A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS COMO ESTRATÉGIA PARA MINIMIZAÇÃO DE ERROS DE CONSTRUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO

Lorenzi, L. S.[1], Lorenzi, A.[2], Silva Filho, L.C.P.[3]

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pesquisador, Doutor, e-mail: luciani.lorenzi@gmail.com
[2] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pesquisador, Doutor, e-mail: alexandre.lorenzi@ufrgs.br
[3] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Professor, Doutor, e-mail: lcarlos66@gmail.com

RESUMO

O aprimoramento da organização das empresas de construção civil, com compatibilização de projetos e investimento no planejamento efetivo das atividades de obra, pode contribuir para melhorar a qualidade das construções e reduzir as manifestações patológicas. A integração entre os diversos projetos e a realidade da obra deve acontecer ao longo de todo o processo construtivo, de forma a evitar problemas e dar agilidade às atividades no canteiro. Esta agilidade é possível através da geração de projetos executivos racionais, elaborados visando redução de desperdícios e otimização dos trabalhos. A interface entre diferentes projetos deve ser analisada buscando oportunidades de racionalização dos serviços. O cuidado na concepção de cada projeto, considerando interferências e restrições de obra, pode colaborar para uma execução mais rápida e correta, resultando em um produto com melhor desempenho e menor custo. Este trabalho apresenta um estudo de compatibilização de projetos que pode auxiliar a minimizar, ou até evitar, manifestações patológicas em edificações.
Palavras chave: compatibilização de projetos; qualidade; indústria da construção civil.

ABSTRACT

The enhancement of organizational practices of civil engineering companies, with promotion of design harmonization and investment in effective planning of on-the-job activities, might contribute to improve the final quality and reduce the amount of pathological manifestations in buildings. Integration between design decisions and the reality of worksites must happen along the whole building process, to avoid problems and speed-up activities on site. These gains are possible trough the development of rationalized executive designs, created to reduce losses and optimize the undertaking of the various tasks. The interface between different designs must be analyzed to identify opportunities for work rationalization. Care must be taken in the design to consider interferences and restrictions conceptions, leading to a quicker and adequate execution of tasks, resulting in a final product with better performance and lower cost. This work presents a design harmonization exercise that might help minimize or even avoid the onset of pathological manifestations in constructions.

Keywords: Design harmonization; Quality; Construction Industry.

1. INTRODUÇÃO

A questão da qualidade vem se inserindo de forma cada vez mais significativa no âmbito do setor de construção civil nos últimos 20 anos. Reconhece-se hoje que a qualidade final de uma obra depende, em grande parte, do cuidado em sua concepção, planejamento e gerenciamento. O problema é que nem sempre os processos de controle e garantia da qualidade atingem efetivamente os canteiros de obra. Em certos casos os processos executivos adotados por algumas empresas de construção civil não são implementados ou praticados com a qualidade necessária, originando defeitos ou manifestações patológicas que terminam por afetar o desempenho final da obra. Neste contexto, é de fundamental importância garantir que a obra seja executada de acordo com os projetos originais, que devem ter sido adequadamente desenvolvidos a partir de uma visão de eficácia do produto.

Trabalhar com projetos de qualidade, além de agilizar a execução, garante uma melhoria da qualidade da execução da obra. Infelizmente, os processos executivos adotados por empresas da construção civil, normalmente, não contemplam o uso de projetos de qualidade dentro do canteiro de obras. Desta forma, o esforço no sentido de aprimorar a organização das empresas construtoras e das obras, com foco no planejamento e projeto, antes da execução, sem dúvida nenhuma, melhorará a qualidade das construções e, consequentemente, acarretará resultados positivos em termos de aumento da vida útil e redução das possíveis manifestações patológicas.

Na realidade atual, marcada pela ascensão de um sem número de novas técnicas e materiais é indispensável, para evitar a ocorrência de defeitos e falhas que comprometam o desempenho e a qualidade do produto final que, juntamente com a implementação de programas de qualidade, seja feito um investimento na incorporação efetiva de conhecimentos técnicos sólidos aos processos de projeto e execução. Os materiais de construção possuem características próprias e imutáveis. Como salienta Thomaz (2001), compete aos projetistas e ao gerente de projetos selecionar e adaptar as técnicas construtivas a essas características inerentes, de tal forma que o resultado final atenda aos requisitos de segurança, estética, salubridade. Um bom conjunto de projetos básicos, transformados em um adequado projeto executivo, é a semente de um bom desempenho, visto que uma obra nasce no papel e daí sai para a realidade, e não o contrário.

A questão fundamental que subsidia o presente trabalho consiste em como se compatibilizar os projetos constituintes de uma edificação multifamiliar e desenvolver projetos executivos adequados. O trabalho descreve e aplica um modelo básico de compatibilização de projetos, (por exemplo, arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, elétrico, telefônico, prevenção de incêndio, entre outros), com objetivo de reduzir a quantidade de retrabalho e evitar erros que viessem a originar possíveis manifestações patológicas.

2. A PRÁTICA DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O início do processo de projeto na construção civil é algo indefinido, que varia segundo a percepção de cada projetista e suas habilidades, acumuladas ao longo do exercício da profissão. Porém, em qualquer processo de projeto, existe um conjunto de informações

fundamentais acerca do empreendimento, que direcionam os projetistas, fazendo com que estes desenvolvam ou excluam algumas soluções durante o processo de desenvolvimento da edificação, como explica Silveira (2002).

Estas informações devem ser formalizadas e transmitidas ao longo de todo o desenvolvimento do processo de construção da edificação. Durante a execução, o engenheiro de obra deve se constituir no principal responsável por informar aos projetistas sobre as eventuais falhas ou inadequações de projeto, que venham a se revelar na prática. Isto serve de retroalimentação para o processo de projeto, garantindo um aprendizado que pode servir de base para novas decisões que afetem os empreendimentos futuros da empresa.

