



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Compatibilidade de Projetos na Execução de Obras Civis**

*Amarildo Rosa*

**TCC-EP-05-2013**

MARINGÁ  
PARANÁ – BRASIL  
2013



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**COMPATIBILIDADE DE PROJETOS**  
**NA EXECUÇÃO DE OBRAS CIVIS**

**Amarildo Rosa**  
**TCC-EP-05-2013**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Francisco Carreira

MARINGÁ  
PARANÁ – BRASIL  
2013

## DEDICATÓRIA

A minha avó Iracema.  
“In memória”

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela vida.

A minha avó materna Iracema, pela referência de vida e doação.

A minha mãe Sebastiana, que sempre valorizava o meu empenho.

Aos meus tios e tias pelo apoio e incentivos.

A minha companheira Maria Tereza, pela paciência e motivação.

Aos meus professores de graduação em especial ao professor Manoel meu orientador, por me guiar neste trabalho e pelos sinceros e valiosos conselhos durante as aulas.

Aos colegas de graduação que juntos trilhamos o caminho.

Enfim agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação.

A mente que se abre a uma nova idéia jamais retorna ao seu tamanho original.  
Albert Einstein

## RESUMO

Este trabalho é um estudo de caso. A literatura mostra que a maioria dos problemas no desenvolvimento de obras civis, estão nas falhas de projetos. Foram realizadas análises dos mesmos em uma empresa na região noroeste do Paraná e na seqüência a execução da obra. Havendo constatação de algumas falhas, comprovou-se assim que as mesmas são oriundas das incompatibilizações. Por fim fica claro que é de suma importância a análise e reavaliação dos processos acima citados para a redução e eliminação de tais falhas para apresentar sucesso na produtividade e qualidade do empreendimento.

Palavras chave: Projetos; compatibilidade e execução civil; engenharia de produção.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vi
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Justificativa .....	2
1.2 Definição e delimitação do problema .....	3
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo Geral .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
1.4 Sequência lógica do trabalho .....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
2.1 Compatibilização de projetos .....	5
3. DESENVOLVIMENTO .....	9
3.1 Metodologia.....	9
3.1 Caracterização da Pesquisa.....	9
3.2 O profissional da Engenharia: .....	10
3.3 O desenho Manual .....	10
3.4 Método de trabalho atual. ....	11
4 ESTUDO DE CASO .....	13
4.1 Compatibilização de projetos na execução.....	13
4.1.1 Incompatibilidade no projeto Arquitetônico .....	13
4.1.2 Incompatibilidade no projeto Estrutural .....	14
4.1.3 Incompatibilidade no projeto Hidráulico.....	16
4.1.4 Incompatibilidade no projeto Elétrico .....	19
4.2 Proposta de metodologia de Compatibilização .....	20
5 ANÁLISE E CONCLUSÃO .....	22
6. REFERÊNCIAS .....	24

## LISTA DE FIGURAS

Figura-01: Falhas de execução, nas construções depois de prontas e em uso.....	2
Figura-02: Capacidade de influenciar o custo de edificação por fases.....	7
Figura-03: Nível de influência x Tempo de projeto .....	8
Figura-04: Origem de patologia e mau funcionamento das edificações .....	9
Figura-05: Prancheta de desenho.....	11
Figura-06: Estojo de normógrafo .....	11
Figura-07: Computador de mesa .....	12
Figura-08: Ploter para desenho técnico .....	12
Figura-09: Desenho topografico no CAD .....	12
Figura-10: Foto no cad .....	12
Figura-11: Projeto Arquitetônico, planta baixa de implantação geral.....	13
Figura-12: Detalhe da entrada .....	14
Figura-13: Vista do platô interno.....	14
Figura-14: Estacas do bloco .....	15
Figura-15: Montagem de bloco .....	15
Figura-16: Pilar pré-moldado .....	15
Figura-17: Viga de travamento.....	15
Figura-18: Pilar pré moldado.....	16
Figura-19: Projeto Hidro sanitário, implantação geral. ....	17
Figura-20: Detalhe da rede pluvial .....	17
Figura-21: Detalhe das cx de passagem .....	17
Figura-22: Detalhe do bloco .....	18
Figura-23: Detalhe da rede água/oleo.....	18
Figura-24: Detalhe da rede de águas pluviais e piso. ....	18
Figura-25: Detalhe da tub. Elétrica.....	19
Figura-26: Cxs elétrica no piso acabado.....	19
Figura-27: Estruturação da equipe multidisciplinar de projeto .....	20
Figura-28: Estruturação da equipe multidisciplinar de projeto proposta .....	21

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Guia PMBOK® - Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos

GPS (Global Positioning System)

PMI – Project Management Institute

# 1. INTRODUÇÃO

A Construção Civil brasileira viveu a década de 1980, um período de aparente harmonia e muito trabalho, não se lia ou mesmo ouvia se comentários ou notícias negativas de construção na proporção que se houve hoje no setor produtivo. As áreas de projetos e execução de obras pareciam caminhar juntas sem maiores problemas. Naquela época os projetistas projetavam e acompanhavam a produção de seus produtos. Entretanto, atualmente existe uma realidade muito diferente e bem definida no que tange à separação entre projeto e execução de obra. Os especialistas atualmente, não têm envolvimento com a execução da obra, assim como o engenheiro de produção não se envolve diretamente nas fases de concepção dos projetos. Fato que gera uma incompatibilidade entre o projeto e execução. (NOVAIS, WELDER FREITAS 2009).

O Brasil é o país que mais constrói no mundo, mesmo ainda sem tradição construtiva, apresenta elevados índices de desperdiço atingindo cerca de 40% do valor global da obra, comprometendo em muito o orçamento final do empreendimento, sendo 70% da causa falha nos projetos.

