



**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

**Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana**

**LIRIS FUJIMORI**

**A GESTÃO DO PROJETO E A TECNOLOGIA  
CONSTRUTIVA *TILT-UP***

Monografia apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para obtenção  
do Título de Especialista em Tecnologia e  
Gestão da Produção

**Orientador:**  
**Prof. Associado**  
**Silvio Burrattino Melhado**

**São Paulo**

**ESP/TGP  
F955g**



**Escola Politécnica - EPBC**



**31400021898**

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus amados e queridos pais e aos meus estimados avós (*in memorium*).

## AGRADECIMENTOS

Sinceros agradecimentos aos engenheiros projetistas e consultores pelas informações e contatos: Luiz Henrique Polastri Canhoni, José Luiz De Martini, Rosana Petrella e Marcelo Picarelli.

Dedico especial agradecimento ao engenheiro Francisco Pedro Oggì pelas informações prestadas e colaboração durante todo o desenvolvimento desta monografia, cujo acervo fotográfico pôde mostrar os canteiros das obras mencionadas.

Especial agradecimento às arquitetas Rosa Pezzini e Selma Bim pela atenção e receptividade em divulgar e fornecer informações para o desenvolvimento desta monografia.

Profundo agradecimento aos engenheiros das obras: Cláudio e Carlos Eduardo Carbone pela demonstração e acompanhamento às visitas nas obras, aos estagiários de engenharia Silvio Ferrari e Rodrigo e ao mestre de obra Elias.

Aos amigos e companheiros pelo constante incentivo e motivação para a busca de conhecimento e aprimoramento profissional.

Ao colega de curso engenheiro Sérgio Fernando Domingues e ao Prof. Doutor Silvio Burrattino Melhado pelo acompanhamento da monografia e objetividade na condução de um tema específico.

Aos meus pais e familiares pelo apoio e pela confiança por toda a minha vida.

Muito obrigada a todos.

## SUMÁRIO

### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS, i

### RESUMO

<b>1. Introdução</b>	<b>01</b>
1.1 Apresentação do Tema	01
1.1.1 Contexto	02
1.2 Objetivos	05
1.3 Metodologia Aplicada	06
1.4 Estruturação do Trabalho	07
<b>2. Revisão Bibliográfica</b>	<b>09</b>
2.1 Fundamentação Teórica	09
2.1.1 Conceituação e Terminologia	09
2.1.1.1 Tecnologia Construtiva	09
2.1.1.2 Sistema de Vedaçāo Vertical	12
2.1.1.3 Planejamento Tático e Operacional	14
2.1.1.4 Controle do Processo	17
2.1.1.5 Documentação e Registro	20
2.1.1.6 Conteúdo e Desenvolvimento da Documentação	22
2.1.1.7 Parcerias	23
2.1.1.8 O Contexto da Māo-de-obra	24
2.1.1.9 Suprimentos	26
2.2 Diretrizes para um projeto de produção	29
2.2.1 Projeto de Produção	33
2.2.2 Processo de Projeto	37
2.2.3 Diretrizes de um projeto de produção	38
2.2.4 Escopo de um Projeto de Produção para <i>Tilt-up</i>	40
<b>3. O Sistema Construtivo e a Tecnologia Construtiva <i>Tilt-up</i></b>	<b>43</b>
3.1 Panorama do Mercado de Pré-moldado e a Utilização do Sistema Construtivo <i>Tilt-up</i>	43
3.2 O Sistema Construtivo e a Tecnologia Construtiva <i>Tilt-up</i>	46
3.3 Planejamento da Obra	50
3.4 Vantagens do Sistema Construtivo <i>Tilt-up</i>	55
3.5 Desvantagens do Sistema Construtivo <i>Tilt-up</i>	57
<b>4. Estudos de Caso</b>	<b>58</b>
4.1 Pesquisa Exploratória	58
4.2 Aspectos Relevantes dos Edifícios Administrativos da Sede da Telesp Celular	59
4.3 Aspectos Relevantes do Edifício Sede do Laboratório Delta	61
<b>5. Considerações Finais</b>	<b>63</b>

---

<b>Anexo I – Caracterização da Empresa Walter Torre</b>	<b>69</b>
<b>Anexo II – Caracterização da Empresa Carbone</b>	<b>72</b>
<b>Anexo III – Lavanderia MaxLav</b>	<b>73</b>
<b>Anexo IV – Sociedade Torre de Vigia de Bíblias e Tratados</b>	<b>74</b>
<b>Anexo V – Edifício Residencial Monte Carlo</b>	<b>75</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>77</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ABCP</b>	Associação Brasileira de Cimento Portland
<b>ABCIC</b>	Associação Brasileira da Construção Industrializada em Concreto
<b>ACI</b>	American Concrete Institute
<b>CC</b>	Carbone Construções e Empreendimentos Ltda
<b>ICMS</b>	Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços
<b>SIMPROCIM</b>	Sindicato das Indústrias de Produtos de Cimento
<b>NBR</b>	Norma Brasileira
<b>TCA</b>	Tilt-up Concrete Association
<b>WT</b>	Walter Torre Jr. Construtora Ltda

## **A GESTÃO DO PROJETO E A TECNOLOGIA CONSTRUTIVA *TI LT-UP***

### **RESUMO**

O objetivo desta monografia é apresentar e analisar a tecnologia construtiva *tilt-up*, com especial ênfase nos aspectos que envolvem a gestão do projeto na interface com a produção.

A pesquisa bibliográfica foi complementada por publicações e *web sites* dos Estados Unidos especializados no assunto.

As informações de campo obtidas para esta monografia foram fornecidas pelos representantes das empresas: Walter Torre Jr. Construtora Ltda (WT) e Carbone Construções e Empreendimentos Ltda (CC). Foram observados dois canteiros de obras, um de cada construtora: um empreendimento de duas torres de escritórios na cidade de São Paulo – construído pela WT e um edifício de uso para laboratório e sua sede administrativa na Rodovia Campinas-Indaiatuba – construído pela CC, no período de julho de 2002 a fevereiro de 2003.

Os conceitos de pré-fabricação e pré-moldado são discutidos e a aplicação do projeto para produção para definição do canteiro de obras é analisada sob o enfoque contemporâneo e sistêmico.

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

#### 1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

A escolha deste tema foi devido ao enorme interesse pelas **técnicas e sistemas construtivos** de um modo geral.

O desenvolvimento deste tema na monografia será de utilidade e interesse das empresas construtoras e dos profissionais de projetos civis, voltados para a **concepção do projeto**, inclusive para o **projeto de produção**, divulgação do **sistema construtivo *tilt-up* e sua tecnologia construtiva**.

Cada vez mais a **formação dos engenheiros, arquitetos e técnicos** deve ser voltada para a especialização e é de fundamental importância o profissional ser conhecedor dos **sistemas construtivos e suas aplicações**, pois além da experiência individual, a busca de resultados deve contribuir para o crescimento do setor da construção civil.

As **pesquisas de mercado e exploratória** acrescentam a este trabalho acadêmico a integração necessária ao assunto do tema e o conhecimento ao **desenvolvimento da monografia**.

### 1.1.1 Contexto

Estando o setor da construção civil voltado para a discussão da produtividade e busca pela qualidade, **o sistema construtivo e a tecnologia *tilt-up*** não poderiam estar fora, assim como a utilização de fachadas pré-fabricadas e demais sistemas ou métodos construtivos que sejam competitivos nos itens: **custo/prazo/qualidade**.

O **sistema construtivo *tilt-up*** teve sua oportunidade para a implantação no Brasil, através da abertura do mercado, pois os resultados indicaram o crescimento para o mercado das construções industriais.

O interesse pela **utilização do sistema *tilt-up***, declarada pelos investidores/clientes é o **prazo de execução, rapidez, qualidade do produto, limpeza, preços garantidos, custo final da obra e responsabilidade técnica**.

Em uma **economia globalizada** e estável, a busca pela **competitividade e produtividade** é o que toda empresa necessitada para permanência no mercado, pois a **margem de lucro é pequena**.

Neste contexto, o **conhecimento técnico-construtivo e a gestão da produção** são fatores muitas vezes decisivos na busca pelo **diferencial competitivo**. A escolha está na produção, utilizando uma tecnologia construtiva que sustente os interesses e obtenha os resultados desejáveis para a empresa.

O enfoque no cliente/usuário e a busca por sistemas construtivos que atendam a **demandas de mercado, o prazo da obra e o período de investimento financeiro** são os itens avaliados e pertinentes à decisão pela pré-fabricação ou pré-moldado. O retorno antecipado do capital empregado é atrativo para **empreendimento do tipo *turn-key***.

A forma de comercialização empregada pela **Walter Torre Jr. Construtora Ltda**, batizada de ***built to suit***, consiste na elaboração de projetos e na construção de **empreendimentos personalizados** para cada companhia, a partir do fechamento de **contratos de locação de longa duração**. Recursos próprios e, em especial, advindos de **operações de securitização de recebíveis**, garantem o andamento das obras.

Imaginemos a situação ideal, facilitadora de todos os agentes envolvidos num determinado negócio:

- dono do empreendimento/empreendedor tem o cliente e sabe das suas necessidades;
- tem o investidor financeiro e sabe o quanto o mercado está oferecendo de taxa de retorno e lucro;
- tem o terreno a ser implantado;
- detém a tecnologia de construção mundialmente conhecida com *tilt-up* para a execução da edificação;
- conhece/possui o mercado de equipamentos específicos e estrutura uma equipe especializada para o gerenciamento dos projetos civis e da obra;
- este empreendedor sabe das vantagens, entre elas a durabilidade e baixa manutenção que os componentes de concreto oferecem ao usuário.

