



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA-UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**A IMPORTÂNCIA DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DAS
EDIFICAÇÕES PARA MINIMIZAR AS FALHAS NA EXECUÇÃO, REDUZIR
CUSTOS E GARANTIR UM MAIOR CONTROLE DE QUALIDADE**

UGO RAFAEL GONÇALVES NÓBREGA

**JOÃO PESSOA - PB
2017**

UGO RAFAEL GONÇALVES NÓBREGA

**A IMPORTÂNCIA DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DAS
EDIFICAÇÕES PARA MINIMIZAR AS FALHAS NA EXECUÇÃO, REDUZIR
CUSTOS E GARANTIR UM MAIOR CONTROLE DE QUALIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba-UEPB, como requisito parcial básico e obrigatório para a conclusão de curso e obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador(a): Prof. Dr. Ubiratan Henrique Oliveira Pimentel.

**JOÃO PESSOA - PB
2017**

N754a Nóbrega, Ugo Rafael Gonçalves

A importância da compatibilização de projetos das edificações para minimizar as falhas na execução, reduzir custos e garantir um maior controle de qualidade. / Ugo Rafael Gonçalves Nóbrega. - João Pessoa: UFPB, 2017.

65 fl. il.:

Orientador: Prof. Dr. Ubiratan Henrique Oliveira Pimentel
Monografia (Curso de Graduação em Engenharia de Civil)
Centro de Tecnologia / Campos I / Universidade Federal da Paraíba.

1. Construção Civil 2. Compatibilização 3. Redução dos custos 4. Incompatibilidades 5. Economias I. Título.

BS/CT/UFPB

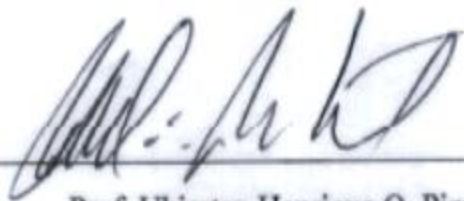
CDU: 2.d. 62:658.5(043)

FOLHA DE APROVAÇÃO

UGO RAFAEL GONÇALVES NÓBREGA

**A IMPORTÂNCIA DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DAS
EDIFICAÇÕES PARA MINIMIZAR AS FALHAS NA EXECUÇÃO, REDUZIR
CUSTOS E GARANTIR UM MAIOR CONTROLE DE QUALIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso em 07/06/2017 perante a seguinte Comissão Julgadora:



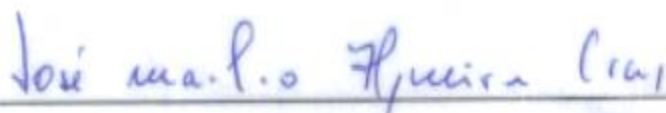
Prof. Ubiratan Henrique O. Pimentel, DSc.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UEPB



Prof. Enildo Tales Ferreira, DSc.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UEPB



Prof. José Márcio Filgueiras Cruz, DSc.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UEPB



A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades e os obstáculos.

*Aos meus pais, **João Nóbrega da Silva Neto** e **Marisdete Dantas Gonçalves Nóbrega**, e a todos aqueles que me apoiaram durante essa jornada.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, o qual permitiu que tudo isso acontecesse, fonte de toda sabedoria, responsável por tudo o que somos, e o que seremos, ao meu Deus eu te agradeço.

Aos meus pais, **João Nóbrega da Silva Neto e Marisdete Dantas Gonçalves Nóbrega**, um grande exemplo de bondade e paciência. Que me ensinaram os valores da vida, incentivando nos meus estudos e não medindo esforços para isto. Com certeza sem eles, eu não conseguiria.

Aos meus irmãos Igor Roffman e João Victor por sempre acreditam e mim e me incentivarem.

A Ícaro Rodrigues, amigo de todas horas que sempre me ajudou e me incentivou durante toda minha caminhada acadêmica.

A Mayara Pessoa e a Rodolfo Cipriano pelo auxílio na realização deste trabalho e pelo incessante apoio em todas as horas.

A todos da família **Nóbrega** por todo o apoio dado durante essa jornada, por toda força dada nos momentos de dificuldades, pessoas estas que são essenciais na minha vida, sempre me dando todo o amor que podem, acreditando sempre na minha capacidade, até mesmo quando eu duvido, e vibrando em todas as minhas conquistas.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Ubiratan Henrique Oliveira Pimentel**, pela oportunidade e por sempre confiar em mim.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu **Muito Obrigado**.

RESUMO

Na presente conjuntura do mercado da construção civil brasileira, com um grande número de obras e prazos reduzidos para a execução, é comum a constatação de altos índices de incompatibilidades e retrabalhos. Tal característica pode ser remetida ao déficit de profissionais especializados em compatibilização de projetos. Portanto o objetivo do presente trabalho é estudar e diagnosticar o processo de desenvolvimento de projetos, evidenciando a dimensão da prática de compatibilização de projetos na engenharia civil, enfatizando os benefícios a fim de alcançar os resultados almejados, e também a verificação das interferências entre os principais projetos.

O trabalho realiza uma revisão bibliográfica para que se torne possível contrastar os assuntos técnicos estudados, conceituando pontos importantes como a definição de projeto, assim como seu método de desenvolvimento e sua relevância no âmbito da construção civil e a retificação de princípios a respeito da compatibilização, que atestam vantagens e economias geradas pela compatibilização de projetos na construção civil e a preocupação com o meio ambiente em virtudes dos grandes volumes de resíduos descartados a cada ano em todo o mundo devido a construção civil. Apresentam assim resultados para a nova construção civil, com dados necessários ao desenvolvimento dos indicadores que foram obtidos através de um levantamento exaustivo dos dados de estudos anteriores.

Palavras-chave: Construção Civil; Compatibilização; Redução dos custos; Incompatibilidades; Economias.

ABSTRACT

In the current conjuncture of the Brazilian construction market, with a large number of works with reduced deadlines for execution, it is common to find high rates of project incompatibilities and rework. This feature can be referred to the deficit of professionals specialized in project compatibilization. Therefore, the objective of the present research is to study and diagnose the project development process, pointing the dimension of the practice of compatibilizing projects in Civil Engineering, emphasizing the benefits in order to achieve the desired results, as well as the verification of the interferences between the main projects.

The work brings a bibliographical research so that it becomes possible to contrast the studied technical subjects, conceptualizing important points as the definition of project, its method of development and its relevance in the scope of civil construction and the rectification of principles regarding compatibilization, which certifies to the advantages and savings generated by the compatibilization of projects in civil construction and the concern for the environment due to the large volumes of waste disposed each year all around the world due to construction. Results for the new civil construction are presented, along with data necessary for the development of indicators that were obtained through an exhaustive survey of data from previous studies.

Keywords: Construction; Compatibility; Economy; Incompatibilities; Reduced costs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Processo de desenvolvimento de projetos atual	19
Figura 2: Possibilidade de maior investimento na fase de projeto X prática corrente	20
Figura 3: Interferência pilar X esquadria; 2. Interferência pilar X circulação	32
Figura 4: Planta baixa, com destaque nas esquadrias em conflito com o projeto estrutural ..	32
Figura 5: Planta de forma dos pilares, com destaque nos pilares com conflito com o arquitetônico	33
Figura 6: Da esquerda pra direita, detalhe arquitetônico do pilar, detalhe estrutural do pilar, solução para fixação do granito	33
Figura 7: Pilar sendo revestido em alvenaria, pilar revestido com granito	34
Figura 8: Ralo do box do banheiro posicionado de forma centralizada	36
Figura 9: divergência entre shaft da arquitetura e local dos tubos de queda e ventilação	37
figura 10: Projeto arquitetônico (à esquerda), projeto sanitário (ao centro) e projeto	37
hidráulico (à direita)	37
Figura 11: Detalhe de tubulação (verde) perfurando o forro de gesso (vermelho)	38
Figura 12: Falta de tomada próxima à antena (à esquerda), unidades condensadoras na prumada das esquadrias (à direita)	40
Figura 13: Tomadas onde não existem paredes (à esquerda), Interruptor atrás da porta (à direita).	40
Figura 14: Interferência entre projeto estrutural e hidrossanitário	42
Figura 15: Tubulacao furando viga.....	42
Figura 16: Duto elétrico em conflito com viga.....	43
Figura 17: Duto elétrico em conflito com viga.....	44
Figura 18: Interferências hidrossanitário e elétrico	45
Figura 19: Interferências hidrossanitário e elétrico	46
Figura 20: Interferências hidrossanitário e elétrico	46
Figura 21: orçamento previsto da obra	50
Figura 22: orçamento reajustado para a obra.	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Incompatibilidades arquitetura X estrutura	30
Gráfico 2: Capacidade de influenciar no custo final de uma obra ao longo de suas fases.	52
Gráfico 3: Capacidade de influencia das fases da obra no seu custo final.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Interferências Arquitetônico X Estrutural	29
Tabela 02: Interferências Arquitetônico X Estrutural	31
Tabela 03: Custo adicional de mão-de-obra para o serviço.	34
Tabela 04: Interferências Arquitetônicos X Hidrossanitário	35
Tabela 05: Interferências Arquitetônico X Hidrossanitário	36
Tabela 06: Interferências Arquitetônicos X Elétrico	39
Tabela 07: Interferências Arquitetônico X Elétrico	41
Tabela 08: Interferências estrutural X hidrossanitário	41
Tabela 09: Interferências estrutural X hidrossanitário	41
Tabela 10 : Interferências estrutural X Elétrico	43
Tabela 11 : Interferências estrutural X Elétrico	43
Tabela 12: Interferências Instalações x Instalações.	44
Tabela 13: Tipos de incompatibilidades referente ao sistema hidráulico e suas possíveis soluções.	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 HISTÓRICO DO PROCESSO DE PROJETOS	15
3.2 CONCEITO DE COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS	18
3.3 IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS NOS PROJETOS CONSTRUTIVOS	22
3.3.1 Arquitetônico	22
3.3.2 Estrutural	24
3.3.3 Instalações	26
3.3.3.1 Elétrico	26
3.3.3.2 Hidrossanitário	27
3.4 INTERFERÊNCIAS	29
3.4.1 Projeto arquitetônico X Projeto Estrutural	29
3.4.2 Projeto Arquitetônico X Projeto Hidrossanitário	34
3.4.3 Projeto arquitetônico X Projeto Elétrico	38
3.4.4 Projeto Estrutural X Projeto Hidrossanitário	40
3.4.5 Projeto Estrutural X Projeto Elétrico	42
3.4.6 Projeto Hidrossanitário X Projeto Elétrico	44
4 METODOLOGIA	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5.1 AUMENTO DE TEMPO E CUSTOS DA OBRA	49
5.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO	53
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

Para adaptar-se as mudanças, o setor de construção civil teve que readequar seus processos às necessidades atuais do cliente, em uma sociedade cada vez mais tecnológica e com informação rápida. Essas mudanças impactam na geração dos projetos, que devem ser inovadores, atendendo a expectativas de construtoras, incorporadores e consumidor, tanto quanto da qualidade, como da eficiência e produtividade.

Mas, apesar do avanço tecnológico que esse ramo industrial apresentou nos últimos anos, ainda é prática comum em empresas de pequeno porte o desenvolvimento de projetos sem a utilização da compatibilização de suas disciplinas, gerando em consequência vários fatores negativos, tais como: má qualidade da edificação, maior índice de retrabalhos, acréscimo no custo da obra, a construção civil vem buscando em todos os setores um nível de profissionalismo a fim de reduzir os custos e aumentar os lucros.

Todo o processo do projeto na construção de edificações é discutido, com ênfase no relacionamento entre a proposta e a qualidade na edificação. A compatibilização dos projetos é o fato de priorizar os vários projetos do referido empreendimento, identificar as possíveis interferências e possibilitar programar reuniões com as partes interessadas visando resolver tais contratemplos, a não compatibilização acarreta, quase sempre, desperdícios e falhas no resultado final do projeto, o que compromete a qualidade, escopo, custo e prazo do empreendimento.

Desta forma, arquitetos, engenheiros, fornecedores, agentes financeiros, investidores, entre outros, são envolvidos nas fases do processo do projeto que teoricamente, termina no cliente ou usuário final. Quando esse envolvimento não acontece, há um acarretamento de má gestão dos projetos, ou seja, perdas na construção civil e as possíveis reduções de custo, embasada na baixa dos lucros ocasionados pelo desperdício relacionados a perda de materiais.

A motivação principal do trabalho reside no fato de que com a ampla evolução da Indústria da Construção Civil, vemos ainda alguns ranços na Construção, como obras em projetos, projetos defeituosos, e mão de obra de má qualidade, e que essa nossa indústria apresenta características próprias, entre as quais destacamos a necessidade de diferentes tipos de profissionais, alguns mais amadores, outros mais industrializados. A cadeira produtiva da construção civil é responsável por grandes impactos ambientais em todas as etapas do seu processo, que vai desde a extração, produção de materiais, construção, uso, até a demolição (JOHN, 2001).

Nesse contexto, esse trabalho foi embasado numa revisão bibliográfica, uma análise metódica e ampla das publicações correntes para conscientizar a compatibilização de projetos como fator primordial para diminuição de retrabalhos e problemas durante a execução dos serviços, este trabalho pretende demonstrar os benefícios da compatibilização de projetos em obras de construção civil, objeto de estudo e na racionalização de seus processos a fim de aprimorar sua consistência, uma vez que a falta de projetos adequados é a principal responsável pelos fatores que contribuem para erros e falhas na construção civil. (CAMBIAGHI, 1992).

Portanto, existe a necessidade de analisar as falhas que se desenvolvem durante o processo de execução de uma obra devido à falta de compatibilização de projetos. Os imprevistos que são gerados têm acarretado em prejuízos, diante desse fato, desenvolve a ideia de evidenciar a realidade que ocorre nos canteiros de obras com o objetivo de conscientizar a todos sobre a importância do planejamento bem elaborado fazendo com que os resultados que a empresa almeja sejam satisfatórios.

2 OBJETIVOS

Esta produção acadêmica tem como objetivo principal descrever problemas causados pela falta de compatibilização em projetos.

E como objetivos específicos serão demonstrados algumas soluções práticas de compatibilização, auxiliando para que se perceba uma melhoria sistêmica na realização dos projetos, bem como a aproximação entre as áreas que o mesmo a constitui.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Histórico do processo de projetos

O desenvolvimento da engenharia aconteceu de forma paralela ao da civilização humana, através da necessidade da interligação do conhecimento teórico e prático (BAZZO & PEREIRA, 2000).

Porém, podemos observar algumas mudanças raras quando há uma evolução na tecnologia que afeta contextos históricos e sociais, ou seja, iniciaram-se as primeiras transformações científicas, promovidas com a finalidade de oportunizar a vida das pessoas. Pode-se afirmar então, que a engenharia surgiu a partir da preocupação da espécie com aplicação e aprimoramento de técnicas que facilitassem trabalhos realizados no cotidiano. (AFONSO & FLEURY, 2012)

Fatos que contribuíram para tais transformações foram o domínio da escrita e da matemática e outras mudanças culturais e sociais no período neolítico, acontecimentos como a introdução da agricultura, a modelagem de cerâmica e a domesticação de animais, que resultou em descobertas e acúmulo de informações. A engenharia do passado foi aquela caracterizada pelos grandes esforços do homem no sentido de criar e aperfeiçoar artefatos que aproveitassem os recursos naturais, trazendo consequências que refletem nos dias atuais. (TELLES, 1984, apud, BAZZO & PEREIRA, 2000).

Entretanto, não foi de um instante para outro que o homem passou a aplicar os conhecimentos científicos às técnicas, mas a longa caminhada de aplicação desses conhecimentos à solução de problemas.

É difícil estabelecer o início da atividade da engenharia no Brasil, entretanto, registros mostram que a atividade de engenharia civil no Brasil iniciou de forma não regulamentada no período colonial com a construção de fortificação e igrejas (MORAES, 2005).