Analisando estudos realizados na década de 1970, em cinco países com tradição em construção civil, Bélgica, Grã Bretanha, Alemanha, Dinamarca e Romênia apresentam as quatro principais causas de falhas de execução em construções depois de prontas e em uso:

- 1º) Lugar com (49 a 36%) falhas de projetos, Grã Bretanha.
  - 2º) Lugar com (30 a 19%) falhas de execução, Alemanha.
  - 3º) Lugar com (25 a 11%) falhas de materiais, Dinamarca.
  - 4º) Lugar com (11 a 9%) falhas na utilização, Alemanha e Romênia.
- (MARTINS; HERNANDES; AMORIM 2003) (Ver Figura – 1)

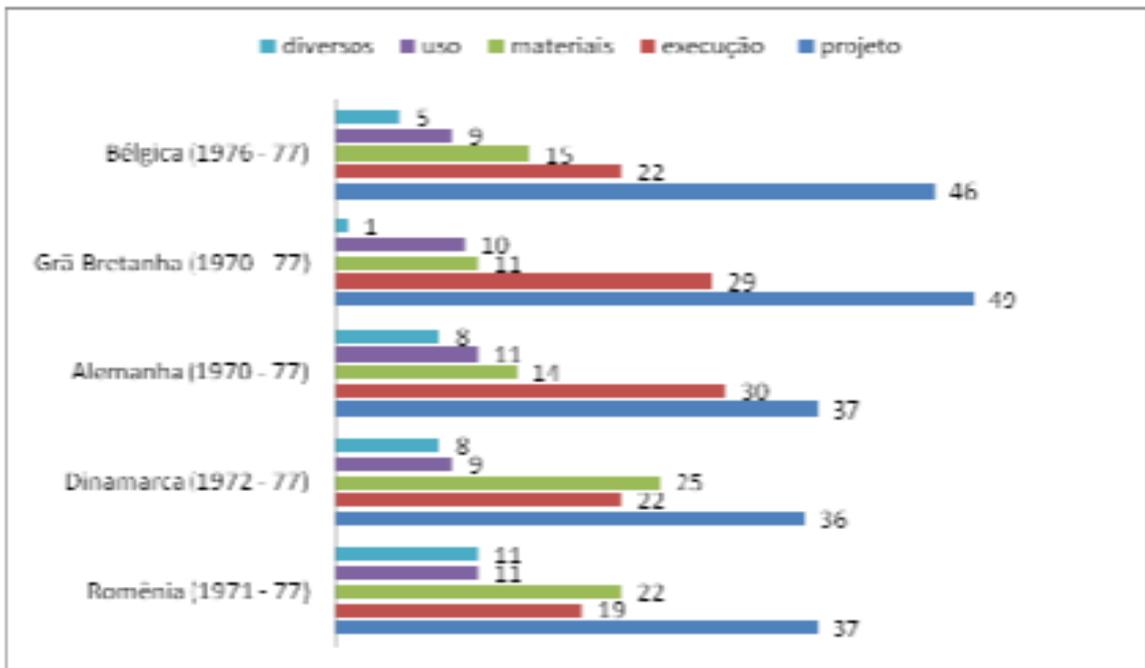


Figura-01: Falhas de execução, nas construções depois de prontas e em uso.  
Fonte: Martins; Hernandes; Amorim (2003)

Diante da situação o presente trabalho vem mostrar a importância dos projetos técnicos na construção civil e o efeito da compatibilização dos projetos na execução da obra.

## 1.1 Justificativa

A solução para a redução e eliminação das falhas na execução de obras civis, pelo qual busca muitas empresas, está na aplicação e implantação da compatibilidade de projetos. Contribuindo assim a melhorar continuamente, crescer, se tornar ou continuar sendo uma empresa competitiva no mercado. Desta forma, a aplicação da ferramenta ou prática se justifica no intuito de analisar e identificar os problemas ainda na fase de projetos, reduzindo custos e propondo melhorias à empresa.

## **1.2 Definição e delimitação do problema**

O trabalho será desenvolvido na empresa “@”, atuante no ramo de fabricação de implementos rodoviários localizada na região noroeste do Paraná. Ela fabrica equipamentos para o ramo de transporte e conta com o setor de obras que atende as manutenções de reformas e construções de aumentos industriais. O uso da ferramenta Compatibilização de projetos se dará para identificação de possíveis melhorias na prestação do serviço do setor obras, para a própria empresa.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Analisar a viabilidade da compatibilização dos projetos de construção civil na execução de obra de uma indústria.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

São etapas para se atingir o objetivo geral:

- Relacionar os problemas e retrabalhos que aconteceriam no canteiro de obras, frutos da falta de compatibilidade entre os projetos.
  
- Rever soluções de problemas gerados, ainda na fase de projeto, que façam com que os problemas relatados acima não aconteçam e, com isso, o custo previsto da obra se mantenha.
  
- Compatibilizar, todos os projetos inclusive o arquitetônico, permitindo que o orçamento da obra seja feito com uma ordem de grandeza bem próxima ao real, e não de forma estimativa.

- Garantir que o projeto arquitetônico seja executado de acordo com o que o arquiteto idealizou, sem alterações da sua concepção durante a obra por conta da falta de compatibilidade.
- Analisar a interferência do incorporador em todas as decisões técnicas de cada projeto, que influenciarão diretamente o custo da obra e, conseqüentemente, suas margens de lucro.
- Propor melhorias no controle dos prazos de uma obra.

## 1.4 Sequência lógica do trabalho

**Capítulo 1:** Introdução – Nesta sessão são abordados os objetivos do trabalho, as razões da sua realização e o enfoque teórico e sua relação com o estudo de caso;

**Capítulo 2:** Fundamentação teórica – Fundamentos a pesquisa;

**Capítulo 3:** Metodologia – Descreveu os procedimentos seguidos durante a execução deste estudo;

Contextualização, dados gerais e específicos do processo – Trata das especificidades do processo de compatibilidade no passado, antes e depois da informatização da produção de projetos.

**Capítulo 4:** Dados e resultados do estudo de caso – Neste capítulo foi descrito os dados do estudo, bem como os resultados apontados pelos mesmos.

**Capítulo 5:** Análise dos resultados e Conclusão-

**Capítulo 6:** Referências;

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Compatibilização de projetos**

O empreendimento nasce da necessidade do empreendedor, toda informação é traduzida em estudos e projetos, processo que envolve muitos projetistas que em muitos casos não se encontram para sanar eventuais dúvidas que leva na maioria das vezes a inconformidades no produto final. Na prática tenta-se capturar estas inconformidades através de desenhos “as built”, prática que será eliminada com a compatibilidade (PMBOK, 2000).

A compatibilidade é definida como atributo do projeto cujos componentes dos sistemas ocupam espaços que não conflitam entre si e, além disso, que possui dados compartilhados com consistência e confiabilidade até o final do processo de projeto e obra (GRAZIANO, 2003).

