

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM PROJETO DE ESTRUTURAS**

ANDRIELI MARIA BARCELOS

**ANÁLISE DOS PROBLEMAS CAUSADOS PELA NÃO COMPATIBILIZAÇÃO DE
PROJETOS. ESTUDO DE CASO: ARQUITETONICO x ESTRUTURA PRÉ-
MOLDADA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

TOLEDO

2012

ANDRIELI MARIA BARCELOS

**ANÁLISE DOS PROBLEMAS CAUSADOS PELA NÃO COMPATIBILIZAÇÃO DE
PROJETOS. ESTUDO DE CASO: ARQUITETONICO x ESTRUTURA PRÉ-
MOLDADA**

Monografia do curso de Especialização em Projeto de Estruturas da Universidade Tecnologia Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientadora: Prof. Dra. Ligia Eleodora Francovig Rachid

TOLEDO

2012

**TERMO DE APROVAÇÃO
MONOGRAFIA**

ANDRIELI MARIA BARCELOS

**ANÁLISE DOS PROBLEMAS CAUSADOS PELA NÃO COMPATIBILIZAÇÃO DE
PROJETOS. ESTUDO DE CASO: ARQUITETONICO x ESTRUTURA PRÉ-
MOLDADA**

Monografia apresentada como forma de avaliação para o curso de Especialização em Projeto de Estruturas da UTFPR, *campus* Toledo e aprovado pela banca examinadora abaixo.

Dra. Ligia Eleodora Francovig Rachid
Orientadora - UTFPR/ Engenharia Civil

MSc. Lucia Bressiani
UTFPR/ Engenharia Civil

MSc. Rodnny Jesus Mendoza Fakhye
UTFPR/ Engenharia Civil

Toledo, 14 de dezembro de 2012.

RESUMO

O aumento das exigências do mercado quanto às melhorias nos padrões de qualidade das edificações unido a redução de custos, tem demandado das empresas construtoras a melhoria da gestão de seus projetos. Nesse contexto o presente trabalho aborda um estudo de caso de compatibilização de projetos: arquitetônico e estrutura pré-moldada, em um empreendimento comercial localizado na cidade de Cascavel-Paraná. Apresentou-se uma matriz de correlação utilizando como ferramenta uma lista de verificação das falhas e também a listagem das incompatibilidades encontradas nas plantas baixas sobrepostas dos projetos arquitetônico e estrutura pré-moldada de concreto. Desta forma, o trabalho apresenta as interferências resultantes da escolha do sistema construtivo pré-moldado, ou seja, as decisões a respeito da obra como exemplo, a definição da estrutura a ser utilizada devem ser tomada durante o processo de criação, ou antes, na fase do programa de necessidades para o desenvolvimento do projeto para atingir padrões de qualidade e redução de tempo e custo.

Palavras chave: Compatibilização de Projetos. Projeto Arquitetônico. Projeto de Estrutura Pré-Moldada. Qualidade na Construção.

ABSTRACT

Increasing market demands regarding improvements in the standards of quality of the buildings attached to cost reduction, has demanded the construction companies to improve management of its projects. In this context this paper discusses a case study of compatibility of projects: architectural precast structure and, in a business venture in the city of Cascavel - Paraná. Presented a correlation matrix as a tool using a checklist of failures and also the list of incompatibilities found in floor plans and architectural projects overlapping structure of precast concrete. Thus, the paper presents the interference resulting from the choice of the precast construction system, ie the decisions about the work as an example, the definition of the structure to be utilized should be taken during the creation process, or rather at phase of the program needs to develop the project to achieve quality standards and reducing time and cost.

Keywords: Harmonization Project. Architectural Design. Project Structure Pre-Moulded. Quality in Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício.	12
Figura 2. Modelo do processo de projetos de edificações.....	14
Figura 3. Aspecto da compatibilização de projetos	16
Figura 4. Elevação Frontal	20
Figura 5. (a) e (b) - Incompatibilidade intersecções com esquadrias	24
Figura 6. Incompatibilidade redução da circulação (Plantas baixas sobrepostas)	25
Figura 7. Incompatibilidade redução na circulação (Verificado in loco).....	26
Figura 8. Incompatibilidade pé direito.....	27
Figura 9. Incompatibilidade diminuição na funcionalidade	28
Figura 10. Saliência das vigas em relação à alvenaria	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de Projetos.....	18
Tabela 2. Falhas no projeto Arquitetônico.....	18
Tabela 3. Falhas no projeto Estrutural - pré-moldado.	18
Tabela 4. Índice de Correlação	19
Tabela 5. Lista de Projetos.....	21
Tabela 6. Falhas no projeto Arquitetônico.....	22
Tabela 7. Falhas no projeto Estrutural - pré-moldado.	22
Tabela 8. Matriz de correlação de projetos: Arquitetônico x Estrutural pré-moldado	23
Tabela 9. Modo: Falha, Efeito e Causa	24
Tabela 10. Modo: Falha, Efeito e Causa	25
Tabela 11. Modo: Falha, Efeito e Causa.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1. PROJETO	10
3.1.1. A importância da concepção e do projeto.....	11
3.2. ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES.....	12
3.3. CONSTRUTIBILIDADE	15
3.4. COMPATILIZAÇÃO DE PROJETOS	15
4. METODOLOGIA	17
4.1. LEVANTAMENTO DE DADOS	17
OS RESULTADOS REFERENTES ÀS TABELAS CITADAS ACIMA SERÃO MOSTRADOS NO ITEM 6.1. DESTE TRABALHO.	18
4.2. DETERMINAÇÃO DE UMA MATRIZ DE CORRELAÇÃO	18
5. ESTUDO DE CASO.....	20
6. ANÁLISE DOS RESULTADOS	21
6.1 INCOMPATIBILIDADES ENCONTRADAS	23
6.2. DISCUSSÕES - PROBLEMAS CONSTRUTIVOS DECORRENTES DAS INCOMPATIBILIDADES DE PROJETO.....	27
7. CONCLUSÕES.....	30
8. BIBLIOGRAFIA.....	32

1. INTRODUÇÃO

A melhoria dos padrões de qualidade na construção civil tem levado as empresas a uma busca contínua em todos os segmentos, quer seja na constante evolução tecnológica, nos seus processos construtivos, envolvendo treinamentos, pesquisa de novos materiais e não poderia ser diferente principalmente na vertente associada a projetos.

