



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

ANTÔNIO CARLOS FURTADO DE MELO

FALHAS EM EDIFICAÇÕES DEVIDO A INCOMPATIBILIDADE DE PROJETOS

UBÁ – MG

2018

ANTÔNIO CARLOS FURTADO DE MELO

FALHAS EM EDIFICAÇÕES DEVIDO A INCOMPATIBILIDADE DE PROJETOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Me. Liliane Souza Oliveira Moni.

UBÁ – MG

2018

RESUMO

Observando que muitos dos problemas ocorridos nas edificações relacionados a falta de qualidade, tem como principal fator, as falhas ocorridas nas fases de projetos, portanto esta etapa se torna uma das mais importantes para finalização perfeita de uma edificação. Neste trabalho, o contexto visa expor e analisar a importância da compatibilização dos projetos, e procurar identificar e solucionar as falhas ainda na etapa de concepção, melhorando a execução e qualificando o empreendimento. Este trabalho realiza um estudo sobre o processo de desenvolvimento e compatibilização dos projetos, onde serão apresentadas as formas de compatibilização, estudo sobre processo de qualidade e também apresentar determinadas falhas na etapa dos projetos.

Palavras-chave: Compatibilização, Projetos, Falhas.

ABSTRACT

Noting that many of the problems in buildings related to lack of quality have as main factor, the failures occurred in the project phases, so this stage becomes one of the most important for perfect completion of a building. In this work, the context aims to expose and analyze the importance of the compatibilization of the projects, and seek to identify and solve the flaws still in the design stage, improving the execution and qualifying the enterprise. This work presents a study about the process of development and compatibility of the projects, where the forms of compatibilization, study about the quality process will be presented, as well as certain failures in the stage of the projects.

Keywords: Compatibility, Projects, Failures.

1 INTRODUÇÃO

As obras de edificações têm sua origem na pré-história onde “mais sensível ao clima que outros animais do Paleolítico, o homem procurou abrigar-se primeiro em grutas e cavernas e, onde não existiam, tratou de improvisar abrigos (...)”. (NÁPOLES NETO & VARGAS, 1998). O homem possuía de forma empírica a noção de resistência e estabilidade dos materiais existentes na Terra. Construindo assim as primeiras cabanas, em sua maioria de madeira, leves, e próximas a locais com água com utilização de estacas elevadas (palafitas), cabanas feitas em rocha eram mais raras até então, apenas na ausência de madeira ou ocorrência de ventos intensos. (NÁPOLES NETO & VARGAS, 1998).

O Brasil está vivenciando um crescimento muito grande no ramo da construção civil e aos seus processos construtivos. Com este aumento, a interação entre os projetos, os projetistas e todos envolvidos na execução das obras devem ser eficazes, eficientes e ter total interação. Com a dificuldade de realizar estas interações, o que ocorre, são diversas falhas desde os projetos até a execução da edificação.

O avanço relacionado à utilização do concreto armado no Brasil para a construção de edificações, segundo Ficher (1994) está diretamente relacionada aos laboratórios das escolas de engenharias, que foram responsáveis pelo desenvolvimento de soluções e técnicas inéditas, além da formação de especialistas. Sem a ajuda das escolas de engenharia o crescimento urbano, dado as soluções de engenharia seria dificultado.

Com toda modernidade e mudança tecnológica que está se vivenciando, os projetos e execuções devem atender às necessidades dos clientes. Toda essa mudança gera impactos na criação de projetos, que devem ser inovadores, atendendo as expectativas de construtoras, incorporadores e o consumidor, tanto quanto da eficiência, qualidade e produtividade.

Os projetos tem-se apresentado como um dos maiores causadores de conflitos e falhas na construção civil e execução das edificações. Os projetos devem ter informações necessárias para permitir eficiência na atividade de planejamento e programações, controle de materiais na execução, tempo, mão de obra, bem como a

qualidade destas, para executar com qualidade e controle as atividades de produção do empreendimento. (CALLEGARI, 2007).

O objetivo deste trabalho é identificar as principais falhas ocorridas durante as etapas de construção da edificação, devido à falta de interação dos projetos, mostrando os benefícios de uma boa compatibilização entre os projetos e certas mudanças que permitam uma boa interação durante a execução do projeto.

O presente trabalho vem demonstrando a importância do papel do coordenador de projetos, sendo o agente que possibilita a integração das diversas especialidades presentes no processo do projeto, tornando-se capaz de identificar e resolver as interferências previamente à fase de execução. Resultando na facilidade da execução do projeto de edificação.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Projetos – Contextualização

Conceitualmente, projeto se define como um esforço temporário, com a intenção de criar um produto ou serviço exclusivo. É elaborado progressivamente e em etapas, realizado por pessoas, com recursos finitos, sendo submetido ao planejamento, execução e controle. (PMI, 2012 apud NASCIMENTO, 2013).

O processo de projeto é formado pela interação entre a identificação do problema e a idealização da solução, seguida por um processo de decisão e seleção da solução de projeto. Seguindo para o processo iterativo de refinamento e análise que será levado para um novo processo de decisão e seleção da solução de projeto. Tomadas as decisões finais, será elaborado o detalhamento e documentação das soluções. (FERREIRA, 2007 apud GALASSI, 2011).

O projeto na construção civil é a etapa fundamental para processo de execução da edificação, sendo importante na obtenção da qualidade no produto final, pois é responsável por toda a estrutura física, a partir das necessidades do cliente. A conceituação de projetos de edificações foi elaborada por vários autores, alguns dos quais são objeto de referência.

Gus (1999) conceitua projeto como uma etapa do processo de construção que busca solução para fins de execução, sendo incorporadas as necessidades dos clientes.

Segundo Fabrício (2002) o processo de projeto envolve todas as decisões e formulações que visam subsidiar a criação e a produção de um empreendimento, indo da montagem da operação imobiliária, passando pela formulação do programa de necessidades e do projeto do produto até o desenvolvimento da produção, o projeto “as built” e a avaliação da satisfação dos usuários com o produto.

Define-se projeto, na Construção Civil, como a “atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução” (MELHADO, 1994). Trata-se, portanto, de um processo de criação de um produto.

O projeto na construção de edifícios tem sido tratado apenas como um componente legal para a viabilização do processo, esquecendo-se ser indispensável, a associação do projeto à construção propriamente dita. Assim sendo, no momento atual, ele tem tido um tratamento de cunho meramente complementar, quando deveria ocupar o papel principal, norteador todo o processo.

2.1.1 Etapas do processo de projeto

Apesar da extrema importância que tem a identificação e o conhecimento das etapas do processo de projeto, há falta de padronização na definição destas etapas. Esta falta de padronização deixa lacunas que são incrementadas pelos agentes do processo, mesmos estes sendo especializados no desenvolvimento do projeto específico, e terem uma compreensão diferenciada do conteúdo técnico de cada etapa distinta, não possuem um conhecimento global do processo, o que acarreta em falhas de comunicação entre os profissionais envolvidos. (TZORTZOPOULOS, 1999).

Alguns autores, baseados em suas pesquisas, sugeriram diversas maneiras de subdivisões das etapas de projetos:

a) Picchi (1993) define que a nomenclatura das etapas não é consensual, sendo geralmente definidas no mínimo três etapas: estudos preliminares, anteprojeto e projeto definitivo (por vezes chamado projeto executivo e/ou projeto detalhado). Outra etapa, desenvolvida em paralelo com o anteprojeto, é a de “projetos legais”, elaborados para obtenção das aprovações necessárias em órgãos públicos e concessionários.

b) O processo de projeto, segundo Melhado (1994), passa por etapas conceitualmente progressivas, no qual a liberdade de decisão na escolha de alternativas vai sendo gradativamente substituída pelo detalhamento das soluções adotadas. Estas etapas são: programa de necessidades, estudo preliminar, anteprojeto, projeto executivo, projeto para produção, planejamento e execução, assistência técnica.

c) Souza (1996) descreve que as etapas do projeto de uma edificação são as partes sucessivas nas quais poderá ser dividido o processo de desenvolvimento das atividades técnicas de projeto. A subdivisão das etapas é feita da seguinte maneira: levantamento de dados, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto pré-executivo, projeto básico, projeto executivo, detalhes de execução, caderno de especificações, gerenciamento de projetos, assistência à execução e projeto “as- built”.

d) A norma NBR 13.531 (ABNT, 1995) considera a seguinte divisão do processo de desenvolvimento das atividades técnicas do projeto de

edificações: levantamento, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto básico e projeto para execução.

e) Jobim et al (1999) apud Chermont (2001) atesta que embora existam modelos genéricos de macrofluxos do processo de projeto, considerando-se as particularidades de cada empresa construtora, este fluxo deve ser devidamente discutido e adaptado, ficando o processo dividido em nove etapas: definição do tipo de empreendimento, estudo preliminar, anteprojeto, projeto arquitetônico e anteprojetos complementares, projetos complementares, validação, produção (alterações de projetos), entrega do imóvel, avaliação durante o uso.

2.2 Disciplinas de Projetos

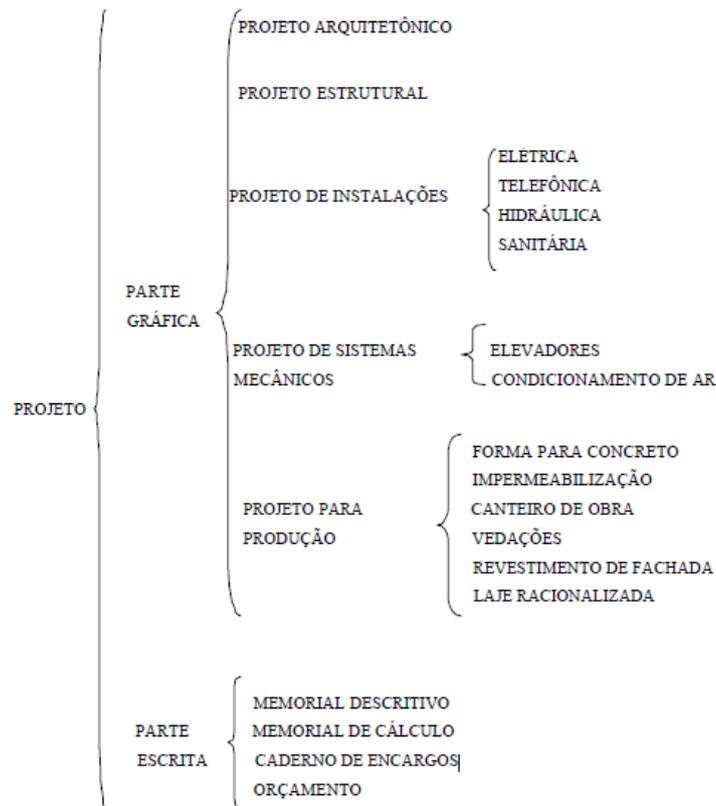
O mercado atual exige cada vez mais que o desenvolvimento dos projetos ocorra de forma multidisciplinar, onde os profissionais envolvidos devem trabalhar de forma integrada, pensando não apenas na sua especialidade, mas interagindo com as outras equipes, tendo como principal objetivo a qualidade do projeto, atendendo os requisitos do cliente e as informações necessárias para desenvolvimento no canteiro de obras.