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

Logo, compatibilização de projetos é a atividade que torna os projetos compatíveis, proporcionando soluções integradas entre as diversas áreas que tornam um empreendimento factível (CAMBIAGHI, 1992).

Para Picchi (1993) “O projeto tem grande influência sobre os custos dos empreendimentos, através da grande possibilidade de alternativas, existentes nesta fase, onde poucas despesas foram realizadas, Na medida em que o empreendimento evolui, as possibilidades de influência no custo final do empreendimento diminuem sensivelmente.

Para o autor, a compatibilização de projetos é ferramenta fundamental no desenvolvimento do conjunto que compõem o produto final que é o empreendimento, possibilitando a eliminação de interferências ainda na fase de projeto, onde as decisões estratégicas do empreendimento são menos onerosas.

Dentre esses processos, destaca-se a compatibilização de projetos. Para Santos, et al (1998) a compatibilização é realizada através da ação projectual, com verificação da sobreposição e da identificação de interferências entre os elementos do projeto.

Melhado (2005) ressalta que a compatibilização, os projetos de diferentes especialidades são superpostos para verificar as interferências, bem como evidenciar os problemas para que o Coordenador possa solucioná-los. Este mesmo autor afirma ainda que a compatibilização acontece quando os projetos já estão concebidos, funcionando como uma “malha fina”, na qual possíveis erros possam ser detectados.

A compatibilização de projetos compõe-se em uma atividade de gerenciar e integrar projetos. Visando o melhor ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de e controle de qualidade da obra. Busca-se com isto a otimização da utilização de materiais, tempo e mão-de-obra, bem como as posteriores manutenções. Compreende, também, a ação de detectar falhas relacionadas às interferências e inconsistências geométricas entre os subsistemas da edificação.

A análise da compatibilização dos projetos parte do arquitetônico e engloba os demais projetos complementares. A implementação da compatibilização na execução de projetos também se justifica entre outros aspectos, pela necessidade de ações que possam solucionar a falta de eficiência do setor da construção.

Por outro lado, a falta de compatibilização de projetos pode induzir a erros e a custos adicionais, podendo-se levar a decisões que sejam tomadas indevidamente durante a obra, colocando em risco a qualidade do produto e da eficácia do processo. Isso por que quando se tomam decisões nas etapas executivas, tais decisões sempre custam mais caro, pois na fase de execução existem a mão de obra e os materiais, que não estavam presentes na etapa de projeto. Para se

colocar essas decisões em prática, geralmente há o retrabalho, que desperdiça o material já aplicado, consome mais material e gera um acréscimo de tempo de mão de obra para fazê-lo.

No que tange à qualidade do produto e à eficácia do processo, sabe-se que o produto com remendos, retalhos ou arremates jamais será o mesmo do que um produto novo. O processo também irá perder sua eficácia, pois o próprio retrabalho em si tem de ser mais cuidadoso que o trabalho, em virtude de já se encontrar num ambiente diferente do trabalho e de quebrar a continuidade do mesmo, gastando mais tempo na sua execução.

Fabrício (2002) assegura que o processo de projeto é a etapa mais estratégica do empreendimento com relação aos gastos de produção e a agregação de qualidade ao produto.

A seguir, a Figura 2 ilustra de forma esquemática, a importância do processo de projeto, demonstrando como as decisões estratégicas tomadas durante as primeiras fases do mesmo, e que estão diretamente ligadas a qualidade e desempenho do empreendimento, tendem a ser menos dispendiosas.

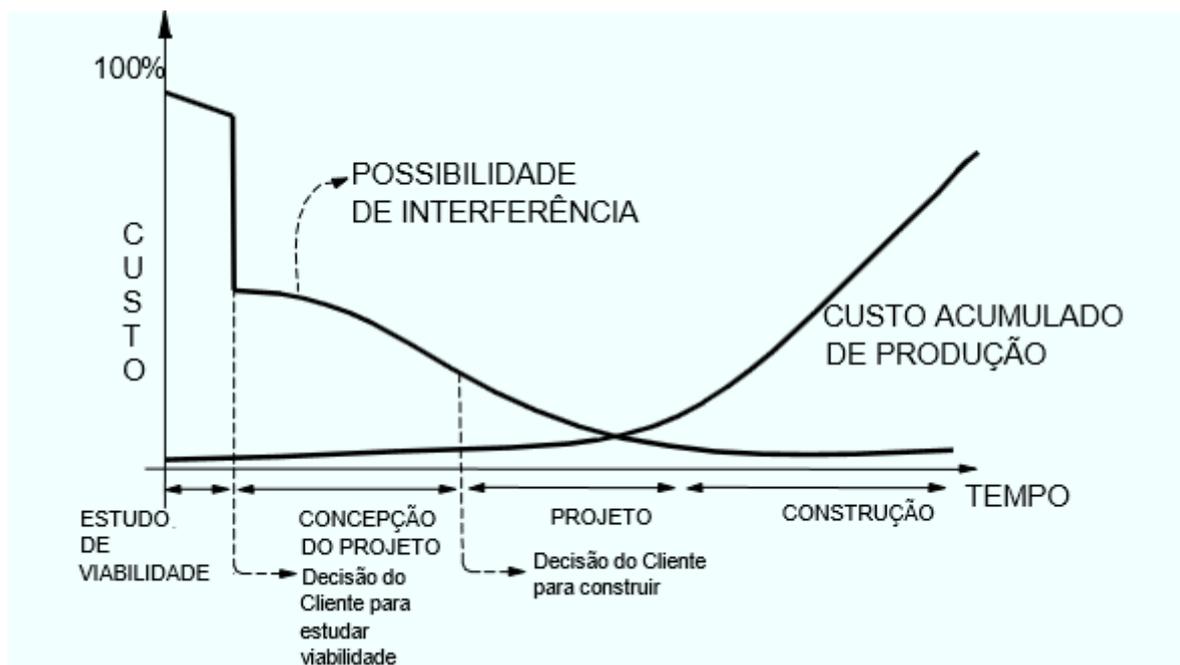


Figura-02: Capacidade de influenciar o custo de edificação por fases  
Fonte Fabrício (2002)

Fabrcio (2002) ainda afirma que, as decises tendem a ser tornar mais caras à medida que o tempo passa. Os envolvidos, no início do processo, podem ficar mais à vontade para propor soluções. Do contrário, quanto mais próximos do fim do processo, mais caras as soluções se tornam.

