

## **ANALISE DE CUSTO A PARTIR DO LEVANTAMENTO DAS INTERFERÊNCIAS ENTRE O PROJETO ARQUITETÔNICO E OS PROJETOS COMPLEMENTARES DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM QUE NÃO HOUE A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS**

***ANALYSIS COST FROM THE SURVEY OF INTERFERENCES BETWEEN THE ARCHITECTURAL PROJECT AND COMPLEMENTARY PROJECTS OF A RESIDENTIAL BUILDING IN WHICH THERE WAS NO COMPATIBILIZATION OF PROJECTS.***

Jakson Fabio Bitencourt Araujo<sup>1</sup>  
Daiane dos Santos da Silva<sup>2</sup>  
Alexandre Vargas<sup>3</sup>  
Bruno do Vale Silva<sup>4</sup>

### **Resumo**

Nos últimos anos, a gestão do processo de projeto de edificações vem sendo formalizada principalmente pela aplicação de conceitos relativos à gestão de qualidade, gestão de projetos, gestão de informação e pessoas. Não há dúvidas que essa nova forma de gestão é capaz de promover melhorias efetivas no processo do ciclo de um empreendimento de edificações, refletindo-se nos custos, prazos e desempenho. Dentro deste contexto, o presente trabalho apresenta através de um estudo de caso, qual o custo gerado pela não compatibilização dos projetos de um edifício residencial de múltiplos pavimentos na cidade de Criciúma no Estado de Santa Catarina. O trabalho foi desenvolvido tendo como referência a revisão bibliográfica das mais recentes pesquisas de coordenação de projetos no Brasil, posteriormente fez-se a análise dos projetos arquitetônico, estrutural, hidro sanitário, elétrico, telefônico e preventivo de incêndio individualmente e simultaneamente com o levantamento das interferências entre os mesmos. O levantamento das interferências negativas possibilitou saber qual o custo gerado pela não compatibilização dos projetos objeto deste estudo de caso.

**Palavras Chaves:** Coordenação de projetos. Compatibilização de projetos. Redução de custos. Construção de edifício.

### **Abstract**

In the last years, the management of the process of building design has been formalized mainly by applying concepts related to quality management, project management,

---

<sup>1</sup> Eng. Civil, professor adjunto, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), E-mail: [jakson@construtorafontana.com.br](mailto:jakson@construtorafontana.com.br)

<sup>2</sup> MSc. Eng. Civil, professora adjunto, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), E-mail: [dss.engcivil@gmail.com](mailto:dss.engcivil@gmail.com)

<sup>3</sup> MSc. Eng. Civil, professor adjunto, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), [avargas@unesc.net](mailto:avargas@unesc.net)

<sup>4</sup> MSc. Eng. Civil, professor adjunto, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), E-mail: [dovalsilva@unesc.net](mailto:dovalsilva@unesc.net)

information management and employees. There is no question that this new form of management is able to promote effective improvements in cycle process of building a business, reflected in the cost, time and performance. This work presents, through a case study, which cost generated by the non compliance of the projects of a residential building with multiple floors in the town of Criciúma in the State of Santa Catarina. The study was conducted using as a reference the recent research coordination project in Brazil, subsequently became the analysis of projects: architectonic, structural, hydro sanitary, electric, telephonic and preventive fire individually and simultaneously with the survey of interference between the same. The survey of negative interferences possible to know what the cost generated by the no compatibilization of the projects object of this case study.

**Key Words:** Coordination of projects. Compatibilization projects. Cost reduction. Building Construction.

## 1. INTRODUÇÃO

Na construção de edificações no Brasil é cada vez maior o investimento das empresas em pesquisas, inovações tecnológicas e programas de qualidade visando diminuir custos e aumentar a produtividade. No entanto não é dada a devida atenção a compatibilização, gerenciamento e análise de projeto e suas interferências, principalmente em pequenas e médias construtoras onde os procedimentos voltados para o projeto bem resolvido quase inexistem gerando em consequência vários fatores negativos, tais como: má qualidade da edificação, maior índice de retrabalhos, acréscimo no custo da obra, etc.

No caso específico da obra em estudo, objeto deste trabalho, a compatibilização dos projetos foi feita ao acaso durante o desenvolvimento dos projetos e efetivamente durante a execução do empreendimento.