A complexidade de um projeto de edificações existe devido ao enorme número de subsistemas com diversificadas interfaces, sendo essas interfaces compatibilizadas por uma equipe de profissionais multidisciplinares. Devido à necessidade de várias disciplinas trabalharem concomitantemente, surge problemas interpessoais, uma vez que envolvem diversos profissionais com ideias distintas, experiências únicas e noções adversas, tentando chegar a um único produto final.

Tavares (2001) traçou uma configuração para a composição de um projeto de construção de uma edificação, ilustrada na Figura 1.

Como pode ser observado, há um grande número de disciplinas para a concepção de um projeto de edificações. Essas disciplinas precisam estar ligadas e compatibilizadas com cada uma das disciplinas que fazem parte do projeto. Em função da complexidade do empreendimento a ser edificado haverá também um número maior de disciplinas e, conseqüentemente, o aumento de intervenientes com especializações diversificadas.

Figura 1: Configuração para composição de um projeto de edificação



Fonte: TAVARES, 2001

O projeto segue uma divisão em duas partes, a parte gráfica e a parte escrita, sendo que a disciplina escrita descreve os elementos que também complementam as disciplinas gráficas, tais como:

- a) Memorial Descritivo: documento que descreve detalhadamente todas as fases e materiais utilizados no projeto;
- b) Memorial de Cálculo: descreve os cálculos efetuados para justificar as soluções adotadas no projeto.
- c) Caderno de Encargos: estabelece as condições para o processo construtivo, sendo uma referencia que deve ser obdecida na concepção e execução da obra;
- d) Orçamento: é o custo para realização do empreendimento.

Silva (2004) realizou uma pesquisa com projetistas, discutindo entre outros, a interface entre distintos intervenientes no processo dos projetos. Em seguida, são apresentados os resultados, resumidamente, dessas interferências e interfaces.

2.2.1 Projeto de Arquitetura

O projeto de arquitetura é a base dos demais projetos, chamados de complementares. Possui interface inicialmente com o desejo do cliente, sendo permitido pela legislação executar. Durante o processo de projeto, há muita comunicação entre o projeto de arquitetura e os diversos projetos de disciplinas distintas. (IAB, 2018).

Na etapa do estudo preliminar são os estudos sobre os espaços que devem ser utilizados pelas instalações e equipamentos dos projetos complementares. Já na finalização da fase de anteprojeto (AP) é iniciado o projeto de estruturas. A fase do projeto legal é responsável pela legalizado do empreendimento e a iniciação dos demais projetos complementares como os de instalações diversas, fundações e detalhamento. (IAB, 2018)

O Quadro 1 abaixo descreve os problemas detectados em diversas etapas do processo do projeto.

Quadro 1 - Problemas identificados no projeto de arquitetura

FASE DO PROCESSO	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
Programa de Necessidades	Indefinição dos requisitos dos clientes internos (projetistas) e externos (usuários), causando modificações e incompatibilidades em fases posteriores
Projeto Legal	Não contratação dos projetistas complementares antes da aprovação legal do projeto arquitetônico
Todo o projeto	Redução do tempo de concepção e desenvolvimento do projeto, o que gera projetos mal detalhados e com inúmeras incompatibilidades.
Projeto Legal	Agrupamento informal e tardio das informações dos demais projetistas, principalmente sobre espaços para instalações e equipamentos que devem ser contemplados na arquitetura.
Projeto Executivo	Remontagem do projeto arquitetônico devido às divergências dos lançamentos dos projetos complementares com as orientações fornecidas.
Projeto Executivo	Deteção tardia de incompatibilidades na etapa de detalhamento dos projetos ou na própria execução

Fonte: SILVA, 2004 / Adaptado pelo Autor

2.2.2 Projeto Estrutural

O projeto estrutural é importante, pois na sua fase de elaboração, é definido o sistema construtivo da edificação, sendo essa definição feita junto ao arquiteto e ao empreendedor. O importante desta etapa é evitar problemas de concepção que poderão ser identificados somente em ocasiões futuras.

O projeto estrutural também tem interface com o projeto de instalações, principalmente pela definição dos locais de espaço dos equipamentos, devido às suas cargas, alterando a definição estrutural, o projeto de formas e o detalhamento das armaduras.

O Quadro 2 descreve os problemas detectados em diversas etapas do processo do projeto.

Quadro 2 - Problemas identificados no projeto de estrutura

FASE DO PROCESSO	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
Definição da Solução Estrutural	Indefinições na escolha da solução estrutural e a falta de estudos mais detalhados das conseqüências desta escolha para os demais projetos
Definição da Solução Estrutural	As interações com os demais projetistas praticamente não existem, resumindo-se na troca de informações com o arquiteto
Locação de Pilares	Quantidade de modificações no projeto estrutural devido a alterações no projeto arquitetônico, mesmo após a aprovação do projeto
Lançamento Carga de Pilares	Emissão de várias versões do projeto de locação e carga de pilares ao projetista de fundações sem definição dos pré-requisitos dos demais projetos
Projeto Fôrmas	Não disponibilização de determinadas informações necessárias ao projeto estrutural, prorrogando o tempo de desenvolvimento
Projeto Executivo	Demora na definição das cargas dos elevadores fazendo com que os projetistas recorram a catálogos de fornecedores
Projeto Executivo	Precipitadamente, as empresas aprovam o início dos detalhamentos do projeto estrutural antes da definição e compatibilização dos demais projetos
Compatibilização	Incompatibilidades com os projetos de instalações hidrossanitárias e de climatização
Projeto Executivo	Os indicadores utilizados não descrevem a qualidade do projeto estrutural, mas somente analisam aspectos de custos do projeto

Fonte: SILVA, 2004 / Adaptado pelo Autor

2.2.3 Projeto de Instalações Hidrossanitárias

O projeto interage com os projetos arquitetônicos e estruturais e mais tarde, com os diversos projetos complementares, ressaltando os projetos de fundação, climatização, modulação da alvenaria e instalações de combate a incêndio.

A comunicação entre o projeto de arquitetura e de hidrossanitário é devido à necessidade da definição dos “shafts”. O projeto estrutural é necessário na verificação da posição de pilares e vigas, compatibilizando com o lançamento de tubulações. Entretanto, no projeto de fundações é obrigatória a definição das redes de esgoto, evitando conflito com os blocos de fundação.

Entre os projetos de climatização e hidrossanitárias destaca-se a passagem das tubulações no forro, somando-se a eles, quando necessário, o projeto de incêndio. O Quadro 3 abaixo descreve os problemas detectados em diversas etapas do processo do projeto.

Quadro 3 - Problemas identificados no projeto hidrossanitário

FASE DO PROCESSO	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
Projeto Legal	Não contratação do projeto hidrossanitário até antes da aprovação do projeto arquitetônico
Todo o processo	Indefinições de materiais e equipamentos que no decorrer do processo são trocados ou incluídos sem sua consulta prévia ao projetista.
Todo o processo	As várias alterações de projeto, solicitadas tanto pela construtora como principalmente, pelos usuários, em etapas já avançadas do processo.
Projeto Legal	O projetista arquitetônico não prevê os espaços destinados aos equipamentos e instalações hidrossanitárias
Compatibilização	Incompatibilidades entre o projeto hidrossanitário e outros projetos
Projeto Executivo	Contração tardia do projetista de modulação de alvenaria, o que provoca readequação nas passagens das instalações
Projeto Executivo	Atrasos do projeto hidrossanitário devido às indefinições do projeto de fundações, que geralmente é o último projeto a receber todas as informações

Fonte: SILVA, 2004 / Adaptado pelo Autor

2.2.4 Projeto Elétrico

A interface do projeto de instalação com o projeto de arquitetura tem início na fase do projeto legal, para definição de questões preliminares, como as áreas dentro da edificação para equipamentos, a necessidade de subestação e o espaço dos medidores e “shafts”.

Em relação ao projeto estrutural, é preciso verificar o tipo de estrutura devido à necessidade de analisar a questão do pára-raios e local para passagem de cabos sem prejudicar a estética do empreendimento, havendo interação entre os diversos projetos complementares, pois se necessita da potência e do posicionamento dos equipamentos que serão instalados. Vale destacar a comunicação com o projeto hidrossanitário, que deve evitar o conflito entre a passagem de tubulações e condutores. O Quadro 4 descreve os problemas detectados em diversas etapas do processo do projeto.

Quadro 4 - Problemas identificados no projeto elétrico

FASE DO PROCESSO	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
Definições Preliminares	O arquiteto não contempla todos os espaços necessários no projeto arquitetônico para equipamentos e instalações do projeto elétrico
Definições Preliminares	Não contratação do projetista de instalações elétricas antes da aprovação do projeto arquitetônico
Definições Preliminares	Excesso de reuniões para discutir questões que podem ser solucionadas em uma única reunião
Lançamento Projeto Estrutural	Problemas na locação das passagens das instalações da estrutura no térreo, no subsolo e garagem
Compatibilização	Incompatibilidades entre as passagens das tubulações do projeto elétrico e dos projetos de climatização, hidrossanitário, modulação de alvenaria e, em casos particulares, do <i>dry wall</i>
Projetos Complementares	As informações sobre demanda energéticas dos projetos complementares, além de serem informadas com atraso, são informadas informalmente
Últimas Definições	As informações referentes à outros projetos só são disponibilizados no final do projeto executivo, como a potência dos elevadores que é um dos últimos elementos a adquirido

Fonte: SILVA, 2004 / Adaptado pelo Autor

2.3 Padronização de Projetos

A elaboração das diretrizes da concepção do projeto é a primeira etapa da construção de um empreendimento, revelando-se responsável pela escolha do método construtivo, necessário para o sucesso da etapa construtiva, sendo de suma importância a definição dos padrões que serão adotados ao longo do desenvolvimento do projeto.