Nesse sentido, a (Figura-3) mostra claramente como a influência do projeto diminui proporcionalmente a elevação do custo. À medida que as etapas de projeto avançam, menor é o poder de antecipação dos problemas no canteiro de obras, já que algumas falhas e incompatibilidades serão detectadas apenas durante a construção. Com isso, a necessidade de retrabalho tanto construtivo quanto projetual tornarão o empreendimento menos competitivo junto ao mercado, devido ao aumento do tempo e do custo de produção. Análises mais aprofundadas nas etapas iniciais do projeto tendem a gerar maior economia ao empreendimento.



Figura-03: Nível de influência x Tempo de projeto

Deve-se dedicar especial atenção a etapa de projeto, frente à grande influência que esta imprime sobre o edifício. Quanto maior o tempo dedicado na elaboração de cada fase do projeto, menores serão as falhas ou retrabalhos, diminuindo assim, o custo de produção do empreendimento. Diversas pesquisas demonstram que a principal origem de patologias nas construções está relacionada com falhas na

concepção do edifício, devido a projetos falhos, incompletos ou mal elaborados como demonstra a figura abaixo.

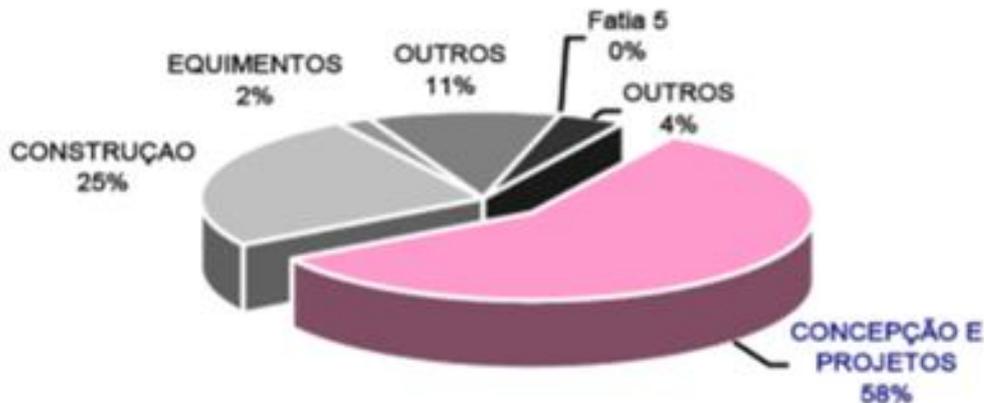


Figura-04: Origem de patologia e mau funcionamento das edificações  
Fonte Abrantes apud Maciel, Melhado (1995)

Desta forma este trabalho pretende demonstrar os benefícios que a compatibilização de projetos pode trazer para a empresa, objeto do estudo, na gestão do seu processo de desenvolvimento e na racionalização dos métodos a fim de aprimorar a sua produção civil.

### **3. DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 Metodologia**

Para realização deste trabalho, primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico relacionado ao tema, que dará o embasamento teórico á pesquisa, com o objetivo de tratar o tema mais próximo à realidade.

#### **3.1 Caracterização da Pesquisa**

Com o objetivo de mostrar as formas clássicas de classificação da pesquisa para o desenvolvimento da metodologia, foram utilizados conceitos de (GIL, A.C.1991).

O estudo quanto á natureza caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, tendo em vista que o mesmo gerará conhecimento para a aplicação prática, direcionando a solução de problemas específicos. Já do ponto de vista da abordagem do problema,

possui característica qualitativa. Quanto ao objetivo é exploratória, uma vez que descreve e relata acontecimentos definindo um estudo de caso.

### **3.2 O profissional da Engenharia:**

No passado quando os projetistas da construção civil projetavam em suas pranchetas dividindo o tempo entre o escritório e a obra, as falhas na execução não eram tantos, sendo que naquela época a dificuldade para se fazer a compatibilização dos projetos eram muito maior. Em parte a mesma dificuldade encontrada hoje, já existia. Para se conceber um projeto de arquitetura dependendo da grandeza da construção, levava-se meses até chegar no projeto definitivo, pois o projeto era todo projetado e desenhado a mão livre. A compatibilização e a produção dos projetos complementares, são feitos tendo como referência o projeto arquitetônico, muitas vezes estes nem estavam definidos e já eram repassados para os outros projetistas afim de se ganhar tempo. O processo de produção de projetos naquela época, eram muito mais lentos.

Com o passar dos anos e com o desenvolvimento da tecnologia e avanços da informática os meios de produção técnicas foram melhorando e trazendo mais qualidade ao produto final

### **3.3 O desenho Manual**

Em 1980 a produção de desenho era realizada na prancheta, ainda não se tinha acesso a computadores que eram uma realidade muito distante para muitos escritórios de engenharia. Naquela época, era muito fácil diferenciar ou reconhecer um escritório de Arquitetura ou engenharia devido aos equipamentos utilizados na época principalmente a figura da prancheta de desenho, (ver Figura – 5) onde era desenvolvido no papel sulfúrico com auxílio da lapiseira, esquadros, escalímetro e borracha, além é claro de uma sala bem ventilada com luz preferencialmente natural. Este era o cenário do escritório de engenharia no passado.



Figura-05: Prancheta de desenho



Figura-06: Estojo de normógrafo

Todas as informações que eram passadas para o papel sulfurizado eram depois transcrita ou redesenhada no papel vegetal agora já usando a tinta nanquim, necessitando do desenhista uma habilidade muito grande além de muita paciência. Todo desenhista tinha a mão um conjunto de equipamentos entre eles estava o normografo com régua e canetas com as mais variadas espessuras de ponta. (Ver Figura-6).