Com o aquecimento da construção, incorporadoras e construtoras, aproveitam o momento favorável para lançar mais empreendimentos. Com tantos projetos lançados ao mesmo tempo, o principal desafio é como supervisionar todas as obras simultaneamente e com qualidade. Dessa necessidade imediata deriva o primeiro dos campos promissores do mercado: o planejamento de obras.

As soluções adotadas na etapa de projeto têm amplas repercussões em todo o processo de construção e na qualidade final do produto a ser entregue ao cliente.

É na etapa de elaboração de projetos que acontecem a percepção e o desenvolvimento do produto, os quais devem ser baseados na identificação das necessidades dos clientes em termos de funcionalidade, custos e condições de exposição a que será submetida à edificação. Novaes (1999) recomenda a valorização da compatibilização dos projetos para a melhoria da solução final do empreendimento.

Para uma adequada gestão no processo de projetos é necessário a ordem dos seguintes fatores: organização das etapas do projeto, análise, controle e compatibilização das soluções técnicas, elaboração de projetos executivos e o desempenho e acompanhamento desses.

Segundo Revista *Téchne*, 2008, as instalações em geral apresentam a maior incidência de problemas de compatibilização com outros subsistemas construtivos. A responsabilidade de evitar problemas é dos projetistas, mas a visão do coordenador é essencial para questionar soluções, alertar para problemas e exigir alternativas.

O estudo de caso deste trabalho tem como objetivo demonstrar que após a elaboração dos projetos executivos o empreendedor optou pelo sistema de construção pré-moldada e não houve alterações nos projetos, desta forma foi abordada a compatibilização do projeto arquitetônico com estrutural pré-moldado.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O principal objetivo do presente trabalho consiste em analisar quais são os problemas causados pela falta da compatibilização entre o projeto arquitetônico com o projeto de estrutura pré-moldada de uma obra na cidade de Cascavel – PR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as interferências existentes entre os projetos arquitetônico e estrutura pré-moldada;
- Avaliar o modo FALHA, EFEITO, CAUSA nas incompatibilidades encontradas na execução da obra.
- Análise dos problemas causados pela não compatibilização de projetos: arquitetônico x estrutura pré-moldada.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. PROJETO

De acordo com a norma brasileira NBR 5674:1999, o projeto é definido como uma descrição gráfica e escrita das propriedades de um serviço ou obra de engenharia ou arquitetura com seus atributos técnicos e econômicos, legais e financeiros.

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

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

A fase de desenvolvimento de projeto é o conjunto de atividades que caracterizam o empreendimento. Dessa maneira, devem-se estabelecer as interfaces com as demais fases do empreendimento e seus principais agentes da construção civil: o empreendedor, os projetistas, o construtor e o usuário. (MELHADO, 1998)

- o **empreendedor**, responsável pela geração do produto;
- o **projetista**, atuando na formalização do produto;
- o **construtor**, que viabiliza a fabricação do produto;
- o **usuário**, que assume a utilização do produto.

3.1.1. A importância da concepção e do projeto

A concepção e o projeto na construção são importantes para a qualidade e a sustentabilidade do produto e para eficiência dos processos, "é nesta fase que se tomam as decisões que trazem maior repercussão nos custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos" (FABRICIO, 2002).

Souza (2010) afirma que as decisões que influenciam na redução dos custos do empreendimento devem ser tomadas na fase inicial do projeto, pois, com o desenvolvimento das etapas, a possibilidade de influenciar no custo final do empreendimento reduz.

A Figura 1 - do estudo de viabilidade à conclusão do projeto - mostra que apesar do baixo dispêndio de recursos, concentram-se grandes chances de redução de incidências de falhas dos respectivos custos.

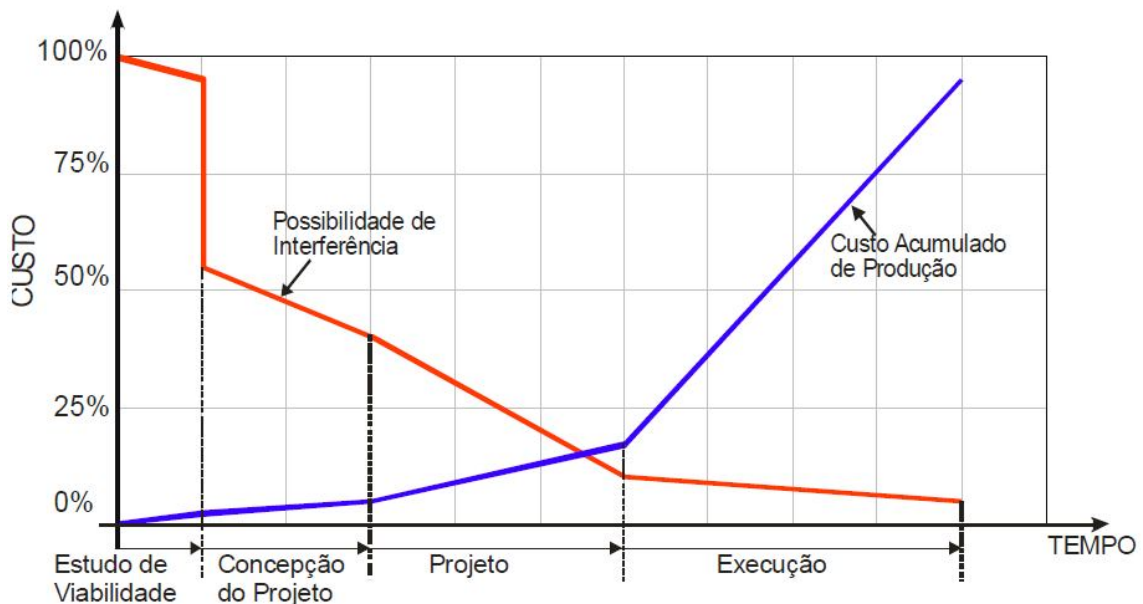


Figura 1. Avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício.
Fonte: SOUZA (2010)