Schmitt (1999) afirma que a falta de compatibilização gera graves problemas durante a execução da obra e recomenda a valorização da compatibilização dos projetos para a melhoria da solução final do empreendimento.

Portanto é evidente a necessidade da busca contínua por soluções otimizadas em todas as etapas do processo, utilizando-se técnicas que possam trazer benefícios e contribuições efetivas assim como antecipar e solucionar pontos críticos garantindo ao empreendimento maior qualidade com redução de custos.

Este trabalho consiste em levantar o custo gerado pela não compatibilização dos projetos através do levantamento das interferências entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares de um edifício residencial na cidade de Criciúma/SC.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta a forma com que os dados da pesquisa foram obtidos, o local, e seu período de realização. Para promover a contribuição proposta, definiu-se como mais adequado uma pesquisa bibliográfica seguida de um estudo de caso.

### - Análise do projeto Arquitetônico individualmente

Nesta primeira etapa fez-se a análise do projeto arquitetônico e memorial descritivo. A partir de cópias impressas e digitais estuda-se detalhadamente o projeto identificando possíveis falhas de projeto.

### - Análise individual dos projetos complementares

Nesta fase através de cópias impressas e digitais estuda-se os projetos complementares identificando as falhas e inconformidades em cada projeto.

### - Análise simultânea arquitetônica x complementares

Após as análises individuais, confronta-se o projeto arquitetônico com os demais projetos: Estrutural, hidro sanitário, elétrico e preventivo fazendo-se a análise de todas as falhas e inconformidades entre os projetos.

### - Identificação das interferências, falhas e inconformidades

Lista-se todas as falhas, interferências e incompatibilidades encontradas entre os projetos.

### - Análise de custos

Com os estudos de incompatibilidades realizados, apresenta-se medidas e soluções para eliminar as interferências negativas e qual economia gerada caso essa obra tivesse compatibilizado seu projetos. O levantamento dos custos foi feito com base na TCPO 2010 e com o auxílio e orientação do corpo técnico da empresa em estudo.

### - Período de Tempo do Estudo de Caso

O estudo de caso teve início no mês de Julho de 2010 e foi concluído no mês de dezembro desse mesmo ano. Neste período realizaram-se as análises dos projetos com identificação das interferências negativas e elaboração dos relatórios com detalhamento das interferências, soluções, identificação das consequências e os impactos dessas interferências na execução da obra com análise de custo gerado.

A Figura 1 ilustra o estágio da obra no início da pesquisa.



Figura 1 – Foto do empreendimento no início do estudo de caso

Fonte: Construtora/incorporadora

#### - Caracterização e dados do empreendimento

O edifício em estudo possui 8.028,69 m<sup>2</sup> de área total construída, composto por um bloco com quatro apartamentos por andar, sendo nove pavimentos tipo e duas coberturas duplex totalizando 38 apartamentos. A estrutura do edifício é de concreto armado com lajes nervuradas de 25 cm de espessura.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### - Inconformidades encontradas

Após o estudo detalhado dos projetos fez-se a análise das inconformidades e das incompatibilidades entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares.

- Análise de custo gerada pelas incompatibilidades

Após o levantamento das interferências, falhas e inconformidades fez-se uma análise detalhada apresentando quantas incompatibilidades por andar, o custo para recuperação e qual o tipo de solução a adotar conforme Quadros 1,2, 3, 4, 5, 6 e 7. Os valores obtidos nos quadros foram feitos com base na TCPO 2010 e com o auxílio e orientação do corpo técnico da empresa em estudo.

Quadro 1 – Incompatibilidades pavimento subsolo

PAVIMENTO	INCONFORMIDADE	PROBLEMA CAUSADO	PROJETOS ONDE AS INTERFERÊNCIAS APARECEM	SOLUÇÃO	CUSTO ESTIMADO DA RECUPERAÇÃO
Subsolo	Porta da casa de baterias voltada para circulação	Não aprovação no Corpo de Bombeiros	Projeto Estrutural Projeto Elétrico Projeto Preventivo	Colocar a porta voltada para área de garagens	R\$ 2.500,00
	Bombas de recalque do reservatório inferior no mesmo local da escada de acesso	Área insuficiente para montagem da bombas	Projeto Arquitetônico Projeto Estrutural Projeto Elétrico Projeto Preventivo Projeto hidráulico	Mudar ou reduzir a escada	R\$ 1.500,00
	Janela na circulação sem identificação	Paralisação na execução da alvenaria	Arquitetônico	Consultar o arquiteto responsável	R\$ 150,00
<b>TOTAL PAVIMENTO</b>					<b>R\$ 4.500,00</b>