### **3.4 Método de trabalho atual.**

Em 1990, aquele cenário bem característico do escritório de engenharia com a presença da prancheta começa a ser mudado com a chegada da computação gráfica nos escritórios técnicos. Dai em diante, muita coisa melhorou a qualidade e a rapidez e as informações chegavam mais rápidas. Como toda mudança tem um prazo, para a adaptação com o trabalho de desenho não foi diferente, a transposição do desenho manual para o digital, o que determinou o surgimento dos chamados “operadores de cad” ou “cadista”, treinados para entender e manipular os diversos softwares e suas aplicações. (Ver Figura-7)

A representação e apresentação dos projetos ganharam em qualidade e precisão, além de reduzir o tempo gastos na atividades, por exemplo, para a produção de cópias heliográfica muito comum no passado hoje chamada de plotagem. (Ver Figura-8)



Figura-07: Computador de mesa



Figura-08: Ploter para desenho técnico

Enfim, atualmente depende-se da agilidade que esta ferramenta nos proporciona e todos os projetos são desenvolvido com a ferramenta CAD que permite obter desde uma imagem do satélite até as curvas de níveis do solo, (ver Figura-9 e 10). A evolução tecnológica, caminha a passos largos não conseguimos acompanhar tamanha a sua evolução. Os computadores e os softwares estão em ritmo acelerado de atualização, com uma interface cada vez mais simples e custos cada vez mais acessíveis, vindo a consolidar a informática como ferramenta de trabalho, ativando os processos de produção de produtos de engenharia com evidente agilidade para o desenvolvimento dessas atividades.

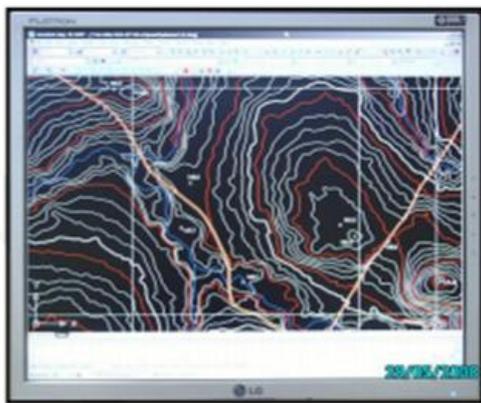


Figura-09: Desenho topografico no CAD

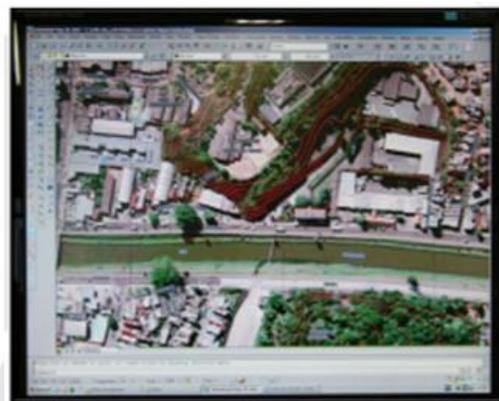


Figura-10: Foto no CAD

## 4. ESTUDO DE CASO

### 4.1 Compatibilização de projetos na execução.

#### 4.1.1 Incompatibilidade no projeto Arquitetônico

Foram analisados todos os projetos básicos importantes para execução da obra, são eles os projetos: arquitetônico, estrutural, hidráulico e o elétrico. Nesta primeira fase, o trabalho se restringe na análise do projeto arquitetônico, sendo este a principal referência e a base para a produção dos outros projetos complementares. Nesta análise foram encontradas algumas incompatibilidades no projeto arquitetônico em relação ao terreno onde será executada a obra. Pode-se notar que no projeto de implantação geral (Figura-11) o projetista considerou toda construção no nível da rua, quando na verdade *"In loco"* existe uma diferença de nível de 1,04 metros (Figura-13)