Reconhecendo o papel focal do engenheiro de obra e sua relevância como interveniente para a retroalimentação dos projetos, esta pesquisa se propõe a analisar o ponto de vista dos mesmos quanto à qualidade dos projetos recebidos. Para tal, aplicou-se um questionário com alguns engenheiros de obras da empresa em estudo, tendo como objetivo contribuir para a melhoria do processo de projeto desta empresa através da avaliação dos problemas que ocorrem durante a execução da obra, ocasionados por falhas ou indefinições de projeto.

2.1 Conceitos básicos sobre gestão do processo de projeto

Os movimentos mundiais pela qualidade e produtividade, em todos os setores produtivos, têm atingido também a indústria da construção civil, que se apresenta em processo de reestruturação competitiva em vários países. Esta reestruturação tem acarretado uma mudança do perfil das empresas atuantes no mercado e, sobretudo, mudanças significativas nas relações entre os vários agentes da produção e destes com seus clientes, em toda a cadeia produtiva (Silva e Souza, 2003).

Desta forma, estratégias formais de desenvolvimento do projeto e de seus produtos já estão sendo incorporadas em grande parte dos processos produtivos da indústria. A divisão e organização do trabalho em cada setor irão determinar diferentes dinâmicas para o comportamento dos agentes de produção relacionados a esses processos.

No âmbito da construção civil, o processo de projeto deve ser entendido não só como a concepção arquitetônica da edificação ou bem a ser produzido, mas como o processo que determina todas as especificações de formas, dimensões, materiais, componentes e elementos construtivos relativos às exigências do usuário. Em geral, como explica Melhado (2005), o processo de projeto busca o detalhamento progressivo do produto, definindo forma, material e funcionamento.

Na construção civil o desenvolvimento do projeto é um processo compartilhado entre vários agentes que desempenham papéis diferentes, contudo complementares. As relações que se configuram entre os agentes que desenvolvem o projeto e os seus clientes integram uma grande cadeia de relações, pautada nas estratégias de competição específicas desses agentes.

Um desenvolvimento que teve profundo significado para o setor imobiliário foi o surgimento de instrumentos legais que potencializam a vontade do adquirente de um imóvel, especialmente o Código de Defesa do Consumidor. Nos últimos anos as empresas de construção civil tiveram que desenvolver melhores práticas de controle, formalizar as operações de entrega de imóveis, criar departamentos de atendimento pós-venda e gerar

manuais de operação e manutenção, no intuito de melhorar as relações com clientes em casos de defeitos e problemas, buscando evitar ações e delimitar melhor as suas responsabilidades, em caso de problemas legais. Este processo, que ainda está em andamento, vem gerando consideráveis mudanças de postura e de estratégia, que favorecem um maior investimento no desenvolvimento de projetos. No que diz respeito às obras públicas, um impacto importante vem do exercício do poder de compra de alguns dos maiores contratantes de obras, que exigem, cada vez mais, a adoção de práticas de projeto que comprovem a qualidade e, mais recentemente, em alguns casos, até mesmo que internalizem valores como a sustentabilidade e a responsabilidade social.

Em resposta, as empresas construtoras e incorporadoras de maior porte, com elevado volume de contratação de projeto, tem adotados práticas de seleção e fidelização de certos projetistas, que permitem o estabelecimento de relações de projeto mais complexas, com compartilhamento de plataformas de software e sistemas de informação, que favorecem a rapidez de comunicação. Neste cenário estão surgindo ambientes colaborativos de desenvolvimento de projeto, nos quais a compatibilização de projetos pode ocorrer de forma mais natural e sistêmica.

2.2 O papel do projeto na qualidade e produtividade

O projeto desempenha um papel de elemento definidor de uma série de aspectos que delimitam os níveis de qualidade e produtividade da construção civil. As relações que se estabelecem entre a empresa, ou o profissional do projeto, e os demais intervenientes no processo constituem o ciclo da qualidade específico desta parte da produção da construção civil, como afirma Melhado (2005).

As características básicas do processo de produção da construção civil são definidas a partir das características do produto estabelecidas no projeto. A qualidade do projeto para o executor de obras estará diretamente relacionada à sua capacidade de proporcionar elevada produtividade do processo de execução dos empreendimentos projetados. As decisões de projeto determinam os fatores essenciais da produtividade. A adoção de alguns princípios básicos para o processo de desenvolvimento de projeto permite impactar a produtividade a ser atingida, simplificando o processo de execução.

Além disto, o projeto tem um elevado impacto sobre os custos diretos decorrentes da aquisição de todos os insumos e do prazo de execução da obra e também sobre os custos de operação e manutenção, ao longo da vida útil. A repetição de operações é outro aspecto muito relevante para a determinação da produtividade.

2.3 O Conceito de Desempenho Aplicado à Qualidade do Projeto

A qualidade na fase de projeto tem sido tratada no âmbito das várias indústrias por meio de metodologias específicas, segundo a natureza dos produtos. O estabelecimento de um sistema para assegurar a qualidade no projeto requer a adoção de uma metodologia que estabeleça os referenciais sobre o que vem a ser a qualidade do projeto e os meios para atingi-la do ponto de vista dos fatores básicos que caracterizam essa qualidade.

Dois métodos especificamente utilizados para assegurar a qualidade no projeto de produtos industriais tem sido a Análise do Valor e o QFD – Quality Function Deployment. A análise de

valor é um método que identifica e remove problemas detectados na fabricação de um produto, na execução de um serviço ou no funcionamento de um sistema. Usa como instrumento básico a criatividade e procura por meio da mudança de processos, projetos, métodos, conceitos ou até mesmo comportamentos, resolver problemas, sem eliminar as funções ou diminuir a qualidade do produto. A análise de valor investiga o porquê e para que de cada coisa, identificando e analisando as funções do produto, (PENTEADO, 1998).

O QFD, conhecido no Brasil como desdobramento da função qualidade, é um método de desenvolvimento de produtos, também utilizado para desenvolver serviços, objetivando garantir a qualidade do produto desde as fases iniciais do projeto, (CARNEVALLI, SASSI e MIGUEL, 2004). O método utiliza matrizes que representam e monitoram o atendimento aos requisitos dos clientes, bem como melhora a comunicação e integração entre a equipe de desenvolvimento do projeto.