Quadro 2 – Incompatibilidades pavimento térreo

PAVIMENTO	INCONFORMIDADE	PROBLEMA CAUSADO	PROJETOS ONDE AS INTERFERÊNCIAS APARECEM	SOLUÇÃO	CUSTO ESTIMADO DA RECUPERAÇÃO
Térreo	Parede dupla fachada principal Oeste	Custo desnecessário	Projeto Arquitetônico Projeto Estrutural	Diminuir as paredes de 25 cm para 20 cm	R\$ 2.740,00
	Não há espaço para colocação de um sistema de fossa e filtro convencional	Custo administrativo e execução de um novo sistema de tratamento que ocupe menos espaço	Projeto Arquitetônico Projeto hidráulico	utilização de um sistema de tratamento que ocupe menos espaço	R\$ 15.800,00
	Não previsão para uma central de gás	Custo administrativo e execução de uma nova central	Projeto Arquitetônico	Executar uma central para gás próximo ao play groud	R\$ 14.500,00
<b>TOTAL PAVIMENTO</b>					<b>R\$ 33.040,00</b>



De acordo com o Quadro 01, houve incompatibilidade entre todos os projetos sendo que o custo mais elevado refere-se a alteração na porta da casa de baterias. O pavimento subsolo apresentou 3 inconformidades.

Conforme o Quadro 02 o pavimento térreo apresentou 3 incompatibilidades, assim como o pavimento anterior, entretanto o custo destas falhas equivaleram a oito vezes o custo do pavimento subsolo.

Quadro 3 – Incompatibilidades pavimento pilotis

PAVIMENTO	INCONFORMIDADE	PROBLEMA CAUSADO	PROJETOS ONDE AS INTERFERÊNCIAS APARECEM	SOLUÇÃO	CUSTO ESTIMADO DA RECUPERAÇÃO
Pilotis	Parede dupla fachada principal Oeste	Custo desnecessário	Projeto Arquitetônico Projeto Estrutural	Diminuir as paredes de 25cm para 20cm	R\$ 2.500,00
	Central de gás dentro do Edifício	Não aprovação no Corpo de Bombeiros Perda de uma vaga de garagem	Projeto Arquitetônico Projeto Estrutural Projeto Elétrico Projeto Preventivo	Transformar em garagem	R\$ 25.000,00
	Janela na circulação sem identificação	Paralisação na execução da alvenaria	Arquitetônico	Consultar o arquiteto responsável	R\$ 150,00
<b>TOTAL PAVIMENTO</b>					<b>R\$ 27.650,00</b>

De acordo com o Quadro 04 o pavimento tipo apresentou 11 incompatibilidades salientando que todas estas inconformidades estão presentes em todos os nove andares tipo do edifício. Fazendo uma análise individual, o valor chega a R\$ 10.766,67 por pavimento.

Quadro 4 – Incompatibilidades pavimento tipo (9x)

PAVIMENTO	INCONFORMIDADE	PROBLEMA CAUSADO	PROJETOS ONDE AS INTERFERÊNCIAS APARECEM	SOLUÇÃO	CUSTO ESTIMADO DA RECUPERAÇÃO
Tipo (9x)	Paredes com 20 e 25cm em toda a fachada	Custo desnecessário	Projeto Arquitetônico Projeto Estrutural	Diminuir as paredes em 5cm sem alterar o desenho da fachada	R\$ 14.500,00
	Viga de borda mais alta que as portas	Execução de uma verga ou de um enchimento	Projeto Arquitetônico Projeto Estrutural	Aumentar a altura da viga somente nas portas de sacada	R\$ 5.400,00