De acordo com Telles (1984), durante esse período duas categorias de profissionais atuavam no campo da engenharia: os oficiais Engenheiros e os Mestres Pedreiros, os oficiais engenheiros pertenciam ao Exército Português, que possuíam um curso regular, eram as pessoas que tinham domínio sistemático da área, já os mestres, eram chamados de mestres de riscos, sem nenhum conhecimento científico, pois seus conhecimentos eram herdados de geração. A formalização dos cursos de engenharia iniciou-se em 17 de dezembro de 1792, com a criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, na cidade do Rio de

Janeiro. De fato, a abertura de cursos de graduação em Engenharia Civil e em Arquitetura em várias partes do país, ajudaram na expansão do setor construtivo nacional e na qualificação da mão de obra interna (PARDAL; LEIZER, 1996).

Todo esse movimento gerou mudanças, tanto nos aspectos tecnológicos, culturais e mercadológicos, influenciando diretamente na concepção dos projetos, que devem ser cada vez mais inovadores e adequados as necessidades atuais, satisfazendo os pedidos dos construtores, da equipe e dos consumidores em qualidade e eficiência. (RODRÍGUEZ & HEINECK, 2001)

No Brasil, os empreendedores tratavam o processo projetual de forma pouco investigativa, nas quais as questões fundamentais para o desenvolvimento da obra eram desconsideradas, de fato, pelas empresas os projetos são tratados como uma atividade secundária encarregada com projetistas independentes contratados por normas de preços. . Outra característica dos projetos no setor é que eles são orientados para a definição do produto sem considerar adequadamente a forma e as implicações quanto à produção das soluções adotadas, mas as especificações e os detalhamentos dos produtos são incompletos e falhos, as vezes nem previstas no projeto e muitas vezes resolvidos durante a obra. (AVILA, 2011)

Hoje a engenharia está presente em todas as ramificações da sociedade, contribuindo para o bom funcionamento da vida em comunidade e conforme a humanidade evolui e se desenvolve, a engenharia e suas técnicas também devem ser desenvolvidas e aprimoradas em concordância com as necessidades de cada época. Assim, o engenheiro deve ter uma visão sistemática, ou seja, um bom domínio da realidade física e por extensão, das atividades social e econômica, para a projeção e solução de problemas gerados relacionados ao contexto atual. Quando isso não acontece, resulta na falta de racionalização na concordância entre a ideia e a execução de projetos (STEMMER, 1988).

A palavra projeto deriva do latim, *projectum*, que significa antes de uma ação, assim, a definição de projeto é uma ação prévia de um empreendimento, pesquisa ou desenho planejado para alcançar um objetivo. (PMBOOK, 2013).

[...] um projeto é uma organização de pessoas dedicadas que visam atingir um propósito e objetivo específico. Projetos geralmente envolvem gastos, ações ou empreendimentos únicos de altos riscos e devem ser completados numa certa data por um montante de dinheiro, dentro de alguma expectativa de desempenho. (TUMAN, 1983, p. 12)

De acordo com a NBR: 5674:1999 em sua interpretação, pode-se afirmar que um projeto é o ato de descrever graficamente ou textualmente um serviço ou obra de arquitetura ou engenharia, atribuindo seus aspectos técnicos, econômicos financeiros e legais.

Para a NBR 13531:1995 a concepção de um projeto é caracterizada como a antecipação da fabricação do objeto a ser projetado, não especificando apenas edificações, mas ideias que obedeçam todos os princípios técnicos existentes em arquitetura e engenharia. Especificando as etapas de projeto desde sua etapa inicial até a concepção do projeto para execução.

Projeto é um empreendimento planejado que consiste num conjunto de atividades inter-relacionadas e coordenadas, com o fim de alcançar objetivos específicos dentro dos limites de um orçamento e de um período de tempo dados (PROCHONW, 1999).

Projeto é caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro dos parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade (VIANA, 2005).

Projetar é um trabalho complexo que busca obter soluções dinâmicas, funcionais e econômicas. Além de atender as exigências do consumidor, e se ajustar as necessidades ambientais, requer conhecimento de técnicas, elementos e estilos, de forma que consiga harmonizar a forma e a função para corresponder às necessidades desejadas. Além de ser desenvolvido a partir da necessidade do mercado e ou desejo de empreendedor e aquisição do terreno, após isso deve-se ter aprovação dos órgãos competentes, lançando-se assim um empreendimento no mercado (FABRICIO, 1999).

O conceito descrito acima é a essência de um projeto, mas, com o passar do tempo, em meados da década de 60, a demanda imobiliária cresceu e assim começaram a surgir os escritórios técnicos especializados em arquitetura, estruturas e instalações esses profissionais trabalham de forma conjunta, onde a equipe tinha contato direto com a prática da construção. Porém, com o passar do tempo, os construtores ficaram mais distanciados das atividades de projetos e projetistas longe das execuções por eles projetadas, foi quando observou-se um desperdício gerado pela falta de vínculo, essa falta de racionalização, ultimamente observada e reflexo do setor da construção civil (MIKALDO & SCHEER, 2008).

3.2 Conceito de compatibilização de projetos

Segundo o dicionário da língua portuguesa, compatibilização, é o ato ou efeito de compatibilizar, tornar compatíveis componentes que ocupam o lugar num mesmo espaço de maneira harmoniosa sem a existência de interferência entre eles.

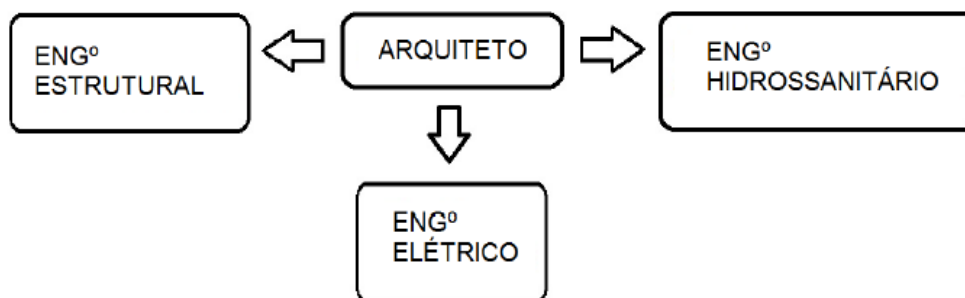
Para o âmbito da engenharia civil, pode-se entender esses componentes como informações, memórias de cálculo, desenhos, que sejam precisas e consistentes para a elaboração dos projetos. Portanto compatibilização de projetos é a prática que torna os projetos compatíveis, possibilitando soluções integradas entre as várias áreas que toram uma obra viável. Mas para cada estudioso há uma visão diferente de compatibilidade (BAUERMANN, 2002).

Como o crescimento do mercado imobiliário por volta da década de 60 os escritórios de projetos que antes abrangiam todo o processo de criação passaram a focar em áreas específicas como arquitetura, estrutura e instalações, no início deu certo pois os profissionais tinham conhecimento de todas as áreas envolvidas no desenvolvimento da edificação, mas como o passar do tempo o conhecimento os envolvidos se especializavam cada vez mais na sua área e o conhecimento generalizado foi se perdendo, em decorrência disso foram surgindo incompatibilidade nos projetos que só eram identificadas na obra. Esses problemas começaram a ser percebidos por volta dos anos 80 quando as empresas perceberam o aumento dos custos na obra e a necessidade de compatibilizar projetos (COSTA, 2013).

Farina (2002), fala sobre que a especialização da mão de obra na área de sistemas prediais não acompanhou o avanço da tecnologia, ou seja, a maioria das empresas de projeto subutiliza as novas ferramentas, utilizando apenas para a função de desenho. Outro fator, é a terceirização, método que as grandes empresas tendem a utilizar, isso leva a dificuldades como: padronização de representação e soluções técnicas, controle de prazos e conteúdo de projetos, aumento de possibilidades de incompatibilidade entre projetos de diferentes sistemas prediais de um mesmo edifício, entre outro.

Atualmente, os profissionais trabalham isoladamente, isto é, cada projeto é desenvolvido por um especialista e normalmente não ocorre troca de informações com os demais profissionais que desenvolvem os outros projetos concomitantemente, conforme Figura 01. Isso acontece devido a crescente especialização dos profissionais em um determinado setor, faz com que os mesmos realizem seus projetos isoladamente.

Figura 1: Processo de desenvolvimento de projetos atual.



Fonte: Autoria Própria (2017).

A compatibilização nada mais é do que a atividade de gerenciar e integrar os projetos de determinada edificação, visando o ajuste entre eles, com o objetivo de minimizar os conflitos existentes, facilitando a execução, otimizando e racionalizando os materiais, o tempo, a mão de obra e a manutenção. Compreende a ação de detectar falhas relacionadas às interferências e inconsistência físicas entre elementos da obra (CALLEGARI, 2007).

No que diz respeito à redução de interferências entre os diversos tipos de projetos compatibilização de projetos é uma etapa decisiva, quando se utiliza essa ferramenta, a execução de obras ocorre de maneira padronizada, planejada e racionalizada, tornando-se assim um agente integrador das diferentes disciplinas de projeto com um procedimento que visa à identificação e resolução das interferências precocemente. Assim, essas interferências são reduzidas minimizando erros na execução da obra. Desta forma, os ganhos obtidos são refletidos em todos os subsistemas e torna possível uma execução planejada, padronizada e que contribua para racionalização (GRAZIANO, 2003).

A compatibilidade é prescrita como qualidade do projeto cujas partes do sistema ocupam espaços que não conflitam entre si e, além disso, que dispõem de dados compartilhados com consistência e confiabilidade até o final do processo de projeto e da obra (GRAZIANO, 2003).

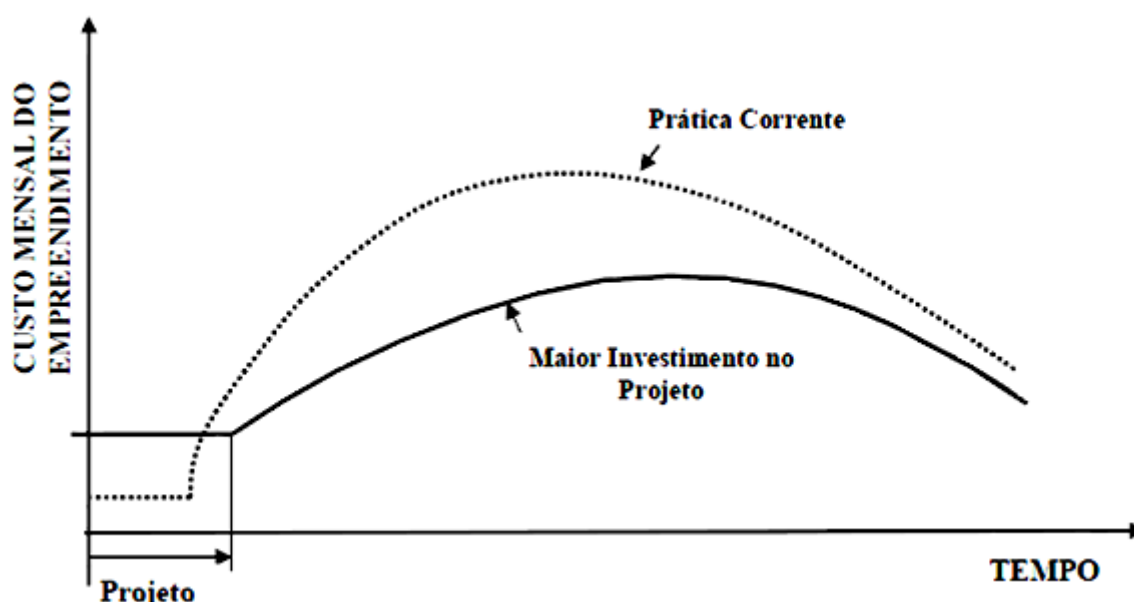
Várias são as falhas possíveis de ocorrer durante a etapa de concepção do empreendimento. Elas podem se originar durante o lançamento da estrutura (, na execução do anteprojeto, ou durante a elaboração do projeto de execução, também chamado de projeto final de engenharia (OLIVEIRA, 2013).

Compatibilizar projetos envolve uma tarefa de sobrepor os diversos projetos e apontar as interferências, assim como organizar reuniões entre os envolvidos na elaboração do projeto para solucionar as interferências encontradas. E isso deve acontecer em todas as etapas do projeto, desde os estudos preliminares até o projeto executivo, partindo de uma

integração geral das soluções até a constatação das interferências (RODRIGUEZ & HEINECK 2001).

Quanto maior o custo e o tempo desempenhados na elaboração do projeto, maior será a probabilidade de redução de custos e prazos, o que se pode evidenciar através da Figura 1 abaixo; logo, quanto maiores forem os investimentos iniciais em projetos, melhores serão os resultados em uma redução nos custos finais da obra (BARROS & MELHADO 1993, apud, SOUZA, 2010).

Figura 2 – Possibilidade de maior investimento na fase de projeto X pratica corrente.



Fonte: (Barros e Melhado, 1993 apud Melhado, 1994 citado por Souza 2010)

Ainda segundo Souza (2010) diversos autores seguem para o consenso de que a fase inicial do empreendimento é a mais importante, pois é nela que se reúnem as oportunidades para diminuir o número de falhas.

O desenvolvimento dos projetos está relacionado aos de arquitetura e complementares que esboçam a idealização do empreendimento, e deve indicar de maneira mais geral relações com as demais fases da obra e seus agentes (FABRICIO, 2002).

O caráter de um empreendimento tem que ser compreendido como a habilidade de atender as necessidades de todos os clientes, e em condições de utilização esperadas, resultando na soma de três indicadores: planejamento, projeto e execução da obra. O autor também admite os problemas patológicos da construção civil, como mostrados no gráfico abaixo. (TAVARES JUNIOR, 2001, apud ABRANTES, 1995).

Assim sendo, pode-se trazer a seguinte contribuição a respeito do objetivo da compatibilização de projetos:

[...] a compatibilização visa ajustar os interesses individuais dos projetistas as necessidades coletivas, enfatizando a necessidade de se trabalhar em conjunto, com uma visão do coletivo, onde todos os membros tenham um papel primordial no processo, tanto na criação coletiva como no aperfeiçoamento do projeto. (GUS, 1996, 10p).

De forma resumida, as responsabilidades típicas de coordenação de projetos se relacionam às tarefas de iniciar o processo de projeto, planejar o processo, gerenciar a equipe de projeto, garantir a compatibilidade entre as soluções dos vários projetistas e controlar os fluxos de informações entre projetistas.

E ainda pode-se mensurar a seguinte contribuição sobre objetivo de um projeto bem elaborado:

Para que um projeto seja um produto de qualidade e atenda a todas as expectativas, é necessário que este seja elaborado de forma coordenada e a obra não seja interrompida por problemas de interferência ou alterações resolvidas “in loco”. Para isso, é necessário que haja uma reorganização em todo o processo de projeto, buscando o desenvolvimento coordenado do projeto nas diversas etapas do edifício e a introdução de tecnologias construtivas racionalizadas. Sendo assim, os projetos deverão apresentar uma visão global do empreendimento, contendo todas as características do produto e um planejamento das atividades a serem executadas visando atender às necessidades dos clientes e aos sistemas construtivos da empresa (VANNI, 1999, p.16).

Todas essas afirmações denotam que a compatibilização de projetos é fundamental, visto que é a partir do projeto arquitetônico que o processo de compatibilização se inicia, fazendo-se necessário então o acompanhamento do engenheiro em todas as fases da construção para que haja uma racionalização, resultando numa execução satisfatória, separando assim a atividade projetual da execução.

A compatibilização de projetos compreende a atividade de sobrepor os vários projetos e identificar as interferências, bem como programar reuniões, entre os diversos projetistas e a coordenação, como objetivo de resolver interferências que tenham sido detectadas (PICCHI, 1993).