3.2. ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

O processo de projeto na construção de edificações é composto por várias especialidades de projeto (arquitetônico, estrutural, sistemas prediais, elétrico, telefônico, entre outros), os quais desenvolvem as soluções em nível crescente de detalhamento, cumprindo diferentes etapas de projeto.

A Norma Brasileira 13531:1995 define as etapas para o desenvolvimento de projetos de edificação sendo elas: Levantamento, Programa de Necessidades, Estudo de Viabilidade, Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto Legal, Projeto Básico e Projeto para Execução.

Na prática a fase de concepção do edifício ocorre de forma separada do desenvolvimento do projeto, ou seja, *“a atuação do projetista de arquitetura ocorre previamente e sem a interação com os demais projetistas”* (MACIEL, 1997).

O projeto arquitetônico é desenvolvido a partir da necessidade do mercado e ou desejo do empreendedor e aquisição do terreno. Após é aprovado nos órgãos competentes, é lançado o empreendimento no mercado (FABRICIO, 1999).

Em seguida a etapa de lançamento, é feita a contratação dos demais projetistas que irão participar do desenvolvimento do projeto. Desta forma, a atuação dos diversos projetistas envolvidos no processo não ocorre de maneira conjunta e o projeto é elaborado sem a efetiva contribuição de todos os participantes ao longo das diferentes etapas do processo de projeto. (FABRICIO, 2002).

Além disso, observa-se que, durante o desenvolvimento do projeto, praticamente não existe a participação da construtora e do usuário, mas, por outro lado, a influência do incorporador é bastante significativa. (FABRICIO, 2002).

Neste processo fragmentado a possibilidade de colaboração entre os projetistas é reduzida e problemática, uma vez que preposição de modificações por um projetista de determinada especialidade implica na revisão de projetos já mais evoluídos de outras especialidades significando retrabalhos ou até mesmo o abandono de projeto inteiro (FABRICIO, 1999).

Um sistema de parametrização das informações compartilhadas dos diversos projetos é apresentado por Corrêa e Naveiro (2000) e os mesmos são utilizados em sistema especialista artificial de grande contribuição para a compatibilização dos aspectos geométricos e qualitativos, não entrando nas questões da viabilidade econômicas do projeto para o empreendimento.

É neste contexto que para uma adequada gestão no processo de projetos é necessário: organização das etapas do projeto, análise, controle e compatibilização das soluções técnicas, elaboração de projetos executivos e o desempenho e acompanhamento desses.

A Figura 2 apresenta um modelo geral para o processo de projetos.