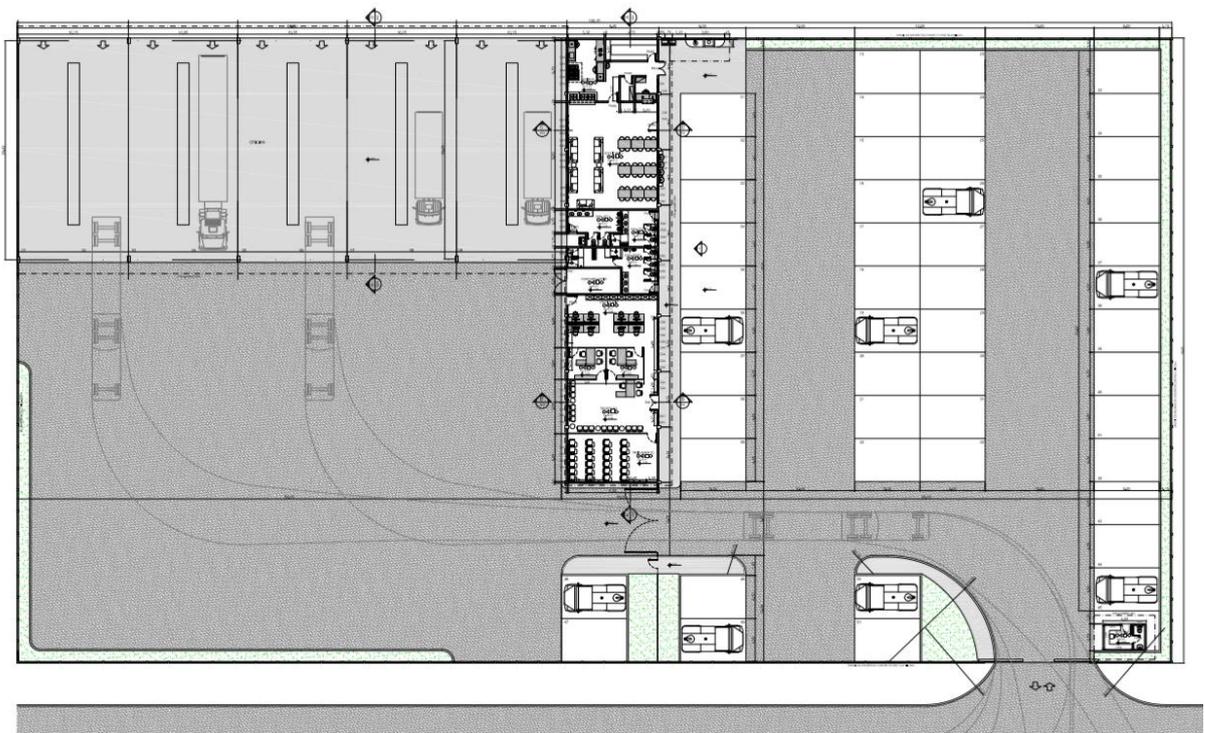


Figura-11: Projeto Arquitetônico, planta baixa de implantação geral

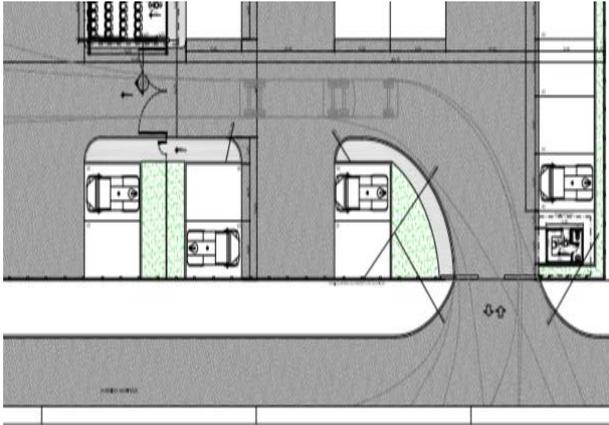


Figura-12: Detalhe da entrada



Figura-13: Vista do platô interno

Consequências: O fato de não se ter previsto a diferença de nível entre o passeio público e o terreno onde foi executada a obra para atender a locação e dimensionamento do talude, houve a necessidade de excluirmos 6 vagas de estacionamento, previstas no projeto arquitetônico conforme mostra a (Figura-12), sendo esta a solução encontrada para não onerar ainda mais o custo da obra e alongar ainda mais o cronograma da obra, visto que para considerar as seis (6) vagas pedidas em projetos seria necessário a execução de muro de arrimo em toda a extensão do alinhamento predial. (Ver figura-11)

#### **4.1.2 Incompatibilidade no projeto Estrutural**

Na sequência, após a finalização do projeto arquitetônico, inicia-se a produção dos projetos complementares. O Estrutural apresentou incompatibilidades na fabricação das peças pré-moldadas, sendo toda estrutura projetada, em estrutura pré-moldada de concreto, com exceção da fundação, que foi executada da maneira tradicional. (Ver Figura-13 e 14)



Figura-14: Estacas do bloco



Figura-15: Montagem de bloco

A incompatibilidade na produção das peças pré-moldada se deu na execução dos pilares onde não foram previsto os consoles estruturais moldado no próprio pilar, para apoio das vigas de travamento.(Ver Figuras-16 e 17)



Figura-16: Pilar pré-moldado



Figura-17: Viga de travamento

Foi necessária a fixação de cantoneiras metálicas dimensionadas para garantir o carregamento da viga de travamento.

Consequências: Esta incompatibilidade trará o prejuízo ao acabamento da parede pois como foram empregados dois materiais diferentes no caso o estrutura em concreto com a metálica no caso o console fixado por parabolts. Esta poderá depois executado todo o acabamento de reboco e pintura, e com o passar do tempo o trabalho natural de dilatação da estrutura e da chapa metálica sendo que apresentam coeficientes de dilatação diferentes, existindo a possibilidades de apresentar fissuras entre os dois materiais e na parede de fechamento do vão.



Figura-18: Pilar pré moldado

Outra incompatibilidade ocorrida na fabricação dos pilares pré-moldadas, foi a falha na colocação da tubulação concretada dentro do pilar que fará a drenagem de águas pluviais da cobertura. Esta deveria estar saindo na lateral do pilar e não na cabeça do pilar conforme (figura 18). Pois na cabeça do pilar seria fixada a viga metálica da cobertura. Foi necessária uma adaptação sem comprometer a vazão de drenagem da calha. Falha ocorrida pela falta de comunicação entre o projetista estrutural e o projetista hidráulico.

Consequências: Foi fixada a estrutura metálica conforme exigia o projeto de estrutura metálica e como não havia espaço físico para a deixar a boca da tubulação livre foi colocado uma junção de tubulação em PVC de 50mm para ligação com a calha da cobertura. A vazão de águas pluviais vinda da calha ficou comprometida em 70 % podendo causar no futuro um transbordamento no trecho correspondente a drenagem por esta tubulação.

#### **4.1.3 Incompatibilidade no projeto Hidráulico**

As incompatibilidades apresentadas nos projetos complementares começam no momento da produção destes. O projeto hidro sanitário foi concebido usando como referência o projeto arquitetônico, não foi avaliado o projeto estrutural, sendo este indispensável. Porque quando se projeta uma rede deverá ser levado em conta o posicionamento da fundação e até mesmo o posicionamento dos pilares, já que o

projetista poderá lançar uma rede num local onde poderá existir uma viga baldrame, um bloco ou estacas de concreto, impedito assim a execução da mesma, evitando a necessidade de executar desvios na rede e isto irá onerar ainda mais o custo final da obra, devido o aumento de material. (Ver a Figura-19) Podemos verificar o posicionamento da rede projetada e o posicionamento real executado.

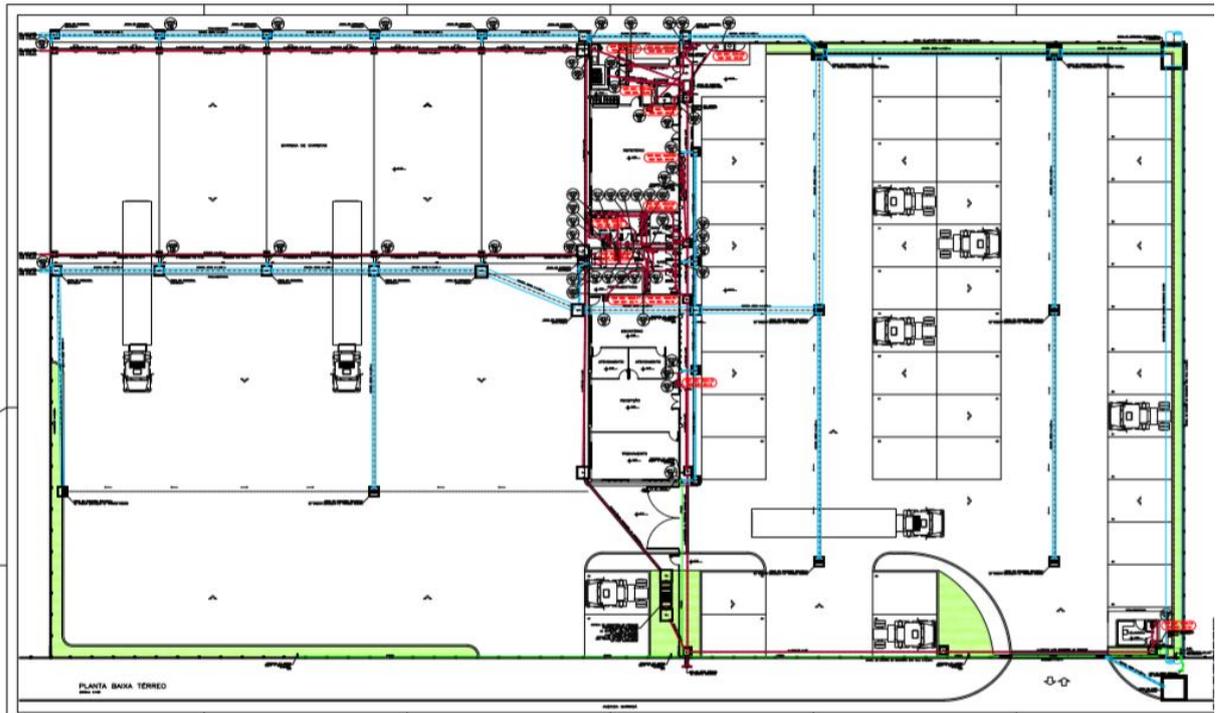


Figura-19: Projeto Hidro sanitário, implantação geral.