Muitas medidas de racionalização construtiva baseiam-se na aplicação de princípios que visam o aumento do nível organizacional dos empreendimentos. Estes princípios constituem-se em ferramentas básicas, que orientam as decisões em todo o processo de produção de um edifício, que vai desde a concepção dos projetos até o planejamento e organização da execução (CRUZ, 2011).

A compatibilização de projetos, como resultado da integração das interfaces dos projetos de arquitetura e complementares de edifícios tem sido considerada como a melhor abordagem para resolver os problemas da fragmentação dos projetos e com isso reduzir ou até eliminar alguns dos principais problemas: as interferências físicas, perdas de funcionalidade e recursos decorrentes de incompatibilidade de projetos (SOUSA 2010).

A compatibilização de projetos que nada mais é do que identificar a falta de compatibilização entre o projeto arquitetônico e seus complementares e tem como intuito subordinar os interesses individuais dos projetistas às demandas do processo como um todo e salienta a necessidade que se trabalhe dentro de uma visão sistêmica, onde todos os intervenientes passam a ter um papel fundamental no processo tanto na participação cooperativa no desenvolvimento dos projetos quanto no próprio aprimoramento contínuo deste processo (GRILO, 2002).

3.3 Identificação das falhas nos projetos construtivos

Nesse capítulo abordaremos os principais tipos de projetos de uma edificação, as possíveis incompatibilidades que podem ocorrer entre si e métodos para resolução dessas faltas de compatibilidade, contudo para isso não foi realizado um estudo de caso nem métodos experimentais apenas métodos dedutivos e pesquisas bibliográficas, mas nada que possa atrapalhar na confiabilidade dos dados citados, visto que existem muitos estudos científicos sobre o tema.

3.3.1 Arquitetônico

Após concebido o projeto arquitetônico procedem os complementares, visto dessa forma, os projetos complementares são dependentes da qualidade do projeto arquitetônico. A partir do projeto arquitetônico é que o processo de compatibilização se inicia, preferencialmente na etapa de estudo preliminar, onde ainda há maior flexibilidade e possibilidade de um desenvolvimento compatível com os projetos complementares. Ele é responsável por concretizar o desejo do cliente, criar, expressar de forma geométrica as necessidades destes, atendendo aos mais diversos tipos de utilização, uma edificação, por exemplo, tem como base o projeto de arquitetura, que serve de embrião para os projetos complementares, é uma junção dos desejos do cliente com o que a legislação vigente permite executar (DELESDERRIER, 2015).

Em suma, o arquiteto deve ter conhecimentos básicos dos projetos complementares para discernir as condições necessárias para a execução dos mesmos. Com isso, o profissional conseguirá conceber o projeto arquitetônico de forma harmônica aos projetos complementares.

Pode-se definir Projeto Arquitetônico como a materialização da ideia, do espaço imaginado, é a representação da concepção projetual. Através dele é possível estudar a melhor maneira de atender as necessidades dos usuários e a melhor forma de resolver todos os problemas envolvidos nesse processo. Assim a finalidade do projeto arquitetônico é prever possíveis problemas de execução do projeto proposto e garantindo que a obra saia como planejada (ECOLOGICCONSTRUÇÕES, 2017).

Segundo SALGADO (2007), o desenvolvimento do projeto de arquitetura pode ser entendido como um processo gerencial, traduzido em uma sequência linear de etapas, que englobam a compreensão do problema, a produção de uma solução projetual e a avaliação desta solução. Todas estas etapas precisam ser entendidas como um processo criativo, interativo e aberto.

As fases de um projeto arquitetônico contempla levantamento de dados, estudo preliminar, anteprojeto, projeto para aprovação legal e projeto para execução, como se poderá perceber abaixo:

Levantamento de dados: Estuda-se as principais características do terreno e entorno, enquanto o cliente indica seus objetivos e necessidades. Estudo preliminar: Em seguida ao processo de levantamento de dados, o arquiteto já tem condições para fazer um esboço inicial do projeto. Assim dar se início a elaboração da planta com o aval do cliente. Anteprojeto: Nesta etapa, as dimensões e características da obra serão definidas. Será elaborado o projeto com a criação da planta-baixa de cada pavimento, contendo informações de cada ambiente, pilares, cálculo das áreas e etc. A volumetria, estrutura, planta de cobertura e instalações gerais serão definidas. Projeto legal: A configuração do projeto deve estar de acordo com as normas indicadas pelos órgãos competentes, com a finalidade de ser aprovada pela prefeitura municipal da cidade. Projeto executivo: Ultimo projeto, consiste no desenvolvimento detalhado do anteprojeto. Integrando o projeto aos projetos complementares (elétrico, hidro sanitário, estrutural, telefônico, combate a incêndio e etc), dando plenas condições à execução da obra, conforme o detalhamento do projeto (BARRISSON, 2016, p.18).

Em cada etapa do projeto são trabalhadas diferentes particularidades, com o envolvimento de agentes específicos em cada uma delas, que agregam problemas e soluções, ou seja, as etapas funcionam de modo integrado e cada adversidade que acontece em uma etapa, gera consequência futura.

Por exemplo, problemas na identificação dos requisitos dos projetistas e usuários que causam modificação resultando em incompatibilidades dessas fases posteriores, erros na

fase de projeto legal são por exemplo, problema na contratação dos projetistas complementares antes da aprovação legal do projeto arquitetônico; agrupamento informal e tardio das informações sobre espaços para instalações e equipamentos dos demais projetistas; e o erro de remontagem do projeto arquitetônico devido às divergências dos lançamentos dos projetos complementares por informações fornecidas errôneas que pode ser observado na fase de projeto Executivo. (DELESDERRIER, 2015, *apud*, DA SILVEIRA, 2002).

3.3.2 Estrutural

O projeto estrutural tem a finalidade de elaborar uma estrutura que atenda todas as necessidades as quais ela vai ser produzida, atendendo critérios de segurança, situações utilização, condições econômica, estética, questões ambientais, condições construtivas e restrições legais. A conclusão do projeto estrutural se da com a especificação completa de uma estrutura, ou seja, compreendendo todas as suas características gerais, tais como locação e detalhamentos primordiais a construção. Logo, o projeto estrutural tem início com uma visão geral da estrutura e tem fim com a documentação que proporciona a sua construção. São numerosas e muito complexas suas etapas. Tais como o prognóstico do comportamento da estrutura de modo que possam obedecer adequadamente as exigências de segurança e utilização para as quais foi criada (MARTHA, 2010).

O resultado estrutural utilizado no projeto é obrigado a seguir as exigências de qualidade especificadas nas normas técnicas, que tenha eficiência necessária para garantir a não ruptura, tendo plenas condições de serviço e garantindo a durabilidade da estrutura. Deve também levar em consideração as exigências arquitetônicas, funcionais, construtivas, estruturais e de associação com os projetos complementares (NBR 6118:2014).

Assim como o projeto arquitetônico, o projeto estrutural é dividido em fases, a definição de estrutura, a partir do projeto arquitetônico, constitui a primeira fase do projeto estrutural. Nessa fase, definem-se as localizações das vigas, os posicionamentos dos pilares e as dimensões preliminares dos diversos elementos estruturais. Essas dimensões são escolhidas a priori, levando-se em conta os seguintes fatores: vãos de lajes e vigas, altura do edifício, número de pilares em cada direção, etc. Em todo caso, recorre-se a experiências anteriores, de projetos de edifícios similares. Essas dimensões são necessárias para o início dos cálculos, podendo ser alterada à medida que o projeto de elaboração vai avançando (ARAÚJO, 2014).

O lançamento da estrutura deve-se, também, levar em conta sua interposição com os demais projetos de engenharia, como o projeto elétrico, e o projeto hidro sanitário, por exemplo, elaborados por outros profissionais envolvidos. O foco do projeto de estrutura é seguir sempre o projeto arquitetônico. Quando isso não for possível abre-se um diálogo entre arquiteto e construtor para se chegar a uma solução adequada. Mas existem outras questões a serem abordadas que os projetistas se deparam na sua rotina de trabalho que merecem ser destacadas (NASCIMENTO, 2015).

O resultado de um projeto elaborado pelo engenheiro de estrutura é constituído por desenhos, especificações e critérios de projetos. As dimensões e a disposição dos elementos estruturais devem permitir a passagem das tubulações previstas nesse plano (ARAÚJO, 2012).

Ou seja, o calculista deve estudar a fundo para que se tenha uma racionalização das peças da estrutura e de seus componentes, além de estudo de solo para uma possível solução para que a sua fundação se adapte ao tipo de projeto em questão.

Normalmente o dimensionamento de estruturas de concreto armado, habitualmente é dado por meio de processos de interação, com base em uma geometria pré-definida pelo engenheiro. Apoiado em sua experiência, realiza um projeto inicial das seções transversais de concreto e aço. Posteriormente efetua as verificações de resistência e comparadas com as solicitações atuantes para deliberar a necessidade da realização de uma nova tentativa, com o intuito de minimizar custos no projeto, ou se o resultado obtido é satisfatório. Tal procedimento deve ser repetido varias vezes ate que o projetista considere ter detectado o melhor resultado entre os experimentados (SIAS; ALVES, 2015).

Pode-se citar alguns acidentes ou defeitos graves devido a erros em projetos estruturais, por exemplo, a contratação de um projeto com prazo politico isso exige um inicio de projeto antes de coleta de dados, além disso, a data de entrega final do projeto é fixada antes de conhecer as dificuldades. Isso gera consequências já que o projetista geralmente tem de refazer o projeto com prazos mais apertados podendo haver assim que o contratante negue um novo projeto ou alguma revisão, deixando assim o projetista insatisfeito e resultados não favoráveis (VASCONCELOS, 2014).

Dessa forma, podem-se destacar os pilares de um bom projeto de estrutura: segurança, economia, durabilidade, sustentabilidade. Se um desses pilares for desconsiderado, corre-se o risco de perder sua funcionalidade, perde-se em qualidade e o profissional poderá ficar para traz na corrida da competitividade do mercado (VASCONCELOS, 2014).

3.3.3 Instalações

Os projetos de instalações consistem na associação de elementos construtivos estabelecidos em analogia aos conceitos e técnicas específicas da arquitetura e da engenharia, que ao fazer parte da edificação exerce em condições pertinentes sua função de transporte de energia (projeto elétrico), gases, líquidos e sólidos (projeto hidro sanitário) (NBR 13531:1995).

O arquiteto desenvolve o projeto de arquitetura com base nas análises do engenheiro de estruturas, que lança e calcula a estrutura e, por sua vez os engenheiros de instalações (elétrico, hidro sanitário, telefonia, luminotécnica, climatização, proteção contra incêndio, SPDA e etc.) elaboram o projeto dentro de suas especialidades. Mas devido a maior relevância, abordaremos nesse trabalho apenas os projetos de instalações elétricas e hidro sanitárias.

3.3.3.1 Instalações Elétricas

A interação do projeto de instalação com o projeto arquitetônico inicia na fase do projeto legal, a partir daí é que se definem questões como: áreas dentro da edificação para equipamentos, necessidade de subestação e espaço de medidores. O projeto elétrico dependendo da carga envolvida pode ser executado por um engenheiro civil. (NASCIMENTO, 2015).

De acordo com a NBR 5410:2005 a norma usada em questão, deve ser utilizada em tensão nominal a 1000 V em corrente alternada e frequência inferior a 400 Hz ou 1500 V em corrente contínua. Por esse motivo, deve ser feito por profissionais qualificados (DELESDERRIER, 2015).

Ao se iniciar um projeto elétrico o profissional deve obter as normas, prescrições e regulamentos que envolvam informações relevantes ao fornecimento de energia elétrica da concessionária que administra a região em que será construída a edificação (MACINTYRE & NISKIER, 2000).

O projeto de instalações elétricas tem como objetivo garantir a segurança, resguardando o usuário do imóvel, garantindo que o sistema funcione de forma correta. Devido a essas necessidades o projeto tem que ser feito por profissionais capacitados, como

um engenheiro civil ou um engenheiro eletricista a depender da complexidade do sistema dimensionado (POMPERMAIER & ROSSI, 2015).

De posse das concepções arquitetônicas, estruturais, o projetista de instalações dá início a elaboração de seu trabalho, com vistas à apresentação de fundamentos gráficos que estabeleçam as características do sistema elétrico, pressupostos no projeto arquitetônico (MELHADO,1998).

3.3.3.2 Instalações hidro sanitárias

Responsável por proporcionar água potável e saneamento, que são condições essenciais ao dia a dia humano, garantindo separação absoluta entre o sistema hidráulico e o sistema sanitário, com o intuito de não contaminar a água potável (NASCIMENTO, 2015).

O projeto hidro sanitário tem a obrigação de ser planejado seguindo as características de cada edificação, de preferência posteriormente ao término do projeto estrutural. (FERREIRA FILHO & MAGALHÃES, 2011).

O projeto hidrossanitário em análise corresponde aos sistemas de fornecimento de água fria e quente, coleta de águas pluviais, e coleta predial de água e esgoto. Onde para cada sistema supracitado, existe uma sucessão de normas que regulamentam todo o processo de projeto desde a concepção do projeto, seguido pela especificação dos materiais e pelos procedimentos construtivos.

Na análise previa dos projetos hidro sanitários precisarão ser estabelecidos os seguintes critérios: capacidade dos reservatórios, com base no tipo de distribuição de água; posição das válvulas redutoras e de reservatórios intermediários dimensões e localização das bombas, barrilete, shafts, altura mínima do reservatório, posição dos medidores e etc. (RODRÍGUEZ, 2001, *apud*, ROMANO, 2003).

É formado pelo projeto executivo, memorial descritivo e especificações técnicas. Para dar garantia de qualidade do projeto é necessário seguir algumas exigências básicas, que são: análise das possibilidades de traçado, atendimento as necessidades dos clientes, respeito às normas, compatibilização com os outros projetos, observação crítica do dimensionamento, construtibilidade e manutenção do projeto, esboço em desenhos com intuito de facilitar a execução (NBR 5626:1998; NBR 8160:1999).

As instalações hidrossanitárias são responsáveis diretas pelas condições de saúde e higiene requeridas para a habitação, além de apoiarem todas as funções humanas nela desenvolvidas (cocção de alimentos, higiene pessoal, condução de esgotos e águas servidas

etc.). As instalações devem ser incorporadas à construção, de forma a garantir a segurança dos usuários, sem riscos de queimaduras (instalações de água quente), ou outros acidentes. Devem ainda harmonizar-se com a deformabilidade das estruturas, interações com o solo e características físico-químicas dos demais materiais de construção. (NBR 15575-6, 2013, p.3).

A troca de informações entre os projetos de arquitetura e hidro sanitário se dá pela obrigação da definição dos shafts. Como o projeto estrutural é pela necessidade de analisar a posição entre as vigas e pilares, para que não haja interferências com o assentamento das tubulações (DELESDERRIER, 2015).

O projeto sanitário, conforme a NBR 8160:1999, é composto pelo projeto executivo, memoriais descritivos e especificações técnicas, assim como pelos quantitativos. O projeto executivo deve apresentar:

As plantas baixas dos diferentes níveis, com a indicação dos tubos de quedas, ramais e desvios, colunas de ventilação e dispositivos em geral; Planta baixa do pavimento inferior, com traçado e localização dos subcoletores, coletores prediais, dispositivos de inspeção, local de lançamento do esgoto sanitário e as suas respectivas cotas; Esquema vertical ou fluxograma geral podendo ser apresentado junto com o sistema predial de águas pluviais, sem escala, indicando os componentes do sistema e suas interligações; Plantas dos ambientes sanitários, em escala adequada, contendo também a indicação do encaminhamento das tubulações (NBR 8160:1999).