Várias tentativas estão sendo feitas para adaptar esses métodos para a construção civil. Em ambos os casos se buscam utilizar ferramentas de análise para modelar e maximizar o valor da obra gerada, seja este econômico, intrínseco, ambiental ou global.

É importante destacar que, na construção civil, o conceito de valor ainda está fortemente ligado ao conceito de desempenho técnico do produto, embora outras esferas de valor estejam começando a ser internalizadas. O termo "desempenho" tem sido usado na indústria de bens não duráveis e na construção civil para expressar o comportamento de um produto quando em utilização, em relação à satisfação das necessidades do usuário, sejam elas explícitas (estética e custo), funcionais (tal como o conforto térmico e acústico ou a estanqueidade) ou não percebidas diretamente (como a segurança ao fogo ou a estabilidade estrutural).

Sob o ponto de vista técnico, um bom desempenho implica que o produto deve apresentar determinadas características que o capacitem a cumprir os objetivos e funções para os quais foi projetado/produzido, quando submetido a determinadas condições de uso (CIB, 1996).

A norma ISO 6241 (1984) apresenta uma tabela 1, sumarizando as principais exigências dos usuários em relação ao desempenho de uma edificação. Uma breve análise da mesma mostra o quanto pode ser abrangente a lista de componentes de valor, devido às inúmeras relações que se estabelecem entre o usuário e a edificação.

Para atendimento destes diferentes requisitos é normalmente necessário desenvolver projetos distintos, com profissionais de formações diversas. Compatibilizar estes projetos passa a ser uma tarefa fundamental para assegurar que os mesmos estejam atuando de forma harmoniosa para promover o desempenho.

2.4 Qualidade no Processo de Desenvolvimento do Projeto

Tomando como base as teorias prevalentes de qualidade, pode-se afirmar que a criação de um sistema de gestão da qualidade para o processo de projeto de obras civis deve estar baseada na adoção de algumas premissas básicas:

a) O sistema deve se consistir de parâmetros, diretrizes e requisitos a serem atingidos por todos os intervenientes a partir das necessidades dos clientes internos e externos;

b) Os operadores do processo (projetistas, consultores e construtores) devem dominar o conhecimento técnico necessário para implantar os mecanismos de desenvolvimento do projeto que possibilitam atender aos requisitos dos clientes;

c) O sistema deve apresentar procedimentos formalizados para assegurar que as responsabilidades sobre o processo estejam perfeitamente definidas;

Tabela 1 – Lista de exigências dos usuários segundo a norma ISO 6241, Silva e Souza (2003).

EXIGÊNCIA	DESCRIÇÃO
Estabilidade estrutural	Resistência mecânica e ações estáticas e dinâmicas; efeitos cíclicos (fadiga);
Segurança ao fogo	Risco de propagação das chamas; riscos fisiológicos (controle de fumaça e ventilação); tempo de alarme, tempo de evacuação e tempo de sobrevivência;
Segurança ao uso	Proteção contra explosões e queimaduras; proteção contra movimentos mecânicos; proteção contra choques elétricos; proteção contra radioatividade; segurança entre movimentos e circulação; segurança contra intrusão humana ou animal.
Estanqueidade	Estanqueidade à água; estanqueidade ao ar; controle de intrusão de poeira
Conforto higrotérmico	Controle da temperatura do ar e radiação térmica; controle da velocidade e umidade do ar; controle de condensação.
Pureza do ar	Ventilação; controle de odores; controle de gases tóxicos
Conforto acústico	Controle de ruídos (contínuos e intermitentes); inteligibilidade do som; tempo de reverberação.
Conforto visual	Controle de iluminação natural e artificial; insolação; nível de iluminância e contrastes de luminância; possibilidade de escurecimento; aspectos de acabamentos (cor, textura, regularidade); contato visual (internamente e com o mundo exterior)
Conforto tátil	Aspereza e flexibilidade das superfícies, umidade e temperatura nas superfícies; ausência de descargas de eletricidade estática.
Conforto antropodinâmico	Limitação de acelerações e vibrações; conforto do pedestre em áreas ventosas; aspectos de resistência e manobrabilidade humana.
Higiene	Instalações para o cuidado do corpo humano; suprimento de água limpa; evacuação de águas servidas; materiais e fumaça.
Adequabilidade a usos específicos	Número, tamanho, geometria e inter-relações dos espaços; provisão de serviços e equipamentos; flexibilidade.
Durabilidade	Conservação do desempenho durante dota vida útil; possibilidade de manutenção e reposição.
Economia	Custos de implantação; custos financeiros; custos de operação e manutenção.

d) O sistema deve partir do conceito de garantia da qualidade, de modo que cada agente interveniente, com base nos procedimentos estabelecidos, assegure a qualidade dos seus processos;

e) A aplicação de mecanismos de controle da qualidade deverá se restringir a aspectos gerais, eliminando-se a verificação detalhada dos produtos gerados por cada agente;

f) O sistema deve identificar claramente as relações de interface entre os vários processos, e a gestão dessas interfaces é parte integrante do sistema;

g) O sistema também deve contemplar a gestão da comunicação entre os vários agentes;

h) O sistema deve contemplar a retroalimentação do processo.

Segundo Melhado (2005), a qualidade da apresentação do projeto está relacionada à adequação da documentação e às características nos processos nos quais os documentos serão utilizados, permitindo que as decisões relativas às características do produto sejam tomadas nas instâncias responsáveis pela elaboração do projeto, eliminando-se a ocorrência de decisões improvisadas em canteiro de obras. A tomada de decisão pode ocorrer simultaneamente à execução da obra, mas deve ser conduzida com planejamento adequado.