Para manter a qualidade do projeto devem ser cumpridos os padrões elaborados, embasados em um sistema de correção dos desvios dos processos que efetivamente assegurem as necessidades do cliente. (CHERMONT, 2001).

Para Salgado (2002) é de extrema importância a clareza da transmissão dos dados para o projeto, pois somente assim será efetivo o papel do mesmo. Para Galassi (2011), um exemplo para facilitar e agilizar a comunicação entre projetistas é a ferramenta de padronização.

Segundo Silva (1995) apud Silva (2004) a qualidade final do empreendimento, a ocorrência de retrabalho devido a erros de execução depende da boa interpretação e da comunicação da interface dos projetos. Assim, a qualidade da apresentação do projeto interfere diretamente na produtividade do mesmo. Para a autora, essa qualidade pode ser alcançada definindo os padrões de representação em todas as fases do processo de projetos, conforme descrito:

- a) Padrões de apresentação gráfica de todos os documentos;
- b) Padrões de integração de sistemas informatizados;
- c) Padrões para apresentação dos documentos preliminares de projeto;
- d) Padrões de apresentação de detalhes construtivos;
- e) Padrões de apresentação de especificações técnicas;
- f) Padrões de apresentação dos memoriais técnicos.

A organização, o desenho e a representação gráfica são aspectos importantes, uma vez que, no contexto, o projeto é composto por diversas disciplinas. A organização de desenho considera dois aspectos primordiais: a produtividade das atividades executadas e a facilidade da troca de informação entre os profissionais envolvidos no processo da elaboração do projeto. Já a representação gráfica leva em consideração a padronização de critérios, devido à

preocupação de diferenciar informações pertinentes. (SALGADO, 2002 apud OLIVEIRA, GOZZI; 2004).

O processo de desenvolvimento do projeto é realizado por uma equipe multidisciplinar, o que o torna bastante complexo e de difícil coordenação. Nesse contexto, a padronização torna-se uma ferramenta fundamental para facilitar o processo de compatibilização dos projetos, já que todas as disciplinas envolvidas, tendo conhecimento do padrão adotado, estarão direcionadas para seguir a uma determinada diretriz, evitando soluções incompatíveis.

2.3.1 Papel do Projeto na conformidade das obras de edificações

O procedimento de planejamento do projeto é uma fase tática do negócio com relação aos gastos de produção e à inserção de atributo ao produto, pois tem a habilidade de subsidiar as atividades de produção no canteiro de obras com informações detalhadas, os quais não poderiam ser igualmente desenvolvidos nesse ambiente. (GALASSI, 2011).

O projeto pode agregar eficiência e valor ao produto se for incorporado de forma antecipada e adequada à idealização do sistema construtivo e explorado seu caráter estratégico de indução da racionalização e redutor dos custos do empreendimento. (OLIVEIRA, 2004).

Para Melhado (1994) o projeto atribui enorme incumbência sobre qualidade do produto final e satisfação dos clientes externos e internos, vindo a ditar a maioria das ações futuras, ou seja, o planejamento será o responsável pelo bom desenvolvimento das atividades pós-desenvolvimento, formando a condição “sine qua non” do negócio.

O processo de desenvolvimento deve ser ágil, uma vez que é composto por fases alternadas, por ciclos de decisões e técnicas variados, exigindo que projetistas possuam qualidades específicas para solucionar questões inerentes ao projeto mais desejado. (ANDRADE et al., 2011 apud GALASSI, 2011). Sendo assim, o número de empreendimentos complexos tem aumentado na área de incorporação, associado à necessidade de maior agilidade uniforme durante a execução. Por esse motivo, há uma interferência do projeto, conseqüentemente na sua gestão e devido a este fato, a atividade de coordenação deve gerir o desenvolvimento dos projetos,

independentemente da disciplina, no intuito de que todos estejam na mesma sintonia ao final do processo de projeto. (ADDOR, SANTOS; 2013 apud IAB, 2018).

Atualmente, a complexidade dos projetos envolvidos na construção de um empreendimento está cada vez maior devido às suas dimensões, ao número de agentes envolvidos e às diferentes disciplinas de projeto associadas às diversas variáveis para o seu desenvolvimento. Para tanto, faz-se necessário que a atuação dos agentes seja colaborativa e dinâmica. (PICCHI, 1993).

Segundo Tzortzopoulos (1999), a complexidade do projeto e do seu processo de execução aumenta as dificuldades para a gestão do processo deste devido à alta fragmentação das etapas, bem como os diferentes intervenientes envolvidos no desenvolvimento do projeto.

Para Melhado et al. (2005), os projetos para produção têm como intuito primordial propiciar a interação entre o projeto e a obra, com saídas adequadas para melhorar o processo executivo de um subsistema do edifício. Portanto, a complexidade do processo de projeto exige novas formas de gestão e coordenação, visando projetos mais integrados, com menos erros de compatibilização, em prazos cada vez mais curtos.

A partir de um projeto eficaz que responda às exigências da execução, é possível elaborar um planejamento e uma programação mais eficientes, como um programa efetivo de controle da qualidade para materiais e serviços durante o processo executivo. (GALASSI, 2011).

Wideman (2004) apud Caiado e Salgado (2004) afirma que passados 30 anos, ocorreu um progresso notório no setor da construção quanto à gestão do projeto, assim como no entendimento do papel que projeto desempenha em todo ciclo de vida da construção de um edifício.

O melhor cenário para tomadas de decisões e definições de equipes de construção é na fase de projeto. As pesquisas de projetos, concebidas com qualidade permitem uma melhor gestão de obras, diminuindo os reflexos produzidos pelas ações em canteiros e os altos índices de retrabalhos resultantes no mau planejamento dos projetos.

Projetos mal elaborados contribuem para o prorrogamento dos prazos das obras e como consequência os acréscimos do custo final da obra. O reflexo das mudanças nas construções são maiores quanto mais se avança no processo

construtivo. Assim, decisões na fase de projetos podem influenciar todo o ciclo de vida do empreendimento. (TAVARES JUNIOR, 2001).

O projeto deve ser entendido como o corpo do processo de construção. Mediante essa problemática verifica-se a importância dos projetos, no âmbito de informações, desenvolvimento, organização, registro, transmissão das características físicas e tecnológicas específicas para uma obra, e auxílio no planejamento de etapas executivas em uma obra, posto que fornecesse os requisitos geométricos e técnicos fundamentais ao processo de construção, de modo a atender as necessidades e exigências requeridas, buscando soluções para os problemas de construção do produto final. (TAVARES JUNIOR, 2001).

É imensurável a importância do projeto para a qualidade final do empreendimento, uma vez que ele é o responsável na adoção de soluções que possibilitam a melhoria contínua do processo de produção de edifícios na construção civil. Assim, a caracterização da produção conjuntamente com o desenvolvimento do produto tem como uma de suas funções permitir uma melhor tradução das características e especificações do produto em procedimentos e sequências de produção, minimizando os erros e falhas durante o processo executivo. (MELHADO et al., 2005).

2.4 Desenvolvimentos de projetos na construção civil

2.4.1 Caracterização do Processo de Projeto de Edificação

O processo do projeto ocorre com sucessão de fases distintas, onde a liberdade de decisões, entre diferentes alternativas, através do amadurecimento, converge em soluções adotadas. (MELHADO, 1994).

No processo de desenvolvimento do produto de edificações existem diversas propostas sobre as etapas que o compõe, bem com as suas atividades. O processo pode ser descrito como uma transformação de ideias, ou necessidades do cliente em informação para produção de um produto. (TZORTZOPOULOS, 1999).

Utilizando a definição de Silva (2004), o projeto de edificações consiste em dois tipos de processos, que interagem entre si. O processo do produto que inclui a

criação e a especificação do produto-projeto e o processo de projeto que organiza o trabalho do projeto.

O projeto produto é estático, composto por representação gráfica e especificação técnicas, ordenadas e desenvolvidas com os conceitos definidos e com atribuições para atender as necessidades do cliente. (NOVAES, 2001).

Já o projeto como processo, é dinâmico, inclui atividades distintas e coordenadas, sendo o produto-projeto o resultado, sendo definidas as soluções construtivas deste ultimo. (NOVAES, 2001). O aspecto de processo dessa etapa é demonstrado também devido à necessidade da participação dos responsáveis pela sua elaboração, devido à atividade de compatibilização.

O Quadro abaixo representa o resumo do processo do projeto:

Quadro 5 - Projeto como processo e como produto

PROJETO	CARACTERÍSTICAS	TÉCNICAS
PROJETO PROCESSO	Atividades que resultam no projeto-produto	Métodos e técnicas construtivas
		Consideram em seu escopo todas as fases do empreendimento
PROJETO PRODUTO	Representações gráficas e especificações técnicas	Elaboradas a partir de um processo de "ideação"
		Envolvem análise, síntese, criação, desenvolvimento e comunicação

Fonte: SILVA, 2004

O projeto assume, desta forma, uma função tecnológica e outra gerencial, no que se refere às soluções presentes nos detalhamentos nos diversos projetos desenvolvidos, vindo a apresentar o aspecto tecnológico e o gerencial referentes à composição das atividades, adotadas como tomadas de decisões, técnicas e econômicas, com um grupo de profissionais com responsabilidades específicas. (NOVAES, 2001).

Os projetos do produto das muitas e variáveis disciplinas envolvidas na elaboração do projeto definem a característica do mesmo, através de representação gráfica e descritiva (plantas, cortes, memoriais, caderno de encargos, etc.). Essa etapa é necessária à elaboração de projetos que complemente a informação

descrita, através dos projetos para produção, sendo estes responsáveis por auxiliar os trabalhos de execução. (SILVA, 2004).

O projeto de produção fecha a lacuna deixada pelo processo elaboração do projeto, devido dissociação deste com a produção das edificações, causando o esquecimento dos aspectos produtivos, desenvolvendo os detalhamentos com falhas ou ausência de informações. Tendo como consequência, a definição da construção, executada no canteiro de obra, usando soluções imediatistas e com possíveis conflitos com outros sistemas do processo.

Reforçando a necessidade do projeto de produção Melhado et al (2005) acreditam que a falta da definição do método construtivo na etapa de projeto seja um grande causador de erros e retrabalho no canteiro de obra, afetando negativamente a qualidade do produto final entregue. O papel estratégico do projeto de produção, portanto, é definir as condições necessárias para execução da obra, escolhendo a tecnologia do sistema construtivo, sendo elaborados conjuntamente com o projeto executivo, contendo as definições da criação da infraestrutura de produção e a organização, planejamento e controle das atividades.