Ou seja, espera-se o sucesso do negócio! Você encontrou um segmento de mercado que necessita de obras especiais.

Este é o contexto da atuação da construtora Walter Torre Jr., uma das detentoras da tecnologia construtiva *tilt-up* no Brasil e com grande capacidade administrativa empresarial. Hoje, empresa detidora do registro da palavra *Tilt-up*, conforme informação da arquiteta Rosa Pezzini.

No mercado de atuação, a grande oposição quanto à sua utilização é quanto aos custos: os fornecedores de pré-fabricados consideram uma concorrência desleal: "Há uma brecha na legislação que permite a produção, mas no canteiro não há cobrança de 18% de ICMS e fiscalização sobre os gases poluentes emitidos", informou Paul Wroclawsky, diretor do Departamento de Construção Industrializada do Sinprocim São Paulo (Sindicato das Indústrias de Produtos de Cimento).

De fato, a pesada carga tributária do ICMS embutida sobre a matéria prima rouba a competitividade dos sistemas industrializados que trabalham sob lucro mais baixos e favorece a realização dos pré-moldados no canteiro.

**A grande vantagem construtiva é que a fábrica é montada no canteiro em contraponto ao transporte das grandes peças industrializadas, restritas no perímetro de fornecimento ao cliente a partir de sua fábrica instalada e fixada em algum lugar não muito próxima do canteiro.**

Então neste mercado podemos classificar três tipos de organizações/empresas: uma **industrial com a margem de lucro reduzida** que possui uma planta fora do canteiro de obras, uma **empresa de transporte e montagem das peças**, uma de engenharia que presta **serviços de projetos e mão-de-obra de aplicação**.

## 1.2. OBJETIVOS

O trabalho tem o objetivo de transmitir os **conceitos básicos do sistema construtivo e da tecnologia construtiva *tilt-up***.

Pretende também, apresentar um pouco da **aplicação deste sistema construtivo** em algumas obras realizadas, através de um **documentário fotográfico**.

Esta monografia pretende enfocar a **necessidade de adoção de um projeto de produção** que sirva de ferramenta à **gestão do projeto** nas empresas que constróem com esta **tecnologia construtiva**.

### **1.3. METODOLOGIA APLICADA**

A **metodologia** utilizada é o desenvolvimento de uma **pesquisa exploratória** para conhecimento da **bibliografia** existente e **empresas** que estão atuando no mercado de construção de edifícios utilizando a **tecnologia construtiva tilt-up**.

Após a definição do assunto, o tema está na área de interesse: **gestão do empreendimento e coordenação de projetos**. No entanto, a aplicação para o **projeto de produção** ficou decorrente de um aprofundamento e estudo detalhado, pois a **gestão do projeto e a tecnologia construtiva tilt-up** são duas âncoras bem marcantes no desenvolvimento da monografia.

Foram realizadas entrevistas com os contatos das empresas construtoras e de projetos que utilizam este sistema construtivo e utilizam um **projeto de produção** realizado precariamente para atender simplesmente ao **planejamento do canteiro**.

Foram realizadas visitas às obras em andamento em Indaiatuba/SP e São Paulo/SP no período de julho de 2002 a fevereiro de 2003.

Toda esta pesquisa está baseada nos conceitos e conhecimentos adquiridos na **bibliografia** da monografia, na pesquisa via **internet**, nas **entrevistas** realizadas, nas **visitas às obras** e no conhecimento adquirido durante o **curso de especialização**, finalizando com a **monografia** apresentada.

#### **1.4. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO**

A monografia “**A GESTÃO DO PROJETO E A TECNOLOGIA CONSTRUTIVA *TILT-UP***” está estruturada da seguinte forma:

O **CAPÍTULO 1** apresenta o contexto das **empresas e a utilização do sistema construtivo**, percorre os objetivos da monografia e a metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho.

No **CAPÍTULO 2** são realizadas a **revisão bibliográfica e a fundamentação teórica**. Para aplicação ao tema e desenvolvimento do trabalho, incluindo-se as **diretrizes para um projeto de produção**.

O **CAPÍTULO 3** é destinado ao **sistema construtivo e a tecnologia *tilt-up***, nele menciona-se as **diretrizes e os métodos** utilizando-se da tecnologia atual e os conceitos de **racionalização, pré-moldagem e construtibilidade**.

Neste capítulo, conceito entre **pré-fabricação e pré-moldado** são discutidos e a aplicação do projeto de produção no processo do canteiro é analisada sob o enfoque contemporâneo e sistêmico, através das construtoras e obras escolhidas.

No **CAPÍTULO 4**, é apresentada a **pesquisa exploratória** e a monografia percorre em linhas gerais os **dois canteiros de obras observados**: um empreendimento de duas torres de escritórios na cidade de São Paulo (WT) e um edifício de uso para laboratório e sua sede administrativa na Rodovia Campinas-Indaiatuba (CC).

No período de julho de 2002 a fevereiro de 2003 – estas obras serviram de objeto de análise e reflexão juntamente com a **pesquisa bibliográfica**.

Finalmente, no **CAPÍTULO 5**, é apresentada a **reflexão sobre a gestão das empresas e a conclusão do trabalho**, se assim pode-se dizer, quanto à **necessidade de implantação e consolidação de algumas ferramentas** que possam ser utilizadas na **gestão da produção e na coordenação** entre as partes e processos envolvidos, uma delas, a utilização do **projeto de produção**.

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

##### 2.1.1. Conceituação e Terminologia

###### 2.1.1.1 Tecnologia Construtiva

Durante a pesquisa e o aprofundamento do tema, vários conceitos foram mencionados e vale a pena fazer o registro de alguns que se aplicam para a **tecnologia construtiva *tilt-up*** e que se justificam.

Segundo FREIRE (1943), **sistema** pode ser entendido como: Método, combinação de meios e de processos destinados a produzir certo resultado.

De acordo com GAMA (1987), **técnica** é um conjunto de regras práticas para fazer coisas determinadas, envolvendo a habilidade do executor e transmitida verbalmente, pelo exemplo no uso das mãos, dos instrumentos e ferramentas e das máquinas.

Conforme SABBATINI (1989), uma série de definições são estabelecidas:

**técnica construtiva** é um conjunto de operações empregadas por um particular ofício para produzir parte de uma construção.

**método construtivo** é um conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação.

**processo construtivo** é um organizado e bem definido modo de se construir um edifício. Um específico processo construtivo caracteriza-se pelo seu particular conjunto de métodos utilizado na construção da estrutura e das vedações do edifício (invólucro).

**sistema construtivo** é um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados pelo processo.

**tecnologia construtiva** é um conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, pertinentes a um modo específico de se construir um edifício (ou uma sua parte) e empregados na criação, produção e difusão deste modo de construir.

**industrialização da construção** é um processo evolutivo que, através de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho e técnicas de planejamento e controle. Objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva.

**racionalização construtiva** é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases.

De todos os mencionados acima, o mais abrangente para aplicação ao tema da monografia é a sobre a **tecnologia construtiva** mencionado por SABBATINI (1989).

No setor habitacional, tem-se conhecimento que diversas construtoras executam suas obras utilizando o conceito de industrialização da construção e sua racionalização construtiva: **Pedreira de Freitas e a Construtora Sergus** seriam alguns representantes deste segmento. Porém esta monografia não possui esta abrangência, foram pesquisados somente edifícios administrativos e industriais, cuja característica é horizontalidade e grandes vãos que utilizam a **tecnologia construtiva *tilt-up***.

Sobre estas duas empresas citadas, poderia ser desenvolvida uma monografia específica, também assunto de enorme interesse e contribuição acadêmica.

### 2.1.1.2 Sistema de Vedações Vertical

Para SOUZA (1998), a vedação vertical dos edifícios é responsável pela compartimentação dos espaços do mesmo e contribui para a proteção lateral dos ambientes criados.

A concepção da vedação vertical reveste-se de grande importância quanto ao edifício em execução, por inúmeros motivos, dentre os quais pode-se citar: a relevância econômica - podendo representar algo em torno de 15% dos custos diretos da obra (PINI, 1998); a influência que sua escolha exerce quanto ao processo construtivo como um todo (obrigatoriedade ou não de uso de gruas; embutimento ou não de eletrodutos; etc); papel fundamental quanto ao desempenho do edifício do ponto de vista térmico, acústico, relativo à estanqueidade, etc.

A vedação vertical pode ser constituída por diferentes sistemas. Pode-se classificar as opções disponíveis de diversas maneiras. Em particular, quanto à densidade superficial da vedação, pode-se citar:

- **vedações leves**, representadas por elementos de pequena densidade superficial não estrutural;
- **vedações pesadas**, representadas por elementos com função estrutural ou não e com densidade superficial elevada.

Este autor classifica as vedações, vedações leves podem ser ainda subdivididas em: divisórias e elementos de fachada. As pesadas, em: **paredes monolíticas moldadas no local**, paredes de painéis modulares pesados e parede de alvenaria. Em cada uma destas categorias pode-se encontrar inúmeras opções de sistemas disponíveis no mercado.

Dentre os vários critérios que devem ser considerados para a escolha da melhor opção para constituição da vedação de um edifício, a avaliação dos custos envolvidos está sempre presente.