A metodologia do projeto pode estar fundamentada em níveis decisórios, que desenvolvem atividades de forma organizada, em momentos compatíveis com as implicações das decisões que serão tomadas. Da qualidade da apresentação depende também a produtividade, pois a interpretação e as relações de interface de um projeto em relação aos demais definem a forma pelas quais as atividades se desenvolvem no canteiro de obras e a possibilidade de ocorrência de perdas de materiais e erros de execução, bem como a qualidade final do serviço executado (Silva e Souza, 2003).

2.5 Integração de Projetos – Execução de Obras

A atividade de construção foi considerada por muito tempo uma atividade artesanal, na qual o construtor era o próprio projetista e também era aquele que escolhia os materiais e os recebia na obra, além de dominar as técnicas construtivas que utilizava. Com o crescimento da indústria da construção civil, vinculada principalmente ao desenvolvimento de novos materiais e equipamentos, em meados do século 20, essas funções cada vez mais passaram a ser exercidas por diferentes pessoas, sem que houvesse entre elas uma interação. Isso proporcionou um distanciamento entre a atividade de concepção e projeto da atividade de produzir.

Especialmente no segmento de obras privadas, as discussões sobre a importância do projeto para diminuição de custos e retrabalhos e a necessidade de interação entre as fases de interação-projeto e a execução de obras marcam um período de transformações no processo de projeto, nos últimos anos. Esse período caracterizou-se por um novo posicionamento das empresas construtoras em relação à gestão do projeto e à necessidade de integrar os seus agentes.

É indiscutível hoje a importância do projeto para a qualidade final do empreendimento, pelo papel natural que ele apresenta na adoção de soluções que promovam a melhoria contínua do processo de produção de edifícios na construção civil (MELHADO, 2005). A teoria da construção enxuta (*Lean Construction*) tem transformado a forma como o processo de projeto é percebido e gerenciado, (ISATTO, FORMOSO e CESARE, 2000).

A estratégia de 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 a possibilidade de execução inadequada ou incompleta dessas especificações.

Os projetos executivos voltados especificamente para produção, cujo principal objetivo é integrar o projeto à obra, apresentando soluções adequadas para melhorar o processo de execução de um determinado subsistema do edifício, têm sido adotados por diversas empresas construtoras, na busca da redução sistemática desses problemas (Thomaz, 2001).

2.6 Implementação de Projetos Executivos voltados para a Produção

O conceito dinâmico de projeto caracteriza o mesmo como um processo com entradas e saídas, que não acaba com a finalização do processo de projeto tradicional, mas visualiza outros processos paralelos, integrando-se à fase de execução da obra.

Este trabalho adota a ótica de conceito dinâmico e se propõe a enfocar como desenvolver um projeto executivo voltado para a efetiva produção do bem, que destaque sua inserção dentro do processo do projeto, a sua interação com outras especialidades do projeto, e a sua interação com a obra, como recomenda Melhado (2005).

Prevalece hoje uma tendência clara no sentido de envolver os diversos especialistas que estarão encarregados de cada uma das fases de produção cada vez mais cedo no processo do projeto, o que não ocorria antigamente, na grande maioria dos casos. Frequentemente, os profissionais responsáveis pela execução e por alguns projetos complementares eram envolvidos no processo de projeto somente após a conclusão dos projetos arquitetônico, estrutural e executivo, o que dificultava enormemente a compatibilização ou adaptação de projetos.

Nos piores casos, os responsáveis por alguns projetos complementares eram inseridos no processo somente às vésperas da execução de certo subsistema ou, eventualmente, quando a execução do mesmo já havia sido iniciada. Isto forçava a adoção de soluções pouco estudadas, que frequentemente encontravam problemas de implementação, podendo acarretar em defeitos, retrabalho, perdas e manifestações patológicas.

O cenário colaborativo, com a presença da maioria dos projetistas e encarregados da execução, é fundamental para permitir a geração de um projeto executivos para produção de boa qualidade, pois este tipo de projeto apresenta uma dependência natural dos outros projetos (de alguns mais que outros) e necessita que uma grande quantidade de informações estejam disponíveis.

2.7 Coordenação de Projetos

A coordenação de projetos é uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo do projeto, voltada à integração de requisitos e das decisões de projeto. A coordenação deve ser exercida durante todo o processo do projeto e tem como objetivo fomentar a interatividade na equipe de projeto e melhorar a qualidade dos projetos assim desenvolvidos.

As principais tarefas a serem cumpridas pela coordenação de projeto estão relacionadas à organização e ao planejamento do processo de projeto – planejamento do processo do projeto

– e à gestão e coordenação das soluções de projeto desenvolvidas – gestão do processo do projeto.

Para que a coordenação de projetos possa ser bem conduzida em um empreendimento de construção é importante que o processo de projeto seja minimamente conhecido e mapeado, a fim de permitir o planejamento da coordenação de projeto e do fluxo de informação de projeto. A sistematização das atividades de coordenação depende de como se estrutura o processo de projeto e da sua tipificação em etapas, atividades, verificações, análises críticas e validações (MELHADO, 2005).

A coordenação se inicia junto com os serviços preliminares e deve se estender durante toda execução da obra, como uma assistência permanente no canteiro durante a execução, acatando rapidamente as mudanças necessárias para a correta execução dos serviços.

O coordenador de projetos é o principal agente na gestão do processo de projeto e tem como principais atribuições realizar e fomentar ações de interação entre projetistas, coordenar e controlar os projetos e as trocas de informações, para garantir que o processo de projeto ocorra da forma planejada e cumpra os prazos e objetivos estabelecidos (THOMAZ, 2001).

3. METODOLOGIA

O presente estudo tem natureza qualitativa, com delineamento descritivo, e busca explorar e analisar os métodos e processos escolhidos, tentando intervir na realidade. O método utilizado é o estudo de caso. Buscou-se demonstrar, analisando um caso particular, como pode ser feita a compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, preventivo de incêndio, elétrico e telefônico.

O objetivo era gerar um procedimento para integração desses projetos, através de análises de oportunidades e necessidades de compatibilização, que resultassem no desenvolvimento de projetos executivos voltados para a produção que contivessem soluções para facilitar e qualificar o processo construtivo, prevenir manifestações patológicas e diminuir demolições e retrabalhos.