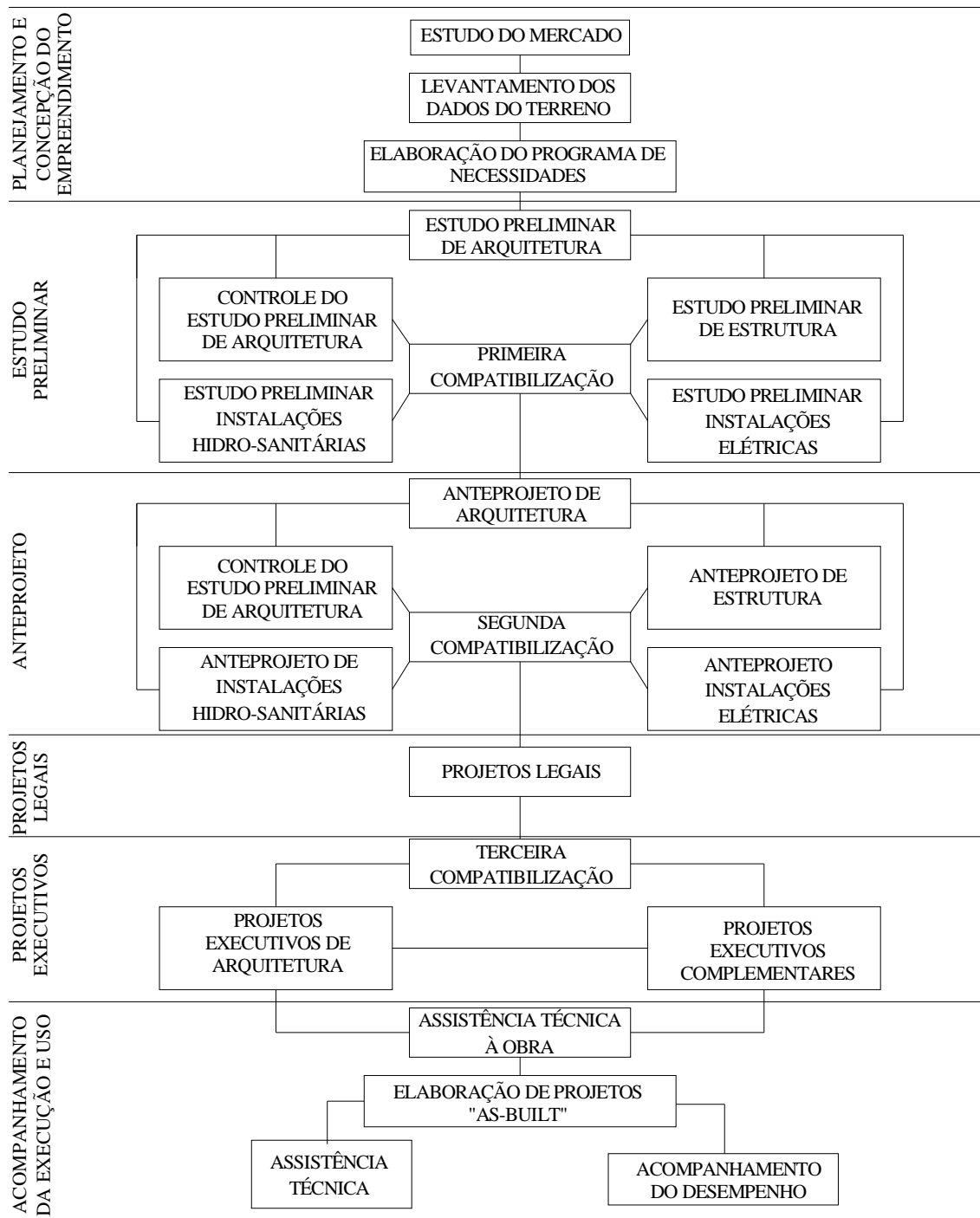


Figura 2. Modelo do processo de projetos de edificações.
 Fonte: FABRICIO (2002)

Outro foco, exposto por Melhado (1994) onde é a origem do processo de desenvolvimento do projeto destacando que em cada etapa da análise crítica e a compatibilização, está a construtibilidade.

3.3. CONSTRUTIBILIDADE

A construtibilidade pode ser entendida, como a habilidade ou a facilidade com que a estrutura pode ser construída. Quanto mais construtível for a estrutura, ela será mais econômica. A verificação da construtibilidade consiste na revisão de todo o processo de construção, do começo ao fim, antes do início da obra, para identificar obstáculos, reduzir ou prevenir erros, atrasos, estouros do orçamento, ou seja, evitar surpresas na fase da construção. (SOUZA 2010).

Rodrigues (2001) menciona que a construtibilidade refere-se ao emprego adequado do conhecimento e da experiência técnica durante o desenvolvimento dos projetos, em diretrizes gerais que permitam racionalizar a execução dos empreendimentos.

Segundo Fabricio (2002) a construtibilidade está diretamente ligada à qualidade das soluções de projeto e à integração entre os projetos com o sistema de produção da obra. Ou seja, a construtibilidade do projeto é percebida como a capacidade de o projeto direcionar e interagir com os sistemas de produção de forma eficiente.

3.4. COMPATILIZAÇÃO DE PROJETOS

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

A compatibilidade é definida como atributo do projeto cujos componentes dos sistemas ocupam espaços que não conflitam entre si e, além disso, possui dados

compartilhados com consistência e confiabilidade até o final do processo de projeto e obra (GRAZIANO, 2003).

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

A compatibilização inicia na fase de estudos preliminares, através da avaliação das soluções propostas e segue para a fase de anteprojetos, e finaliza com a compatibilidade parcial e final da fase dos projetos executivos, integrando as soluções e especificações das várias especialidades dos projetos, conforme mostra a Figura 3.



Figura 3. Aspecto da compatibilização de projetos
Fonte: SOUZA (2010)

Cabe salientar que a compatibilização de projeto é imprescindível para a produção controlada, é a atividade que torna os projetos compatíveis, proporcionando soluções integradas entre as diversas áreas, um fator importante na melhoria da construtibilidade e da racionalização construtiva.

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa trata de um método estudo de caso que tem como objetivo a verificação dos problemas causados pela não compatibilização de projetos, arquitetônico x estrutura pré-moldada, em uma edificação comercial em fase de execução na cidade de Cascavel - PR.

Deve-se ressaltar que a escolha do método construtivo com estrutura pré-moldada não prevê adequações no projeto arquitetônico, sendo assim busca-se analisar as interferências entre os projetos partir da sobreposição das plantas baixas, e avaliar os mesmos, quanto às conformidades e incompatibilidades.

Os itens que foram analisados para a compatibilização do projeto arquitetônico e da estrutura pré-moldada foram os seguintes: pilares e vigas analisando seus alinhamentos com paredes e intersecções com esquadrias; fachada; circulações verticais como elevador e escada.

O acompanhamento no canteiro de obra através de observações *in loco* auxiliou na verificação de possíveis incompatibilidades entre os projetos de arquitetura e estrutural pré-moldado que deram origem à modificações, retrabalhos e/ou diminuição da funcionalidade do edifício.

4.1. LEVANTAMENTO DE DADOS

É importante destacar que os dados foram tabelados, visando a determinação dos diversos itens de cada projeto que podem interferir nos demais.

As coletas de dados nos projetos e das observações de campo objetivaram uma melhor compreensão do impacto de decisões tomadas diante aos problemas de interferência entre os distintos projetos.

Coletados os dados, elaborou-se uma Lista de Projetos (Tabela 1), que incluiu o projeto, o código que refere-se ao numero das pranchas; a descrição da prancha e a descrição do conteúdo da prancha.

Tabela 1. Lista de Projetos.

PROJETO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA PRANCHA	DESCRIÇÃO DO CONTEÚDO

Depois de formada a lista de projetos, elaborou-se a Tabela 2 - Falhas no projeto Arquitetônico e a Tabela 3 - Falhas no projeto Estrutural, as quais na coluna falhas descreveram um conjunto de informações que foram verificadas em cada uma das etapas dos projetos a fim de selecionar os principais tópicos que pudessem interferir nos demais.

Tabela 2. Falhas no projeto Arquitetônico

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FALHAS

Tabela 3. Falhas no projeto Estrutural - pré-moldado.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA PRANCHA	FALHAS

Os resultados referentes às tabelas citadas acima serão mostrados no item 6.1. deste trabalho.