Dentro desta classificação apresentada por SOUZA (1998), os painéis *tilt-up* seriam ditos os de **vedações pesadas com função estrutural e paredes monolíticas moldadas no local**.

### 2.1.1.3 Planejamento Tático e Operacional

Conforme CHIAVENATO (1997) entende que a **especialização** é uma "consequência da divisão do trabalho que implica que cada órgão ou cargo passe a ter funções e tarefas específicas e especializadas".

Este autor entende que a *hierarquia divide a organização em camadas ou escalas ou níveis de autoridade, tendo os superiores autoridade sobre os inferiores*.

No **nível estratégico** as decisões são tomadas, são estabelecidos os objetivos e as metas da organização. O nível estratégico possui grande interação com o ambiente e lida com alto grau de incerteza.

No **nível tático**, o planejamento tático tem por finalidade otimizar determinada área de resultado e não a empresa como um todo. Esse nível é responsável pela articulação entre os níveis estratégico e operacional.

O **nível operacional** é o nível no qual as tarefas são executadas e as operações realizadas, envolvendo o trabalho básico relacionado diretamente com a produção dos produtos ou serviços da organização.

Já MINTZBERG (1995) esclarece o conceito de **centralização**, quando todo o poder para a tomada de decisões resta em um só local da organização – no final das contas na mão de uma pessoa -, pode-se chamar a estrutura de centralizada, ao passo que na proporção em que o poder fica disperso entre muitas pessoas, pode-se chamar a estrutura de descentralizada. Segundo o autor, ambas não devem ser tratadas como absolutas, mas como terminais de um contínuo.

Sobre a **departamentalização**, CHIAVENATO (1997) define como o *meio pelo qual se atribuem e se agrupam atividades diferentes por meio da especialização dos órgãos, a fim de se obter melhores resultados no conjunto do que se tivesse de dispersar todas as atividades e tarefas possíveis de uma organização indistintamente entre todos seus órgãos*.

Segundo MINTZBERG (1995), entende que *agrupar é o meio fundamental de coordenar o trabalho na organização*: estabelecimento de um sistema de supervisão comum entre posições e unidades, a exigência de posições e unidades para o compartilhamento de recursos comuns, a criação de medidas comuns de desempenho e encorajamento do ajustamento mútuo.

Para MILES; SNOW (1978) refere-se às **organizações defensivas**: são aquelas que possuem um domínio de mercado e produto bastante estreito. A alta administração possui amplo domínio sobre sua limitada área de operação, mas não tende a procurar novas oportunidades fora da mesma. Como resultado deste foco estreito, estas organizações raramente necessitam de grandes ajustes em sua tecnologia, estrutura ou métodos de operação. Concentram sua atenção na melhoria da eficiência das operações existentes.

Pelo fato da **Walter Torre Jr e Construtora Carbone** terem a alta administração envolvida em decisões do nível tático, a gerência no nível operacional foca principalmente nos assuntos pertinentes por **especialidade** e pelo **conhecimento da tecnologia construtiva**.

Neste conceito de agrupamento mencionado por MINTZBERG (1995), é muito importante para a comercialização do empreendimento que a **Walter Torre Jr** agrupe serviços oferecidos à ocupação dos edifícios. É neste contexto que a **realização da obra faz parte do objetivo principal e o projeto é atividade meio**.

As principais formas de **departamentalização** adotada pela Walter Torre Jr: **funcional, geográfica, por produtos ou serviços, por fases do processo de produção e matricial.**

Nas empresas pesquisadas, a diversificação de produtos não é o enfoque da organização/empresa, pois a estrutura organizacional constituída está enquadrada nas principais formas apresentadas acima. Aplica-se a definição de uma **organização defensiva**, baseada no **conhecimento técnico-construtivo**, sua **tecnologia construtiva** e na **experiência de obras** executadas no **sistema construtivo tilt-up**.

#### 2.1.1.4 Controle do Processo

Quanto ao **controle do processo**, JURAN apresenta algumas orientações para o controle de processos e “projetar o controle do processo de produção” na indústria da construção.

Segundo JURAN (1992), o **controle do processo** consiste de várias atividades:

- avaliar o desempenho real do processo;
- comparar o desempenho real com as metas;
- tomar providências a respeito da diferença.

Nesse modelo, para JURAN (1992), o **fluxo de informações** deve ocorrer da seguinte forma:

- sensor (que está “ligado ao processo”) avaliar o desempenho real
- sensor reporta esse desempenho a um árbitro (ou verificador, comparador);
- árbitro recebe informações de qual é a meta;
- árbitro compara o desempenho real à meta. Se a diferença justificar uma ação, ele aciona um atuador;
- atuador modifica as condições do processo para colocar o desempenho em linha com as metas.

A alça de *feedback* para o controle do processo (JURAN, 1992).

Nessa proposta, o **controle do processo** deve passar por três estágios:

- controle de partida;
- controle de operação: sua continuidade, se houver uma não conformidade, deverá haver uma ação corretiva;
- controle do produto: sua finalidade é decidir se o produto está ou não em conformidade com as metas da qualidade do produto.

Para JURAN (1992), em todos os estágios do processo de controle, existe a **tomada de decisões**. A atribuição dessa responsabilidade, segundo o autor, varia de uma empresa para a outra e pode ser destinada, inclusive aos trabalhadores - apesar de não ser uma ação comum.

Característica do processo e de efeitos secundários, que são as características que não têm relação direta com o produto, mas pode criar problemas secundários inoportunos, tais como irritação ao funcionário, ofensas a vizinhos, ameaça ao ambiente.

Segundo JURAN (1992), as **variáveis dominantes** mais usuais incluem:

- dominância da preparação;
- dominância de tempo;
- dominância de componentes;
- dominância do trabalhador;
- dominância da informação.

JURAN (1992), define, ainda, os "postos de controle". "Nos níveis mais baixos da organização, um posto de controle está normalmente confinado a uma só área física. Em níveis mais altos, um posto de controle pode estar amplamente disperso em termos geográficos, como por exemplo, o escopo da responsabilidade de um supervisor ou gerente".

No modelo de JURAN (1992), para cada **posto de controle** devem ser identificados os objetos de controle sobre os quais o controle deve ser exercido. E cada objeto exige uma alça de *feedback*, composta por múltiplas características do processo.

No **processo de controle** proposto por esse autor, possam ser aproveitados numa sistemática de controle.

- presença constante de um sensor em todo o processo;
- estabelecimento de metas;
- avaliação e tomada de decisões;
- revisão do processo para alinhá-lo às metas;
- definição de um fluxo de atribuições;
- definição das responsabilidades sobre as tomadas de decisão;
- estabelecimento dos estágios de controle;
- treinamento para o controle;
- direcionamento para o controle de itens específicos;
- definição das instâncias de controle.

Nas **empresas pesquisadas**, apenas o controle de processo poderá ser amplamente estudado e detalhado, pois pouco se obteve durante o desenvolvimento do trabalho sobre os dados e **estrutura administrativa**.

O canteiro da obra configura-se na área física citado por JURAN (1992), cujos **postos de controle** podem ser configurados conforme o controle do processo proposto por ele.

Na prática, o que ocorre nos **canteiros das obras pesquisadas**, o **engenheiro responsável** pela obra acaba centralizando junto com a sua equipe de **mestre, encarregado, estagiários** todo o processo em um curto período de tempo, senão cíclico e muito dinâmico sobre as **decisões do dia-a-dia** e de nível **operacional**.

Vale ressalvar que a **logística do canteiro** e o **planejamento da obra** são fundamentais para a **execução dos painéis** e seu **manuseio**, pois precede a etapa de **montagem**.

### 2.1.1.5 Documentação e Registro

PICCHI (93), por sua vez, enfocando a indústria da Construção de Edifícios, afirma que os “planos da qualidade de obras” são elementos imprescindíveis ao **Sistema da Qualidade**.

- As especificações de materiais e serviços;
- Os pontos de controle;
- Os critérios de amostragem;
- Os métodos de inspeção e ensaios;
- Os critérios de aceitação e rejeição e os procedimentos de execução;
- As listas de verificação.

A documentação é um instrumento fundamental para a padronização e o controle de processos e procedimentos de produção, visando aumentar o domínio tecnológico, elevar a produtividade e permitir que a empresa adapte-se com maior eficácia às mudanças exigidas pelas demandas dos clientes e as alterações produzidas com a incorporação de novos materiais e tecnologias.

A padronização permite diminuir a variabilidade dos processos técnicos e administrativos e possibilita registrar a capacitação tecnológica da empresa, sem a dependência da experiência individual de seus técnicos.

Através do **desenvolvimento dos procedimentos de produção** é que se estabelece **condições de contratação dos projetistas e fornecedores**, bem como, definir os elementos para o **treinamento pessoal e as condições de controle dos serviços executados**, podendo-se, desta maneira, fazer evoluir o **processo produtivo**.

Realmente, a **normalização nacional** voltada à construção de edifícios é deficiente em praticamente todas as áreas como ilustram os dados apresentados por PICCHI (93), reunidos na tabela abaixo

TABELA : Distribuição de normas técnicas, por assunto [PICCHI, 1993]

Assunto	Quantidade
Planejamento	Nenhuma norma
Projeto	33 (*)
Materiais e componentes	160
<b>Execução e controle</b>	<b>19</b>
Uso e manutenção	2

(\*) dentre essas, 25 referem-se à coordenação modular.