3.1 População e Participantes da Pesquisa

Para fins deste trabalho tomou-se como estudo de caso a análise do projeto de um pavimento tipo de um edifício residencial, visto que este é o pavimento com maior número de repetições e que, portanto, apresenta as melhores oportunidades para a adoção de medidas que permitam reduzir custos, erros e manifestações patológicas. O pavimento tipo analisado continha duas unidades habitacionais idênticas e rebatidas, com área útil de aproximadamente 124 m². O apartamento tipo contava com três dormitórios, sendo uma suíte máster e duas suítes americanas (que compartilhavam o mesmo banheiro), lavabo, sala, sacadas, sala estar, cozinha e área de serviço.

3.2 Procedimentos e Instrumentos de Coleta e Análise de Informações

A base para o desenvolvimento do trabalho foi a análise do projeto arquitetônico, juntamente com os projetos complementares: estrutural, hidrossanitário, preventivo de incêndio, elétrico e telefônico. A interface entre os projetos foi feita com o auxilio do programa AutoCad® 2006,

que facilitou em muito a sobreposição dos projetos e a compatibilização, e, também a elaboração dos projetos executivos.

Foram levadas em consideração, na coleta de dados, as conversas com professores e profissionais da área, as dúvidas surgidas durante a elaboração do projeto executivo, o conhecimento prático dos mestres de obra, o conhecimento prático e teórico acumulado por engenheiros experientes, o conhecimento técnico dos projetistas, e, também, toda e qualquer informação que se pudesse ser útil para melhoria do projeto final.

A coordenação de projetos foi de fundamental importância para viabilizar uma estratégia de trabalho adequada para a obra, pois decisões tomadas no início do processo, como esperado, tem um grande impacto na redução de custos e falhas. Quanto mais eficiente for o processo de projeto, mais rápida e racional será a construção, potencialmente tornando a empresa mais eficiente e competitiva no mercado.

A compatibilização dos projetos teve por base o ajuste dos vários projetos específicos entre si, respeitando a concepção arquitetônica. De forma geral, é interessante manter as características do anteprojeto, pois as mesmas podem ser fundamentais para garantir a satisfação dos investidores e/ou a viabilidade comercial do empreendimento. A manutenção de medidas, áreas, detalhes externos de fachada como terraços, sacadas, brises, platibandas pode, portanto, ser tomada como uma prática recomendada do processo de compatibilização, para que se execute o que foi previsto pelo arquiteto ou engenheiro.

4. RESULTADOS

A compatibilização dos projetos envolvidos na obra resultou em vários projetos executivos, contendo detalhamentos de ajustes.

A partir dos cruzamentos descritos na Tabela 2, que exemplifica uma sequência de interface entre os projetos, desenvolveu-se um projeto executivo para o pavimento tipo. Maiores detalhes sobre esta etapa podem ser encontrados em Bigarella e Lorenzi (2006).

O resultado foi incorporado a um caderno de orientação destinado aos encarregados da produção e à engenharia. Esse produto facilita em muito a correta execução e conferências dos serviços, podendo resultar na redução de prazos e retrabalhos, com consequente diminuição do custo final da edificação.

O principal resultado do exercício de compatibilização foi a harmonização dos projetos, com geração de projetos executivos de fácil entendimento para utilização no canteiro, com características e nível de detalhamento que facilitem a execução. Os projetos executivos desenvolvidos para o pavimento tipo e exemplos de interfaces entre projetos (I-01 a I-03) estão descritos na Tabela 3.

As figuras 1 a 6 ilustram alguns dos projetos executivos gerados para a obra em questão (Projeto arquitetônico, Planta de forma, Projeto de passagens em lajes e vigas, Projeto de rebaixos, Projeto de alvenarias e Interface entre arquitetônico/estrutural/hidrossanitário).

Tabela 2 – Sequencia para compatibilização dos projetos.

INTER - FACE ou ordem	PROJETOS		ADEQUAÇÃO EM A	A =	ADEQUAÇÃO EM B	B =
	A	B				
1°	ARQ 00	EST 00	- paredes com vigas e ambientes com pilares; -lançamento da estrutura no ARQ I. (Folha 01)	ARQ 01	-pilares: mudanças de dimensões, posição, rotação; - vigas: altura largura e alinhamento com pilares - lajes: espessuras, tipos, rebaixos.	EST 01
2°	ARQ 01	HID 00	- projeto de pontos hidráulicos (Folha 12)	ARQ 02	- adequação de acordo com o layout	HID 01
3°	ARQ 02	ELE 00	- projeto de pontos elétricos (Folha 10)	ARQ 03	- adequação de acordo com o layout - caixa de disjuntores	ELE 01
4°	EST 01	HID 01	-Shafts em lajes e passagens em vigas e pilares (Folha 06)	EST 02	- possíveis mudanças no caminho das tubulações ou pontos - definições de shafts, prumadas e passagens	HID 02
5°	EST 02	ELE 01	- passagens das mangueiras em lajes e vigas -projeto ele (Folha 05)	EST 03	-definição de shafts, prumadas e passagens - possíveis mudanças de pontos em pilares	ELE 02

Fonte: Bigarella e Lorenzi (2006).