# Tecnologia e Ambiente

Unesc - Criciúma - Santa Catarina

Tijolo (bloco cerâmico) mais estreito que os pilares e vigas	Maior custo na alvenaria e no emboço	Projeto Arquitetônico Projeto Estrutural	Enchimento paredes e utilização de paredes duplas ou tijolos deitados	R\$ 13.500,00
Local insuficiente para colocação de aquecedor (apartamentos final 2 e 3)	janela do banho empregada não abrirá	Projeto Arquitetônico Projeto Hidráulico	Deslocar a janela 20cm para o lado	R\$ 5.400,00
Mucheta área de serviço	Local insuficiente para colocação da porta	Projeto Arquitetônico Projeto Hidráulico	Deslocar a porta da área de serviço 10cm para o lado	R\$ 3.600,00
Divergências nas posições máquina de lavar e tanque na área de serviço aptos final 2 e 3	Dificuldade na instalação e a necessidade de uma mucheta	Projeto Arquitetônico Projeto Hidráulico	Inverter as posições da máquina de lavar e do tanque	R\$ 4.500,00
Vigas nas paredes de cozinha muito espessas ou faceando a parte interna	Necessidade de execução de mucheta ou de execução de furos na estrutura	Projeto estrutural Projeto Hidráulico	Execução de mucheta	R\$ 7.200,00
Colocação de uma caixa para hidrômetro individual na circulação dos andares	Falta de espaço na circulação	Projeto estrutural Projeto Hidráulico	Colocar a caixa na frente dos elevadores entre os pilares	R\$ 5.000,00
Divergências na posição do medidor de gás nos andares	Afunilamento da circulação	Projeto estrutural Projeto Preventivo	Manter a posição do projeto arquitetônico	R\$ 3.000,00
Pontos de luz em excesso nas sacadas dos apartamentos final 1 e 4	Custo desnecessário	Projeto elétrico	Utilizar apenas um ponto por sacada	R\$ 2.200,00
Divergência no tipo de sistema de ar condicionado	Paralisação dos serviços, rasgo em paredes e piso.	Projeto Arquitetônico Projeto hidráulico Projeto Elétrico	Adotar o sistema de Ar condicionado para split previsto no projeto hidráulico. Corrigir projeto elétrico.	R\$ 10.800,00
Local para ar condicionado com viga invertida na borda	Necessidade de execução de ralo, impermeabilização e manutenções	Projeto Arquitetônico Projeto Estrutural Projeto Hidráulico	Executar a laje sem a viga invertida	R\$ 21.800,00
<b>TOTAL PAVIMENTO</b>				<b>R\$ 96.900,00</b>

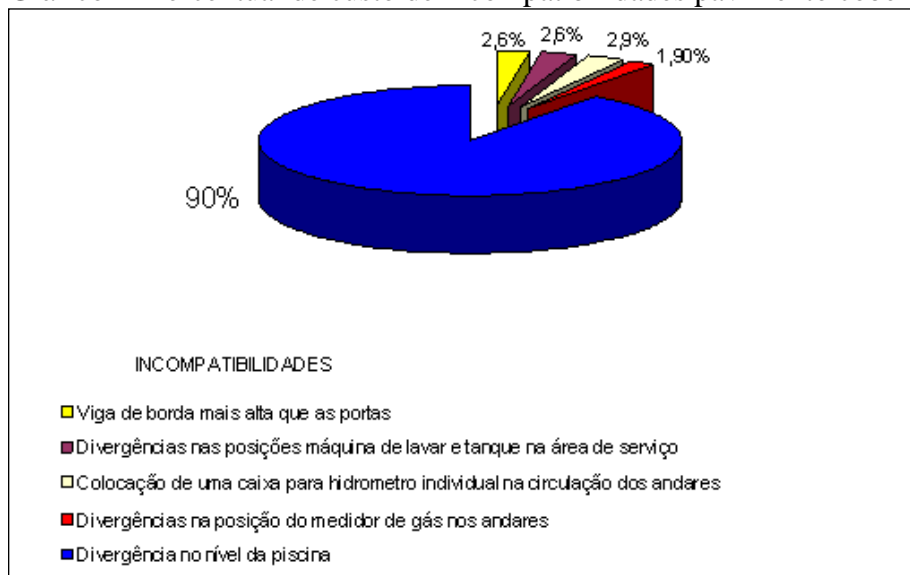
Quadro 5 – Incompatibilidades Cobertura nível 01