- Procedimentos de projeto
- Procedimento para execução de serviços
- Procedimentos de controle

### 2.1.1.6 Conteúdo e Desenvolvimento da Documentação

O autor MAIA (1995) propõe um método para a **padronização dos procedimentos de execução**, o qual envolve:

- Especificação do produto;
- Padrão técnico do processo;
- Procedimento operacional;
- Treinamento nas padronizações;
- Implementação da padronização.

**Nas empresas construtoras pesquisadas se fará necessário à sistematização dos registros e controles de documentos** de uma forma mais clara e precisa. Pôde-se observar a existência de fichas de verificação de serviços, controle tecnológico do concreto, controle e registro da concretagem, etc., porém pareceu um tanto quanto informal, podendo ser padronizado e melhor sistematizado.

Um item a ser amplamente elaborado e discutido: **criação de um banco de tecnologia construtiva** em cada empresa ou como se apresenta estruturado no site norte-americano:[www.tilt-up.com](http://www.tilt-up.com).

### 2.1.1.7 Parcerias

A "parceria" nas relações de negócio entre empresas é um conceito que vem sendo defendido por muitos pesquisadores as Indústria da Construção Civil, dentre eles COOK; HANCHER (1990), ABUDAYYEH (1994) e HARBACK et al. (1994), como "uma nova estratégia para **abaixar os custos e ganhar vantagem competitiva** num ambiente de negócio em mudança".

"Um com compromisso de longo prazo estabelecido entre duas ou mais organizações, com o propósito de realizar um objetivo específico de negócio, através da **maximização da eficiência** dos recursos de cada participante".

Uma relação típica de parceria, estabelecida entre organizações, deve ser baseada na **confiança, dedicação aos mesmos interesses e ao entendimento das expectativas e valores individuais de cada uma**. E, portanto, deve envolver: **comprometimento, confiança, vantagem mútua e oportunidade**, numa intensidade muito maior do que a que é encontrada numa relação tradicional de negócio (COOK; HANCHER, 1990).

Este compromisso é assumido com as empresas em torno da **Walter Torre Jr.**, este conceito fica bem explícito no site da empresa, pois os serviços oferecidos são bem distintos e complementares: **piso industrial, terraplanagem, execução dos painéis de concreto e cobertura metálica**.

### 2.1.1.8 O Contexto da Mão-de-obra

Segundo BOBROFF (1989), “**diferentes organizações e modos de recomposição dos processos de trabalho são aplicados aos canteiros. As estratégias definidas dependem da história das empresas, de suas características, de suas tradições e comportamento de mercado, o que origina as mais diversas combinações dos fatores produtivos**”.

Segundo esse autor, os elementos constituintes do processo de desenvolvimento dos recursos humanos: **a motivação pessoal, relacionada à qualidade de vida no trabalho e na organização, e a capacitação para a inovação, como elementos essenciais para o processo de implantação de inovações tecnológicas**.

Esse autor, analisando o setor da Construção de Edifícios na Europa, principais entraves:

- Uma organização de trabalho não adaptada às novas exigências;
- Uma administração de canteiros mal treinada e que pouco se renova;
- Uma mão-de-obra que envelhece, não qualificada, com baixo nível de escolaridade;
- Jovens pouco atraídos por um setor que não tem boa imagem e cujas condições de trabalho são difíceis.
- Elevada rotatividade sofrida pelo setor.

Cada empresa deverá definir a sua **estratégia de envolvimento, motivação e capacitação dos recursos humanos** segundo suas **características organizacionais e recursos disponíveis** - GOMES; SALDANHA (1995) discutem, por exemplo, a “**administração participativa**” em que a participação dos trabalhadores é incorporada à estratégia de atuação da empresa como uma forma de melhorar o **desempenho organizacional**, seja

em termos de **aumento da produtividade** ou através de **maior adaptação às mudanças**.

Deve-se observar que as formas de envolvimento das pessoas variam conforme a sua posição na **estrutura hierárquica**; o que serve como **motivação para o operário da produção**, pode não servir para o **gerente do empreendimento**. Além disso, a **capacitação profissional** exigida é distinta. **O conhecimento e envolvimento requeridos da área de engenharia** são diferentes dos exigidos para a **produção**.

### 2.1.1.9 Suprimentos

Segundo SLACK (1993), há uma tendência mundial de se estabelecer "parcerias" como uma forma de **relacionamento estratégico entre cliente e fornecedor**.

NBR ISO 9004/1 (ABNT, 1994c) recomenda que: "convém que um **relacionamento estreito de trabalho e um sistema de realimentação** sejam estabelecidos com cada subcontratado. Desta forma a melhoria contínua da qualidade pode ser mantida e divergências evitadas ou resolvidas rapidamente. Este relacionamento estreito de trabalho e o sistema de realimentação beneficiarão ambas as partes".

**O relacionamento estratégico entre o cliente e o fornecedor e o papel do setor de suprimentos no contexto estratégico** da empresa é amplamente discutido por MERLI (1994), que propõe algumas **estratégias organizacionais diferentes** para o **setor de suprimentos** de diversos segmentos da **indústria seriada**.

O principal problema dos suprimentos no setor industrial decorre da **falta de integração**, tanto entre os diversos setores da empresa, como entre as próprias funções que o **setor de suprimentos** deve desempenhar.

Como bem destaca MARSH (1985): "a **equipe técnica** mais competente não realizará a produção se as necessidades de materiais e equipamentos não forem satisfeitas".

Segundo VIOLANI; CÂNDIA; MELHADO (1991), os principais objetivos:

- **Suprir a obra atendendo aos requisitos de qualidade e custos;**
- **Evitar paralisações por falta de insumos ou serviços ou estoques elevados;**

- **Coordenar o processo de compras de forma a minimizar os investimentos, deixando o capital da empresa livre para giro;**
- **Comprar sempre os melhores preços, obedecendo às especificações de projeto;**
- **Negociar com os fornecedores à exaustão.**
  - a) Programação e escolha
  - b) Aquisição ou compra
  - c) Recebimento e controle

Cada empreendimento envolve materiais básicos e equipamentos distintos daqueles convencionalmente empregados, exigindo do setor de suprimentos:

- **O atendimento preciso das especificações;**
- **O atendimento do planejamento;**
- **Um suporte aos projetistas com relação aos novos produtos e equipamentos disponíveis no mercado.**

Com o controle adequado das atividades, em cada processo de aquisição, é possível “rodar o ciclo PDCA” e melhorar as ações numa próxima intervenção.

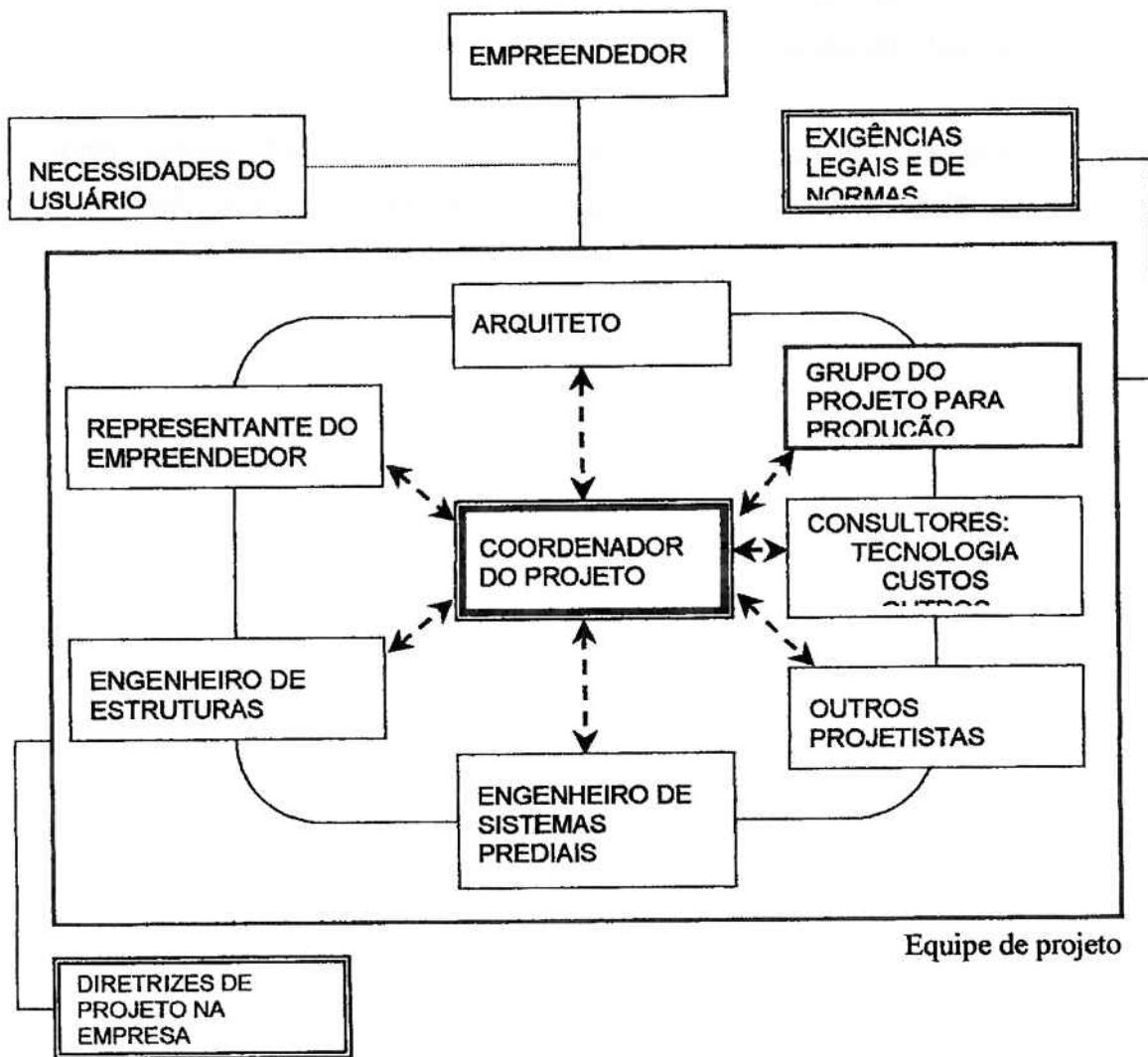
Prever o “tempo de aquisição”, VIOLANI; CÂNDIDA; MELHADO (1991), “é o tempo necessário para se processar uma tomada de preços, somando ao de decisão da compra e ao prazo de entrega do fornecedor”.