4.2. DETERMINAÇÃO DE UMA MATRIZ DE CORRELAÇÃO

Neste caso entendeu-se por correlação a possibilidade de um item de um projeto, uma vez definido, interferir com um item de outro projeto.

Portanto, na matriz mencionada os números existentes nas interseções entre linhas e colunas indicam o índice de correlação entre os tópicos de um projeto com os tópicos dos outros. Obedeceu-se a seguinte convenção (Tabela 4).

Tabela 4. Índice de Correlação

Índice	Correlação	Critério
3	Alta	Sistema deixa de funcionar, e há grande descontentamento do cliente.
2	Média	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente.
1	Baixa	O cliente mal percebe que a falha ocorre.
0	Inexistente	Não será detectado.

Uma vez estabelecidas essas correlações alguns pares de itens dos projetos que envolveram correlações média (índice 2) e correlações altas (índice 3) foram objeto de uma análise de FALHA, EFEITO, CAUSA, sendo definidos como:

- **MODO DE FALHA:** a forma do defeito, maneira na qual o defeito se apresentou, maneira com que o item falha ou deixa de apresentar o resultado desejado ou esperado, é um estado anormal de trabalho, a maneira que o componente em estudo deixa de executar a sua função ou desobedece as especificações.
- **EFEITOS:** O efeito é a forma ou maneira de como o modo de falha se manifesta ou como é percebido em nível de sistema. O modo de falha ocorre internamente, em nível de componentes, subsistemas, gerando efeitos externos.
Na identificação dos efeitos, deve-se perguntar: O que pode acontecer com o desenvolvimento deste modo de falha? O que isto causa no sistema? O que o cliente vê? Quais os danos que isso pode causar ao ambiente?
- **CAUSA:** O que determina um acontecimento; agente, motivo, razão; origem, princípio. As causas do modo de falha são os motivos que levaram o modo de falha a ocorrer, podem estar nos componentes da vizinhança, fatores ambientais, erros humanos, ou no próprio componente.

5. ESTUDO DE CASO

Com o objetivo de realizar análise sobre compatibilização de projetos, utilizou-se uma obra em fase de execução (Figura 4), a qual está localizada no Centro de Cascavel - PR.

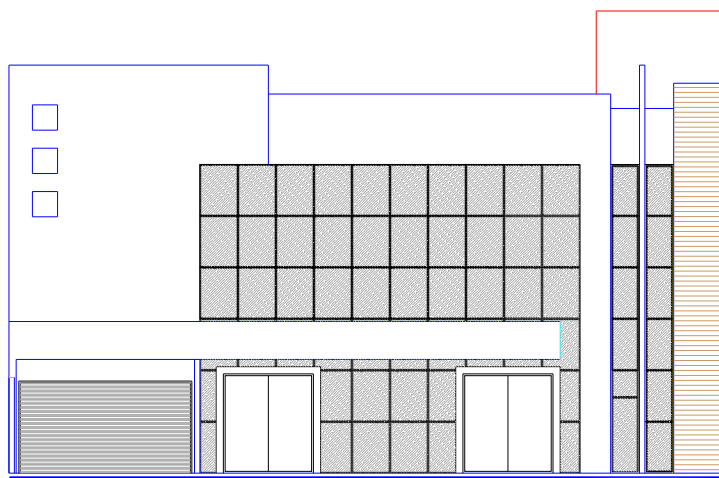


Figura 4. Elevação Frontal

A edificação tem a finalidade comercial, com área de 1.377,00 m², abrangendo subsolo para estacionamento, duas salas comerciais com mezanino no térreo, e laje superior. A estrutura é de pré-moldada.

O processo de desenvolvimento dos projetos foi realizado de maneira sequencial, onde o empreendedor contratou um escritório de arquitetura na cidade de Cascavel - PR, que desenvolveu o projeto isoladamente e somente após esta etapa foi encaminhado para a elaboração dos seguintes projetos complementares: projeto estrutural com estrutura convencional de concreto armado; projeto hidrossanitário; projeto elétrico e de comunicações. Após a finalização dos projetos o empreendedor adquiriu uma estrutura pré-moldada e não houve a devida conferência entre os mesmos consequentemente um planejamento de obra.

O projeto de estrutura pré-moldada foi desenvolvido por uma empresa que fabrica e monta estruturas pré-moldadas.

São muitas as vantagens propiciadas pelo sistema pré-moldada na construção de edifícios. Obras limpas e rápidas, redução do desperdício de materiais, maior controle da qualidade e previsibilidade de resultados. Outro ganho é a respeito à pré-fixação dos preços de compra dos insumos da construção. "Nesses

casos, os contratos são fechados a preços fixos, sem os aditivos contratuais que normalmente estão presentes nos contratos das obras convencionais, como as de concreto moldado "in loco". (REVISTA *TÉCHNE*, 2008)

No entanto, cabe ressaltar para que seja utilizada a estrutura pré-moldada sem maiores interferências nos projetos arquitetônico e complementar é preciso que haja um planejamento prévio para que o projeto já seja voltado para a utilização do mesmo.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste item do trabalho, pretende-se mostrar as tabelas descritas no item 4.1 e com base nas informações coletadas, apresentar as incompatibilidades encontradas a partir da sobreposição das plantas baixas dos projetos arquitetônico e estrutura pré-moldada.

Para elaboração da matriz de correlação descrita no item anterior, primeiramente preencheu-se as Tabelas 5; 6 e 7 abaixo, as quais contribuem para uma melhor compreensão de decisões tomadas diante aos problemas de interferência entre os distintos projetos.