O processo do projeto pretende elaborar e auxiliar a produção de um empreendimento, a definição do terreno, o projeto do produto até a execução da produção, o detalhamento dos métodos, planejamento da obra, os projetos “as built” e a finalização com a validação da satisfação do usuário com o produto. (FABRÍCIO, 2002).

A característica no processo de projeto, que vem intensificando, nos últimos anos, é o aumento de agentes envolvido na elaboração do mesmo. Esse aumento é devido uma maior especialização dos profissionais de construção civil e da aproximação do projeto das necessidades relativas à execução da obra. (FONTENELLE, 2002 apud MELHADO, 2005).

Para que o processo do projeto seja executado de forma eficaz é necessário que exista uma comunicação eficiente entre os participantes. Nesse contexto, a principal ferramenta do processo deve ser um sistema de informação que facilite a comunicação entre os agentes e proporcione uma forma para o gerenciamento das informações. (ABREU, 2008 apud CALLEGARI, 2007).

2.4.2 Contratação dos Profissionais de Projetos

Os projetistas são fornecedores de serviços de projetos às empresas contratantes, sendo essa ligação feita por projeto executado, onde em cada novo empreendimento, novos profissionais podem participar. Devido ao custo para manter a equipe, este serviço é terceirizado, tendo como resultado a fragmentação do processo. (OLIVEIRA, 2004). Contudo, os projetistas são selecionados pelas empresas com base no preço de serviço, sendo uma relação meramente comercial, embora ocorra alguma fidelização na contratação. Porém, devido à importância crescente do papel do projeto na qualidade final do produto, ocorre uma preocupação maior na relação entre contratante e contratados. (FABRICIO, 2002; MELHADO, 1994).

Silva (2004) realizou um estudo onde foram detalhados diversos pontos em relação ao processo de contratação dos projetistas, conforme seguem:

- a) A falta de detalhamento e especificação dos serviços, nos contratos, que deveriam ser prestados.
- b) A falta de descrição das etapas, causando conflitos quanto ao prazo e validação do fim da etapa. Como consequência, o prazo para remuneração dessa etapa não é bem definida.
- c) Outro ponto sobre a remuneração é que não há acordo quanto aos valores pagos devido à paralisação e cancelamento do projeto.
- d) O fator do preço do serviço ser preponderante para contratação, pois não são analisadas as soluções de projetos, que levam à economia da estrutura, a metodologia de construção, a qualidade final do produto. Muitas vezes o cliente não tem amadurecimento para entender esse ganho.
- e) A remuneração do projetista para acompanhamento da execução do projeto no canteiro e revisão dos mesmos.

Por esses motivos o contrato entre projetista e empresa deve ser visto como um fator primordial na qualidade da prestação do serviço de projeto, pois ele define os critérios da prestação do serviço. Vale destacar o papel do coordenador como agente integrador das partes envolvidas, pois cabe ao coordenador a programação das reuniões para discussões do projeto, bem como mediar os interesses dos intervenientes do processo. (SILVA, 2004).

O contrato deve definir os critérios entre as partes envolvidas, sendo de escolha do contratante, o tipo de relação que será estabelecida. É apontado por Caiado e Salgado (2004) que há a necessidade de integração entre todos os projetistas intervenientes no projeto, mas só acontecerá se os projetistas forem contratados de forma coordenada, assegurando a comunicação clara das decisões de projeto entre os profissionais. Logo, a importância do contrato na gestão da qualidade do processo do projeto é indiscutível.

O estudo de Caiado e Salgado (2004) estabelece algumas diretrizes para elaboração do contrato:

- a) Utilizar o contrato de forma que identifique todas as obrigações do contratado e contratante, contendo cronograma físico-financeiro das etapas de projeto que serão apresentadas e todas as informações que deverão estar contidas em cada etapa.
- b) Apresentar propostas e alternativas contratuais que devem ser discutidas anteriormente da assinatura do contrato, para que ambas as partes possam exprimir suas aspirações e possibilidades para o cumprimento de suas obrigações.
- c) Contratar os projetos complementares no mesmo momento de contratação do projeto legal.
- d) Colocar em contrato as visitas técnicas do projetista do projeto executivo à obra, promovendo a inter-relação entre o projeto e sua execução e favorecendo a diminuição dos erros de projeto, aumentando a construtibilidade.
- e) Estabelecer maiores prazos para execução dos projetos, demonstrando aos incorporadores a melhoria nos custos feitos com maior detalhamento do projeto.
- f) Fazer do contrato um instrumento da visão interna da empresa, e não apenas uma forma de protesto judicial, caso necessário.
- g) Procurar estabelecer na fase anterior ao contrato dos projetistas, quais as demandas que são necessárias para a empresa construtora. Cada empresa deve diagnosticar suas prioridades contratuais.

Outra forma de definir a contratação, seleção e avaliação dos projetistas, é utilizando o manual de projeto de edificações da empresa contratante, que visa descrever os procedimentos e métodos para desenvolvimento do processo de projetos, esclarecendo todos os profissionais com envolvimento no processo sobre os objetivos estratégico e o modo de operação do mesmo. (SILVA, 2004; SOUZA,

1996). De acordo com Silva (2004) O manual de projeto de edificações deve conter os seguintes itens:

- a) Apresentação
- b) Responsabilidade no processo de desenvolvimento de projeto
- c) Inserção do projeto na estratégia competitiva de produtos
- d) Inserção do projeto na tecnologia construtiva da empresa
- e) Seleção de projetistas
- f) Seleção de fornecedores de serviços técnicos
- g) Contratação de profissionais de projeto e fornecedores de serviço técnicos
- h) Avaliação e qualificação de profissionais de projeto e de fornecedores de serviços técnicos
- i) Procedimentos de coordenação e gerenciamento de projeto

2.4.3 Controle da Qualidade dos Projetos

O controle da qualidade de projetos pode ser quantitativo ou qualitativo. A inspeção de documentos, percepção de falhas e definição de estratégia para controle são ferramentas de controle qualitativo. O controle quantitativo refere-se à verificação de todos os elementos dos projetos. (NOVAES, 2001).

Para Nóbrega (2009) apud Galassi (2001) são importantes instrumentos para controle de qualidade a verificação, análise e validação no processo de elaboração de projeto.

A verificação revela-se útil para assegurar que as saídas do projeto e desenvolvimento estejam atendendo aos requisitos de entrada do projeto e desenvolvimento, além de manter seus registros, incluindo as ações necessárias para correção. (ABNT, 2008).

A verificação de projetos possui dois níveis: primeiro nível (autocontrole) e segundo nível (controle independente), entendendo que todas as atividades devem estar sujeitas a verificações de primeiro nível, sendo que em ambos os níveis devem ser empregados listas de verificação e procedimentos previamente estabelecidos. (PICCHI, 1993).

O controle da qualidade dos projetos durante o processo de elaboração deve ser realizado pelo projetista em cada etapa, respeitando os conceitos e diretriz determinada anteriormente e comum a todos os intervenientes dos processos, bem como os parâmetros inclusos à própria disciplina, sendo este controle definido com a

verificação de primeiro nível. Adicional a este processo deve ser feito, pelo coordenador ou figura semelhante, o controle de global do projeto, sendo este de segundo nível de verificação do controle de qualidade. (NOVAES, 2001).

A análise crítica de projetos é a avaliação documentada, completa, global e sistemática levando em consideração a adequação e a eficácia das soluções de projeto em atender aos seus requisitos, identificar problemas e propor o desenvolvimento de soluções. As alterações devem ser indicadas, sempre visando atender uma diretriz ou objetivo da qualidade do projeto, podendo adequar características do produto, aumentar a construtibilidade, melhorar a racionalização do projeto, reduzir custo ou prazos. (MELHADO et al., 2005). Para o autor, a análise crítica deve ser realizada ao final das principais etapas do processo do projeto, devendo não confundir com o processo de coordenação, pois ela é um instrumento da última, sendo realizada de forma externa à equipe de projetistas, o que favorece a neutralidade necessária para essa atividade.

Segundo Maranhão (2006) apud Nascimento (2013), a análise crítica é o grande instrumento do Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ), o centro nervoso, com competência suficiente para torna à organização mais competitiva.

Um roteiro básico das atividades de análise crítica em cada fase do projeto são descritas, de acordo com Melhado (1998):

a) Estudo de Viabilidade: coletar dados sobre a edificação para comparar com valores já definido anteriormente (área de construção, altura do edifício, quantidade de unidades, etc.).

b) Estudo Preliminar: qualidade da documentação das informações básicas do empreendimento, número e qualidade das alternativas consideradas critérios adotados na análise das alternativas e para a escolha da alternativa eleita, verificação do atendimento as restrições postas pelo empreendedor e da adequação do produto ao mercado; e qualidade da solução quanto à tecnologia de produção escolhida.

c) Anteprojeto: nível de compatibilização das interfaces entre especialidades de projetos; atendimento às normas técnicas e legislações aplicáveis; aplicação dos princípios de racionalização e construtibilidade, e expresso por indicadores ligados a coordenação dimensional, padronização; qualidade das especificações de materiais e componentes; detecção de pontos desconsiderados ou parcialmente definido.

d) Detalhamento: análise do nível de informação definido pelo detalhamento e sua adequação a pratica da empresa; qualidade dos detalhes construtivos (análise da construtibilidade); análise do projeto para produção utilizando critérios de racionalização; verificação dos itens indicado pelo projeto para serem controlados na execução (tolerância e critérios adotados); avaliação dos aspectos característicos de durabilidade, custos de operação e

manutenção de produto e de suas partes; análise do custo total e das composições dos fatores de custo.

A análise crítica é útil para verificar sua conformidade com os padrões estabelecidos e garantir o atendimento aos clientes do projeto. (MELHADO, 1994).

A validação é a confirmação que o produto final atende à necessidade do cliente, levando em consideração os conceitos pré-determinados pelo cliente. Deve ser executada ao final de cada etapa do projeto (ABNT, 2008). Segundo Melhado et al (2005), a validação é uma técnica que deve ser utilizada pelo coordenador de projeto, pois o assegura do avanço nas etapas do processo de projeto garantindo a qualidade.

No término da obra pode ser realizada a validação do projeto por meio da avaliação pós-ocupação, utilizada com forma de retroalimentação dos projetos. (SILVA, 2004). Essa avaliação permite a conferência de dados primordiais no processo de projeto, sendo aplicado para aprimorar os projetos futuros.