MARSH (1985) destaca que: “um sistema de gerenciamento de suprimentos eficaz, integrado com os outros setores da empresa, permite evitar problemas que incluem: escassez, excesso, demora e erros no suprimento de materiais e equipamentos e problemas de fluxo de caixa”.

Assim, a empresa que não tenha enxergado o **potencial estratégico do setor de suprimentos para alcançar a sua competitividade e buscar a eficiência desse departamento, está comprometendo a sua sobrevivência no mercado de atuação.**

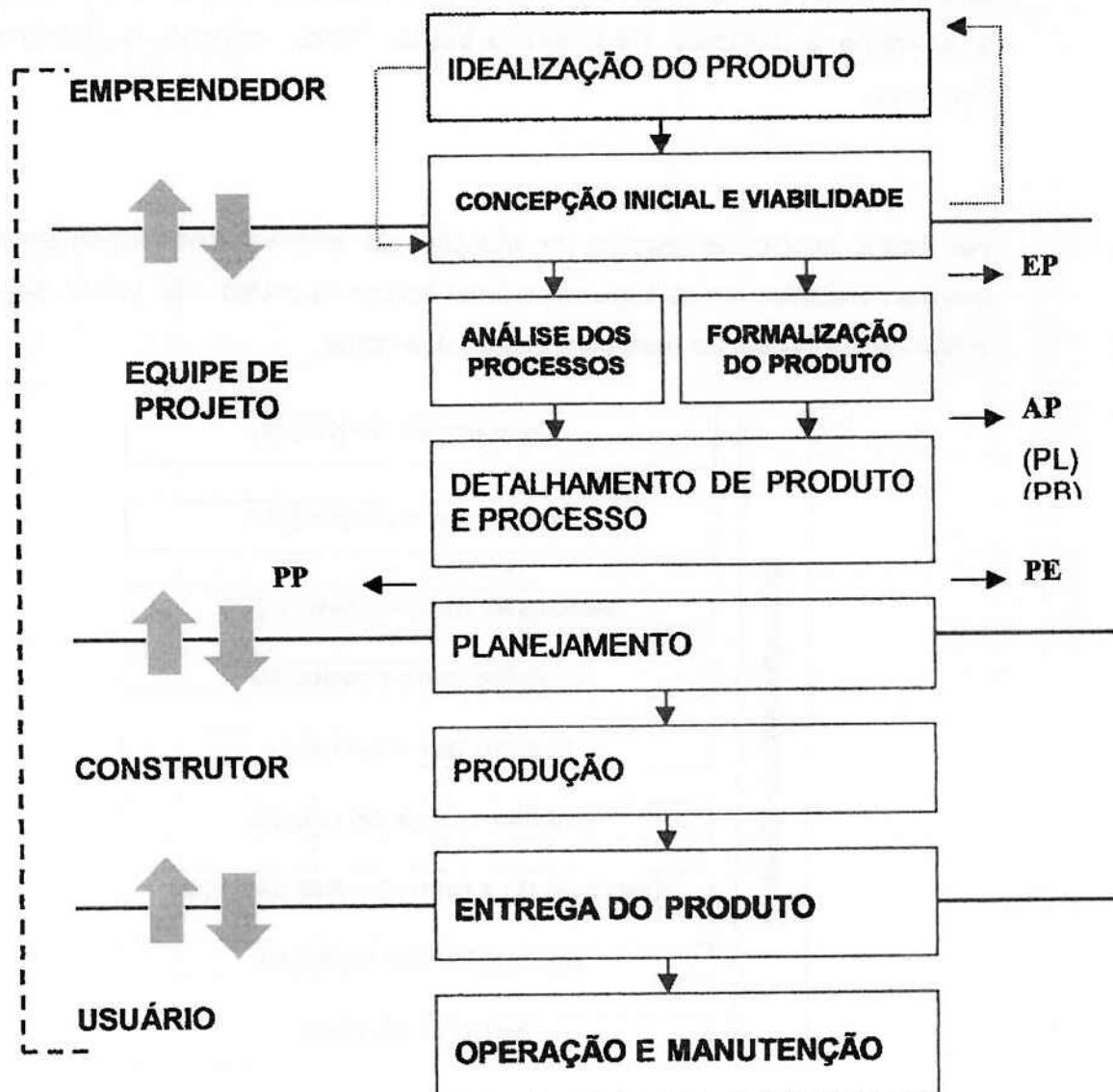
Deve ser **avaliada e as necessidades de intervenção devem ser identificadas, para que possa haver a melhoria contínua e o foco no cliente.**

## 2.2 DIRETRIZES PARA UM PROJETO DE PRODUÇÃO



Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto – MELHADO (2001)

Na figura acima, Melhado propõe a **estruturação da equipe multidisciplinar**. Veja como todos os agentes envolvidos contribuem para o desenvolvimento do projeto e o quanto a **coordenação** têm um papel importante para o processo de projeto.

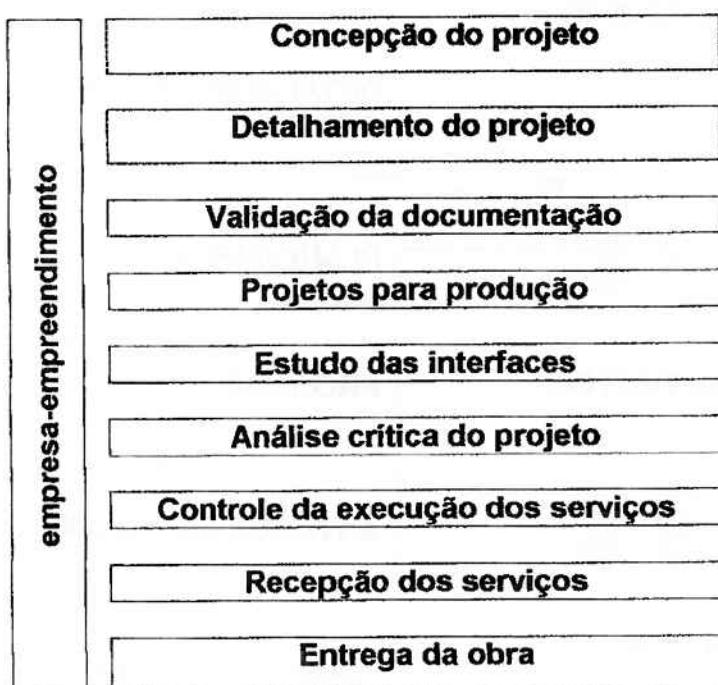


Projeto para o processo de desenvolvimento do projeto com a ação dos quatro participantes do empreendimento – MELHADO (2001)

Esta figura ilustra as etapas do desenvolvimento do projeto quando há a ação dos quatro participantes da empresa. Este modelo é bem linear e se aplica às empresas pesquisadas, pois as fases do projeto são bem delineadas e definidas, porém os agentes envolvidos podem ora serem

empreendedores/projetistas e construtores, então este modelo não é aplicável e aderente à realidade da empresa Walter Torre, somente à Construtora Carbone.

Na figura abaixo as etapas de atuação da empresa-empreendimento. As etapas colocadas em retângulos de linha tracejada podem não existir, segundo a alternativa escolhida para contratação das obras.



A figura acima mostra as etapas de atuação da empresa-empreendimento (adaptado de HENRY; MENOUD; VICEDO, 1996).

Esta configuração mais se assemelha à realidade da empresa pesquisada Construtora Carbone, apesar de não possuir a **estruturação da empresa-empreendimento** apresentada por MELHADO (2001). Atualmente, a CC não realiza a contratação do projeto de produção, realiza a **aquisição e contratação do projeto estrutural, de instalações e de arquitetura**. Hoje, é

realizado o planejamento da obra de modo informal e bem prático para estruturar as decisões no próprio canteiro da obra.

Nenhuma das empresas pesquisadas assumiu ter um documento do tipo **matriz de responsabilidades** da empresa ou da obra pesquisada. Talvez por elas não estarem com a **Certificação no Sistema da Qualidade**, esta definição também não seja interesse de discussão interna no presente momento.

O fato curioso é que todos os funcionários entrevistados sabem de suas **responsabilidades e deveres** em relação às **atividades profissionais e competência técnica-administrativa**.

Praticamente, a **equipe de projeto** encontrada nas empresas pesquisadas se resume na contratação das seguintes disciplinas: projeto de arquitetura, projeto de fundações, projeto estrutural, projeto de instalações hidráulicas e elétricas, projeto de piso de concreto, projeto de exaustão e ar condicionado. Quando necessário, é **contratada consultoria** de logística, processos, segurança patrimonial e pessoal e estrutural.