O projeto hidráulico, regido pela NBR 5626:1998 assim como o sanitário, deve apresentar projeto executivo, memoriais descritivos, especificações técnicas e quantitativos. O projeto executivo deve ser composto por:

Plantas baixas de todos os níveis, inclusive cobertura, indicando as colunas de água e seus respectivos diâmetros; Detalhes como perspectivas e cortes, para melhor compreensão do sistema, contendo informações como distribuição do sistema de água, diâmetros, peças de utilização, cotas e comprimento das tubulações; Alimentador predial e seu caminho até o barrilete e a distribuição do barrilete para as colunas e dispositivos necessários (NBR 8160:1999).

Os sistemas hidrossanitários têm demonstrado ser um dos principais causadores de patologias pós-ocupação. Verifica-se que a maioria dos problemas encontrados nos SHP está relacionada às falhas de execução (como por exemplo, vazamentos e entupimentos), sendo as falhas de projeto a segunda causa, seguido das falhas de uso (falta de informações) e por último as falhas inerentes aos materiais (OLIVEIRA, 2013).

Os sistema hidrosanitários são suscetíveis a vícios, e quando isso acontece há interferências em vários outros subsistemas, tais como: vedações, revestimentos de paredes e de forro, pintura, acabamentos, impermeabilizações, onerando ainda mais os custos de manutenção pós-ocupação.

3.4 Interferências

Com a finalidade de caracterizar os problemas expostos por esse trabalho, serão utilizados parâmetros fundamentados por pesquisas dos autores referenciados. Desta maneira, é feito o uso de ferramentas metodológicas de: consulta a bibliografia vigente sobre à temática discutida (livros, teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, artigos científicos etc.).

3.4.1 Projeto Arquitetônico X Projeto Estrutural

No decorrer do procedimento construtivo é possível encontrar diversos acontecimentos incomuns. Como abordam interesses e objetivos distintos, os projetos arquitetônico e estrutural apresentam diversas interferências.

Em maio as interferências mais comuns envolvendo essas especialidades de projetos se ressalta a ausência de alinhamento entre os elementos estruturais (pilares e vigas) e elementos de arquitetura (paredes, esquadrias), criando a necessidade de uma maior demanda no volume de revestimento para compensar a falta de alinhamento, dificultando a colocação de elementos das esquadrias, aumentando os custos da obra, gerando resíduos, ocasionando atrasos e retrabalho. Assim, observa-se a seguinte tabela:

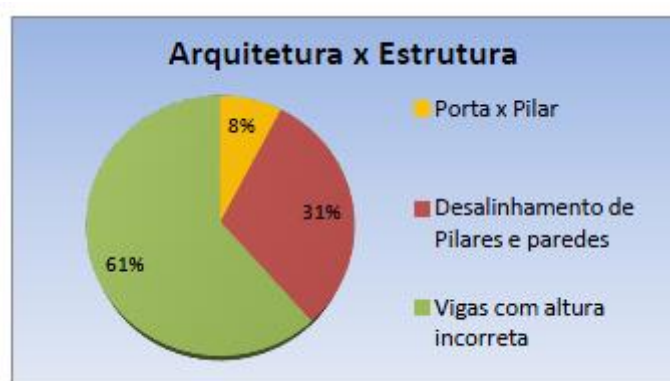
Tabela 01: Interferências Arquitetônico X Estrutural.

<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)

Com base na análise das interferências entre os projetos de arquitetura e estrutura, Sena elaborou o gráfico abaixo, onde fica evidenciado que para o projeto de sua análise, 61% das interferências entre esses projetos é proveniente da altura das vigas, pois os arquitetos estipulam um pré-dimensionamento para os elementos estruturais, mas muitas vezes esse não é o adequado para a segurança da estrutura e o calculista tem que aumentar a dimensão desses elementos, por isso a grande quantidade de interferências relacionadas a esse motivo (SENA, 2012).

Gráfico 1: Incompatibilidades arquitetura X estrutura.



Fonte: (DE SENA, 2012).

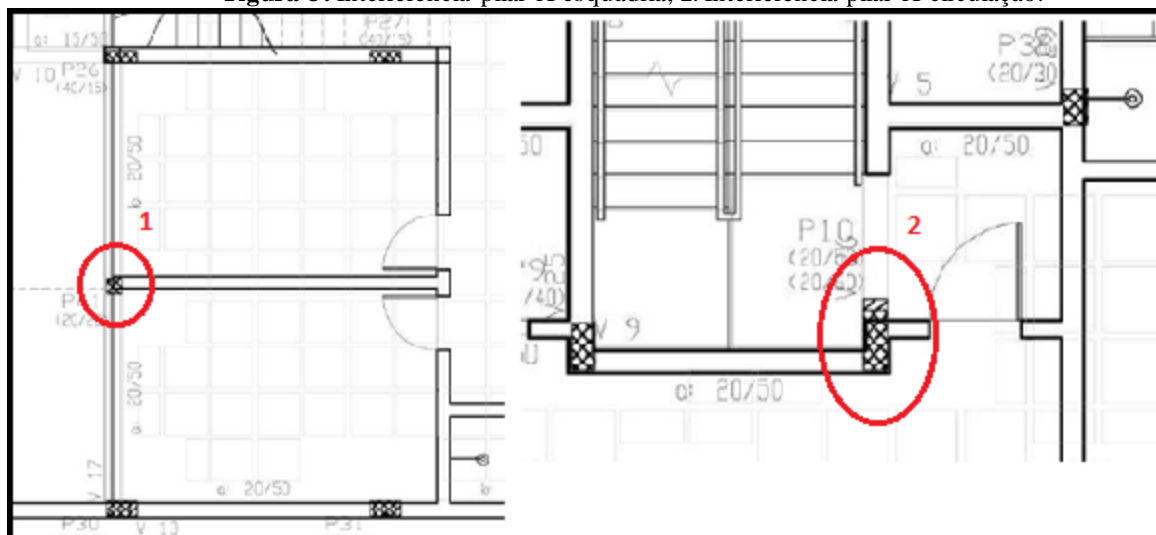
Outra produção científica que também aborda uma unidade residencial de 07 pavimentos com 08 unidades residências duplex, 01 loja comercial e área de lazer na cobertura, área total de 1.921,79 m² (segundo projeto arquitetônico aprovado pela Prefeitura Municipal de Ipatinga), e em busca de garantir qualidades verificou a compatibilidade entre os projetos arquitetônicos e estrutural realizando uma sobreposição das plantas de fôrma das lajes com as plantas de arquitetura de cada pavimento. Como exemplo de incompatibilidades entre o projeto arquitetônico e estrutural, apresentaremos a tabela abaixo mostrando todas as interferências físicas e funcionais contendo a identificação do elemento conflitante, o tipo de interferência e o procedimento proposto para ajuste da incompatibilidade (ÁVILA, 2011).

Tabela 02: Interferências Arquitetônico X Estrutural.

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
PILAR	Pilar posicionado sobre a porta de acesso a escada.	Girar o pilar 90 anti-horário, embutido na alvenaria.
	Pilares posicionados no eixo do edifício, reduzindo o número de vagas de estacionamento.	Fazer transição dos pilares para otimizar vagas na garagem.
	Pilar reduzindo largura da circulação na caixa de escada.	Girar o pilar 90 anti-horário, embutido na alvenaria.
	Posição do pilar em conflito com esquadria.	Fazer transição para limite das varandas, liberando vão para esquadria.
	Pilares interrompendo/sobrepondo esquadria contínua.	Recuar pilares para que a esquadria continue passe a frente dos mesmos.
VIGA	Posição convencional da viga reduz a dimensão da esquadria.	Inverter a viga preservando altura inicial da esquadria.
	Viga do pé direito duplo interrompe esquadria.	Recuar viga neste trecho para que a esquadria passe a frente da mesma.
	Viga alta no pé direito duplo reduz o pé direito da cozinha.	Transformar em viga fixa.
	Posição convencional da viga diminui o pé direito da rampa.	Inverter viga para aumentar o pé direito nesse trecho.
	Posição convencional da viga reduz a dimensão da esquadria.	Inverter viga nos trechos de interferência, liberando o acesso à varanda.
	Posição convencional da viga fará necessária a utilização de forro para acabamento.	Inverter vigas nas bordas das varandas.
	Inexistência das vigas para apoio da alvenaria.	Executar viga até o limite frontal/ exterior do edifício.
Laje	Laje avança até o limite posterior do lote, eliminando iluminação e ventilação para o subsolo.	Interromper laje 1,65m antes do limite posterior do lote.
	Laje nervurada nesse trecho fará necessária a utilização de forro para acabamento.	Transformar em laje maciça.

Fonte (ÁVILA, 2011, adaptado pelo autor).

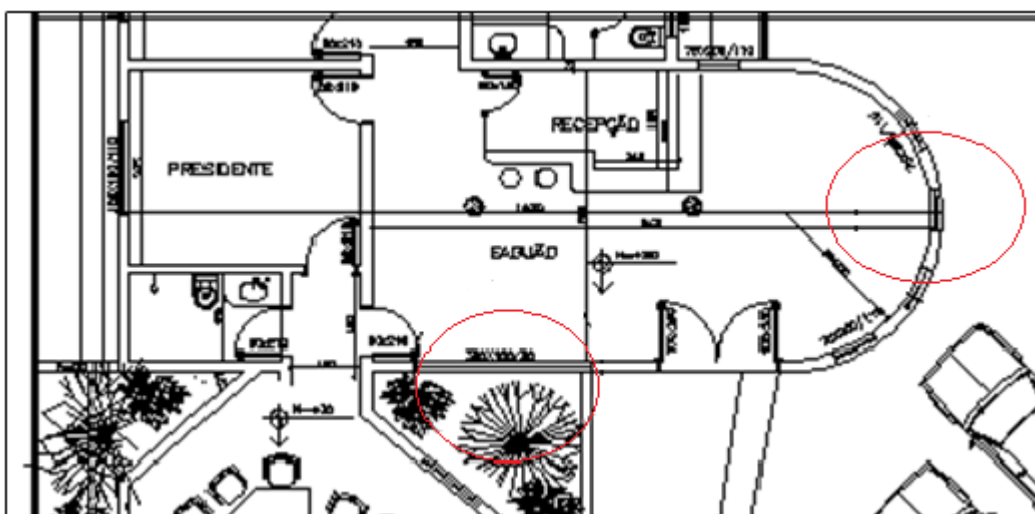
Figura 3: Interferência pilar X esquadria; 2. Interferência pilar X circulação.



Fonte (ÁVILA, 2011, adaptado pelo autor)

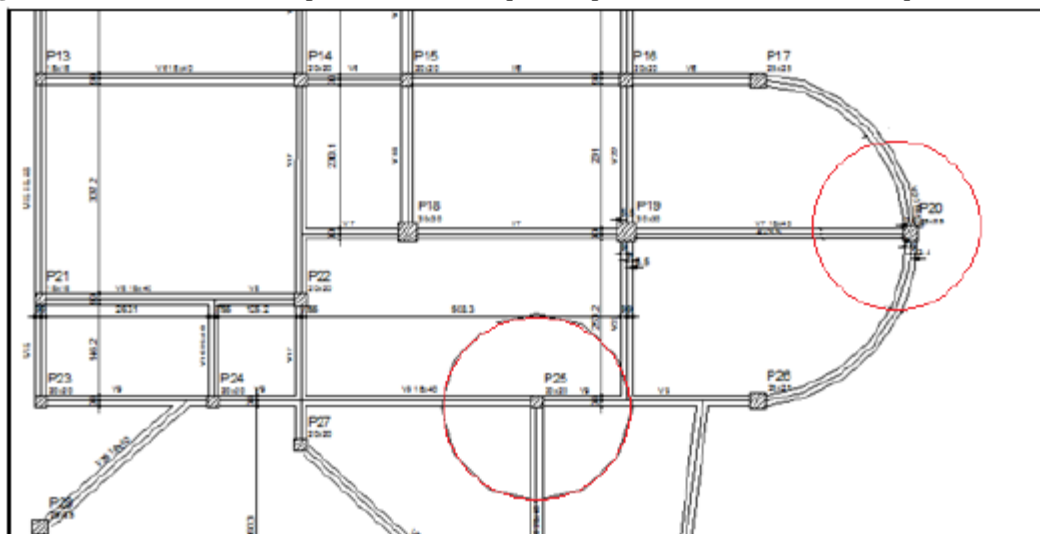
Através desta verificação foram identificadas falhas recorrentes em alguns pavimentos. As figuras abaixo ilustram conflitos entre os projetos arquitetônico e estrutural, nessa situação há pilares dispostos sobre as esquadrias. Entre as possíveis soluções para resolver o problema, que seriam mudar a posição dos pilares ou mudar a posição das esquadrias, foi preferível mudar a posição das esquadrias, pois seria mais complexo mudar a posição dos pilares, isso exigiria um redimensionamento da estrutura, demandando maior tempo e gerando mais despesas (SANTOS et al. 2013).

Figura 4: Planta baixa, com destaque nas esquadrias em conflito com o projeto estrutural.



Fonte: (AMECO, apud, SANTOS et al. 2013).

Figura 5: Planta de forma dos pilares, com destaque nos pilares com conflito com o arquitetônico.



Fonte: (AMECO apud Santos et. al. 2013)

Todas estas não-conformidades apresentadas quando não corrigidas dão origem a vários problemas, entre os quais: desperdícios de materiais e mão-de-obra, atraso no cronograma de execução e geração de diversas patologias.

Outro exemplo de incompatibilidade entre os projetos arquitetônico e estrutural é onde o projeto estrutural seguiu um caminho mais simples, dimensionando um pilar retangular, que foi em desacordo com a estética do projeto arquitetônico que previa um pilar de formato trapezoidal. Como se refere a um elemento estrutural da edificação foram seguidas as recomendações do projeto estrutural, para seguir o projeto arquitetônico optou-se por revestir o pilar com alvenaria para que tomasse a forma trapezoidal estabelecida pelo arquiteto, e para fixação do granito foi feito enchimento da alvenaria no local onde a peça seria fixada (DOLABELA & FERNANDES, 2014).

Figura 6: Da esquerda pra direita, detalhe arquitetônico do pilar, detalhe estrutural do pilar, solução para fixação do granito. Fonte: (DOLABELA & FERNANDES, 2014).

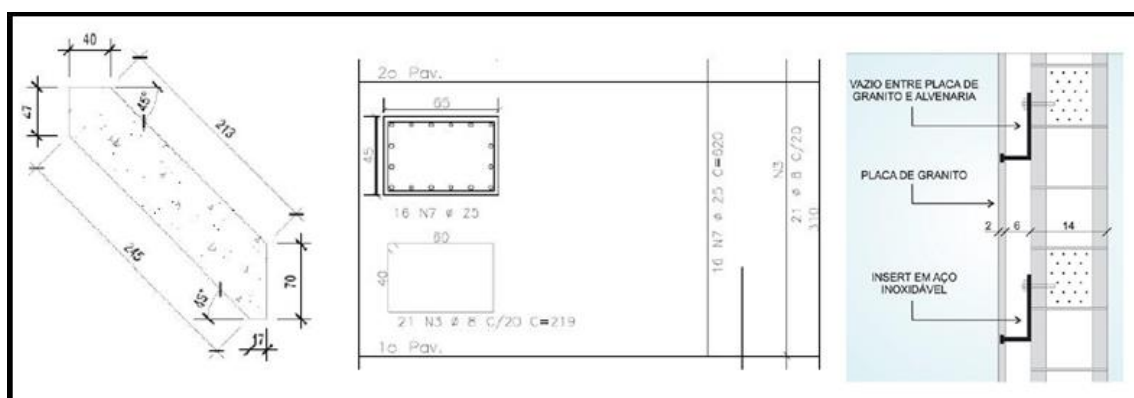


Figura 7: Pilar sendo revestido em alvenaria – à esquerda e pilar revestido com granito – à direita.



(Fonte: DOLABELA & FERNANDES, 2014)

Esse problema atrasou de um a dois dias o cronograma da obra, resultando num acréscimo orçamentário referente à mão-de-obra e ao material. Na tabela abaixo pode ser observado em media o aumento do custo de mão-de-obra.