Tabela 3 – Projetos executivos desenvolvidos

PROJETO EXECUTIVO	PRANCHA	NOME DO LAYOUT NO AUTOCAD
Projeto arquitetônico	01	ARQ – Figura 1
Planta de forma	02	FORMA – Figura 2
Projeto hidro-sanitário	03	HIDRO
Projeto preventivo de incêndio	04	PRE
Projeto elétrico	05	ELE
Projeto de passagens em lajes e vigas	06	PASSAGENS – Figura 3
Projeto de rebaixos	07	REBAIXOS – Figura 4
Projeto canaleta gás liquefeito de petróleo	08	GLP
Projeto de ligação estrutura/alvenaria	09	ANCORAGEM
Projeto de alvenarias	10	ALVENARIA – Figura 5
Projeto de cotas	11	COTAS
Projeto de pontos hidro-sanitário	12	PTOS HIDRO
Projeto de pontos elétricos/telecomunicações	13	PTOS ELET
Projeto de forros	14	FORROS
Projeto de pisos	15	PISOS
Detalhes	16	DET
Interface entre arquitetônico/estrutural/hidro-sanitário	I-01	ARQ-EST-HID – Figura 6
Interface entre arquitetônico/estrutural/preventivo	I-02	ARQ-EST-PRE
Interface entre arquitetônico/estrutural/elétrico	I-03	ARQ-EST-ELE

Fonte: Bigarella e Lorenzi (2006).