Quanto aos **fornecedores**, os serviços são bem definidos: terraplenagem, fundações, concreto, piso de concreto, cobertura, instalações elétricas, instalações hidráulicas, prevenção e combate a incêndio, pavimentação e ar condicionado.

### 2.2.1 Projeto de Produção

MELHADO (1994) que salienta que quando o tema é o Projeto de Edifícios, a visão do produto deve ser extrapolada, devendo-se encarar o projeto com o enfoque do processo de construção e, neste aspecto, defende que o projeto seja encarado como informação de natureza tecnológica e gerencial, cabendo a ele, **“o encargo fundamental de agregar eficiência e qualidade ao produto e ao processo construtivo (...).”**

MELHADO (1994) apresenta seu entendimento quanto ao papel do projeto propondo uma definição para o termo, a qual passará a ser adotada no presente trabalho.

Assim, o PROJETO será entendido como **“uma atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução”**.

**“O projeto, para qualquer subsistema do edifício, é um instrumento importante para que a inércia do processo construtivo tradicional seja vencida, pois somente a partir da sua elaboração será possível definir adequadamente a produção na fase de concepção do produto, não permitindo que decisões subjetivas sejam tomadas durante a etapa de execução”** (BARROS, 1991).

De acordo com DAVENPORT (1993): **“o projeto parece ser a melhor maneira de se introduzir e adquirir experiência com a reflexão e a inovação de processos dentro de uma organização”**.

**“Apenas as equipes interfuncionais podem ser capazes de inovar processos que ultrapassam limites organizacionais e áreas de responsabilidade administrativa”.**

Pode-se dizer que a **interfuncionalidade**, assim como é um elemento essencial para a **inovação de processos na indústria seriada**, deve estar presente, da mesma forma, **no processo de inovação na Construção de Edifícios**.

Para JURAN (1992) denomina de “projeto do processo” como “atividade de definição dos meios específicos a serem usados pelas forças operacionais para atingir as metas de qualidade do produto (...”).

De acordo com SABBATINI: **no projeto de produção são definidas as técnicas construtivas** (e os métodos, no caso do objeto do desenvolvimento ser um processo ou um sistema construtivo) e projetados os detalhes de execução (...) que irão permitir a construção do edifício ou de suas partes em acordo com o prescrito na concepção geral - **“O projeto de produção do edifício evoluir em ciclos interativos, iniciando-se por um projeto preliminar e avançando progressivamente até a solução consolidada”**.

**O projeto construtivo “deve conter todos os aspectos essenciais à produção do edifício ou de uma sua parte”.**

Projeto para produção é “um conjunto de elementos de projeto elaborado segundo características e recursos próprios da empresa construtora, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições dos itens essenciais à realização de uma atividade ou serviço e, em particular: especificação dos detalhes e técnicas construtivas a serem empregados, disposição e seqüência de

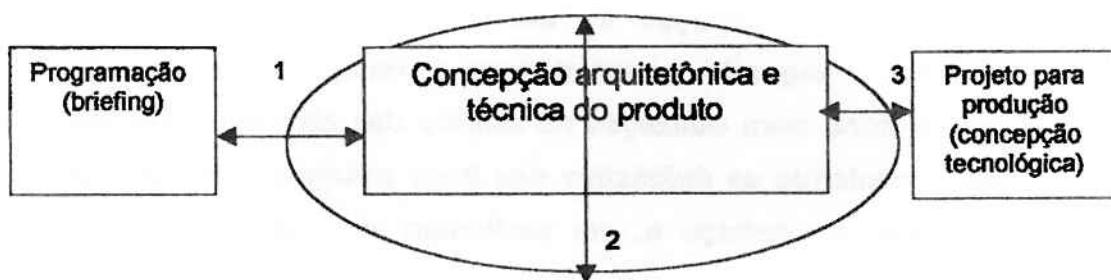
**atividades de obra e frentes de serviço e uso e características de equipamentos".**

Os projetos de arquitetura, geo-técnico e estruturas, e instalações, são os que dão a configuração básica ao edifício, muitas vezes, desenvolvidos um na sequência do outro, por projetistas diferentes, com muito poucas interações entre os mesmos. Isto gera uma série de incompatibilidades, que muitas vezes são detectadas somente em estágios avançados da obra.

- Parte integrante do processo de produção
- Atividade multidisciplinar
- Antecipação da produção
- Serviço ativo do processo de produção

Essa qualificação significa encontrar projetistas dispostos a estabelecer uma parceria com a empresa, de maneira que os mesmos entendam os princípios embutidos na nova tecnologia proposta e venham realmente a incorporá-lo nos seus projetos.

Para MELHADO (2001): **PROJETO SIMULTÂNEO** envolve sistemas de troca de dados e métodos de trabalho conjunto entre os integrantes da equipe de projeto.



- 1- "foco" de colaboração simultânea entre o promotor e a equipe de projeto
- 2- "foco" de colaboração simultânea transversal à equipe de projeto (projeto simultâneo)
- 3- "foco" de colaboração entre a concepção do produto e a concepção tecnológica da produção

Os três focos de aplicação da engenharia simultânea dentro do processo de produção do empreendimento (adaptada de JOUINI, 1999) – MELHADO (2001)

Este modelo pode ser bem analisado junto as empresas pesquisadas, pois a característica do processo do projeto mais se assemelha a fase de concepção do empreendimento e seu estudo preliminar.

## 2.2.2 Processo de Projeto

Proposta de um processo de projeto para empresas construtoras e incorporadoras (adaptado de MELHADO, BARROS, SOUZA, 1996)

Estudo preliminar completo:

Essa etapa deverá estar a cargo de um profissional com larga experiência, tanto na elaboração de projetos, como nas atividades ligadas à produção propriamente dita, podendo ser o próprio coordenador do projeto.

Após o recebimento dos projetos executivos, a empresa realiza uma análise crítica, identificando as possíveis interferências entre os projetos, bem como o seu potencial de racionalização.

Essa análise deverá estar embasada no conhecimento tecnológico da empresa que poderá estar registrado nos seus procedimentos de produção e até mesmo num Banco de Tecnologia.

Devem participar dessa análise pessoas que tenham o domínio do sistema de produção da empresa. Por isso, propõe-se a participação do gerente do empreendimento e do grupo do projeto para produção. Para determinadas situações, a empresa poderá ser auxiliada por consultores.

### 2.2.3 Diretrizes de um Projeto para Produção

As diretrizes para a realização do projeto para produção, para essas atividades estão registradas por MELHADO; BARROS; SOUZA (1995, a, b, c).

A primeira parte refere-se à interface do projeto para produção de uma determinada atividade, com as demais disciplinas de projeto.

Nessa parte, devem ser realizados os detalhes construtivos compatíveis com as características de produção, considerando-se o domínio tecnológico da empresa construtora, bem como, a tecnologia disponível.

A segunda parte refere-se à interface do projeto para produção de uma determinada atividade, com a produção propriamente dita.

Nessa parte, devem ser realizadas as atividades que se referem à preparação e execução da atividade, antecedendo a produção propriamente dita.

**As diretrizes para a realização de cada uma dessas partes:**

- **Suporte aos projetistas;**
- **Elaboração do projeto para produção.**

## ASPECTOS PRINCIPAIS DO PROJETO

### Etapas do projeto:

- **estudo preliminar:** concepção arquitetônica e arranjo físico das necessidades do cliente/usuário, estudo dos fluxos/organograma funcional e determinação do lay-out industrial. Nesta etapa as considerações da ventilação e iluminação naturais ou artificiais, ruídos, umidade, etc devem ser amplamente discutidos entre o arquiteto/usuário e construtor/fabricante;
- **ante-projeto:** interação e compatibilização de todos os projetos envolvidos (estrutura/arquitetura/instalações/ar-condicionado/etc);

- **projeto executivo:** detalhamento dos painéis e das juntas;
- **projeto de produção:** detalhamento e seqüência de todos os elementos;
- **elaboração do caderno de encargos;**
- **elaboração de “as built”.**

Para a utilização do **sistema construtivo *tilt-up***, o módulo não é determinante como no **sistema pré-fabricado**, pois o **processo de moldagem** dá liberdade total à concepção e ao desenvolvimento do projeto, possibilitando mais **flexibilidade** estética e de criatividade que outros processos industrializados, além do **sistema de pré-fabricação**.

No Brasil, alguns detalhes e acabamentos ainda não estão sendo explorados como as obras norte-americanas: logotipos, frisos, texturas e utilização de concreto colorido, aberturas, formas, etc.

## 2.2.4 Escopo de um Projeto de Produção para *Tilt-Up*

Podemos considerar alguns itens que deverão constar nos projetos de arquitetura e estrutural e no projeto de produção com os documentos do projeto.

Esta listagem não pretende ser exaustiva nem universal, podendo ser entendida como ilustração para os casos analisados. São listados abaixo itens de projeto e atividades.