Apesar de ainda não ser comum essa prática nas empresas de projetos, a retroalimentação possibilita o avanço no setor construtivo como um todo, reduzindo os conflitos na etapa de execução, na etapa de uso e na manutenção do empreendimento, minimizando o impacto gerado no meio ambiente, devido à diminuição de descarte de material na natureza.

2.4.4 Influência dos projetos no custo e na qualidade das obras

Devido ao aumento da concorrência, os consumidores revelam-se cada vez mais exigentes em relação à qualidade do produto e prazo, somando-se a isso uma diminuição vertiginosa de investimento do governo no setor da construção civil. Essa realidade faz com que as empresas busquem formas de reduzir custo, melhorando sua eficácia. A etapa do processo do projeto surge como uma resposta a essas necessidades, pois quando bem definido, gera qualidade no produto final com custo reduzido.

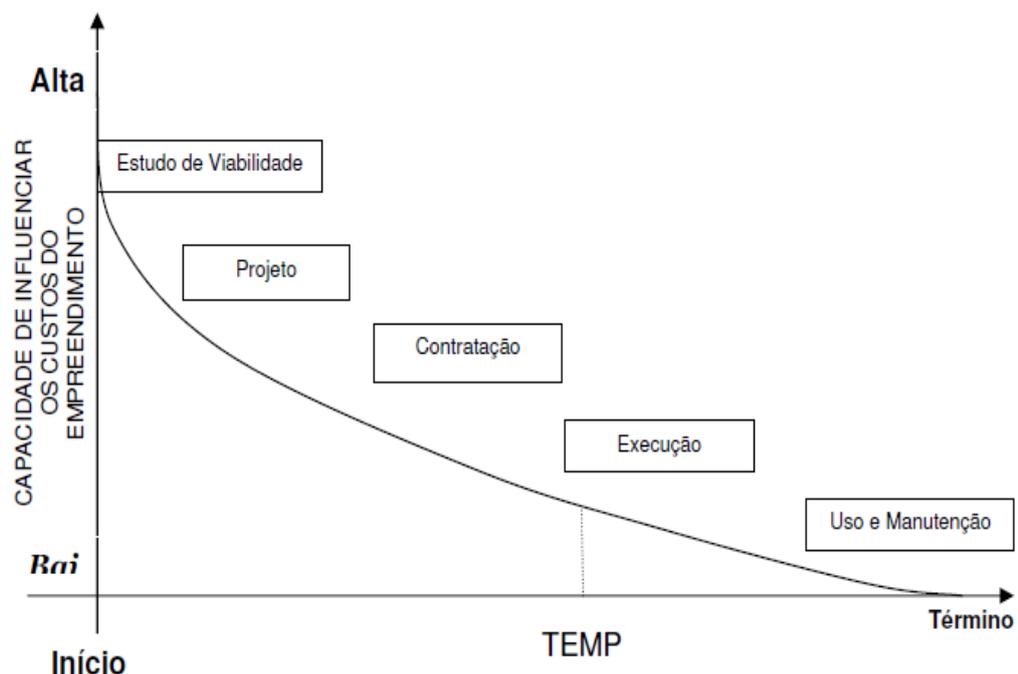
O projeto tem ampliado seu papel e importância no contexto do processo construtivo de edificações. (PERALTA, 2002 apud RODRIGUES, HINECK; 2003). O processo de projeto é a etapa mais estratégica do empreendimento com relação aos gastos de produção e a agregação de qualidade ao produto. (FABRÍCIO, 2002).

Os detalhes construtivos e as especificações técnicas são definidos a partir do projeto. Estes itens, portanto, mostram-se responsáveis pela construtibilidade, influenciando o desperdício de materiais, tempo e custo de construção. (ABREU, 2008 apud NASCIMENTO, 2013).

Na fase inicial do empreendimento, apesar de existir poucas despesas com projeto, sua capacidade de influenciar nos custos é máxima. Entretanto, observa-se que os projetos ainda são pouco valorizados, sendo entregues à obra repletos de erros. Isso leva a grandes perdas de eficiência nas atividades de execução, bem como a perda de determinadas qualidades do produto que foram idealizadas em seu projeto. Importante destacar que diversos autores demonstram que a maioria das patologias em edifícios tem origem na etapa de projeto. (NOVAES, 2001).

Para a obtenção da qualidade do empreendimento, é de fundamental importância que a fase de projeto seja valorizada pelo empreendedor. (BRAGA, 2011 apud NASCIMENTO, 2013). Alguns pesquisadores e institutos de pesquisa discutem com propriedade tal tema, como por exemplo, o estudo elaborado pelo *Construction Industry Institute* (CII, 1987), que avaliou a influência do custo nas diversas etapas do processo construtivo, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Capacidade de Influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases

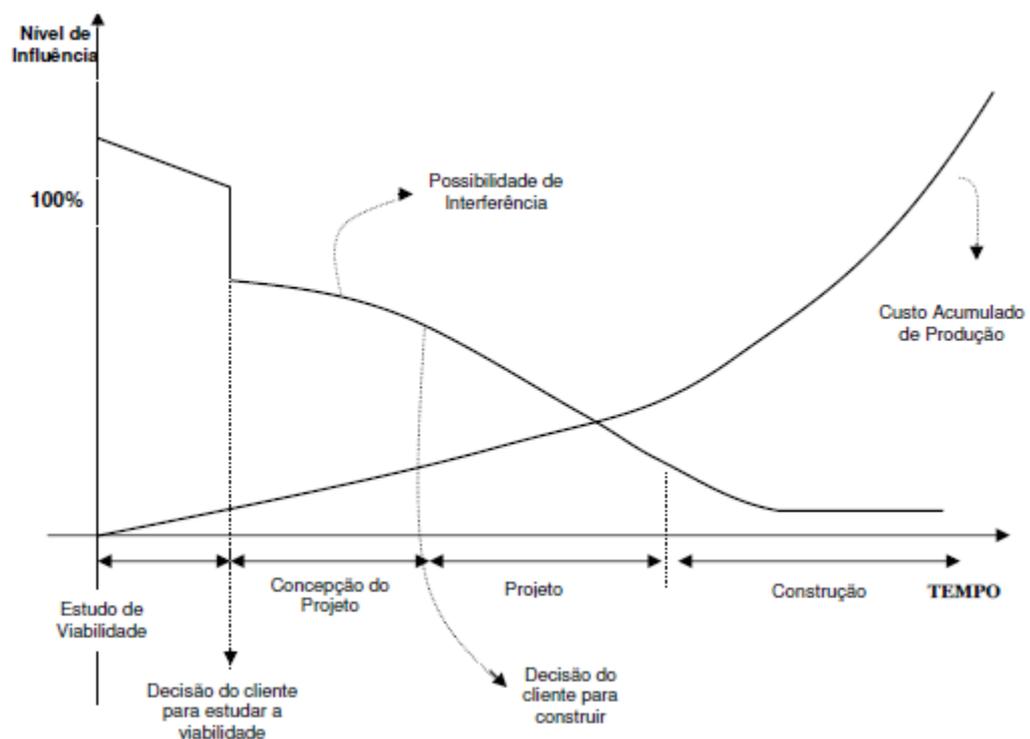


Fonte: CII, 1987

O projeto na fase inicial de empreendimento tem que ser priorizado, mesmo que gaste um tempo maior para sua elaboração, somente com um projeto bem detalhado diminui o custo total do empreendimento. (MELHADO et al., 2005).

A definição das características finais dos produtos e os custos de produção sofrem interferência na etapa de projeto, apesar dessa etapa representar baixo custo acumulado, sendo ainda responsável pela maioria das falhas que ocorrem nos edifícios. (HAMMARLUND, JOSEPHSON, 1992), conforme mostrado na Figura 3:

Figura 3 - O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício



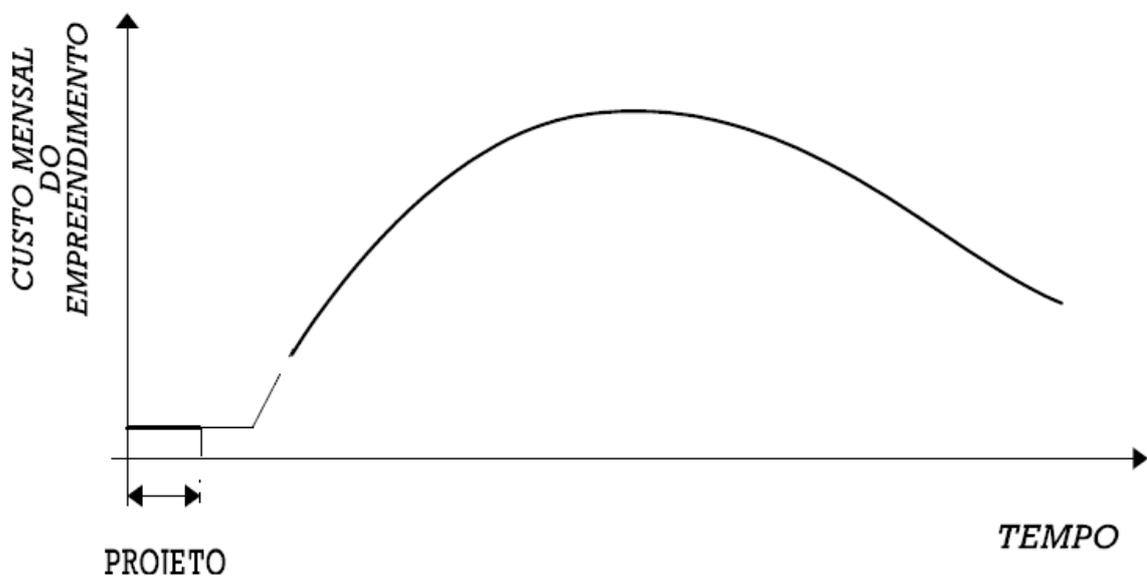
Fonte: HAMMARLUND, JOSEPHSON; 1992

O custo total do empreendimento é definido nas primeiras etapas, assim como a viabilidade e a elaboração de projeto. Logo, as decisões nas fases iniciais têm grande influência sobre o custo de construção. (SOUZA, 1996).

O projeto de um edifício é encarado pelo empreendedor muitas vezes como um ônus inicial a construção, sendo necessário minimizar o quanto for possível as despesas. É visto como algo necessariamente legal, caracterizando-se como básico e deixando grandes partes das decisões para etapa de execução. (MELHADO, 1994).