PAVIMENTO	INCONFORMIDADE	PROBLEMA CAUSADO	PROJETOS ONDE AS INTERFERÊNCIAS APARECEM	SOLUÇÃO	CUSTO ESTIMADO DA RECUPERAÇÃO
Cobertura nível 1	Viga de borda mais alta que as portas	Execução de uma verga ou de um enchimento	Projeto Arquitetônico Projeto Estrutural	Aumentar a altura da viga somente nas portas de sacada	R\$ 400,00
	Divergências nas posições máquina de lavar e tanque na área de serviço	Dificuldade na instalação e a necessidade de uma mucheta	Projeto Arquitetônico Projeto Hidráulico	Trocar de lugar a posição da máquina de lavar	R\$ 400,00
	Colocação de uma caixa para hidrômetro individual na circulação dos andares	Falta de espaço na circulação	Projeto estrutural Projeto Hidráulico	Colocar a caixa na frente dos elevadores entre os pilares	R\$ 450,00
	Divergências na posição do medidor de gás nos andares	Afunilamento da circulação	Projeto estrutural Projeto Preventivo	Manter a posição do projeto arquitetônico	R\$ 300,00
	Divergência no nível da piscina	Pouca profundidade	Projeto Arquitetônico Projeto Estrutural	Enchimento deck da piscina	R\$ 14.000,00
<b>TOTAL PAVIMENTO</b>					<b>R\$ 15.550,00</b>

O pavimento cobertura nível 01 apresentou uma incompatibilidade importante entre o estrutural e o arquitetônico, conforme apresentado no Gráfico 02.



Gráfico 1- Percentual de custo de incompatibilidades pavimento cobertura nível 01



O Gráfico 1 demonstra que a incompatibilidade referente ao nível da piscina representou 90% do custo de total de recuperação do pavimento.

- Resumo das incompatibilidades

O Quadro 07 apresenta o resumo com o total do valor estimado para recuperação das incompatibilidades em todos os pavimentos e apresenta também o valor estimado para construção edifício. Estes valores podem ser entendidos no Gráfico 03.

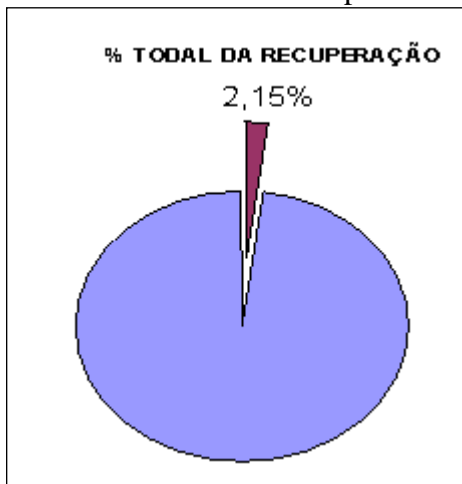
Quadro 7 – Resumo das incompatibilidades edifício residencial

PAVIMENTO	NÚMERO DE INCOMPATIBILIDADES	VALOR
Subsolo	3	R\$ 4.150,00
Térreo	3	R\$ 33.040,00
Pilotis	3	R\$ 27.650,00
Tipo (9x)	12 por andar	R\$ 96.900,00
Cobertura nível 01	5	R\$ 15.550,00
Cobertura nível 02	2	R\$ 6.300,00
<b>VALOR TOTAL ESTIMADO RECUPERAÇÃO</b>		<b>R\$ 183.590,00</b>
<b>VALOR TOTAL ESTIMADO PARA CONSTRUÇÃO DO EMPREENDIMENTO</b>		<b>R\$ 8.500.000,00</b>

De acordo com o Gráfico 2 o custo da recuperação devido a não compatibilização dos projetos é de 2,15% do total deste empreendimento. Este