### **PROJETO ARQUITETÔNICO:**

1. *Lay-out* interno
2. Aspectos legais
3. Dimensionamentos dos vãos e aberturas

### **PROJETO ESTRUTURAL:**

1. Estudo das definições no tamanho do painel  
(peso/vento/manuseio/gravidade/transporte e montagem)
2. Estudo das tensões locais no apoio
3. Estudo das cargas e tensões no manuseio e desforma
4. Planta de locação dos eixos construtivos
5. Planta de modulação dos painéis
6. Elevações dos painéis
7. Projeto estrutural do piso acabado
8. Planta de rebaixos e níveis
9. Numeração dos painéis, sua classificação e espessura
10. Detalhe das juntas e frisos, sua classificação, identificação e tolerância
11. Detalhe de conexão lateral entre painel a painel e por gravidade  
(ancoragens)
12. Detalhe de bordas e cantos
13. Detalhe de shaft de hidráulica

14. Detalhe de rodapé/impermeabilização (área seca e área molhada)
15. Detalhe de porta sem contrabatente e sua especificação
16. Detalhe de janela sem contrabatente e sua especificação
17. Detalhe de amarração do painel com a estrutura metálica
18. Detalhe de amarração do painel com o piso mezanino
19. Detalhe de fachada e a especificação da superfície (cor/textura/relevo)
20. Detalhe de isolamento térmico-acústico
21. Quantitativo de painéis

#### **PROJETO DE PRODUÇÃO:**

1. Índice
2. Documentos de referência
3. Fases de produção
4. Estudo da estratégia de içamento e montagem
5. Determinação das tolerâncias na fabricação (dimensões e acabamento dos painéis)
6. Determinação das tolerâncias na montagem
7. Planta de distribuição de passagens de elétrica no piso
8. Planta de passagens de hidráulica
9. Lista de controle de documentos
10. Acompanhamento para desenvolvimento de amostras
11. Aprovação de amostras e protótipos

Vale a pena ressaltar a prática do **detalhamento do projeto** com a **participação dos fabricantes de sistemas e dos construtores**, assim como a **adoção da etapa de preparação do canteiro de obras**.

**A experiência do canteiro e a seqüência da montagem dos painéis e seu transporte** são considerados nesta etapa, pois o detalhamento somente poderá ser desenvolvido depois que a logística da obra estiver condizente com o planejamento, projetos e com a produção.

Para que o canteiro tenha bons resultados é necessário a integração de todos os profissionais envolvidos em todas as etapas do desenvolvimento, desde a concepção do empreendimento até a equipe de assistência técnica ou atendimento ao cliente.

## CAPÍTULO 3

### O SISTEMA CONSTRUTIVO E A TECNOLOGIA CONSTRUTIVA

#### *TILT-UP*

##### 3.1 PANORAMA DO MERCADO DE PRÉ-MOLDADO E A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO *TILT-UP*

Um breve **panorama do mercado de pré-moldado** será delineado, sobrevidente da **predominância no mercado de pré-fabricação** que tanto tem sido foco e escolha do sistema em muitos empreendimentos na região, cuja tendência é do **pré-fabricado substituir o pré-moldado para atender as exigências de produtividade, economia e qualidade nos elementos que compõem a edificação (viga/lajes e pilares)**.

Conforme declaração e **registro fotográfico** cedido pelo engenheiro Francisco Pedro Oggi têm-se conhecimento que o sistema foi trazido para o Brasil em 1989, pela **Sociedade Torre de Vigia (ANEXO IV)** para a construção do parque gráfico com 200.000m<sup>2</sup> e 1.000 apartamentos em uma obra em Cesário Lange/SP.

Nos últimos nove anos, a **tecnologia construtiva *tilt-up*** tem crescido e evoluído em obras expressivas junto aos clientes empresariais, por exemplo, **Telesp Celular**, pois a economia estável do país possibilita que o capital inicial de investimento e sua viabilidade. A execução de moldagem no canteiro pode ser a solução oportuna para o empreendimento, em contraponto ao estoque dos elementos construtivos que o sistema de pré-fabricação de catálogo oferece e disponibiliza ao mercado (pilares, vigas, calhas, telhas de concreto, painéis de vedação, lajes e vigas pré-fabricadas).

No Brasil, o artigo de 1996 apresenta a construtora Walter Torre Jr. como a precursora na utilização do *tilt-up* sob aspecto comercial. O empresário descobriu o *tilt-up* na viagem aos Estados Unidos (1993) e se associou aos dois institutos americanos. Desde então, tem realizado muitos galpões industriais utilizando o sistema construtivo *tilt-up*. Os galpões industriais representam 90% do que a Walter Torre Jr constrói hoje.

O contato na empresa, a arquiteta Rosa Pezzini informou **Tilt-up** é **marca/palavra registrada** da **Walter Torre**, portanto este nome não poderá ser utilizado para o sistema das outras empresas pesquisadas.

Na disputa deste mercado ficou acirrada com a entrada da **Dall'Acqua Engenharia** com a parceria da **ConSteel** que trouxe a experiência acumulada e o apoio técnico necessário para realização das obras.

Outra empresa que têm realizado galpões industriais com o mesmo sistema construtivo, denominado comercialmente de **Flatwall**, é a **Construtora Carbone**. Construiu o **Laboratório Delta** com sede administrativa localizado no km 52 da rodovia Campinas-Indaiatuba/SP.

O interessante é que a indústria do cimento representada pela **Associação Brasileira de Cimento Portland** reconhece vários sistemas construtivos à base de cimento: alvenaria estrutural, estruturas pré-fabricadas, concreto-celular, alvenaria estrutural, pavimentos de concreto, pré-moldados e artefatos de cimento, painéis arquitetônicos (pré-fabricados), pavimentos intertravados e concreto de alto desempenho. Atualmente não reconhece ou sequer menciona o sistema construtivo *tilt-up* em seu site [www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.br) e no **catálogo da instituição** pelo não reconhecimento ou qualquer outro motivo para a sua divulgação, pois a organização possui potencial para assessorar a obra neste sistema construtivo.

No mercado de pré-fabricados em concreto, por sua vez, em novembro de 2001 foi criada a **Associação Brasileira da Construção Industrializada em Concreto** – ABCIC que visa difundir os sistemas industrializados em concreto através da união das principais empresas nacionais fornecedoras de pré-fabricados em concreto: BPM, CASSOL, CPI, DM CONSTRUTORA, INCOPRE, LAJIOSA, LEONARDI, MUNTE, PAVI DO BRASIL, PRECON, PRECONCRETOS, PREMO, PREMOLD, PREMODISA, PROTENDIT, REAGO, RODRIGUES LIMA, ROTESMA, STAMP, STONE, SUDESTE, T&A, TRANSCOSUL e demais empresas que ganharão espaço no mercado nacional. O intuito é elaborarem ações conjuntas para o desenvolvimento do mercado, possibilitando soluções integradas e competitivas com o alto grau de regularidade.

### 3.2 O SISTEMA CONSTRUTIVO E A TECNOLOGIA CONSTRUTIVA *TI LT-UP*

Características marcantes: a **simplicidade, velocidade/rapidez de construção, versatilidade, agilidade na ocupação, durabilidade do concreto, fornecimento de poucos itens** (concreto/cimento/areia/aço) são encontrados em todo o território onde haja demanda por edifícios administrativos e galpões industriais/condomínios industriais que vendem segurança ao empreendimento).

O sistema construtivo *tilt-up* é a pré-fabricação no próprio local da obra de painéis na posição horizontal que depois içados por meio de guindastes, compõem o fechamento de um edifício. Geralmente estes painéis possuem de 15 a 20cm de espessura, cerca de 10m de altura, 4m de largura. Estes painéis são concretados como se fosse uma laje, atribuindo a simplicidade ao sistema construtivo.

Os painéis utilizados no sistema *tilt-up* têm como característica: **auto-portantes, de grandes dimensões e pesados**. A composição dos painéis substitui a estrutura (viga e pilares periféricos) e a vedação vertical do edifício. Possui a capacidade de vencer grandes vãos (até 30m) e de suportar grande sobrecarga.

Os painéis estruturais são independentes, para se evitar trincas e rachaduras com a extensão e movimentação da estrutura. A união deles é feita por solda, através de uma estrutura metálica aparente preparada para esta função. A vedação entre eles é realizada por meio da aplicação de um selante que cobre as emendas.

Um dia após a sua concretagem pode ser realizado o polimento do concreto superficial do painel. O último painel empilhado/concretado deve ficar com

7 dias para cura completa. Entre eles é colocado uma manta branca ou um fôrte com características plásticas, tipo Curaflex para fazer o isolamento dos painéis.

Os painéis são colocados e solidarizados sobre a fundação e são escoradas provisoriamente por estacas metálicas presas ao piso. Há uma relação de 2/3 na altura e 60 graus de inclinação do piso. As escoras metálicas são retiradas após o término da cobertura e seu contraventamento.

Teve origem por volta de 1907 com a realização dos "tilting tables", método de moldar painéis sobre superfície horizontal e içá-los para o lugar onde permaneceram em definitivo. Somente a partir de 1950 o conceito *tilt-up* foi sendo desenvolvido e utilizado até os dias de hoje.

A utilização deste princípio é um método construtivo industrializado, pouco difundido no país, conhecido há cerca de 30 anos, desenvolvido e utilizado em grande escala nos EUA.

Começou no Sul da Califórnia no final de 1950. Inicialmente descrevia o modo de economizar e construir rapidamente para construções de paredes de concreto para armazéns.

O termo *tilt-up* foi descrito em 1940, como um método para execução de painéis de concreto rápido e economicamente sem necessidade muitas fôrmas de madeira ou metálicas para a concretagem das paredes. Envolvia dois processos: **concretagem de painéis num plano horizontal e o içamento vertical deste para formação de paredes externas**, com peso superior a 40ton e com espessura de 152mm a 200mm. Após 10 dias, cada painel seria içado por um caminhão com guindaste ou grua e fixado sobre fundação previamente executada.