Como forma de ilustração desta afirmação, apresenta-se um gráfico que relaciona o prazo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades envolvidas, conforme a Figura 4, que traz a indicação da atividade de projeto, que ocorre na primeira etapa do empreendimento, apresentando custo reduzido, com a finalidade clara de não "onerar" o custo inicial e total do empreendimento, além de ter um prazo restrito, apesar de que entre o término do projeto e o início efetivo da obra acaba decorrendo um extenso período.

Figura 4 - Gráfica que relaciona o tempo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades

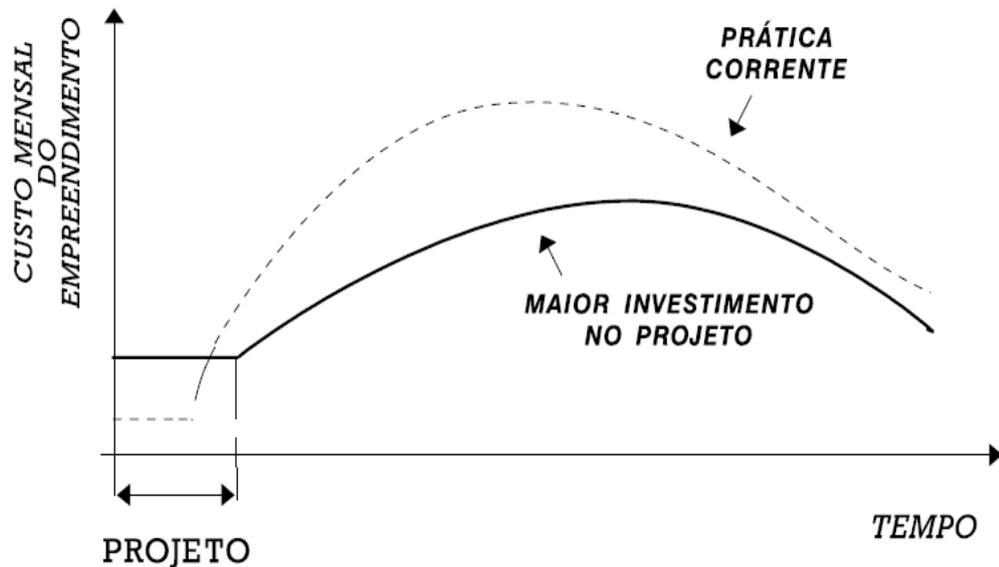


Fonte: MELHADO, 1994

Segundo Melhado (1994) o projeto deve assumir a responsabilidade de agregar eficiência e qualidade ao produto, contemplando além do produto o processo de execução para obter o sucesso do empreendimento.

Ainda de acordo com Melhado (1994) o "investimento" em prazo e custo do projeto deveria assumir um papel diferenciado, ou seja, seria necessário um maior investimento inicial, para permitir um maior desenvolvimento do projeto, ainda que nesta fase houvesse um deslocamento para cima do custo inicial do empreendimento e, eventualmente, um tempo maior dedicado à sua elaboração. Essa ideia é exemplificada na Figura abaixo:

Figura 5 - Gráfica que relaciona o tempo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades



Fonte: MELHADO, 1994

No Brasil, um dos motivos que levam o projeto ser somente indicativo é a cultura de ser visto como um custo desnecessário para uma boa qualidade do empreendimento, sendo importante somente para legalização do mesmo, assim decisões que deveriam ser tomadas na elaboração do projeto são realizadas durante a execução da obra.

O início da fase de projeto deve ser feito levando em consideração a busca por eficiência da construção e desempenho do produto final e não a redução do custo. (NOVAES, 1988).

Segundo Grilo (2005) apud NASCIMENTO, 2013, o projeto deve ser capaz de subsidiar as atividades de produção em canteiros de obras com informações de alto nível, que não poderiam ser igualmente geradas no ambiente de obra, a partir de um bom projeto; torna-se possível, assim, elaborar um planejamento e uma programação mais eficientes, assim como um programa efetivo de controle da qualidade para materiais e serviços.

2.5 Coordenação e Compatibilização de projetos

A atividade de projetar não é necessariamente a de compatibilizar, o ato de projetar pode ser dividido nas etapas descritas como conceitual e dimensional. O agente que compreende o raciocínio conceitual e consegue levar a informação dimensional para discussão é o compatibilizador. (FERREIRA, 2001).

A compatibilização não se restringe à atividade operacional de identificar interferências entre projetos (SOLANO, 2005 apud DA SILVEIRA, 2005). Além dessa atividade, deve ser executada a análise, a concepção e a tomada da decisão da melhor alternativa para solucionar os conflitos ou falhas dos projetos. Sendo importante destacar a diferença das atribuições do compatibilizador e do coordenador.

De acordo com Oliveira e Gozzi (2004), a coordenação difere da compatibilização em diversos pontos:

- a) Objetivo: a coordenação busca soluções globalmente adequadas, enquanto a compatibilização verifica discrepâncias eventuais de soluções adotadas;
- b) Momento de ação: a coordenação é anterior e durante o desenvolvimento, enquanto compatibilização é posterior ao desenvolvimento;
- c) Informação: a coordenação lida com fluxos e estados, enquanto a compatibilização lida com níveis (estática);
- d) Postura: a coordenação é preventiva (procura ver falhas potenciais), enquanto a compatibilização é corretiva (procura verificar, rastrear a incidência de falhas).

Vanni (1999) definiu claramente o papel da compatibilização de projetos e da coordenação de projetos, especificando e utilizando termos importantes como construtibilidade e racionalização na etapa do processo de desenvolvimento dos projetos, conforme relatado abaixo:

Pelo fato da compatibilização de projetos e análise crítica do mesmo ser um dos fatores essenciais da coordenação de projetos, é fundamental que todas as etapas do processo de elaboração estejam comprometidas com os princípios de construtibilidade e racionalização construtiva para que as integrações das atividades estejam envolvidas na mesma linguagem. (VANNI, 1999).

Logo, a coordenação tem uma função abrangente no processo do projeto, participando de todas as etapas e sendo responsável pela mediação entre os agentes envolvidos. A compatibilização é uma atividade técnica.

2.6 Coordenação de Projetos

A coordenação de projetos é uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo de projeto, voltada para a integração dos requisitos e das decisões inerentes ao projeto, devendo ser exercida durante todo o processo de projeto e tendo como objetivo apoiar a interatividade na equipe de projeto e melhorar a qualidade dos projetos desenvolvidos. (NEDER, 2010 apud NASCIMENTO, 2013).

Para Fontenelle (2002) apud Melhado et al (2005), a coordenação de projetos, surge no contexto de alta complexidade no desenvolvimento do projeto, onde a interação e integração entre todos os agentes envolvidos no processo apresenta um novo formato de importância.

Melhado et al (2005) definiu que a coordenação de projetos compreende o conjunto de ações envolvidas no planejamento, organização, direção e controle do processo de projeto, o que envolve tarefas de natureza estratégica, tais como estudos de demanda ou de mercado, prospecção de terrenos, captação de investimentos ou de fontes de financiamento da produção, definição de características do produto a ser construído, além de tarefas ligadas diretamente à formação das equipes de projeto em cada empreendimento, como contratação de projetistas, estabelecimento de prazos para etapas de projeto e coordenação da interface com os clientes ou compradores.

Caldas e Soibelman (2003) apud Da Silveira (2005) afirmam que a coordenação de projetos deve promover o controle e a troca de informações entre os diversos intervenientes; definir diretrizes de projetos; estabelecer cronograma de desenvolvimento dos mesmos; garantir que os diversos projetos estejam compatibilizados em todas as fases (estudos preliminares, anteprojeto, projeto legal, projeto executivo); visem a construtibilidade. Considerando todas estas atribuições, suas atividades podem ser agrupadas em: planejamento, compatibilização e gerência de documentos de projeto.

O papel central da coordenação é o desenvolvimento de projeto bem-sucedido e na diminuição da quantidade de retrabalhos. Também ajuda a reduzir a incidência de problemas e incompatibilidades nos sistemas propostos durante a execução e, por consequência, gera economia para a obra. (RODRIGUEZ, HEINECK, 2003).

2.6.1 Conceito de Compatibilização

A construção de qualquer edificação exige uma grande diversidade de projetos correlacionados entre si. Na maioria dos casos os projetos são desenvolvidos por agentes distintos e separadamente, devido à necessidade de uma equipe multidisciplinar para elaboração destes e a falta de comunicação entre os mesmos, acaba levando à possibilidade de conflitos ou falhas entre si e o conjunto de projetos. A compatibilização consiste em identificar esses conflitos e ajustar os projetos antes do início da obra, evitando o aumento do custo e melhorando a eficiência e eficácia da construção.

A compatibilização de projeto é imprescindível na produção controlada, sempre em busca dos padrões do controle de qualidade. (CALLEGARI, 2007). Para Graziano (2003) apud Caiado e Salgado (2006), compatibilizar projetos é fazer com que os dados compartilhados tenham consistência e confiabilidade até o término do projeto e paralelamente verificar se os componentes dos sistemas que ocupam espaços são divergentes entre si.

Segundo Mikaldo (2006), compatibilizar projeto é gerenciar e integrar projetos correlacionados, tendendo o ajuste entre os mesmo para obtenção dos padrões de qualidade.

Novaes (2001) afirma que a compatibilização das disciplinas do projeto é uma ação empreendida no âmbito da coordenação das soluções adotadas nos projetos do produto e nos projetos para produção, assim como, nas especificações técnicas para a execução de cada subsistema, afirmando que a integração de projeto é a forma de compatibilização do projeto.

A compatibilização de projetos é a atividade de sobrepor os projetos de edificação e identificar as interferências, além de ser responsável por programar reuniões entre os agentes envolvidos no desenvolvimento do projeto, projetistas e a

coordenação, com o objetivo de resolver interferências que tenham sido apresentadas. (PICCHI, 1993).

A compatibilização de projetos é uma atividade que analisa as várias soluções dimensionais, tecnológicas e estéticas para que sejam compatíveis entre si. (SILVA, 2004).

De acordo com a atividade de compatibilizar projetos de diferentes especialidades é executada da seguinte forma, sobrepondo os projetos para verificar as interferências entre eles. Assim os conflitos são detectados para que a coordenação possa agir e apresentar melhor solução. Além disso, ele ainda ressalta que a compatibilização funciona como uma “malha fina”, na qual possíveis falhas possam ser corrigidas. (MELHADO et al., 2005).

A compatibilização do projeto é feita utilizando a execução do projeto simultâneo, concomitante de todas as suas especialidades. Sendo as decisões de projeto tomadas multidisciplinarmente e orientadas para buscar soluções globais, e não isoladas. (NEDER, 2010 apud NASCIMENTO, 2013).