Tabela3: Custo adicional de mão-de-obra para o serviço.

MÃO-DE-OBRA	DIARIA	QUANTIDADE	TOTAL
PEDREIRO	R\$ 300,00	02	R\$ 600,00
ENCARREGADO	R\$ 500,00	1/2	R\$ 250,00
MESTRE DE OBRAS	R\$ 850,00	1/3	R\$ 283,33
ENGENHEIRO	R\$ 1.200,00	1/4	R\$ 300,00
TOTAL (Um mil quatrocentos e trinta e três reais e trinta e três centavos)			R\$ 1.433,33

Fonte (DOLABELA; FERNANDES, 2014 adaptado)

3.4.2 Projeto Arquitetônico x Projeto Hidrossanitário

Pode-se observar algumas incompatibilidades entre elementos conflitantes através de uma análise direta entre os elementos de arquitetura (paredes esquadrias e shafts/circulações verticais) e os elementos das instalações hidrossanitárias, (tubos de água fria, esgotos e tubo de ventilação).

A tabela abaixo mostra exemplos de interferências físicas e funcionais identificadas contendo a identificação do elemento conflitante, o tipo de interferência e o procedimento proposto para ajuste da incompatibilidade. O maior problema que costuma gerar atraso é

geralmente o desencontro de aparelhos como vasos e pias e suas entradas de água e saída de esgoto.

Tabela 04: Interferências Arquitetônicas X Hidrossanitário.

DISCIPLINAS ANALISADAS	CARACTERISTICAS DAS INTERFERENCIAS	ITENS CONFRONTADOS	MODO DE ANALISE
ARQUITETÔNICO X HIDROSSANITARIO	Interseção de prumadas de agua fria e quente com as esquadrias	Tubulação de queda X esquadrias	Hard Clash
	Desalinhamento de paredes com prumadas de esgoto e de agua	Tubulação de queda X shaft	Visual e Hard Clash
	Tubulação de esgoto impedindo a colocação de forro na altura correta	Tubulação de esgoto X forro	Soft Clash
	Inserção de dutos horizontais e paredes	Dutos de passagem X paredes	Hard Clash
	Diferença no posicionamento de aparelhos e equipamentos hidrossanitários, nos projetos arquitetônicos e de instalações.	Peças hidrossanitária X tubulações (AF, AQ e ES)	Soft Clash
	Interferência de elementos decorativos com aparelhos hidrossanitários	Bancada X Registros e válvulas	Soft e Hard Clash

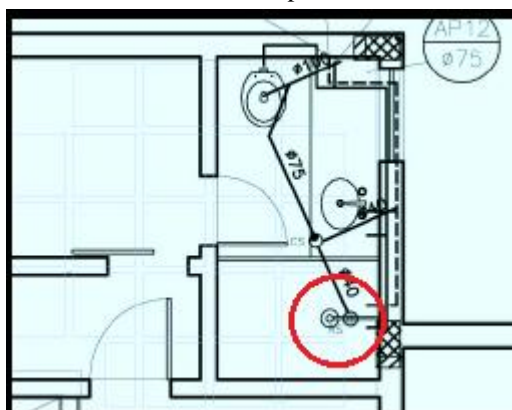
Fonte (SENA, 2012, adaptado pelo autor).

A constatação das incompatibilidades entre os projetos arquitetônico e hidrossanitário, foi feita com a sobreposição das plantas das instalações hidrossanitárias com as plantas de arquitetura de cada pavimento. Na tabela abaixo são listadas algumas das incompatibilidades encontradas por (AVILA, 2011). A figura 8 retrata bem esse caso de divergência entre os projetos, pois algo aparentemente simples que é a diferença de locação do ralo do banheiro, mas é um problema que causa diversos transtornos, pois a água do chuveiro não irá escoar com facilidade devido a sua posição, causando diversos incômodos pelo acúmulo de água.

Tabela 05: Interferências Arquitetônico X Hidrossanitário.

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
PLUVIAL	Inexistência de ralos no piso da garagem	Adicionar ralos para captação da água
	Canaleta com grelha posicionada no meio da rampa	Reposicionar na extremidade de cada rampa
	Canaleta com grelha na cobertura	Reposicionar ralo na extremidade do box
ESGOTO	Posição centralizada do ralo seco no box do banheiro social	Reposicionar ralo na extremidade do box

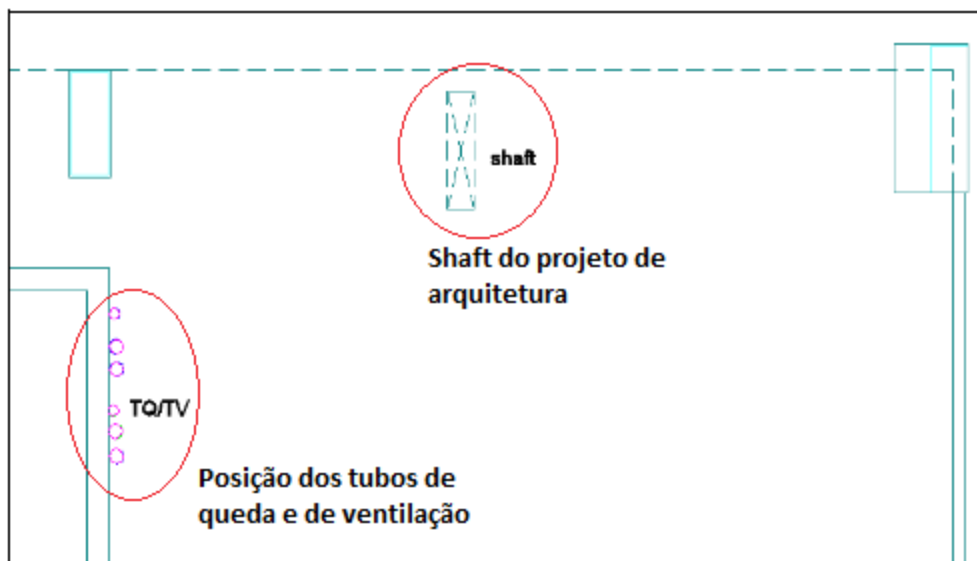
Fonte (ÁVILA, 2011, adaptado pelo autor).

Figura 8: Ralo do box do banheiro posicionado de forma centralizada.

Fonte (ÁVILA, 2011, adaptado pelo autor).

Para caracterizar as interferências em projetos (de Sousa, 2010) faz uma análise nos projetos de um empreendimento residencial de treze pavimentos com área total de 3.930,36m² em fase de execução situado no centro de Petrolina-PE. Não houve compatibilização entre os projetos no seu desenvolvimento, haja vista que foram escritórios totalmente distintos que desenvolveram os projetos, os projetos de arquitetura foram elaborados por um escritório em Petrolina-PE, os projetos estruturais em Salvador-BA e os projetos de instalações em Recife-PE. A compatibilização foi feita pela superposição dos diversos projetos como o auxílio do software Autodesk® AutoCad®, como pode ser notado na figura a baixo, a incompatibilidade entre arquitetura e hidrossanitário pela divergência na locação dos tubos de queda e ventilação com o shaft da arquitetura (Sousa, 2010).

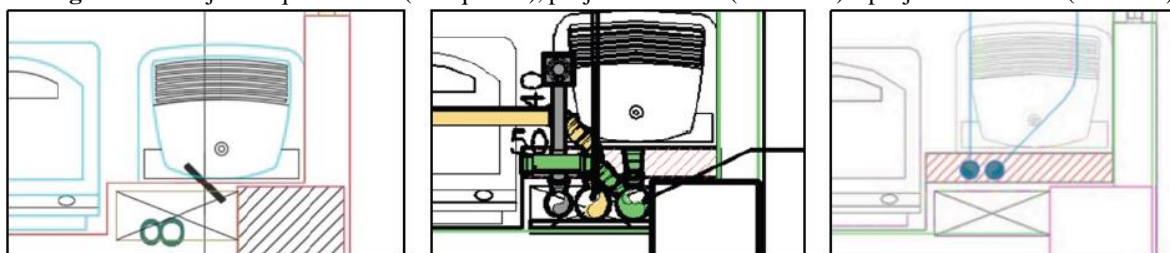
Figura 9: divergência entre shaft da arquitetura e local dos tubos de queda e ventilação.



Fonte (SOUSA, 2010, adaptado pelo autor)

Um estudo de caso em uma construtora na cidade de Natal-RN, onde o projeto escolhido era um residencial composto por quatro torres de dezesseis pavimentos com uma área total de 1468,47m² em seu trabalho foram realizadas entrevistas semiestruturadas além de modelagens para detecção de interferências nos projetos da unidade residencial já construída, para modelagem foi utilizado os softwares Autodesk® Revit® e a verificação das incompatibilidades foram feitas pelo software Autodesk® Navisworks®. A figura abaixo fica evidenciada a falta de compatibilidade entre os projetos arquitetônico e hidrossanitário, onde o projeto hidrossanitário especifica um preenchimento na alvenaria para instalar as tubulações e conexões, que não foi previsto no projeto arquitetônico, diminuindo assim as dimensões do ambiente, sendo capaz de afetar o uso, haja visto que os apartamentos tem uma área de 46,25m² (PAIVA, 2016).

Figura 10: Projeto arquitetônico (à esquerda), projeto sanitário (ao centro) e projeto hidráulico (à direita).



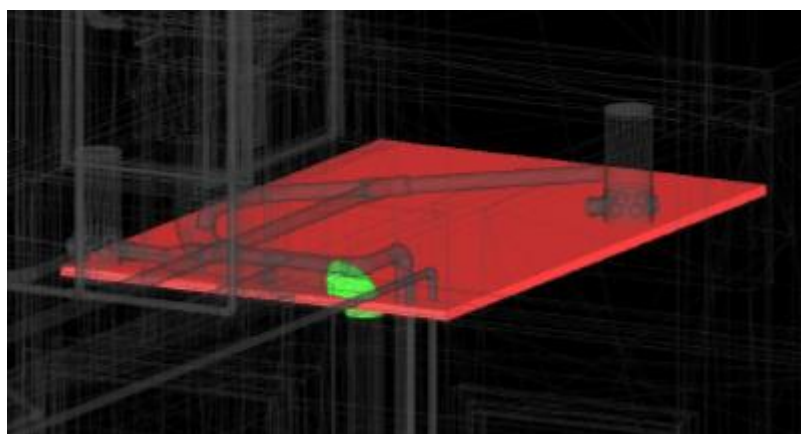
Fonte: (PAIVA, 2016).

Um estudo de caso em uma residência unifamiliar com área de 266,77m², localizada em Florianópolis-PR, todos os projetos foram cedidos pela construtora, que à

partir da a autora modelou os projetos em 3D com o software Autodesk® Revit®, e em seguida exportou para o software Autodesk® Navisworks® onde foram detectadas noventa e três interferências entre os projetos arquitetônico e hidrossanitário (BORTOLOTTI,2014).

A figura abaixo mostra a interferência entre o forro de gesso estabelecido pelo projeto de arquitetura e a tubulação:

Figura 11: Detalhe de tubulação (verde) perfurando o forro de gesso (vermelho).



Fonte(BORTOLOTTI,2014).

3.4.3 Projeto arquitetônico X Projeto Elétrico

Pode-se observar algumas incompatibilidades entre elementos conflitantes através de uma análise direta entre os elementos de arquitetura (paredes esquadrias e bancadas) e os elementos de instalações elétricas (interruptores, tomadas, ponto de luz e QD). A tabela abaixo mostra exemplos de interferências físicas e funcionais identificadas contendo a identificação do elemento conflitante, o tipo de interferência e o procedimento proposto para ajuste da incompatibilidade.

Tabela 06: Interferências Arquitetônicos X Elétrico.

DISCIPLINAS ANALISADAS	CARACTERISTICAS DAS INTERFERENCIAS	ITENS CONFRONTADOS	MODO DE ANALISE
ARQUITETONICO X ELETRICO	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	Hard e Soft Clash

Fonte (DE SENA 2012, adaptado pelo autor).

A constatação das incompatibilidades entre os projetos foi feita com a sobreposição dos projetos e com o auxílio do software CAD, onde todos os conflitos físicos e funcionais foram identificados, são listadas na tabela abaixo as principais interferências (ÁVILA, 2011).

Tabela 7: Interferências Arquitetônico X Elétrico.

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	Posicionamento do quadro distante do medidor	Reposicionar na parede da caixa de escada próximo ao medidor
TOMADA	Inexistência de tomada próxima ao ponto de antena	Adicionar ponto elétrico paralelo ao ponto da antena
LUMINARIA	Luminária desalinhada com a bancada	Posicionar sobre a bancada
UNIDADE CONDENSADORA	Posicionamento da alimentação sobre a esquadria do jardim	Reposicionar a alimentação na parede do banheiro
PONTO AR CONDICIONADO	Posicionado na extremidade da parede	Posicionar centralizado a parede
PONTO CHUVEIRO	Ponto de alimentação do chuveiro na suíte posicionado sobre o pilar	Rotacionar posição do ponto em 90 graus instalando-o na parede lateral

Fonte (Ávila, 2011, adaptado pelo autor)

As figuras abaixo ilustram, no primeiro caso a falta do ponto de alimentação próximo ao ponto da antena, impedindo a instalação de um aparelho televisor no local, e no segundo caso as unidades condensadoras posicionadas na prumada das esquadrias.

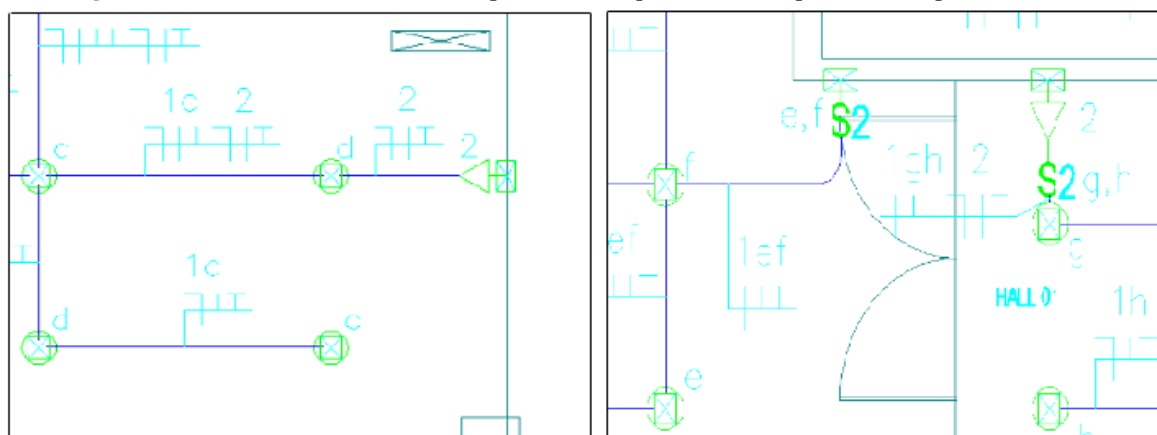
Figura 12: Falta de tomada próxima à antena (à esquerda), unidades condensadoras na prumada das esquadrias (à direita).



Fonte (ÁVILA, 2011, adaptado pelo autor).

Devido a grande presença de componentes no projeto elétrico diversas podem ser as incompatibilidades encontradas, abaixo são exemplificadas duas incompatibilidades encontradas no estudo de caso realizado na dissertação de (De Sousa, 2010), são incompatibilizações entre os projetos, a locação de pontos de tomada onde não existem paredes, e o interruptor da lâmpada posicionado atrás da folha de abertura da porta.

Figura 13: Tomadas onde não existem paredes (à esquerda), Interruptor atrás da porta (à direita).



Fonte (DE SOUSA, 2010).

3.4.4 Projeto Estrutural x Hidrossanitário

O lançamento da estrutura deve, também, levar em conta sua interferência com os das dimensões e a disposição dos elementos estruturais, que devem permitir a passagem das tubulações previstas nesses projetos.