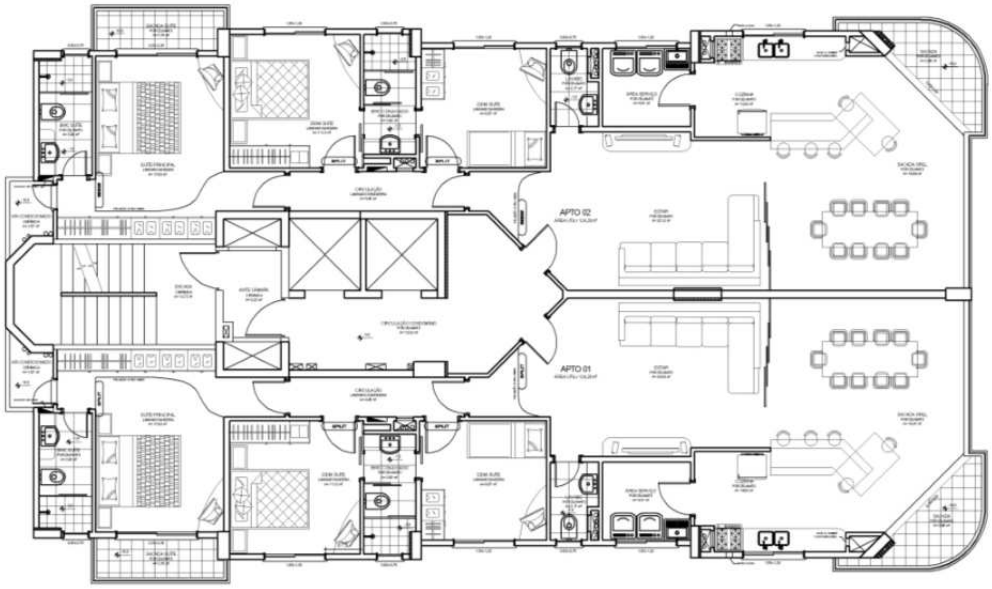

Figura 01 – Projeto Arquitetônico

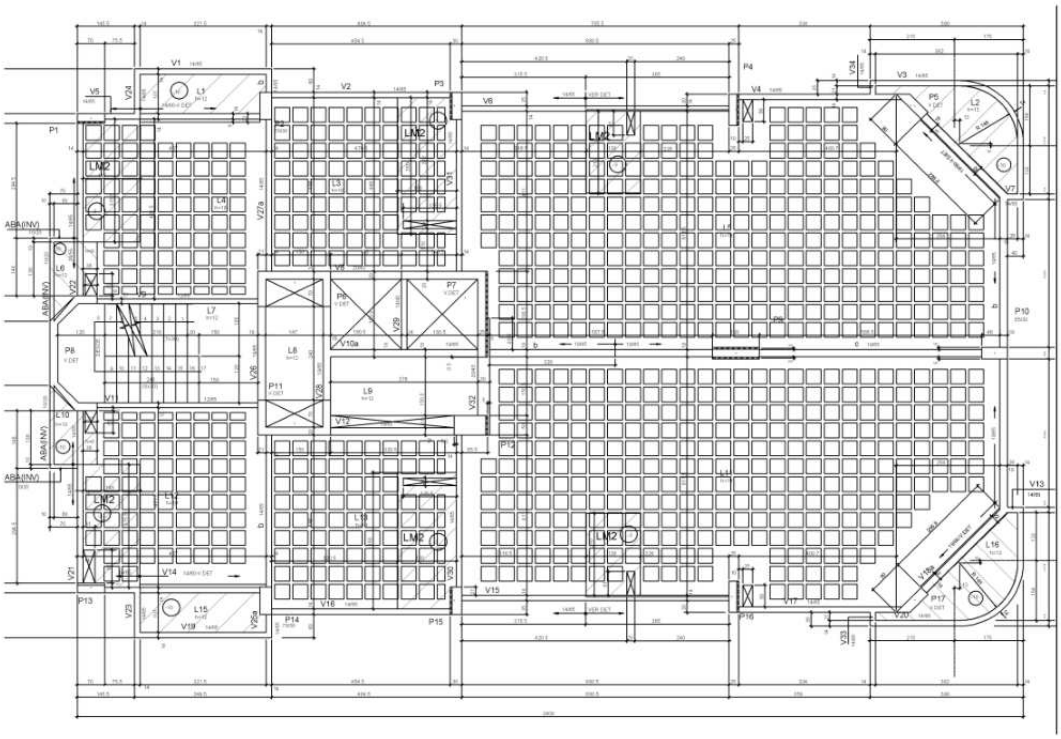

Figura 02 – Projeto de Formas

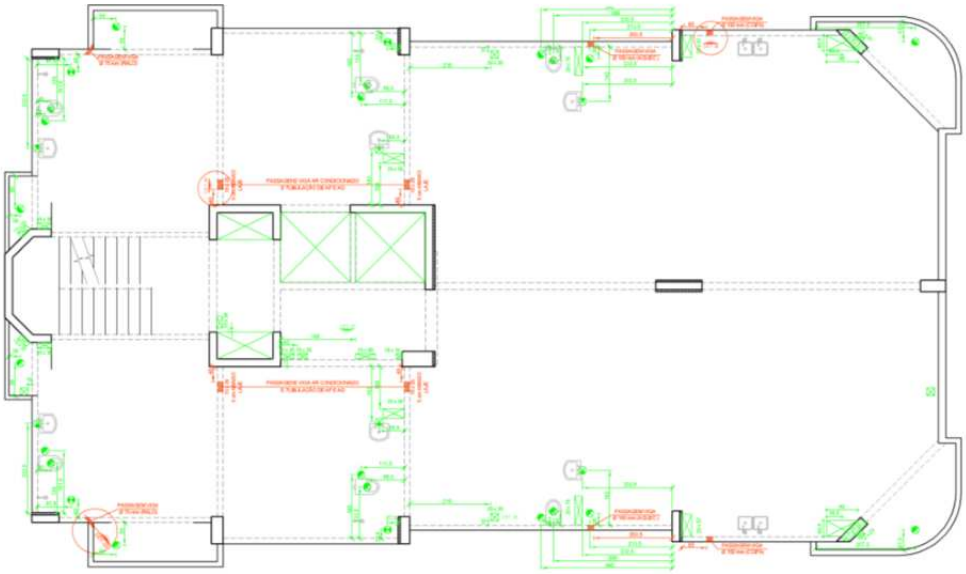

Figura 03 – Projeto de Passagens em Laje e Vigas

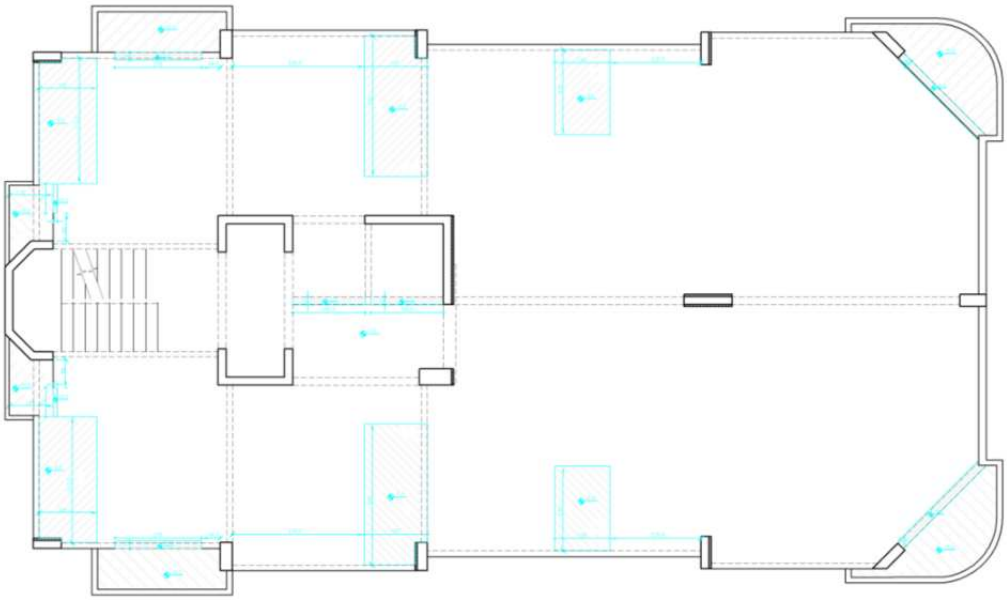

Figura 04 – Projeto de Rebaixos na Laje

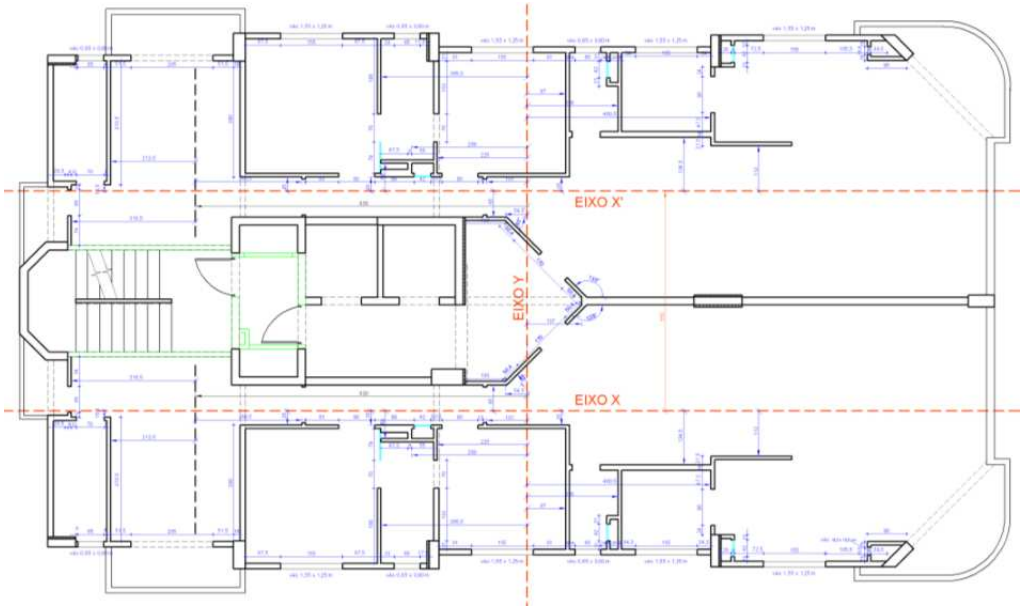

Figura 05 – Projeto Locação da Alvenaria

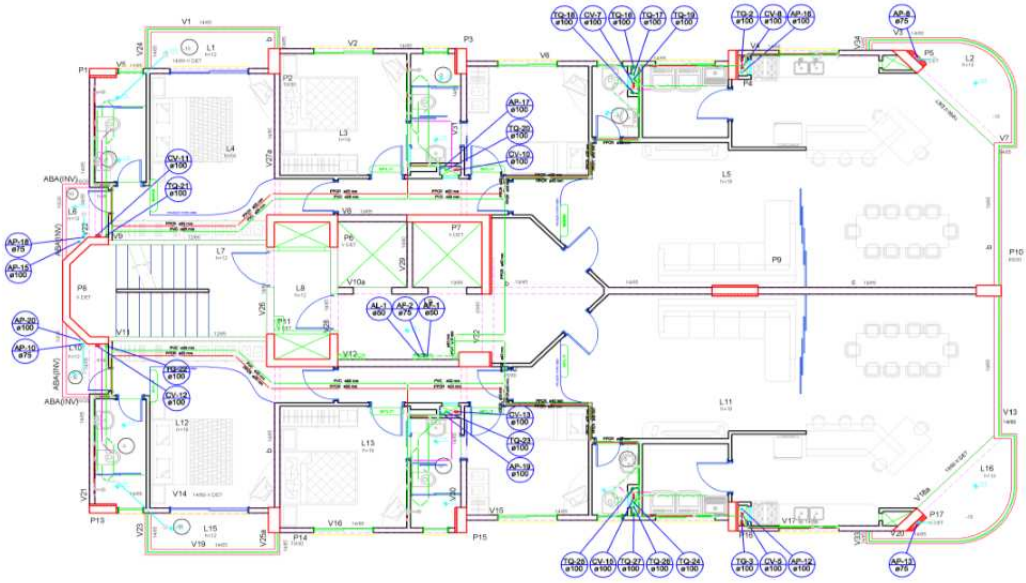

Figura 06 – Projeto Compatibilizado ARQ/EST/HIDR

De posse desses projetos executivos temáticos, simples e de fácil interpretação, o mestre de obras ou o engenheiro responsável pode facilmente controlar a execução dos serviços, identificando e prevenindo erros. O sistema também colabora para estabelecer e delimitar responsabilidades, pois o mestre ou encarregado pode compreender como o seu serviço vai ser conferido pelo responsável da obra. Se necessário pode-se fornecer uma cópia do projeto para a equipe de produção de cada projeto, que contém toda a informação necessária para a execução daquela tarefa, já considerando as interferências dos vários projetos.

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi aplicado o conceito de compatibilização para um pavimento tipo de uma edificação. O foco no pavimento tipo se justifica pois, como o mesmo será reproduzido várias vezes, as mudanças efetuadas terão maior impacto, afetando uma maior parcela do custo total da obra e do tempo de execução. A compatibilização se expressou através da geração de projetos executivos, desenvolvidos para serem racionais, visando a redução dos desperdícios e otimização de serviços, trazendo benefícios diretos para o construtor e o cliente. Além dos aspectos econômicos, acredita-se que a compatibilização de projetos pode auxiliar a inibir o desenvolvimento de manifestações patológicas decorrentes da má execução ou ausência de detalhamento de projeto.

Os projetos são documentos de extrema importância, que quando bem executados, garantem a qualidade na obra e aumentam a velocidade de produção dos serviços. A integração entre projeto e obra deve ser buscada ao longo de todo o processo de produção, de forma a agilizar as operações de canteiro. Se os projetos estiverem bem resolvidos e detalhados e forem fornecidos no tempo certo, aumentará a probabilidade de que os serviços sejam realizados corretamente, de acordo com o cronograma de execução. Para que isso aconteça é necessário que haja compatibilização de operações e controle de execução dos serviços.