Segundo Rodriguez (2008) a compatibilização de projeto pode ser definida como: análise, verificação e correção das interferências físicas entre as diferentes soluções de projetos de uma edificação. Logo, a compatibilização é uma parte do trabalho do coordenador de projetos, pois apenas sobrepondo os projetos poderão ser detectados os conflitos entre os projetos de disciplinas distintas. Ainda segundo o autor, o uso de lista de verificação, reunião de coordenação e *software* de computado são ferramentas que apoiam a atividade de compatibilizar projetos.

Callegari (2007) afirma que durante a elaboração dos projetos, a compatibilização permite a retroalimentação das etapas, corrigindo e propondo novas soluções com o aumento da eficiência, garantindo a eficiência nas próximas etapas dos projetos, pois diminui a incerteza construtiva. Realizada a análise de conflitos detectados dos projetos, possibilita que ocorra a melhoria da qualidade do processo, onde ações corretivas são tomadas para adequação e eficácia do projeto.

Segundo Fabrício (2002), ao longo do processo de projeto, vários projetistas, consultores e agentes do empreendimento são mobilizados para contribuir no projeto. Cada agente participa com os seus interesses e conhecimentos de forma a desenvolver uma parte das decisões. No processo de projeto verificam-se diferentes interfaces entre os envolvidos, e diversas compatibilizações são necessárias para garantir a coerência entre as decisões e projetos.

Compatibilizar projetos é uma atividade que estabelece solução unificada entre as varias interfaces dos projetos de arquitetura e complementares (sistemas prediais, detalhamento, etc.). Tem sido considerada uma boa abordagem para mitigar problemas de fracionamento dos projetos, sendo eles elaborados por diversos agentes. A vantagem é ter um bom desempenho do processo de execução do projeto em relação à qualidade e custo da edificação.

2.6.1.1 Relevância da Compatibilização

Nos últimos anos, o Brasil vem passando por uma vertiginosa transformação na indústria da construção civil. Com o aumento na demanda de novas habitações e infraestrutura, resultado das políticas de expansão de crédito e programas de financiamento, o setor cresce a taxas acima do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Este crescimento impulsiona o desenvolvimento de toda cadeia da construção civil, como novas tecnologias, materiais e equipamentos, refletindo diretamente no processo de produção dos empreendimentos. (NASCIMENTO, 2013).

Dentro da temática do crescimento da competitividade no setor da construção civil, as empresas construtoras têm sido forçadas a gerenciarem de modo mais eficiente seus projetos, buscando diminuir o desperdício de recursos, das modificações em projetos e dos retrabalhos com o objetivo de alcançar um diferencial na execução de suas obras. Portanto, o principal requisito para o estabelecimento desse processo de melhoria contínua é a coordenação eficiente do processo de projeto, desde as etapas de concepção até a execução da obra. (VANNI, 1999).

Um dos problemas mais comuns nas diversas manifestações patológicas encontradas em edificações estruturadas em aço é a interferência entre projeto estrutural e os projetos de instalações. Esta interferência é proveniente de incompatibilidades de projetos ou de modificações no decorrer da construção, devido principalmente a falta de uma maior coordenação entre os diversos sistemas construtivos envolvidos. (CASTRO, 1999 apud CAIADO, SALGADO; 2006).

Em acordo com o estudo do SEBRAE / SINDUSCON – PR (1995) apud Chermont (2001), a compatibilização de projetos elimina ou minimiza os conflitos entre os projetos inerentes à determinada obra, simplificando a execução e

otimizando o uso dos recursos de materiais e mão de obra, e conseqüentemente a manutenção.

Colaborando com a ideia do desperdício de recursos, Nápoles Neto (1998) afirma que o hábito de não racionalizar materiais em grandes obras e o fato de serem elaboradas separadamente as etapas de projeto e execução da edificação, trazem o reflexo do setor dos últimos 30 anos.

Para Mikaldo (2006), a melhoria do processo será alcançada apenas com ações que estimulem a formação de equipes cooperativas de trabalho e a integração entre o projeto e a produção. É importante consolidar essa forma de atuação através da relação contratual. Ainda segundo o autor, são necessárias a coordenação e compatibilização dos projetos, devido principalmente à segregação do projeto e execução.

Nas empresas de construção civil ainda é comum o desenvolvimento de projetos sem a utilização da compatibilização das disciplinas do projeto, gerando conseqüentemente diversos fatores negativos, entre eles: aumento do prazo de execução, baixa qualidade da edificação, maior retrabalho e aumento do custo final da construção. Tavares Junior (2001) esclarece que a falta de integração entre os diversos projetos multidisciplinares durante o seu desenvolvimento ainda ocorre, mesmos com o avanço tecnológico e do processo de produção dos últimos anos.

A coordenação tem a responsabilidade de compatibilizar e integrar as diversas interfaces dos projetos, as soluções adotadas e as especificações técnicas. Segundo Novaes (2001) a compatibilização começa na fase de estudos preliminares, continua na fase de anteprojetos e o término acontece com a compatibilidade parcial e final na fase dos projetos executivos.

A atividade da compatibilização de projeto é a sobrepor e analisar os projetos executados, propondo soluções para os conflitos e falhas detectadas. (SILVA, 2004). O ideal é que esta seja realizada em todas as etapas de elaboração do projeto, ou seja, desde os estudos preliminares e anteprojeto até os projetos legais e, por fim, o projeto executivo, pois isto facilita o entendimento global do projeto da edificação e o risco de ocorrer problemas durante a execução da obra diminui gradativamente, à medida que os projetos são modificados e ajustados. (MIKALDO JR, 2006).

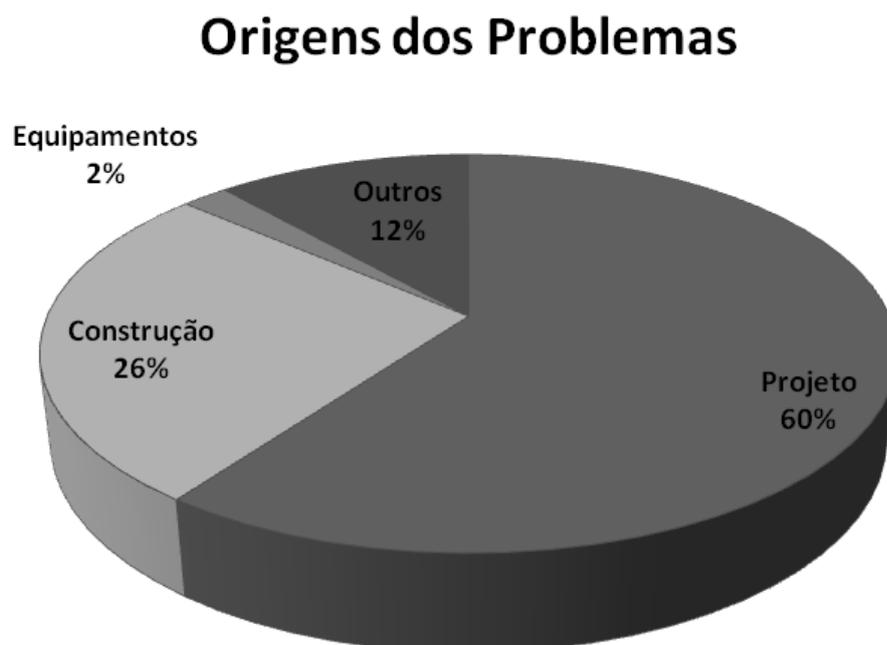
2.7 Ocorrência de falhas do produto

Alguns profissionais apresentaram estudos relacionados à incidência de falhas, ocorridas em obras, com origem em projetos.

Hammarlund e Josephson (1992), baseados em um estudo realizado na Suécia, definiram uma distribuição relativa entre os fatores de custo de falhas internas (ocorridas antes da entrega do produto) e outra distribuição para custos de falhas externa (ocorridas após a entrega do produto). No resultado obtido, observa-se que a parte em relação a falhas internas o projeto é responsável é 20% dos casos, já nas falhas externa esse valor sobre para 50%, sendo responsáveis, somados, por um terço do custo de retrabalho. Vale ressaltar que o estudo demonstra que os custos para correção das falhas da qualidade interna e externa atingem respectivamente 6% e 4% dos custos da produção. (HAMMARLUND, JOSEPHSON; 1992).

Segundo Abrantes (1995) a capacidade de satisfazer as exigências dos clientes, em relação ao uso, deve ser vista como a qualidade do empreendimento. As falhas durante a fase de obra ocorrem devido à falta de importância dada à qualidade nas etapas anteriores ao processo de execução. A Figura 6 apresenta a porcentagem de falhas de acordo com sua origem:

Figura 6 - Origens de problemas patológicos na construção civil



Fonte: ABRANTES, 1995 - Adaptador pelo autor

Ainda segundo autor e citado por Vanni (1999), destacam-se, na origem de falhas de projetos, os seguintes fatores:

- a) Projetos incompletos;
- b) Incompatibilidade dos diversos projetos;
- c) Alterações nos projetos;
- d) Conflitos entre os distintos projetos;
- e) Falta de coordenação;
- f) Tempo perdido em reuniões mal conduzidas;
- g) Erros na especificação dos materiais;
- h) Falta de detalhamento;
- i) Dificuldades de interpretação da representação gráfica utilizada;
- j) Planejamento inadequado;
- k) Falta de padronização e construtibilidade.

Novaes (2001) afirma que devido à desqualificação da importância do projeto, observa-se execução de procedimento que contribuem para uma elaboração de um projeto inapropriado para execução, são eles: a insuficiência de detalhes; incompatibilização entre a concepção e o detalhamento; a falta de integração entre projetos distintos e a ausência de conformidade entre o projeto e a produção.

O resultado dessas falhas é fato gerador de desperdício, tanto de mão de obra executando o retrabalho, quanto de materiais descartados. Esses itens geram custos adicionais ao processo de execução, tornando o empreendimento mais caro que o orçado inicialmente. O outro grande problema é que os erros ocasionados por projetos, na rotina das construtoras, só são percebido no momento da execução, devido à falta de análise dos projetos, sendo necessária a execução dessa atividade, iniciar antes do início da obra.

O trabalho de Picchi (1993) demonstra que há grande influência dos projetos não otimizados (compatibilizados) no custo obra. Pois a inexistência dessa atividade ocasional a desperdício de 6% do custo total da obra.