Tabela 5. Lista de Projetos

PROJETO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA PRANCHA	DESCRIÇÃO DO CONTEÚDO
ARQUITETÔNICO	1 / 3	Planta baixa subsolo e térreo	Garagem, salas comerciais, lista de esquadrias e estatísticas.
ARQUITETÔNICO	2 / 3	Planta baixa mezanino, superior, localização e cobertura.	Planta baixa mezanino, superior, localização e cobertura.
ARQUITETÔNICO	3 / 3	Situação, elevação frontal, cortes A/A e B/B	Situação, fachada, cortes A/A e B/B.
ESTRUTURAL	1 / 1	Estrutura pré-moldada	Planta baixa vigas/(Piso 1 - laje); Vigas intermediárias/(Piso 2 - laje); Vigas/(Piso 3 - laje); Vigas respaldo/(Piso 4 - laje); Elevação da estrutura; Corte A/A.

Tabela 6. Falhas no projeto Arquitetônico

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FALHAS
1 / 3	Planta baixa subsolo e térreo	1 - No subsolo não existe indicação da inclinação do piso para o escoamento da água. 2 - Não foi considerada a localização dos pilares nas plantas baixas. 3 - Não existe área reservada para entrada de pedestre.
2 / 3	Planta baixa mezanino, superior, localização e cobertura.	1 - Não foi considerada a localização dos pilares nas plantas baixas. 2 - No projeto pede para considerar uma porta de acesso ao barrilete, mas não define localização nem altura. 3 - Na planta de cobertura não mostra o sentido, tipo do material e nem a inclinação. 4 - Não esta prevista a localização da casa de máquinas do elevador.
3 / 3	Situação, fachada, cortes AA e BB.	1 - Passeio não esta na norma da prefeitura. 2 - No corte AA, não aparece a representação do concreto na laje superior e de cobertura. 3 - No corte BB, não indica a cota de nível do barrilete e nem a altura e material da base do reservatório. 4 - Falta detalhamento da estrutura para fixação dos vidros. 5 - Existem paredes no corte que não estão locadas sobre as vigas, e não existe nenhuma indicação que não seja de alvenaria. 6 - Não está prevista a localização da casa de máquinas do elevador.

Tabela 7. Falhas no projeto Estrutural - pré-moldado.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA PRANCHA	FALHAS
1/1	Fundação / Pilares /Vigas	Cotas com a mesma cor das linhas de marcação. Número de cotas distante de local. Falta de padronização de <i>layers</i> .
1/1	Fundação / Pilares /Vigas	Ligação viga convencional com o pré-moldado.
1/1	Fundação / Pilares /Vigas	Plantas Baixas, cortes, não apresentam escalas, podendo gerar dúvidas.
1/1	Fundação / Pilares /Vigas	Falta de detalhamento e de informações sobre: laje, escadas, falta de projeto de locação da obra, estacas.

6.1 INCOMPATIBILIDADES ENCONTRADAS

A análise de incompatibilidades nos projetos podem se manifestar através da apresentação de conflitos geométricos e funcionais, com falhas de posicionamento de paredes, pilares e vigas entre outros elementos. A verificação das incompatibilidades no estudo de caso foi realizada a partir da sobreposição das plantas baixas.

Uma vez determinados todos os itens de cada projeto que seriam considerados, foi elaborada a matriz de correlação (Tabela 8) entre os principais tópicos dos projetos e determinado o índice de correlação.

Tabela 8. Matriz de correlação de projetos: Arquitetônico x Estrutural pré-moldado

A/E	E1
A1	3
A2	3
A3	1

Legenda:

A/E = Arquitetônico / Estrutural

E1= Projeto Estrutural prancha 1.

A1 = Projeto Arquitetônico prancha 1.

A2 = Projeto Arquitetônico prancha 2

A3 = Projeto Arquitetônico prancha 3

Após determinada a matriz de correlação (Tabela 8) com os respectivos índices de correlação serão analisadas os itens A1/E1; A2/E1 e A3/E1, ou seja, A1/E1 = Projeto Arquitetônico prancha 1/ Projeto Estrutural prancha 1, e assim sucessivamente, os quais serão apresentados através das Tabelas 9, 10 e 11 onde ilustra o modo FALHA, EFEITO, CAUSA, e através de figuras da sobreposição das plantas baixas, entre o projeto arquitetônico e o projeto estrutural pré-moldado.

a) Incompatibilidade 1:

Tabela 9. Modo: Falha, Efeito e Causa

ITENS	A1/E1	Valor da correlação: 3
FALHA	Pilares em locais indevidos.	
EFEITO	Pilares nos vãos das esquadrias	
CAUSA	Não houve conferência dos projetos, o projeto arquitetônico terá que ser ajustado conforme estrutural.	

Nas Figuras 5 (a) e (b), observa-se a incompatibilidade ocasionada com as intersecções dos pilares P21 e P9 com as esquadrias.

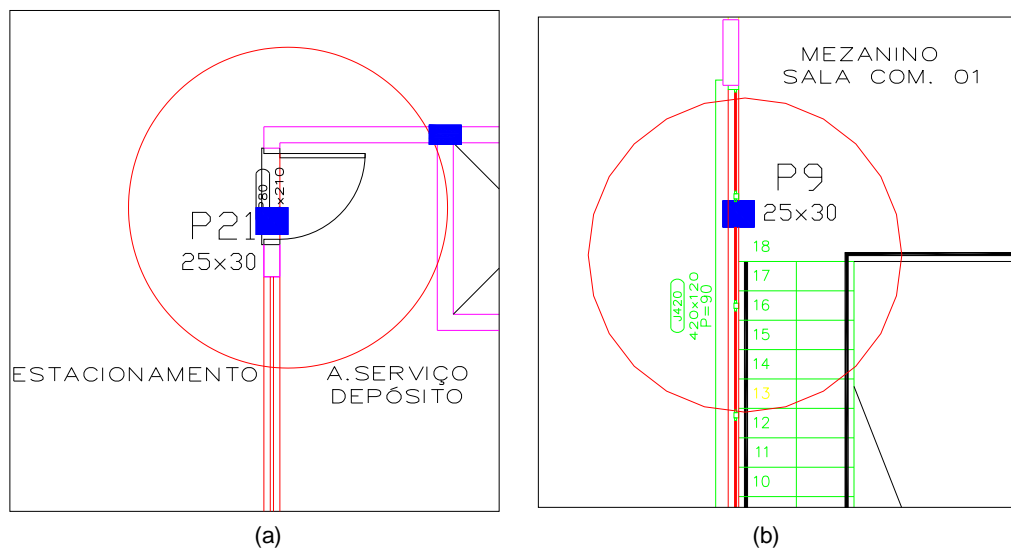


Figura 5. (a) e (b) - Incompatibilidade intersecções com esquadrias

Através da sobreposição das plantas baixas foram constatados mais problemas de intersecções de pilares com as esquadrias, sendo assim a solução adotada foi marcado uma reunião em obra com o arquiteto e engenheiro executor para relocação das esquadrias e conseqüentemente adequação no projeto arquitetônico.