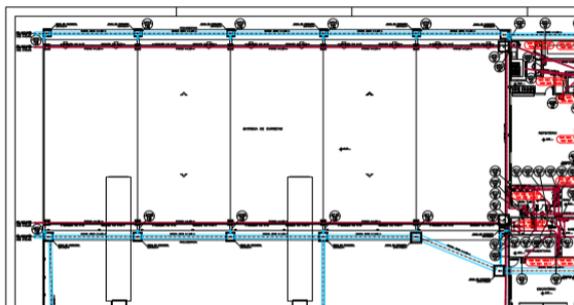


Figura-20: Detalhe da rede pluvial

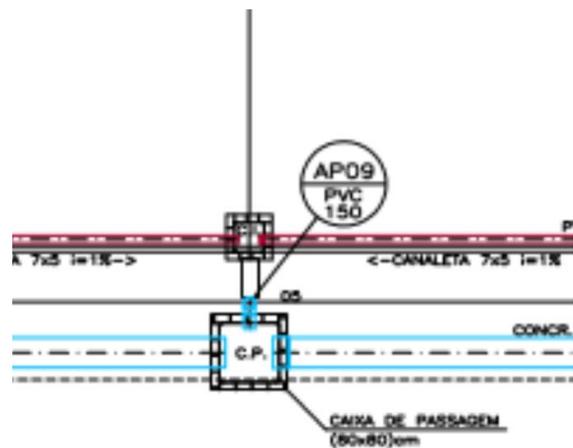


Figura-21: Detalhe das cx de passagem

Analisando a (Figura- 20 e 21) pode-se verificar que tanto a rede de separação água óleo na cor vermelha e a rede de águas pluviais na cor azul no projeto constam bem próximas dos pilares, porém se verifica-se nas (Figuras-22 e 23) que foram executadas bem afastadas dos pilares. A incompatibilidade no projeto hidráulico se deu porque não foi considerado o posicionamento do bloco do pilar, por ter sido usado como referencia o projeto arquitetônico, que não mostra a parte de fundação.



Figura-22: Detalhe do bloco



Figura-23: Detalhe da rede água/óleo



Figura-24: Detalhe da rede de águas pluviais e piso.

Consequências: Na (Figura-24) observa-se o piso acabado sobre a tubulação enterrada de águas pluviais e tubulação de separação água óleo. Olhando pelo piso não poderíamos saber qual a posição correta que passa a tubulação ou rede de separação água óleo, caso seja necessário a realização de alguma manutenção de emergência num ponto qualquer da rede, a primeira coisa a ser feita seria pegar o projeto hidro sanitários para localizar onde passa a rede, como vimos anteriormente

no projeto constava próximo do pilar mais na verdade ele esta bem afastando deste isto indica que se tivéssemos seguindo o projeto iríamos quebrar o piso em local errado para encontrar a rede e executar a manutenção, isto causaria com certeza muita mais gastos de tempo, material e aumentaria os custo, além da necessidade de ter que isolar para segurança uma área de serviço muito maior.

#### 4.1.4 Incompatibilidade no projeto Elétrico

O projeto elétrico foi desenvolvido auxiliado pelo projeto arquitetônico, não apresentou muito problema de incompatibilidade uma vez que a instalação na maior parte e aparente não necessita de uma preocupação no que tange a desconformidade entre os projetos complementares. Os pequenos desacordo criados foram em virtudes de mudança no layout final de mobiliários, como a tubulação de tomadas são embutidas no piso acarretou uma adaptação no lay-out dos postos de trabalho (Ver Figura-25 e 26).



Figura-25: Detalhe da tubulação Elétrica



Figura-26: Caixas elétrica no piso

Consequências: Como o projeto elétrico foi projetado usando como referência o projeto arquitetônico, e este sofrera alterações que não chegou ao conhecimento do projetista e o layout do mobiliário não estava definido, foi executado seguindo a risca, sem estas informações. Após a conclusão da execução foi notada que o posicionamento das tomadas do piso na coincidia com o mobiliário projetado, causando assim a incompatibilidade.

## 4.2 Proposta de metodologia de Compatibilização

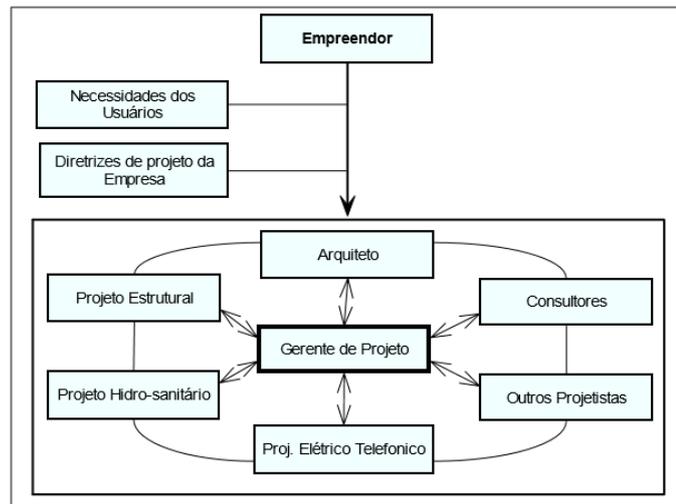


Figura-27: Estruturação da equipe multidisciplinar de projeto  
Fonte: Melhado (1995)

A (Figura- 27) mostra a estruturação de uma equipe multidisciplinar de projetos onde todos se comunicam entre si desenvolvendo seus trabalhos simultaneamente tendo a figura do gerente de projetos como coordenador. A única restrição existente no desenvolvimento do trabalho são as necessidades do empreendedor dos usuários e as diretrizes de projeto da empresa, deixando de ser uma forma de produção seqüencial (MELHADO 1995).