2.7.1 Falhas nas obras por disciplina

Utilizando os estudos de Silveira (2002) apud Nascimento (2013), foi possível fazer um estudo das principais falhas nas obras devido aos projetos mal coordenados, conseqüentemente mal compatibilizados.

A seguir serão apresentadas as falhas em itens detalhando as principais disciplinas dos sistemas do processo, são elas: projeto de arquitetura, projeto de estruturas, projeto de instalações elétricas e especiais,

2.7.1.1 Arquitetura

Dentre os problemas identificados no projeto podemos citar:

a) Erros de cota - projeto cotado de forma dúbia, dificultando da interpretação da planta. Necessitando que o mestre faça contas no momento da execução para confirmar os valores da conta.

b) Falta de detalhamento das Cotas de Níveis - Devido à falta de cortes, não é possível ter uma boa visão da posição da altimetria do projeto. Causando erros no momento dos posicionamentos do nível da laje do térreo, sendo esse erro levado para os demais pavimentos.

c) Detalhes Executivos da guarita - não tendo plantas com os detalhes de corte e fachada, ficando a cargo do engenheiro de campo determinar a solução, incluindo nessa tomada de decisão a escolha dos materiais e metodologia de construção.

d) Localização dos “Shafts” - a localização do “shaft” não é definida com as instalações dos sistemas prediais, causando erro de posicionamento.

2.7.1.2 Estruturas

O problema maior problema descrito nos projetos é a falta de detalhamento da estrutura, contemplando as plantas, com a definição dos tipos de paredes e fundos da mesma, sendo executado com concreto armado, especificar os projetos de forma e armação. Outro problema é como não são definidos no projeto de arquitetura os detalhes da guarita, isso se repete aqui, falta detalhamento do tipo de laje da mesma.

2.7.1.3 Instalações Hidrossanitárias

A falta de detalhamento com projeto em 3D é uma pauta recorrente, pois dificulta o levantamento de materiais necessários para execução. Outro ponto pertinente é a locação dos pontos de passagem das tubulações, que geralmente não coincidam com os pré-existentes para esse fim.

2.7.1.4 Instalações Elétricas

Os erros são referentes ao posicionamento dos eletrodutos, onde a locação dos pontos de luz e de tomadas não é utilizada na execução, devido à incompatibilidade com os outros projetos de disciplina distinta. Um exemplo é o posicionamento da tomada do ar-condicionado ser determinada no projeto elétrico em uma parede e o ponto de coleta da água do mesmo ser especificado em outra parede pelo projeto hidrossanitário, além da diferença do projeto de ar-condicionado definir outro ponto, devido à especificação técnica do aparelho.

Outro problema é o tempo para disponibilidade do projeto executivo, sendo entregue somente após o início da obra, causa transtorno com as soluções já adotadas até o momento.

2.7.1.5 Instalações Especiais

O projeto apresenta pontos de incompatibilidade com as demais instalações. Sendo o projeto de instalações o que apresenta pequenos detalhes referentes à execução. Uma justificativa para a falta de detalhamento é que esses projetos normalmente não possuem um projeto executivo, sendo utilizado nas obras apenas o projeto desenvolvido para efeito de aprovação.

2.7.1.6 Projetos para execução do empreendimento

Existem os projetos que são necessários para execução da obra, mas pouco elaborado pelos projetistas, sendo utilizados para auxiliar na melhoria da qualidade do empreendimento, refletindo em diminuição de retrabalho e prazo, conseqüentemente, aumento da eficácia da obra, são citados:

a) Projeto de Passagens de Instalações na Estrutura: é utilizado para execução correta da previsão de furos nas lajes, auxiliando nos pontos necessários para ser realizado reforço estrutural. Além de compatibilizar o “Shafts” de arquitetura com as instalações.

b) Projeto da Paginação de Fachada: é utilizado em revestimento cerâmico. Devendo conter informações referentes à localização e a espessura das juntas de dilatação, bem como o tipo de argamassa a ser utilizada e a definição da colocação de tela aramada, locais e tipo material para esta última.

c) Projeto de Alvenaria: é importante devido à possibilidade da redução dos custos, já a execução da atividade, será feita de forma racionalizada, levando em

consideração os pontos de locação das vergas, a quantidade de tijolos da primeira fiada, espessura da junta, posicionamentos dos pontos de instalação elétrica e hidrossanitárias.

d) Projeto de Impermeabilização: conterà com detalhes da especificação do material, diferentes em locais distintos, o acabamento do arremate e a execução do arremate nos ralos, bem como o material para execução da atividade.

O resultado da falta de detalhamento dos projetos, além de dificultar sua execução, acarreta em problemas no setor de compra de materiais, pois torna a solicitação de compra algo complexo, que acaba gerando compras erradas.

Outro problema inerente ao processo de elaboração do projeto é a pouca ou completa ausência do engenheiro construtor nessa etapa, pois diversos problemas poderiam ser detectados por ele, devido à qualificação profissional do mesmo, estando ligado aos problemas que ocorrem durante a etapa de execução do projeto.

CONCLUSÃO

O trabalho apresentou a metodologia pertencente à compatibilização de projetos, bem como a consequência da não realização da atividade e o que as falhas do mesmo acarretam na execução do empreendimento. Nesse contexto, foram abordadas questões como coordenação de projetos, gestão da qualidade de projetos e o processo do projeto. Além disso, foram apresentadas as dificuldades da atividade de coordenação e a importância da comunicação no processo de elaboração de projetos.

Concluimos que a coordenação de projetos é uma atividade crescente e necessária no processo de elaboração de projetos. Sendo responsável por reduzir erros, melhorar a eficiência na execução do projeto e aumentar a competitividade do empreendimento. As vantagens em relação à utilização do coordenador de projetos são inúmeras, entre elas: a redução do tempo da etapa de projeto; redução do número de alterações de projetos; redução do retrabalho; ajuste do custo do projeto com o orçamento previsto para o empreendimento.

É importante ressaltar, que a compatibilização de projetos, deve ocorrer ao longo de todo o processo de elaboração de projeto, sendo agregadas as especificações de todos os projetos complementares, especialmente no início, onde o custo e o impacto são menores. Vale salientar que o projeto é executado por uma equipe de diversas e conflitantes disciplinas, cabendo ao coordenador de projeto o papel de mediador e tomador de decisão. A participação da equipe multidisciplinar ajuda a elucidar os problemas que podem ocorrer durante a execução do projeto, bem como apresentar soluções.

A constatação dos conflitos e falhas entre projetos de disciplinas distintas é um recurso para servir como planejamento e embasamento das soluções reparadoras futuras. O papel da compatibilização é facilitar a etapa de execução da obra, impedindo o retrabalho e desperdício de insumos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13531. **Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas**. 1995.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 9001. **Sistemas de gestão de qualidade – requisitos**. 2008.

CAIADO, V. N. S.; SALGADO, M. S.. **A gestão de contratos e sua influencia na qualidade do processo de projeto: estudo de caso em construtoras do Rio de Janeiro**. Gestão e Tecnologia de Projetos. Nov. 2006.

CAIADO, V. N. S.; SALGADO, M. S.. **A qualidade da contratação dos projetistas de arquitetura – um estudo de caso nas construtoras do rio de janeiro**. IV Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de edifícios. Rio de Janeiro. Dez. 2004.

CALLEGARI, S.. **Análise de compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

CHERMONT, G. S. de. **A qualidade na gestão de projetos de sistemas de informação**. 2001. Tese (Pós-Graduação). COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

CII - Construction Industry Institute. **Constructability concepts file**. 1987-a, Publication 3-3-, University of Texas at Austin, Austin Tx.

DA SILVEIRA, J. C.. **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. 2005.

FABRÍCIO, M. M.. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios**. 2002. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

FICHER, S.. **Edifícios altos no Brasil**. São Paulo: Espaços e debates, 1994.

GALASSI, C. P.. **O Gerenciamento da comunicação na visão de um coordenador de projetos**. Salvador, 2011.

GUS, M.. **Método para a Concepção de Sistemas de gerenciamento da etapa de projetos da construção civil**. Dissertação (Mestrado). CPGEC - UFRGS. Jul. 1999.

HAMMARLUND, Y.; JOSEPHSON, P. E.. **Qualidade: cada erro tem seu preço**. Técnica, n. 1, p. 32-34, Nov./Dez. 1992.

INSTITUTO DE ARQUITETOS DO BRASIL – IAB. Roteiro para desenvolvimento do projeto de arquitetura da edificação. 77ª Reunião do Conselho Superior do Instituto de Arquitetos do Brasil. Salvador, Bahia. Disponível em: <<http://www.iab.org.br/sites/default/files/documentos/roteiro-arquitetonico.pdf>> Acesso em: 16 Out. 2018.

MELHADO, S. B. et al. **Coordenação de projeto de edificações.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

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

MIKALDO JR., J.. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com o uso de TI.** 2006. 150f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

NÁPOLES NETO, A. D.; VARGAS, M.. **História das Fundações - Fundações Teoria e Prática.** São Paulo, 1998.

NASCIMENTO, J. M. do. **A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil.** 2013. Goiânia, Goiás. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/a-Import%C3%A2ncia-Da-Compatibiliza%C3%A7%C3%A3o-De-Projetos/32645038.html>>. Acesso em: 16 Out. 2018.

NOVAES, C. C.. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios.** Anais em CD do Workshop Gestão do processo de projeto na construção de edifícios. São Paulo, 2001.

OLIVEIRA, O. J, GOZZI, S.. **Sistema de Gestão da Qualidade em Empresas de Construção: Um Estudo de Caso.** In: Seminários Avançados de Administração da FEA/USP. São Paulo: FEA/USP, 2004.

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

RODRIGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M.. **A Construtibilidade no Processo de Projeto de Edificações.** In: III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. São Carlos. Anais do III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2003.

SILVA, M. V. M. F. P.. **As atividades de coordenação e a gestão do conhecimento nos projetos de edificações.** Dissertação (Mestrado). Universidade de São Carlos - Programa de Pós-graduação em Construção Civil. UFScar, 2004.

SOUZA, R. D.; MEKBEKIAN, G.. **Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras.** São Paulo, 1996.

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

TZORTZOPOULOS, P.. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte.** 1999. Dissertação (Mestrado). Escola de engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

VANNI, C. M. K.; GOMES, A. M.; ANDERY, P. R. P.. **Análise de falhas aplicadas à otimização de projetos de edificações.** In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Horizontes da engenharia de produção: CD-ROM. Rio de Janeiro: UFRJ/ABEPRO, 1999.