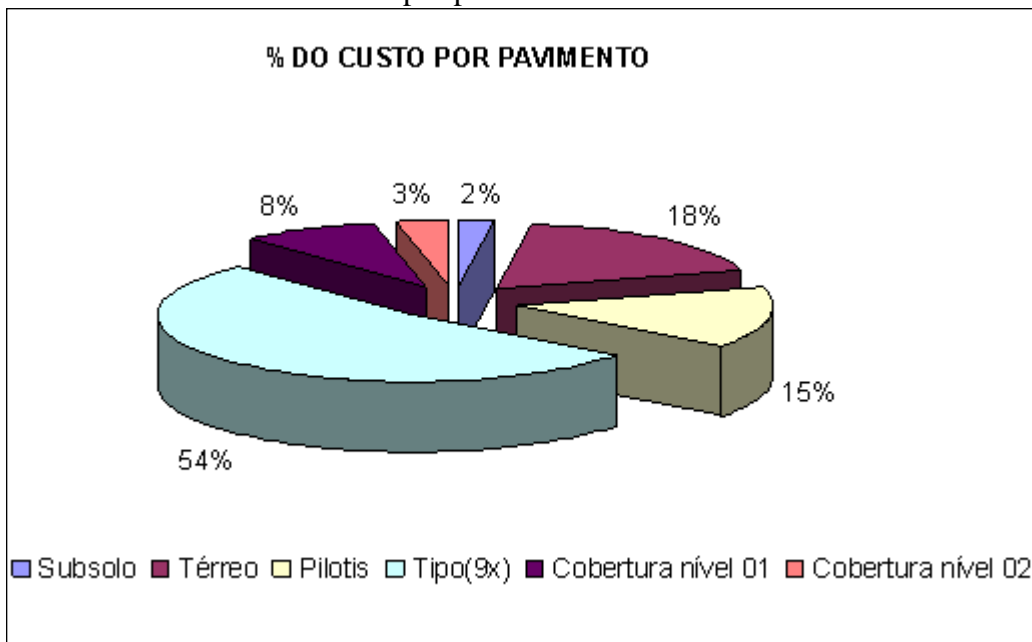
percentual quando transformados em reais equivale a R\$ 183.590,00 o que representa uma despesa significativa.

Gráfico 2- Percentual comparativo da recuperação x custo do empreendimento



O Gráfico 3 apresenta o percentual do custo das incompatibilidades por pavimento.

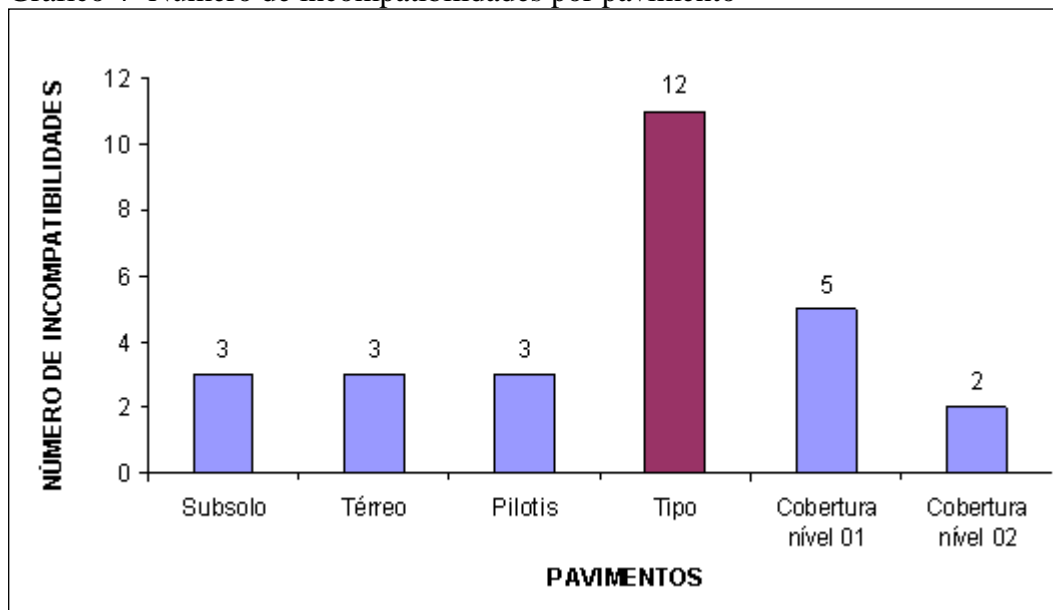
Gráfico 3- Percentual de custo por pavimento



Percebe-se no Gráfico 4 que a maior perda pela falta de compatibilização dos projetos acontece no pavimento tipo. No caso deste empreendimento, as perdas chegam a 54% somente neste pavimento.

O Gráfico 04 apresenta o número de incompatibilidades em cada pavimento.

Gráfico 4- Número de incompatibilidades por pavimento



Conforme demonstrado no Gráfico 04 o pavimento tipo apresentou um índice de incompatibilidades 140% superior aos demais pavimentos ou seja, para este estudo de caso o pavimento tipo apresentou 12 incompatibilidades enquanto os outros pavimentos tiveram entre 2 e 5 incompatibilidades. Este resultado demonstra a importância que deve ser dada a este pavimento.