É possível constatar que se houvesse realizado uma simples compatibilização na fase de elaboração de projetos, problemas como este seria facilmente detectado, poupando assim tomada de decisões urgentes.

b) Incompatibilidade 2:

Tabela 10. Modo: Falha, Efeito e Causa

ITENS	A2/E1	Valor da correlação: 3
FALHA	Pilar invadindo a largura de acesso para Portadores de Necessidades Especiais.	
EFEITO	Diminuição do espaço para circulação.	
CAUSA	Não houve conferência dos projetos, o projeto arquitetônico terá que ser ajustado conforme estrutural.	

Na Figura 6, os pilares P18 e P23, foram locados com saliência de 15 cm para a parte interna da circulação dificultando a passagem especialmente para pessoas portadoras de necessidades especiais, já que os mesmos estão locados em frente ao elevador de acesso.

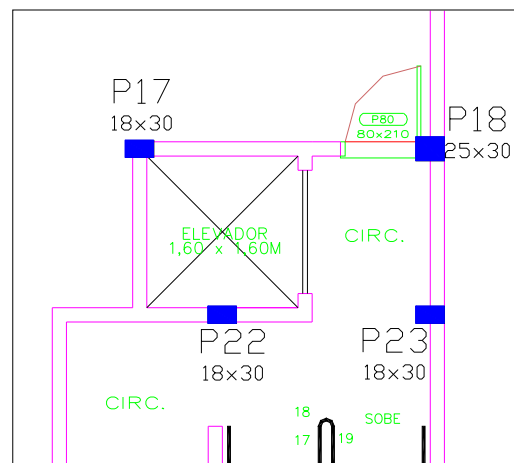


Figura 6. Incompatibilidade redução da circulação (Plantas baixas sobrepostas)

A incompatibilidade constatada através de plantas sobrepostas também foi verificada in loco conforme registro fotográfico (Figura 7). Neste caso se verificado anteriormente deveria ter sido aumentado à distância para que não afetassem a circulação.



Figura 7. Incompatibilidade redução na circulação (Verificado in loco)

c) Incompatibilidade 3:

Tabela 11. Modo: Falha, Efeito e Causa

ITENS	A3/E1	Valor da correlação: 1
FALHA	Altura do pé direito da arquitetura incompatível com a altura da arquitetura.	
EFEITO	Níveis diferentes.	
CAUSA	Não houve conferência dos projetos, o projeto arquitetônico terá que ser ajustado conforme estrutural redução do pé direito.	

Na Figura 8, observa-se a incompatibilidade entre a altura do pé direito da planta de arquitetura que estão definidas com 3,15 m de altura e no projeto de estrutura definidas com 3,10 m de altura, contudo sem efeitos significativos, devido à altura de o pé direito ser suficiente para suportar esta alteração.

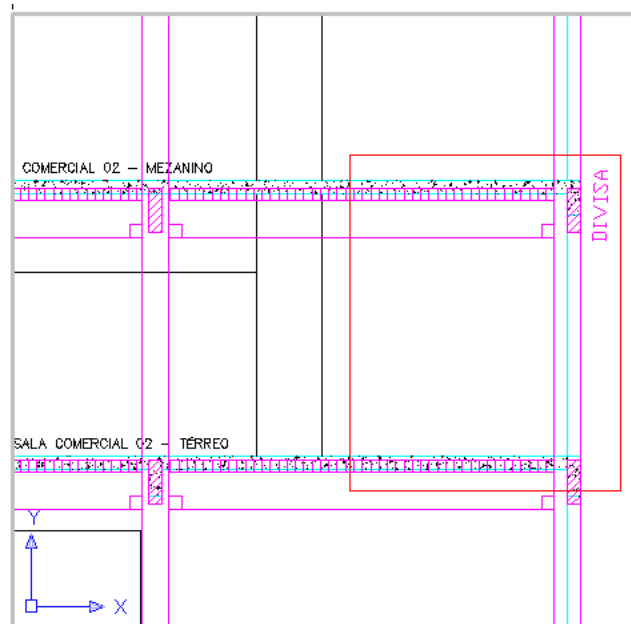


Figura 8. Incompatibilidade pé direito

6.2. DISCUSSÕES - PROBLEMAS CONSTRUTIVOS DECORRENTES DAS INCOMPATIBILIDADES DE PROJETO.

As figuras que são apresentadas a seguir são outros tipos de problemas verificados in loco durante a execução e destaca fisicamente o conflito entre os projetos, visualização as incompatibilizações.

Foram observadas questões relacionadas a problemas na obra decorrentes de indefinições ou deficiências originadas por incompatibilidades de projetos. Estas observações foram realizadas através de visitas à obra durante a etapa de execução. Este procedimento se deu de maneira superficial, pois o objetivo era apenas provar que existem falhas ocasionadas por interferência entre projetos.

A seguir foram apresentados alguns exemplos de incompatibilização entre os projetos verificados na obra e que acarretaram modificações não previstas, retrabalhos e/ou diminuição da funcionalidade do edifício.

