos entre diferentes especialidades, como conflitos físicos entre elementos da estrutura com hidráulica, conflitos esses que poderiam ocasionar atrasos, gastos e desperdícios caso não fossem observados antes.

O método utilizado para compatibilização e verificação das interferências foi a sobreposição dos projetos CAD em 2D estrutural e hidrossanitário, podendo ter sido substituído pela ferramenta BIM, que é mais avançada no sentido de permitir que haja a interação de diversos projetos de diferentes profissionais, analisando-os tridimensionalmente e organizando-os de forma paramétrica. Esse é o grande diferencial do BIM em relação à plataforma CAD, que desenvolve apenas uma representação em linhas do desenho de forma individual.

Vale ressaltar a importância de se realizar a compatibilização de projetos independentemente do método utilizado, desde que esses métodos contemplem ferramentas o suficiente para antecipar todas as interferências das diferentes disciplinas. Interferências essas que, quando encontradas antes, podem ser corrigidas antes mesmo de chegar na fase de execução da obra evitando os gastos extras com retrabalhos e cumprindo de forma eficiente o cronograma proposto e executando um empreendimento com qualidade.

## 6 Referências

- [1] GOLDMAN, P. Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira. Editora Pini. São Paulo, 2004.
- [2] GRAZIANO, F. P. Compatibilização de Projetos. São Paulo: Mestrado (Profissional) IPT, 2003.
- [3] SOUZA, Francisco Jesus de. Compatibilização de Projetos em Edifícios de Múltiplos Andares: Estudo de Caso. Dissertação de mestrado. Recife: PUC, p.117, 2010.
- [4] CALLEGARI, S; Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares. Dissertação – Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis: UFSC, 2007.
- [5] OH, M., LEE, J., HONG, S. W. et al. Integrated system for BIM-based collaborative design. *Automation in Construction*, v. 58, p.196, 2015.
- [6] CAMPESTRINI, T. F., GARRIDO, M. C., MENDES JÚNIOR, R., et al., Entendendo BIM: Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação, 1ª ed., Curitiba: UFP, 2015.
- [7] FABRÍCIO, M. M.. O Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios. Tese (Doutorado em Engenharia). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, p.70, 2002.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO9000. Processo de Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade: Atividades técnicas. Rio de Janeiro, 2015.
- [9] SCARDOELLI, L; SILVA, M. F; FORMOSO, C. T; HEINECK, L. F. Melhorias de Qualidade e Produtividade: Iniciativas de empresas de construção civil. Porto Alegre, 1994.
- [10] SOUZA, Roberto de; ABIKO, Alex. Metodologia para Desenvolvimento e Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte. São Paulo: EPUSP, 1997.
- [11] MELHADO, S. B. Qualidade do projeto na construção de edifício: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo: Tese. Escola Politécnica. USP, 1994.
- [12] SOUZA, et al. Qualidade, projeto e inovação na construção Civil. Rio de Janeiro: Encontro Nacional da Tecnologia no Ambiente Construído, 1995.
- [13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13531. Elaboração de projetos de edificações: Atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995.
- [14] PICCHI, F. A. Entrevista. Revista Técnica, São Paulo, 1993.

- [15] MELHADO, S. B. Coordenação de Projetos de Edificações. São Paulo. Ed. O nome da Rosa, p.32, 2005.
- [16] HAMMARLUND, I.; JOSEPHSON, P.E. Qualidade: cada erro tem seu preço. Trad. De Vera M. C, Fernandes Hachich. Técnica. n.1, 1992.
- [17] SALGADO, M. S. Gestão do Processo de Projeto na Construção do Edifício – revisão 1. Apostila. GEPARQ – Grupo de Pesquisa Gestão em Projetos de Arquitetura, Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Rio de Janeiro: UERJ, 2007.
- [18] FORMOSO, C. Plano Estratégico para Ciência, Tecnologia e Inovação na área de Tecnologia do Ambiente Construído com ênfase na Construção Habitacional. Porto Alegre: Associação Nacional do Ambiente Construído, 2002.
- [19] SCHODEK, D.; BECHTHOLD. M.; GRIGGS, J. K.; KAO, K.; STEINBERG, M. Digital Design and Manufacturing: CAD/CAM Applications in INC. New Jersey: John Willey & Sons, 2007