Na tabela abaixo foi citado problemas referentes às passagens de tubulações em pilares e interseção de tubulações de hidráulica.

Tabela 8: Interferências estrutural X hidrossanitário.

DISCIPLINAS ANALISADAS	CARACTERISTICAS DAS INTERFERENCIAS	ITENS CONFRONTADOS	MODO DE ANALISE
ESTRUTURAL X HIDROSSANITARIO	Passagem de tubulações interceptando pilares	Tubulação X pilares	Hard Clash
	Interseção de dutos de ventilação com vigas e pilares sem previsão da passagem	Dutos de ventilação X vigas e pilares	Hard Clash
	Furos de passagem que não foram previstos ou decorrentes de alterações de projetos	Tubulações horizontais X vigas	Soft Clash
	Furos em lajes para passagem de prumadas com pouco detalhamento	Tubos de queda X lajes	Soft e Hard Clash
	Interseção de prumadas com vigas (geralmente em projetos com diversas formas)	Tubos de queda x vigas	Hard Clash

Fonte: (DE SENA 2012, adaptado pelo autor)

Outro problema que costuma gerar atrasos é o desencontro de aparelhos como vasos e pias e suas entradas de água e saída de esgoto.

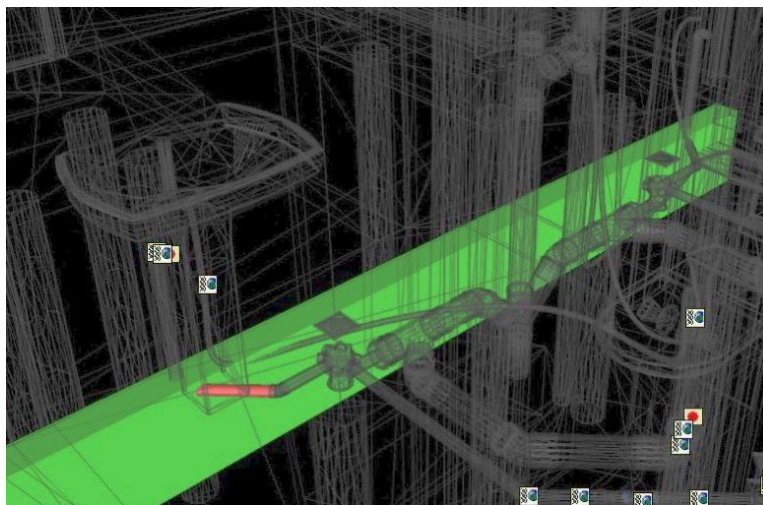
Tabela 09: Interferências estrutural X hidrossanitário.

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
ESGOTO	Tubos de queda e ventilação passando por elementos estruturais	Reposicionar no shaft próximo da prumada
ÁGUA	Prumadas de água fria passando por elementos estruturais	Reposicionar no shaft próximo da prumada
	Alimentação do chuveiro no banheiro suíte posicionada sobre o pilar	Rotacionar posição do chuveiro em 90 instalando-o na parede lateral

Fonte (ÁVILA, 2011, adaptado pelo autor)

Ainda sobre o estudo de caso feito por (PAIVA,2016) a figura abaixo mostra interferência entre projeto estrutural e hidrossanitário, onde a tubulação em vermelho esta passando por dentro da viga em verde.

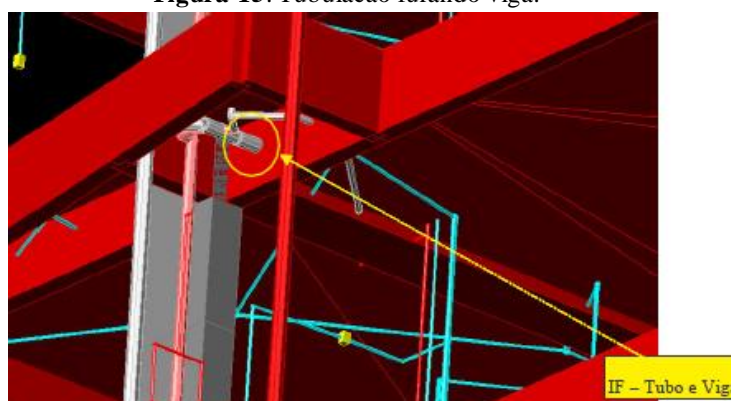
Figura14: Interferencia entre projeto estrutural e hidrossanitario.



Fonte (PAIVA, 2016).

Em um dos estudos de caso realizados analisa-se os conflitos existentes entre os projetos de uma edificação multifamiliar de dez pavimentos, com uma área de 3.500m² e com o auxílio do sistema de análise de interferências (SAI) e do AutoCAD®, localizou as interferências entre os projetos estrutural e hidrossanitario, a figura abaixo mostra uma interferência física entre esses projetos, onde um dos elementos da tubulação hidráulica perfura a viga (MILKADO JUNIOR, 2006).

Figura 15: Tubulacao furando viga.



Fonte: (MIKALDO JÚNIOR, 2006)

3.4.5 Projeto estrutural x elétrico

A maioria das interferências envolvendo instalações elétricas em pavimentos tipo se repete em toda a edificação. Estudos identificaram alguns problemas referentes ao posicionamento de interruptores, que são listados nas tabelas abaixo.

Tabela10 : Interferências estrutural X Elétrico.

DISCIPLINAS ANALISADAS	CARACTERISTICAS DAS INTERFERENCIAS	ITENS CONFRONTADOS	MODO DE ANALISE
ESTRUTURAL X ELETRICO	Interseção de tomadas, interruptores e QD com pilares.	Elementos de elétrica x pilares	Hard Clash

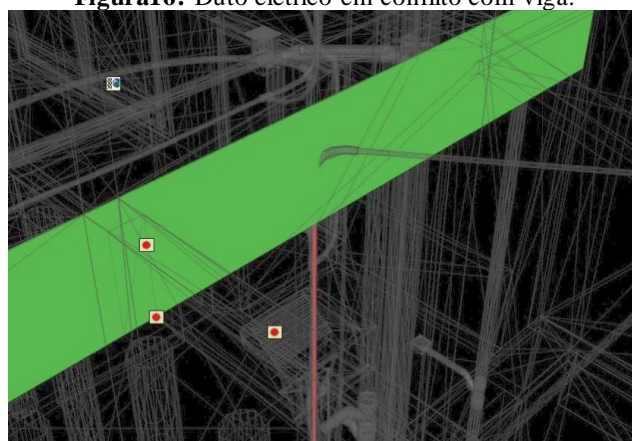
Fonte (DE SENA 2012, adaptado pelo autor)

Tabela 11 : Interferências estrutural X Elétrico

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Ponto chuveiro	Ponto de alimentação do chuveiro na suíte posicionado sobre pilar	Rotacionar posição do ponto em 90 instalando-o na parede lateral
INTERRUPTOR	Conjunto de interruptores paralelos posicionados sobre pilar	Reposicionar na alvenaria

Fonte: (ÁVILA 2011, adaptado pelo autor)

Em sua análise tridimensional dos projetos, (PAIVA, 2016) verificou a existência de sessenta e quatro interferências entre os projetos estrutural e elétrico, que é mostrado na figura a baixo onde existe um conflito entra o elemento estrutural viga (cor verde) e o duto de passagem da fiação elétrica (cor vermelha).

Figura16: Duto elétrico em conflito com viga.

Fonte (PAIVA, 2016).

Um registro fotográfico de interferências que foram observadas durante a execução da obra, mostrado abaixo, onde os dutos por onde passam as instalações elétricas estão em conflito com vigas, e como solução foi adotado um rebaixamento do forro de gesso (DESREDELIE,2015).

Figura 17: Duto elétrico em conflito com viga.

Fonte (DESREDELIE,2015)

3.4.6 Hidrossanitário x Elétrico

Tabela 12: Interferências Instalações x Instalações.

<i>Disciplinas analisadas</i>	<i>Características das interferências</i>	<i>Itens confrontados</i>	<i>Modo de análise</i>
INST. X INST.	Falha no posicionamento de interruptores e tomadas	Alinhamento de interruptores e tomadas	Visual
	Interferência de tubulações horizontais diversas	Tubulações x Tubulações	<i>Hard Clash</i>
	Pontos de iluminação em conflito com tubos de esgoto	Caixas de iluminação x tubulações de esgoto	<i>Hard Clash</i>
	Interferência de peças e aparelhos com tubulações	Peças e aparelhos x tubulações	<i>Hard Clash</i>

Fonte: (ÁVILA, 2011, adaptado pelo autor)

Em mais um dos trabalhos analisados, lista-se algumas incompatibilidades entre os elementos conflitantes através de uma análise direta entre os elementos das instalações hidrossanitárias (água fria, esgoto e colunas de ventilação e esgoto) e os elementos das instalações elétricas (iluminação, tomadas, interruptores e eletrodutos). Verificou-se então, que as tomadas posicionadas no ponto elétrico estão em conflito com as colunas de esgoto, pontos de luz no teto em conflito com os tubos de esgoto no teto e com caixas sifonadas, conforme a tabela abaixo (DE SOUSA, 2010).

Tabela 13: Tipos de incompatibilidades referente ao sistema hidráulico e suas possíveis soluções.

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
ÁGUA	Tubo de recalque na mesma prumada do medidor de energia	Reposicionar no shaft proximo da prumada
	Tubo de água quente na mesma prumada do medidor de energia	Reposicionar no shaft proximo da prumada

Fonte: (ÁVILA, 2011, adaptado pelo autor)

Com a obra já em andamento, na fase de execução das instalações, pode-se registrar um caso de interferências entre as instalações do seu estudo de caso. Na figura abaixo podemos observar instalações hidrossanitárias de água (cor marrom), esgoto (cor branca) e gás (cor verde) em conflito com as instalações elétricas (cor amarela) (PEREIRA et al. 2015).

Figura 18: Interferências hidrossanitario e elétrico.

Fonte: (PEREIRA et al. 2015)

Na figura abaixo podemos ver pontos de luz, interruptores e tomadas em conflito com as tubulações de esgoto e de água.

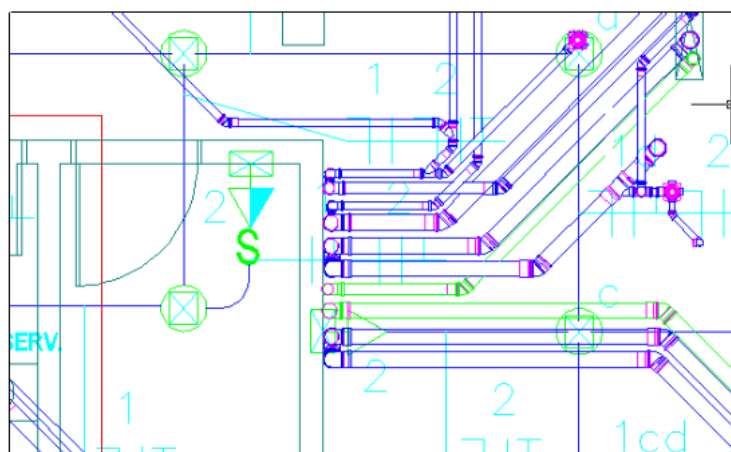
Figura 19: Interferências hidrossanitario e elétrico.



Fonte (PAIVA, 2016).

Usando como método de análise, pode-se identificar interferências físicas, onde tubulações de água e esgoto cruzam com os dutos elétricos. Esse fato pode ser observado na figura abaixo (SOUSA, 2010).

Figura 20: Interferências hidrossanitario e elétrico.



Fonte (DE SOUSA, 2010).

Com base nos dados analisados das bibliografias dos diversos autores, podemos perceber que existem inúmeras lacunas na elaboração dos projetos, a constatação de interferências entre todos os projetos analisados (arquitetônico, estrutural, hidrossanitario e elétrico), nos permite observar que a grande maioria das incompatibilidades tem como origem os projetos de instalações, haja vista que são mais numerosos em todas as edificações. Também pode ser observados que existem diversas maneiras de localizar as

incompatibilidades, desde a mais simples que é a sobreposição dos projetos, até as mais complexas e elaboradas com uso de software que montam os projetos em 3D e fazem a análise das inconsistências. O fato de cada projeto ser elaborado por um escritório diferente e a falta de um agente compatibilizador é fator primordial para que essas interferências aconteçam (SOUSA, 2010).

4 METODOLOGIA

As noções acerca da compatibilização de projetos na construção civil, forma de execução e as razões que nos levam a essa prática foi realizado através de pesquisas, utilização a internet e revistas específicas do setor, assim como artigos publicados em sites por professores e pesquisadores de diversas instituições de ensino brasileiras e estrangeiras.

A revisão bibliográfica pesquisou, principalmente, os temas sobre as atividades de compatibilização de projetos e a coordenação de projetos. Além de outros conteúdos que fundamental o trabalho, relevantes ao seu desenvolvimento, como as falhas resultantes da falta de compatibilização, a gestão do processo de projeto, gestão da qualidade de projetos e os problemas causados pela falta de compatibilização dos projetos.

O presente trabalho consiste numa revisão bibliográfica, consulta de normas e relatórios técnicos e tomando com base estudos de caso.

O trabalho foi elaborado em seis capítulos, no qual o primeiro é apresentado e delimitado o tema.

O segundo capítulo aborda a descrição dos objetivos do estudo e sua justificativa.

O terceiro capítulo enfoca no conceito de projeto, nas diversas disciplinas existentes no processo de elaboração de projetos, no papel do projeto na conformidade das obras de edificações, na identificação das falhas nos processos construtivos e na análise das incompatibilidades existentes nos casos estudados na bibliografia.

O terceiro capítulo refere-se ao desenvolvimento de projetos na construção civil, destacando a caracterização e contratação de profissionais do processo de projetos.

O quarto capítulo descreve a metodologia adotada para a elaboração do presente trabalho.

O quinto capítulo aborda os resultados e discussões da compatibilização de projetos, dando ênfase aos problemas causados por sua falta.

O sexto capítulo irá apresentar as considerações finais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Aumento de tempo e custos da obra

No Brasil, o setor da construção civil, mesmo com as mais atuais evoluções tecnológicas na produção de novas opções de materiais e de processos construtivos, ainda se depara com processos realizados de forma artesanal e quase não utiliza os métodos que tiveram êxito nos demais âmbitos industriais. Ou seja, a construção civil ainda vem sofrendo alguns problemas, como, diminuição da produtividade, na defasagem da qualidade do produto final, nos custos e datas de entrega prevista e efetuada e nas elevadas perdas na construção, isso refere-se a dificuldade encontrada de gerir os processos, como: planejamento, controle de produção, desenvolvimento e controle de custos (JACÓ, 2003).

Um bom planejamento físico começa muito antes do início da obra. A quantidade é imprescindívelmente a qualidade dos dados coletados no processo de criação dos projetos são indispensáveis, no entanto diversas construtoras cometem erros nessa etapa, por desconsiderar dados e ignorar a probabilidade de ocorrer de erros (SANTOS et. al. 2013).

Devido ao grande crescimento na demanda do mercado imobiliário, faz com que as empresas buscassem cada vez mais entregar os empreendimentos em um prazo cada vez menor, por esse motivo fases importantes no processo de criação dos projetos são negligenciadas, comprometendo a qualidade das edificações. Estes fatores podem ser considerados como as causas dos aumentos de custo e dos atrasos na conclusão dos empreendimentos, causando assim resultados negativos, que apesar do aumento no preço dos imóveis não pode se igualar aos prejuízos no canteiro de obras (JUSTE 2013).

A falta de qualificação da gestão a que estão submetidos às obras, devido à forma superficial utilizada para representar o sistema de produção, é um dos motivos que explica o baixo rendimento do setor, pois o padrão utilizado para representação do sistema de produção é por sua vez muito superficial. (ISATTO et.al 2000).