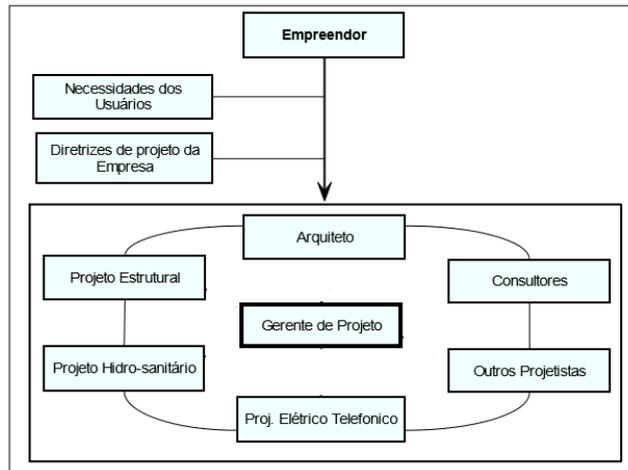


Figura-28: Estruturação da equipe multidisciplinar de projeto proposta

A (Figura- 28) mostra a estruturação da equipe multidisciplinar de projeto, proposta pelo autor. É de sua importância que exista uma sequência na ordem de produção dos projetos para evitar que sejam cometidos erros que seriam de fácil resolução. Para se ter a compatibilidade de projetos com mais eficiência deve-se utilizar ou aproveitar a experiência da época da prancheta quando os projetos eram produzidos de forma sim seqüenciada, porém, o mesmo projetista executava o trabalho. Por este motivo, se conseguia menos falhas nos projetos do que hoje. A sequência era a seguinte: 1º) – Desenvolvia o estudo preliminar. 2º)- Desenvolvia partindo do estudo preliminar um estudo preliminar da estrutura. 3º)- Desenvolvia então o projeto Arquitetônico, com informações já definidas da estrutura e fundação. 4º) – Nesta fase já era desenvolvido o projeto estrutural definitivo e em seguida passava-se para o projetista hidráulico e elétrico. Diante disto, poderia estar no caminho de uma compatibilização de projetos com mais eficiência para a busca de uma execução com menos falha.

A produção de projetos poderia ser então multidisciplinar semi sequencial.

## 5. ANÁLISE E CONCLUSÃO

O trabalho mostrou apenas alguns dos muitos erros que ocorrem na execução de uma obra civil. Também foi possível entender que nenhuma espécie de empreendimento está imune a ocorrência de tais problemas, pois como foi mostrado neste trabalho, os erros em obras decorrentes da falta de compatibilização de projetos acontecem em obras de qualquer porte.

Mas com estes relatos, foi possível visualizar a gravidade da situação, onde podem acontecer desde problemas “menores”, que são quase imperceptíveis ao cliente final, até problemas “maiores” que interfiram na realização da obra como um todo, e que são a maioria deles.

A falta de compatibilização de projetos é um problema sério e pode gerar muitos outros. Como inconformidades no planejamento, orçamento, nas compras de material e nos próprios métodos executivos e principalmente em honrar o cronograma de uma obra, justificando assim a importância que deve ser dada.

É preciso repensar a maneira de como são concebidos e gerenciados os projetos de uma edificação, a fim de evitar os retrabalhos, as perdas de tempo de mão de obra, além dos gastos excessivos e desnecessários de materiais.

Portanto, há a necessidade de se desenvolver a mentalidade de projetar pensando na edificação como um todo e no trabalho de equipe, pois o projeto de cada projetista é apenas uma parte integrante de um todo chamado empreendimento.

É de grande importância que as equipes de projetos se reúnam e conversem entre si durante a elaboração de cada projeto específico, para que as interferências sejam eliminadas ou atenuadas.

É por causa dessa necessidade que deve existir o coordenador de projetos, que tem como função ajudar e orientar os projetistas de modo a tornar seus projetos mais coesos antes de se iniciar a obra.

Tal coordenador deve ter experiência em compatibilização e em execução de obras, o que lhe permitirá perceber detalhes de incompatibilidade nos projetos de diversas especialidades. Se não for tomada nenhuma atitude neste sentido, a construção civil continuará no eterno imprevisto dos canteiros, onde tudo é resolvido às pressas e sem reflexão alguma.

Enfim, é de sua importância que exista uma sequência na ordem de produção dos projetos para evitar que sejam cometidos erros que seriam de fácil resolução.

Após a análise de todo o processo de avaliação, pesquisa e acompanhamento na execução da obra civil, pode se constatar que os erros acontecem, erros esses que ficaram muito claros devido a incompatibilização de projetos e foram negligenciados e menosprezados etapas importantes.

Porém conclui-se que havendo compatibilidade de projetos, mantendo de certa forma a forma de produção semi seqüenciada, falhas como estas poderá e devem ser evitadas, chegando á um produto final de qualidade.

## 6. REFERÊNCIAS

CAMBIAGHI, H. Projeto e obra no difícil caminho da qualidade. In: Obra, planejamento & construção, n. 37 , jun. 1992 P. 10-12

FABRÍCIO, Márcio Minto. O Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

GIL,A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2001.

GERENCIAMENTO DE PROJETOS. Edição 2000. New Square, PA.: Four Campus Boulevard, 2002. cap.11, p.127-146. PMI – Project Management Institute. PMBOK – Um Guia do Conjunto de Conhecimentos do

MELHADO, S. B. Coordenação de Projetos de Edificações. São Paulo. Ed. O Nome da Rosa. 2005. 115p.

MARTINS, M. S.; HERNANDES, A. T.; AMORIM, S. V. Ferramentas para melhoria do processo de execução dos sistemas hidráulicos prediais. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO. UFSCar, São Carlos, SP – 16 a 19 de Setembro de 2003

NOVAIS, Welder Freitas. Identificação de falhas decorrentes da falta de compatibilização de projetos: foco em obras de edificações . 2009. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

PICCHI, F.A. Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios . 1993. 462 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, A.; POWELL, J.; FORMOSO, C. T. Transferência de “Know-How” no Ambiente da Construção Civil. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo. 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis,

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196**