Na Figura 9, pode-se observar que a parede do térreo está no local indicado segundo o projeto arquitetônico, mas devido à localização dos elementos estruturais do pré-moldado tornou-se problemática no caso de área livre. Já no pavimento superior a alvenaria teve de ser relocada para estar sobre a viga intermediária, ocasionando alterações no projeto arquitetônico.



Figura 9. Incompatibilidade diminuição na funcionalidade

Na Figura 10 pode-se observar uma saliência da viga em relação à espessura da alvenaria de vedação, com efeito de uma visão estética negativa e aumento do custo do serviço de revestimento.



Figura 10. Saliência das vigas em relação à alvenaria

As incompatibilidades apresentadas ocorreram devido à falta de comunicação entre os projetistas, no caso da escolha do sistema pré-moldado com a localização dos pilares e vigas deveriam ter sido feitas as correções com os arquitetos responsáveis no projeto arquitetônico podendo ter uma nova distribuição de paredes mais coerentes com a estrutura.

O processo de compatibilização deve ser algo sistêmico onde todos os envolvidos no projeto saibam sobre as mudanças e possam adequar na área do seu trabalho, evitando levar esses problemas para a execução.

7. CONCLUSÕES

O presente trabalho demonstrou que a falta de uma gestão integrada nos projetos com os projetistas agindo de forma isolada comprometem o resultado final de uma edificação. A escolha de um método construtivo com estrutura pré-moldada não prevista no projeto arquitetônico resultou em acréscimo de elementos estruturais e aumento de seções originando interferências entre projetos.

O projeto arquitetônico deveria ser executado sob as condições da estrutura pré-moldada respeitando os vãos e com a locação de pilares mais eficientes, com a consciência de que a escolha do sistema construtivo impõem limitações estruturais.

Sobre esses aspectos podem-se visualizar as incompatibilidades resultantes desta falta de compatibilização, gerando na edificação, áreas sem o devido aproveitamento, a maior seção de pilares comprometendo áreas de circulação, inúmeros pilares locados na sala principal (térreo), tornando problemática no caso de área livre ou dificultando a montagem do *layout* no caso de divisões dos compartimentos. Além disto, pode provocar adaptações nos equipamentos que sejam necessários para atender à finalidade da edificação, o que tornaria oneroso para o proprietário ou usuário, visto que deveria se feito um pedido especial para caso da aquisição do equipamento ou do mobiliário.

As decisões a respeito da obra como exemplo, a definição da estrutura a ser utilizada devem ser tomada durante o processo de criação ou antes, na fase do programa de necessidades para o desenvolvimento do projeto. Porém neste estudo de caso observou-se que as decisões aconteceram no início da execução da obra, quando o projeto arquitetônico estava finalizado, ou seja, a estrutura pré-moldada foi montada e durante a execução da edificação é que foram realizadas as devidas modificações para a adequação à estrutura pré-moldada.

Sendo assim, os processos de coordenação e compatibilização foram comprometidos, provocando diversos problemas construtivos resultantes das incompatibilidades durante a obra, ou seja, o processo está mais oneroso na do não cumprimento dos prazos, habitabilidade da obra, constante surgimento de dúvidas que necessitam da presença do proprietário, arquitetos e engenheiros para a discussão e aprovação de alterações.

É preciso que haja uma conscientização por parte das pessoas envolvidas com a produção e elaboração de projetos nas empresas de construção civil, de que deve haver a compatibilização de projetos e a mesma deve ser uma análise minuciosa de possíveis falhas permitindo um gerenciamento dos diversos projetos, buscando um ajuste perfeito a fim de atingir os padrões de controle e qualidade para redução de custos durante a execução.

8. BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Manutenção de Edificações - Procedimentos**. NBR 5674. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas**. NBR 13531. Rio de Janeiro, 1995.

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

CORRÊA, R.M.; NAVEIRO, R.M. **Sistema de integração de projetos de edifícios: parametrização de informações compartilhadas**. ENTAC, Salvador, 2000.

FABRICIO, M.M.; BAÍA, J.L.; MELHADO, S.B. Estudo do fluxo de projetos: cooperação sequencial x colaboração simultânea. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho - SIBRAGEQ, 1.: anais (CD-ROM). Recife, 1999.

FABRICIO, M.M. **Projeto Simultâneo na Construção de edifícios**. Tese. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MACIEL, L.L., MELHADO, S.B. **Elaboração e aplicação do projeto de revestimento de argamassa de fachada**. Congresso Latino Americano de Tecnologia e Gestão na Construção de Edifícios. EPUSP- São Paulo, nov. 1997.

MELHADO, Silvio Burrattino (1); FABRICIO, Márcio Minto (2) **Projetos da produção e projetos para produção na construção de edifícios**: Discussão e síntese de conceitos. VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO 27 A 30 DE ABRIL DE 1998 – FLORIANÓPOLIS - SC

MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo, 1994. 294p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

NOVAES, C.C. **Projeto de vedações como instrumento da compatibilização de projetos na construção de edifícios**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1, **Anais**, Recife, 1999.

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

REVISTA TÉCNICA. Edição 134. Página 47. São Paulo, SP. Maio, 2008.

REVISTA TÉCNICA. Edição 135. Página 40. São Paulo, SP. Junho, 2008.

REVISTA TÉCNICA. Edição 140. Página 49. São Paulo, SP. Novembro, 2008.

RODRÍGUEZ, M.A.A.; HEINECK, L.F.M. **Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte.** In: II Simpósio brasileiro de gestão da qualidade e organização do trabalho no ambiente construído, **Anais**, Fortaleza, 2001

SOUZA, F.J. **Compatibilização de projetos em edifícios múltiplos andares: estudo de caso.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Mestrado em Engenharia Civil, Recife, 2010.

SOLANO, S. R. **Compatibilização de projetos na construção civil de edificações: Método das dimensões possíveis e fundamentais.** XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre, RS, 2005.

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