As falhas encontradas nos projetos podem ser notadas durante o início da execução da obra, resultando em perda de tempo logo no primeiro mês de construção, Além do tempo perdido, a mão de obra paralisada e a revisão dos projetos resultaram em gastos além dos previstos inicialmente. A etapa inicial para o desenvolvimento de qualquer cronograma é a definição objetiva dos vários serviços (aí incluídos prazos e preços) que também serão os principais pontos de controle e acompanhamento. A definição das atividades (escopo) é um processo posterior e que visa um melhor detalhamento do trabalho a ser realizado, explicitando as especificações de materiais e técnicas construtivas (SANTOS et. al. 2013).

As tabelas abaixo foram retiradas do estudo de caso que ilustra o aumento dos custos na obra devido à falta de compatibilidade entre os projetos executivos, não caso em questão não houve um aumento do tempo devido a contratação de uma equipe extra que ficou responsável por corrigir eventuais incompatibilidade, que em outras casas onde não fosse possível a contratação de uma equipe extra, acarretaria também em um aumento no prazo de entrega da obra. Os custos adicionais para corrigir os projetos e as incompatibilidades, acarretaram em um aumento de R\$ 15.243,25 no valor final da obra, tal quantia equivale a um aumento de 5,28% fato preocupante para um setor que trabalha com margens de lucro em torno de 10% a 15%.(SANTOS et. al. 2013).

Figura 21: orçamento previsto da obra.

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO									
CONVENIENTE: Prefeitura Municipal de Moeda					VALOR DO CONVÊNIO:				
OBRA: Construção de Sede da Câmara Municipal de Moeda-MG									
ETAPAS	Físico / Financeiro	Mês 0	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Total
SERVIÇOS PRELIMINARES	Físico %		100%						
	Financeiro	11.189,71	11.189,71						11.189,71
FUNDAÇÕES	Físico %		20%	80%					
	Financeiro	19.113,47	3.822,69	15290,776					19.113,47
ESTRUTURA	Físico %			25%	50%	25%			
	Financeiro	36.417,72		9.104,43	18.208,86	9.104,43			36.417,72
ALVENARIAS E DIVISÕES	Físico %			25%	50%	25%			
	Financeiro	25.022,47		6.255,62	12.511,24	6.255,62			25.022,47
COBERTURA	Físico %					100%			
	Financeiro	36.042,19				36.042,19			36.042,19
FORRO	Físico %							100%	
	Financeiro	4.695,55						4.695,55	4.695,55
REVESTIMENTOS	Físico %					25%	50%	25%	
	Financeiro	31.684,89				7.921,22	15.842,45	7.921,22	31.684,89
PISOS E RODAPÉS	Físico %					25%	75%		
	Financeiro	27.455,91				6.863,98	20.591,93		27.455,91
ESQUADRIAS EM GERAL	Físico %					50%	25%	25%	
	Financeiro	42.129,90				21.064,95	10.532,48	10.532,48	42.129,90
VIDROS	Físico %							100%	
	Financeiro	4.634,50						4.634,50	4.634,50
PINTURAS	Físico %						50%	50%	
	Financeiro	19.996,35					9.998,18	9.998,18	19.996,35
INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS	Físico %				25%		50%	25%	
	Financeiro	3.551,94			887,99		1.775,97	887,99	3.551,94
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	Físico %				25%		50%	25%	
	Financeiro	8.769,15			2.192,29		4.384,58	2.192,29	8.769,15
OUTROS SERVIÇOS	Físico %		100%						
	Financeiro	17.968,63	17.968,63						17.968,63
	Físico %	100%	11,43%	10,62%	11,71%	27,85%	17,11%	21,28%	100%
	Financeiro	288.672,38	32.981,07	30.650,82	33.800,37	80.338,41	49.397,62	61.454,13	288.673,38

Fonte: (AMECO, apud, SANTOS et. al. 2013 adaptado pelo autor).

Figura 22: orçamento reajustado para a obra.

ANEXO IIM									
CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO-REAJUSTADO									
CONVENIENTE: Prefeitura Municipal de Moeda							VALOR DO CONVÊNIO:		
OBRA: Construção de Sede da Câmara Municipal de Moeda-MG									
ETAPAS	Físico / Financeiro	Mês 0	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Total
SERVIÇOS PRELIMINARES	Físico %		100%						
	Financeiro	13.456,34	11.189,71						13.456,34
FUNDAÇÕES	Físico %		20%	80%					
	Financeiro	21.678,47	4.335,69	17342,776					21.678,47
ESTRUTURA	Físico %			25%	50%	25%			
	Financeiro	38.534,72		9.633,68	19.267,36	9.633,68			38.534,72
ALVENARIAS E DIVISÕES	Físico %			25%	50%	25%			
	Financeiro	27.345,47		6.836,37	13.672,74	6.836,37			27.345,47
COBERTURA	Físico %					100%			
	Financeiro	36.042,19				36.042,19			36.042,19
PISO	Físico %							100%	
	Financeiro	4.695,55						4.695,55	4.695,55
REVESTIMENTOS	Físico %					25%	50%	25%	
	Financeiro	31.684,89				7.921,22	15.842,45	7.921,22	31.684,89
PISOS E RODAPÉS	Físico %						25%	75%	
	Financeiro	29.311,34					7.327,84	21.983,51	29.311,34
ESQUADRIAS EM GERAL	Físico %						50%	25%	
	Financeiro	42.129,90				21.064,95	10.532,48	10.532,48	42.129,90
VIDROS	Físico %							100%	
	Financeiro	4.634,50						4.634,50	4.634,50
PINTURAS	Físico %						50%	50%	
	Financeiro	19.996,35					9.998,18	9.998,18	19.996,35
INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS	Físico %				25%		50%	25%	
	Financeiro	4.451,45			1.112,86		2.225,73	1.112,86	4.451,45
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	Físico %				25%		50%	25%	
	Financeiro	9.978,34			2.494,59		4.989,17	2.494,59	9.978,34
OUTROS SERVIÇOS	Físico %		100%						
	Financeiro	19.976,12	19.976,12						19.976,12
	Físico %	100%	11,43%	10,62%	11,74%	27,85%	17,11%	21,26%	100%
	Financeiro	303.915,63	35.501,52	33.812,62	36.547,54	61.406,41	50.915,83	63.372,68	303.915,63

Fonte: (AMECO, apud ,SANTOS et al. 2013 adaptado pelo autor).

Um fato do entendimento de todos os profissionais do ramo da construção civil que um dos principais responsáveis pelo aumento dos custos é justamente o desperdício de materiais e retrabalho, esse fato também é responsável pela diminuição da qualidade da obra. A ocorrência desses eventos é notoriamente vinculada à falta de compatibilização entre os projetos das edificações. É de conhecimento de todos os profissionais que atuam na construção civil que uma das principais formas de perder dinheiro reside justamente no desperdício de materiais e no retrabalho. Este fato pode claramente ser associado à falta de compatibilização de projetos, que será debatido na sequência do trabalho. Outro fator que resulta em desperdício são erros de concepção dos projetos (OLIVEIRA, 2015).

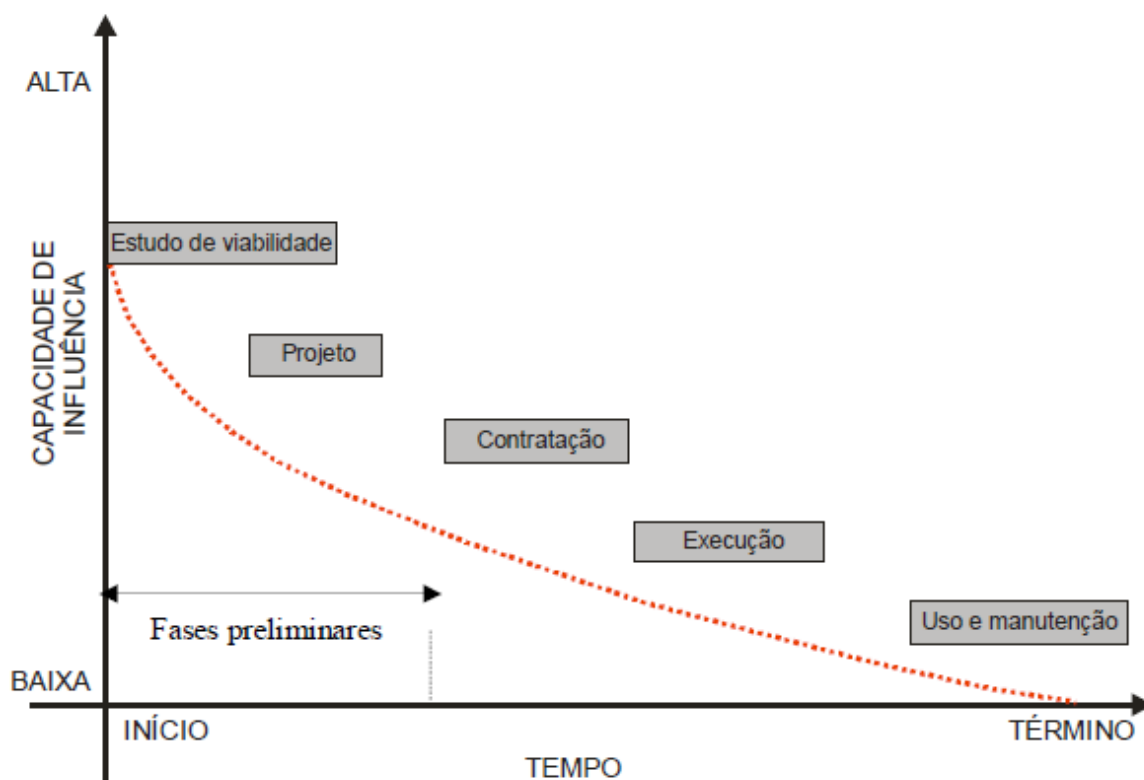
Estudos comprovam que decisões tomadas na fase de projeto tem maior capacidade de influenciar o custo final da obra. Esse fato pode ser visualizado nos gráficos abaixo, que ilustram a capacidade de influencia de cada fase no custo final da obra.

Gráfico 2: Capacidade de influenciar no custo final de uma obra ao longo de suas fases.



Fonte: (Fabricio 2002)

Gráfico 3: Capacidade de influencia das fases da obra no seu custo final.



Fonte: (CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE 1987, apud, DELESDERRIER, 2015).

É justamente durante a fase de planejamento que existe o maior número de possibilidades de influenciar nas características finais da obra, reduzindo custos, se tornando progressivamente menor durante a evolução do empreendimento (HAMMARLUND & JOSEPHSON, 1992).

5.2 Geração de resíduos da construção civil

Resíduo de construção civil pode ser definido como um resíduo proveniente de construções, reparos, reformas e demolições de estruturas e estradas (LEVY, 1997).

A construção civil é o setor da economia que consome mais recursos naturais. O interesse em saber a quantidade de resíduos gerada pela indústria da construção civil existe há algum tempo, muitas vezes inserido na discussão da redução de desperdícios (CARNEIRO, et. al. 2001).

Os materiais descartados pelas obras de construção civil que são gerados nas cidades constituem-se em verdadeiras jazidas de matérias-primas que não são aproveitadas e causam grandes prejuízos à qualidade de vida de seus habitantes, isso porque a deposição irregular do resíduo é muito comum em todo mundo, além de criar uma imagem negativa para as administrações públicas (PINTO, 1989).

Os resíduos devem ser classificados de acordo com seu risco ambiental para que assim possam sofrer um descarte correto. A norma NBR 10004/1987 trata da classificação dos resíduos sólidos e de acordo com esta norma os resíduos de construção e demolição podem ser classificados em resíduos de classe III, resíduos inertes, isso porque esse tipo de resíduo possui componentes minerais não poluentes e são quimicamente inertes (VAZ FILHO & CORDEIRO, 2000).

No entanto alguns estudiosos acreditam que isso é uma inverdade, pois os resíduos de construção civil são compostos de materiais pesados e volumosos que quando mal descartados se tornam focos para depósitos de outros tipos de resíduos, gerando contaminação devido a solicitação de certas substâncias nocivas além do mais esses resíduos podem conter tintura podendo percolar pelo solo contaminando-o (FEDERLE, 2015, apud PENG, et al. , 1997).

Esse interesse tem se acirrado com a discussão de questões ambientais, já que parte dos materiais descartados pelas obras é abandonado em locais inadequados, quase sempre clandestinos, o que provoca danos às áreas saudáveis como o seu esgotamento e poluição de aquíferos, outra quantidade é depositada em cursos d'água o que causa colapso das margens

e poluição de suas águas, um problema, uma vez que desperdiçar materiais, seja na forma de resíduo (mais comumente denominado entulho de construção) ou sob outra natureza, significa desperdiçar recursos naturais, o que coloca a indústria da construção civil no centro das discussões na busca pelo desenvolvimento sustentável nas suas diversas dimensões (OLIVEIRA & ASSIS, 1998).

A ineficiência em alguns dos processos produtivos e, principalmente, o seu tamanho fazem com que a indústria da construção civil seja reconhecidamente uma grande geradora de resíduos. Do ponto de vista ambiental, o problema principal com este tipo de resíduo está relacionado a sua deposição irregular e aos grandes volumes produzidos. (PINTO, 1999).

O estudo de soluções práticas que apontem para a reutilização do entulho na própria construção civil, contribui para amenizar o problema urbano dos depósitos (ZORDAN, 1997).

Uma das formas de solução para os problemas gerados é a reciclagem de resíduos, em que a construção civil tem um grande potencial de utilização dos resíduos, uma vez que ela chega a consumir até 75% de recursos naturais (JOHN, 2000).

O aumento da quantidade de resíduos gerados na construção civil tem perdas significativas de materiais e conseqüentemente aumenta o número de resíduos gerados. Isso acontece devido à falta de algumas medidas relativamente simples como gerenciamento do armazenamento de material no canteiro de obras que esta interligada a perda de material, deve-se fazer então medidas de prevenção (ISSATTO, et al. 2000).

A falta de planejamento e outras medidas resulta em malefícios ao meio ambiente a opção de incorporar materiais reciclados pode ser considerada como uma boa ferramenta para a conservação de energia e de recursos naturais (GOLDSTEIN, 1995).

Ressalta que o gerenciamento de resíduos de construção civil e demolição no próprio local de sua geração representa uma importante ferramenta para que a indústria de construção assuma sua obrigação de descarte com o resíduo gerado no ambiente urbano assim evitando despesas e problemas para órgãos públicos responsáveis (PINTO,2000).

A redução da geração de resíduos deve ser levada em relevância por todas as partes envolvidas no processo construtivo desde a fase de desenvolvimento do projeto até a análise de custos, evitando assim processos lineares de construção que resultarão na baixa compatibilização dos diversos projetos e sua má execução no canteiro de obras. Isso quer dizer que deve haver um envolvimento entre clientes, projetistas, consultores e os demais

contratados com um único objetivo que é o de impedir custos desnecessários com a grande quantidade de entulho gerado. Logo, algumas noções devem ser consideradas:

Não tomar decisões após a fase de planejamento da obra; Compatibilização entre os projetos antes da execução da obra; Alinhamento da comunicação entre arquitetos, engenheiros, empreiteiros e clientes; Considerar projeto e viabilidade de construção ao mesmo tempo, buscando materiais e técnicas construtivas adequadas a cada necessidade, logo um aumento de custo inicialmente pode significar uma futura economia; Projetos baseados no ciclo de vida das edificações são mais onerosos que os projetos desenvolvidos sem essa preocupação. Assim, são investimentos a serem feitos com base em um retorno a longo prazo (FRAGA, 2006, p. 24)

Na maioria das vezes as perdas são geradas por incompatibilização dos processos construtivos, devido a falta de alinhamento desde a fase inicial de implementação da obra até a fase final. Uma ausência de padronização de elementos construtivos, falta de especificações técnicas, baixa qualidade e pouco detalhamento dos projetos que podem levar a erros que acabam se traduzindo em perdas e conseqüentemente na geração de resíduos de demolição (GRIGOLI, 2000).