#### 4. CONCLUSÕES

Neste estudo de caso analisaram-se as interferências negativas entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares. Apesar de ser uma obra onde não houve compatibilização de projetos é importante salientar que se trata de uma empresa que apresenta um bom nível de detalhamento, integração e organização dos profissionais

envolvidos e conseqüentemente dos projetos executados. Dentre os resultados obtidos é possível concluir que:

- O valor obtido de 2,15% referente às perdas da não compatibilização deve-se considerar dois aspectos importantes quando comparado com os estudos de Picchi (1993), e Rodriguez e Heineck (2001) que apontaram para uma perda de até 6%: O primeiro fato é que não foi abordado neste trabalho as melhorias na etapa de concepção do projeto. Segundo, a empresa em estudo possui um histórico de vinte e cinco anos em construção de obras verticais o que atenua os efeitos da não compatibilização.

- O resultado das perdas apresentado é altamente significativo, pois equivalem a quase o custo de construção de um apartamento deste edifício, ou seja, R\$183.590,00 que correspondem a 182,67 CUB-SC (Custo Unitário Básico de Santa Catarina)

- O estudo de caso mostrou também que se deve dobrar a atenção no pavimento tipo, pois é onde ocorre o maior número de incompatibilidades e conseqüentemente o maior prejuízo devido a falta de compatibilização.

- O desenvolvimento e implementação da coordenação de projetos junto a medidas conjuntas de melhoria na etapa de execução leva a projetos cada vez mais racionais e com melhor desempenho.

- Quanto maior seja a participação do coordenador de projeto na definição das variáveis de cada projeto, o mesmo será mais fácil de ser controlado e com maiores possibilidades de racionalização.

- Todas as melhorias que se podem obter com a coordenação de projetos, passam necessariamente por medidas relativas ao treinamento e conscientização dos executores das obras (engenheiros, mestres e encarregados), pois são eles que vão concretizar fisicamente todo o trabalho realizado.

- A análise e implementação de inovações tecnológicas através do projeto deve ser uma preocupação constante da equipe de projetistas e coordenador de projetos, visando sempre à racionalização da execução e a melhora do desempenho do produto.

- A introdução da coordenação de projetos, naturalmente tira a responsabilidade dos engenheiros e encarregados de obra de revisar projetos e resolver problemas de interferência entre os mesmos, pois estes já estarão compatibilizados. Desta forma, estes encarregados podem se dedicar melhor à gestão do processo de produção.

## 5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ADESSE, E. ; MELHADO, S. B. **Coordenação de Projetos Externa em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Portes**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, 2003.

FERREIRA, Rita Cristina. **Os diferentes conceitos adotados entre gerência, coordenação e compatibilização de projeto na construção de edifícios**. Artigo. São Paulo, SP: USP 2007.

GRAZIANO, Francisco Paulo. **Compatibilização de Projetos**. Mestrado Profissional. São Paulo: IPT, 2003.

LIMA, Jorge Luiz Patriota. **Custos na construção civil**. – Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, 2000.

NOVAES, C. C. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios**. Workshop Nacional Gestão do Processo Ed Projeto na Construção de Edifícios, 2001

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

PINI., TCPO 2010 – **Tabelas de composições de preços para orçamentos**. 1 ed. São Paulo: 1999. 284p.

RODRÍGUEZ, MARCO ANTÔNIO ARANCIBIA. **Coordenação Técnica de Projetos: Caracterização e Subsídios para sua Aplicação na Gestão do Processo de Projeto de Edificações**. Tese de Doutorado. Florianópolis, UFSC. 2005. 172p.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. **Coordenação de Projetos: Uma Experiência de 10 anos dentro de Empresas Construtoras de Médio Porte**. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º, Fortaleza (CE), 2001. Artigo técnico. 2001. 12p.

SCHMITT, C. M. **Por um modelo integrado de sistema de informações para a documentação de projetos de obras de edificação da indústria da construção civil**. 1998. 318p. Tese (Doutorado em Administração) - Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.



# Tecnologia e Ambiente

Unesc - Criciúma - Santa Catarina

SCHMITT, C.M. **Projetos para obras de edificação: a difícil tarefa de compatibilizar os vários projetos específicos através da análise da sua representação gráfica.** Recife, PE. 1999. 8p., In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1, Anais, Recife, UFP, 1999. Artigo técnico.

SILVA, Maria Angélica Covelo, SOUZA, Roberto de. **Gestão do processo de projeto de edificações.** São Paulo: O NOME DA ROSA, 2003.