A utilização de projetos simplificados reduz a possibilidade de erro e facilita a interpretação. É interessante notar que, apesar da aparente simplicidade desta prática, sua adoção pode ter efeitos bastante significativos. Por exemplo, os cuidados em relação à execução de elementos estruturais de concreto armado, tais como o cobrimento e o posicionamento, são de fundamental importância para a durabilidade e desempenho estrutural. A execução correta e rápida da estrutura, por sua vez, impacta positivamente no restante da obra, pois as demais atividades são dela dependentes. Cuidados aparentemente simples como assegurar a rápida e eficiente checagem de medidas, prumos, níveis, esquadros e passagens de tubulações, com plantas executivas de obra, podem trazer um importante resultado em termos de evitar retrabalho, manifestações patológicas ou perdas de desempenho.

Os benefícios da compatibilização podem ser sentidos em curto prazo, já que influenciam diretamente o ritmo de produção e execução no canteiro de obras.

6. REFERÊNCIAS

BIGARELA, A., LORENZI, L. S. **Compatibilização do projeto do pavimento tipo de uma edificação multifamiliar e elaboração dos projetos executivos**. Trabalho de Conclusão de Curso, UNIVALI, Itajaí, 2006.

CARNEVALLI, J. A., SASSI, A.C., MIGUEL, P. A. C. Aplicação do QFD no Desenvolvimento de Produtos: Levantamento sobre seu uso e Perspectivas para Pesquisas Futuras. **Revista Gestão e Produção**, 2004, v.11, nº. 1, p 33 – 49, jan –abr.

CIB - INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. (1996). **Prediction of service life of building materials and components**. CIB Report Publication 96

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (1984). **ISO 6241**. *Performance standards in building -- Principles for their preparation and factors to be considered*.

ISATTO, E. L., FORMOSO, C. T., CESARE, C. M.. LEAN CONSTRUCTION: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil. 1. ed. Porto Alegre: **SEBRAE, 2000**, Série Construção Civil, v.5, 177 p.

MELHADO, S. B. et al. **Coordenação de Projetos de Edificações**. São Paulo: O nome da rosa, 2005. 115 p.

PENTEADO, F. A. C. A. A Técnica de Análise de Valor Aplicada à Gestão pela Qualidade Total, como Método de Resolução de Problemas. **ENEGEP**, 1998.

SILVEIRA, J. C. et al. **Problemas Encontrados em Obras devido as Falhas no Processo de Projeto.** Fortaleza, 2002. 7 p.

SILVA, M. A. C., SOUZA, R. **Gestão do Processo de Projeto de Edificações**. São Paulo: O nome da rosa, 2003. 181 p.

THOMAZ, E. **Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção**. São Paulo: Pini, 2001. 449 p.