Estudiosos acreditam que as perdas podem ser diminuídas e até evitadas quando uma simples definição de uma política de administração de materiais quanto para aplicação de sua utilização. Tal iniciativa pode melhorar o manuseio e estocagem de materiais e possibilitar a identificação e o controle de perdas durante o processo construtivo (FORMOSO, et al., 1998).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho foi elaborado seguindo a lógica dos assuntos pertinentes a compatibilização de projetos, assim como os efeitos negativos a uma edificação por não utilizar as práticas de compatibilização. Diante disso foram analisadas situações pertinentes ao contexto da compatibilização de projetos, processo elaboração de projeto. Além disso, foram abordadas questões como os atrasos gerados, o aumento dos custos, a má qualidade nos serviços e o aumento na geração de resíduos.

Um fato de significativa importância que deve ser evidenciado é que a compatibilização tem que ser feita no decorrer de todo o processo de concepção dos projetos, pois ele é responsável pela minimização dos erros e por procurar antecipadamente respostas, resultando em grandes economias de tempo e dinheiro. Principalmente se feita desde o início da obra onde a possibilidade de redução dos custos e dos impactos é bem maior, facilitando a execução da obra de forma mais rápida e reduzindo as possibilidades de retrabalho, ou seja, dando mais construtibilidade a edificação. Em outras palavras torna a obra mais eficiente e racional.

Como a análise dos estudos de caso das referências adotadas, foi possível constatar que a figura do agente compatibilizador ainda é pouco presente nas empresas do ramo e que existe pouca comunicação entre os escritórios que elaboram os projetos, além das interferências entre os mesmos, que na maioria das vezes só são observadas na hora da própria execução e resolvidas na por meio de improvisos, gerando retrabalho, desperdício de materiais e aumento do custo da obra.

O uso de novas tecnologias é considerado como ferramenta fundamental a engenharia, dentre elas podemos destacar a plataforma BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) foi desenvolvida com o intuito de englobar todas as informações pertinentes à elaboração dos projetos, permitindo agrupar em um mesmo arquivo todos os dados do projeto, por trabalhar de forma a agrupar todos os projetos e sempre de modo tridimensional a plataforma BIM é vista como uma evolução ao modo tradicional de se projetar. O uso do BIM possibilitou uma melhor gestão dos dados e modelar em 3D permite uma melhor visualização do espaço, tornando o processo de compatibilização mais fácil, por reduzir a falta de integração entre os projetos. Essas características tornam o uso do BIM como ferramenta fundamental a compatibilização e a correção de erros não detectados nos projetos tradicionais modelados em 2D.

Uma das formas que muitas vezes as empresas adotam para tentar ver as incompatibilidades entre os projetos é a sobreposição das plantas, só que nos casos de projetos como os de instalações não é possível verificar as interferências entre as isométricas e elementos como vigas e pilares por exemplo.

Compatibilizar os projetos é a forma mais simples de atingir metas como construtibilidade, racionalidade, sustentabilidade e qualidade nas edificações.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 6118:2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento

AFONSO, A. A.; FLEURY, N. Para conhecimento – história da engenharia. Disponível em: <<http://alexronald.wordpress.com/>>. Acesso em: 12 de maio de 2017.

ABRANTES, V. **Construção em bom português**. Técnica, n.14, p.27-31, jan./fev. 1995.

ARAÚJO, José Milton de Projeto estrutural de edifícios de concreto armado / José Milton de Araújo. - Rio Grande: Dunas, 3ª.ed. 2014.

ARAÚJO, J. M. Pilares esbeltos de concreto armado. Parte 2: Verificação dos métodos simplificados da NBR-6118. Revista Teoria e Prática na Engenharia Civil, Rio Grande: Ed. Dunas, n.19, p.25-35, maio, 2012. Disponível em: <www.editoradunas.com.br/revistatpec>. Acesso em: 14 de abril de 2017.

ÁVILA, Vinícius Martins. **Compatibilização de projetos na construção civil**: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG -- 2011.84 f.

BARROS, M.M.S.B.;MELHADO, S.B. Racionalização do projeto de edifícios construídos pelo processo tradicional. São Paulo, 1993. / Seminário apresentado no curso de pós-graduação da EPUSP.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução a engenharia**. Florianópolis: UFSC, 2000.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. Introdução a Engenharia – Conceitos, Ferramentas e comportamentos. Florianópolis : Ed. da UFSC, p. 69 – 70. 2006.

BAUERMAN, Maristela. Uma investigação sobre o processo de projeto em edifícios de andares múltiplos em aço. Ouro Preto: UFOP, 2002. xiv, 254p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil.

BORTOLOTTI, Mariana Cristina et al. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA HABITAÇÃO: Verificação de incompatibilidades no sistema de projeção 2D e na modelagem 3D. 2015.

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

CAMBIAGHI, H. Projeto e obra no difícil caminho da qualidade. **Obra, Planejamento e Construção**, São Paulo, n. 37, p. 10-12, jun. 1992.

CARNEIRO, A.P.; BRUM, I. A.; COSTA, D.B. et al. Characterization of C&D waste and processed debris aiming the production of construction materials. In: CIB SYMPOSIUM IN CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE, 2000, São Paulo, Brazil. Proceeding. São Paulo: CIB. 2000. 10p

CLELAND, David I.; KING, William Richard. Project management handbook. 1983.

CONDE, C. M. Gestão integrada de projetos . percepção de estudantes de arquitetura capixabas. **Engenharia, Ciência e Tecnologia**, Vitória, ano 3, n. 18, p. 41-49, nov./dez. 2000.

COSTA, Bruno Faria Gonçalves. Qualidade na construção civil: análise da produtividade e de qualidade de uma empresa recém certificada. Brasília. 2013.

CRUZ, Gabriela Pontes Silva. Coordenação e compatibilização de projetos para construção de edifícios: estudos de caso em instituições públicas e privadas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 2011.

DA SILVEIRA, Jacson Carlos et al. **Problemas encontrados em obras devido às falhas no processo de projeto: visão do engenheiro de obra**. In: II Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edificações. 2002.

DELESDERRIER, Ariane Bonato . Estudo de Falhas em Obras de Edificações Oriundas da Falta de Compatibilidade entre Projeto / Ariane Bonato Delesderrier – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2015. Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica / Curso de Engenharia Civil, 2015.

DE OLIVEIRA, F. R. C., COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: OS PRINCIPAIS IMPACTOS NO RESULTADO FINAL DE UM EMPREENDIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL, BELO HORIZONTE 2015.

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.

DOLABELA, G. S.; Fernandes, J. G. M.; Falhas devido à falta de compatibilização de projetos – estudo de casos em obras de edificações. **Revista Pensar Engenharia**, v. 2, n. 1, jan. 2014.

FABRICIO, Márcio Minto; BAHÍA, Josaphat Lope; MELHADO, Silvio Burrattino. Estudo da sequência de etapas do projeto na construção de edifícios: cenário e perspectivas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 18, 1998, Niterói.

FABRÍCIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. Tese (Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil), São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002.

FARINA, H. *et al.* Programa de necessidades para sistemas prediais e a qualidade do projeto. In: Encontro Nacional de Tecnologia no ambiente construído. 9ª ed., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais**. Porto Alegre: ANTAC, 2002.

FILHO, Joel Vidal Ferreira; MAGALHÃES, Luciana Nunes de. ESTUDO DE alterações em projetos civis em fase de execução. *Construindo*, Belo Horizonte, v.3, n.2, p.32-36, jul./dez. 2011.

FRAGA, M. F. PANORAMA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM BELO HORIZONTE: MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO COM BASE EM PROJETO E PLANEJAMENTO DE OBRAS BELO HORIZONTE Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, 2006

GOLDSTEIN, H. Not your father's concret. *Civil Engineering*, v. 65, n.5, p. 60-63, 1995.

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

GRILO, LEONARDO_ **Gestão do processo de projeto no segmento de construção de edifícios por encomenda** - Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002.

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

GUS, M. Método para a Concepção de Sistemas de gerenciamento da etapa de projetos da construção civil: Dissertação de Mestrado. CPGEC - UFRGS. Julho 1999.

HAMMARLUND, Y., JOSEPHSON, P.E. Qualidade; cada erro tem seu preço. Trad. de Vera M.C. Fernandes Hachich. *Téchne*, n.1, p.32-34, nov./dez. 1992.

HELDMAN, Kim. **Gerência de projetos: guia para o exame oficial do PMI**. Gulf Professional Publishing, 2006.

ISATTO, Eduardo L.; FORMOSO, Carlos T.; DE CESARE, Cláudia M.; HIROTA, Ercília H. & ALVES, Thaís C.L. Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5.

JACÓ, R. M. S.; ARAÚJO, N. M. C. **A terceirização de serviços em empresas construtoras que aderiram ao PBQP-H**. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO. III SIBRAGEC. São Carlos, 2003.

JOHN, V. M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. IN: Cassa, JCS et al [organizadores]. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção**. Salvador: UDFBA, 2001.

JÚNIOR, Wandemberg Tavares. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces entre especialidades do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

JUSTE, M.C. "PROJETO: FERRAMENTA DETERMINANTE PARA O CUSTO DE UM EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO" *Curso de Especialização em Construção Civil* Escola de Engenharia da UFMG Belo Horizonte-2013

LAYTON, Jr.; EDWIN, T. **American Ideologies of Science and Engineering**. *Technology and Culture*, 17, n. 4, p. 688-701, 1976.

LEVY, S. M. **Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos**. São Paulo, 1997. 147p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo.

MACINTYRE, Archibald Joseph; NISKIER, Julio. **Instalações Elétricas**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2000.

MARCEL, Faria Fraga, **Panorama da geração de resíduos da construção civil em Belo Horizonte: medidas de minimização com base em projeto e planejamento de obras**. Belo Horizonte. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

MACIEL, L. L.; MELHADO, S. B. **Qualidade na construção civil: fundamentos**. São Paulo: EPUSP, 1996. 23 p. TT/PCC/15. Texto técnico.

MARTHA, Luiz Fernando, 1955 – análise de estruturas: conceitos e métodos básicos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MACIEL, L. L.; MELHADO, S. B. **Qualidade na construção civil: fundamentos**. São Paulo: Escola Politécnica/USP, 1995. TT/PCC/15.

MIKALDO JR, Jorge. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de TI**. Curitiba: 2006.

MIKALDO JR, Jorge. SCHEER, Sergio. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual a melhor solução?** 2008. Curitiba, Paraná.

MELHADO, Silvio B. Tendências de evolução no processo de projeto de edificações a partir da introdução dos sistemas de gestão da qualidade. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Gramado, 1998.

MORAES, J. C. T. B. **500 anos de engenharia no Brasil**. São Paulo: IMESP, 2005.

NASCIMENTO, Rafael Lucas. **Compatibilização de Projetos**. Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2015. Projeto de graduação – UFRJ/ Escola Politécnica / Curso de Engenharia Civil, 2015.

NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 6: Sistemas Hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2013.

NBR 5410. **Instalações de Baixa Tensão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

NBR 5674. Manutenção de edificações – Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário- Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.
NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1999.

NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

NBR 13531:Elaboração de projetos de edificações – Atividades. Rio de Janeiro, 1995.

OLIVEIRA, M.J. E; ASSIS, C.S. Estudo da reciclagem de resíduos gerados pela construção civil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 2, 1998, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Editora EDPUCRS, 1998. p. 99-104.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira O Conceito de Qualidade Aliado às Patologias na Construção Civil / Daniel Ferreira Oliveira – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013.

PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. Uso do Bim para compatibilização de projetos: Barreiras e oportunidades em uma empresa construtora. Artigo científico (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil. Natal, RN, 2016.

PARDAL, P.; LEIZER, L. **O berço da engenharia brasileira**. Revista de Ensino de Engenharia, n. 16, p. 37-40, 1996.

PARDAL, P. **140 anos de doutorado e 75 de livre docência no ensino de engenharia no Brasil**. Rio de Janeiro: Escola de Engenharia - UFRJ, 1986.

PEREIRA, L. M.; SAFFARO, F. A.; HIROTA, E. H.; SAITO, C. Estudo exploratório comparativo da eficácia entre protótipos físico, analítico 2D e 3D na identificação de inconsistências de projetos Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 29-47, jan./jun. 2015

PICCHI, F. A. Entrevista. Revista Técnica, São Paulo, mar. / abr. 1993.

PIM. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. Guia PMBOOK® 5ª Ed. EUA: Project Management Institute, 2013.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999. Tese (doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 189p.

PINTO, Tarcísio P. **Perda de materiais em processos construtivos tradicionais**. São Carlos, 1989.

POMPERMAIER, P.; ROSSI, P. P. **ADEQUAÇÃO PROJETUAL: COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco. 2015.

PROCHNOW, Míriam; SCHAFFER, Wigold B. **Pequeno manual para elaboração de projetos**. Rio do Sul: APREMAVI/AMAVI/FEEC, 1999. (Apostila de curso).

RODRÍGUEZ, Marco Antônio Arancibia; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. **Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte**. **Simpósio brasileiro de gestão da qualidade e organização do trabalho no ambiente construído**, v. 2, 2001.

RODRÍGUEZ, Arancibia; ANTÔNIO, Marco. **Coordenação de projetos em edificações**. Curso de Desenvolvimento Profissional. Florianópolis: Pini, 2001.

ROMANO, Fabiane Vieira, 1972 – **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações** – Florianópolis, SC: PPGE/UFSC, 2003.

SALGADO, Mônica Santos. **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, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

SANTOS, W. J.; BRANCO, L, A, M, N,; ABREU FLHO, J, V,. **Compatibilização de projetos: análise de algumas falhas em uma edificação pública**. **IX congresso nacional de gestão em excelência em gestão**, 2013.

SIAS, Francesco Mayer; ALVES, Elcio Cassimiro. **Dimensionamento ótimo de pilares de concreto armado** (doi: 10.5216/reec. V9i3. 31421). **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 9, n. 3, 2015.

SOUSA, Francisco Jesus de. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares-Estudo de Caso**. Tese de Doutorado. Masters dissertation, Catholic University of Pernambuco. Recife, Brazil. 2010.

STEMMER, C. E. A questão do projeto nos cursos de engenharia-texto no 1. **Fórum ABENGE. Revista Ensino de Engenharia**, v. 7, n. 1, p. 3-6, 1988.

TELLES, P. C. S. **História da engenharia no Brasil: século XX**. 2. ed. Rio de Janeiro: Clavero, 1984.

_____. **História da engenharia no Brasil: século XX**. 2. ed. Rio de Janeiro: Clavero, 1994.

_____. **História da engenharia no Brasil: séculos XVI a XIX**. 2. ed. Rio de Janeiro: Clavero, 1994.

TELLES, P. C. S. **História da engenharia no Brasil: século XX**. 2. ed. Rio de Janeiro: Clavero, 1994.

TUMAN, G. J. Development and Implementation of Effective Project Management Information and Control Systems. In: CLELAND, D. I.; KING, W, R. **Project Management Handbook**. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold, 1983.

TELLES, P. C. S. **História da engenharia no Brasil**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S/A, 1984.

VANNI, c. m. k.; GOMES, a. m.; ANDERY, p. r. p. Análise de falhas aplicada à otimização de projetos de edificações. Encontro de Engenharia de Produção. Anais ABEPRO / UFRJ, Rio de Janeiro, 1999.

VASCONCELOS, Augusto Carlos. Venenos Letais para um Projeto Estrutural. Revista TQS News, Ed. 39. São Paulo, 2014.

VAZ FILHO, P.; CORDEIRO, J. S. Construction solid waste and urban drainage: a problem to be solve. In: CIB SYMPOSIUM IN CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE, 2000, São Paulo, Brazil, Proceedings... [CD-ROM], São Paulo: CIB, 2000. 12p.

VIANA VARGAS, Ricardo. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. 6. ed. atual. - Rio de Janeiro - Brasport. 2005.