A fixação destes painéis na posição vertical e conexão entre eles será dada pela estrutura da cobertura, concluindo o edifício.

**Não há o transporte das peças e o custo do frete**, pois o local de fabricação é o próprio canteiro da obra. Assim sendo, a fábrica nunca terá local fixo e o grau de mecanização no canteiro é elevado, exigindo uma mão-de-obra especializada no manuseio dos equipamentos envolvidos: **usualmente a grua ou o guindaste** (guincho tipo Tadano) – podem chegar a levantar de 20 a 25 painéis por dia.

Atualmente nos Estados Unidos os edifícios costumam ser executados em quatro semanas, desde a execução do piso/pista de concretagem à cobertura.

A cobertura geralmente é um telhado metálico, com telhas do tipo zipadas, compostas de painéis pré-fabricados, unidos na própria obra, resultando em uma única membrana impermeável, que faz o travamento destes painéis auto-portantes.

Chapas metálicas são concretadas nos painéis para receberem a estrutura metálica e ser realizada a fixação por solda e console. A vantagem da utilização de telhas zipadas, que são retorcidas para se unirem umas às outras, eliminando-se parafusos e garantindo a baixa declividade do telhado.

A geometria do sistema ajusta-se à expansão e contração térmica causada pela variação de temperatura. E como os painéis são disponíveis em diversos comprimentos, sendo o telhado um sistema completo, a montagem é efetuada com rapidez e economia. Este tipo de cobertura também pode atender diversas solicitações técnicas, como por exemplo, o isolamento técnico.

Junto à cobertura, deverá ser previsto um extravasor no painel, para eventual saída das águas pluviais, garantindo assim a segurança quanto à prevenção à infiltração e vazamentos internos.

### 3.3 PLANEJAMENTO DA OBRA

É a chave do negócio para qualquer projeto e obra que utilizará o sistema construtivo *tilt-up*, além da experiência do construtor/montador.

Aspectos importantes que devem ser verificados e acompanhados no **canteiro da obra** para o seu **planejamento e organização física e econômica**: preparo do terreno, instalação de uma usina móvel, execução da fundação, execução da pista de concretagem, execução das formas metálicas, colocação das armaduras, cabos de protensão, transporte vertical/horizontal e manuseio, içamento, escoramento metálico provisório, estoque das placas, lançamento, adensamento e cura do concreto, especificação do concreto (concreto de alto desempenho e a sua retração), controle tecnológico do concreto, acabamento e tratamento de superfície, montagem dos componentes na conformação do edifício, a simplicidade no sistema construtivo e a boa organização da obra garantem a qualidade da obra.

Alguns itens servem como recomendação para as fases de projeto e obra, a seguir:

**AVALIAÇÃO DO LOCAL:** A diferença na disponibilidade de área do canteiro, a características da obra, etc. A escolha pelo terreno é a disponibilidade da área necessária para as operações logísticas (p.ex. dois grandes centros distribuidores, outros pequenos galpões e um prédio administrativo – Condomínio Coca-cola) e a localização com a infra-estrutura viária propiciada pela região escolhida (p.ex. Complexo Anhanguera-Bandeirantes, Marginal do Tietê e o Rodoanel).

**ENGENHARIA:** domínio do processo construtivo, avaliação do caminho crítico dos projetos e da obra, conhecimento do sistema construtivo, etc.

Este item exige a participação da equipe de projeto, obra, fornecedores e executores dos serviços para que haja completo conhecimento e previsibilidade para o planejamento tático e operacional.

**MONTAGEM E DIMENSIONAMENTO DOS PAINÉIS:** levantar/içar os painéis é crítico, sem o prévio dimensionamento e análise dos painéis não há como dimensionar o fornecimento de recursos (equipamentos, mão-de-obra e materiais). Estes devem ser analisados criteriosamente para cada empreendimento. Este item pode inviabilizar o empreendimento. Geralmente, fica a cargo do engenheiro estrutural o fornecimento destas informações, seja no projeto ou simplesmente informadas ao planejador da obra.

A relação de 1,5:1 já foi utilizada para equipe de fabricação e montagem de painéis para a construção de uma fábrica de automóveis no Paraná, sendo produzidos mil painéis e içados em cinco meses, sendo produzidos debaixo de cobertura tensionada para evitar as chuvas do período do ano.

**ESPESSURA E ESBELTEZ DO PAINEL:** deve ser calculado e definido pelo engenheiro responsável pelo projeto estrutural. Aspectos como otimização e racionalização do consumo de concreto e armação para a carga prevista e estabilidade do conjunto é vital para o desempenho estrutural e um excelente resultado financeiro para o conjunto.

Deve ser determinado levando em considerações como peso próprio, contraventamento, travamento pela cobertura metálica, altura máxima do apoio provisório das escoras metálicas.

Geralmente é utilizado o concreto de 21 a 33Mpa.

Para se ter uma referência, painéis de 9,00x5,00m pesam cerca de 22ton e necessitam de um guindaste de 160ton.

Alguns equipamentos utilizados para realização e montagem dos painéis de concreto: vibradores de concreto, alisadoras de concreto ou acabadora simples ou dupla de superfície niveladora.

Estes equipamentos devem garantir o acabamento liso, polido com textura vítreo, com resistência superficial de qualidade superior. Dependendo do equipamento, pode trabalhar nas três direções ao mesmo tempo.

As réguas vibratórias treliçadas são equipamentos que têm alta capacidade de vibração. Possui sistema hidráulico autopropelido. Atinge até 17m de largura e garante a planicidade.

**DIMENSIONAMENTO DA PISTA DE CONCRETAGEM OU LAJE DE PISO OU PISO INDUSTRIAL:** é comum ter de 12,5 a 15cm de espessura, depende da especificação do projeto estrutural, entretanto o piso deve agir separadamente de colunas, por exemplo, no centro de um galpão. Cerca de um isolamento de 1 a 5cm com placa de isopor garante que o piso trabalhe independente da estrutura.

Deve-se considerar a movimentação e transporte do caminhão de concreto, caminhão guindaste içando um painel, etc. Este piso é nivelado a laser e pode possuir adição de fibras de náilon ou de aço.

O equipamento denominado comercialmente como Scanner detecta as ondulações do piso e indica o seu cimento. Ele realiza todo o mapeamento de níveis do piso, que passariam desapercebidas. Já o nivelamento à laser garante o nivelamento desde a base até o nivelamento da fôrma.

**O planejamento e a logística do canteiro** devem ser explorados antes do início da obra. Imprevistos podem comprometer a pista de concretagem, aspectos legais de segurança contra o fogo, por exemplo, podem originar

acréscimo de painéis inicialmente não previstos nos projetos e "desorganizar" a pista de concretagem e vir a dificultar a fixação do último painel no meio de uma elevação.

**JUNTAS E CONEXÕES ENTRE PAINÉIS, PISO, TELHADO:** devem ser considerados e detalhados no projeto estrutural e determinados antes da execução e concretagem. Podem ser utilizadas telhas metálicas ou manta, tipo Goodyear.

Fora os materiais usuais como a areia, cimento, aço, aditivos, etc, alguns materiais merecem destaque: selante intumescente de alta performance para vedação das juntas secas entre peças, selante elastomérico corta-fogo, argamassa corta-fogo para vedação de shaft e furos das instalações.

**IÇAMENTO E O PROJETO DE DISTRIBUIÇÃO DO CANTEIRO:** o içamento dos painéis ocupa uma área de manobra grande e deve ser cuidadosamente planejada, propiciando isolamento e garantindo a segurança dos operários e dos painéis já posicionados e fixados na vertical.

Quando o guindaste está "patolado", prestes a içar o painel de concreto, alguns cuidados são relevantes: a capacidade da carga (135ton/160ton), raio de abrangência (15m) e o momento causado pela carga do painel e movimentação dele. Sabe-se que o painel à 45º graus é crítico. Dependendo da localização da obra e do peso próprio do painel de concreto, não haverá equipamento disponível para locação, somente no raio de 200km da cidade de São Paulo, por exemplo.

A utilização de um **desmoldante** impede a solidarização entre as duas superfícies.

**A sequência do içamento** deve estar clara e elucidativa para toda a equipe envolvida.

O tempo de **cura do concreto** deve ser respeitado, porém esta depende das condições da temperatura e do clima. Pode-se antecipar as **condições climáticas**.

**DETALHAMENTO DO PROJETO:** Cada painel deve ser detalhado apresentando vista frontal e posterior, com a demarcação das fixações e a cravação para a fixação definitiva. Deve-se especificar o acabamento desejado para cada peça.

**CONTRATAÇÃO DE CONSULTORIA:** Pode ser uma estratégia para obtenção de um bom resultado, seja para o sistema construtivo ou simplesmente para uma etapa do processo, por exemplo, a contratação de uma empresa especializada em logística para avaliação da localização e terreno a ser adquirido.

### 3.4 VANTAGENS DO SISTEMA CONSTRUTIVO *TIILT-UP*

Uma das vantagens construtivas do sistema *tilt-up* é a **diminuição de andaimes e fôrma para a superfície do painel**, pois o piso serve de base para a sua concretagem (pista de concretagem). A execução deste piso deve ser perfeita, utilizando-se o nivelamento a laser e o piso industrial dever ter concreto com endurecedor de superfície.

O uso de telas metálicas já foi substituído por fibra de aço para combater as tensões de retração e flexão, garantindo um bom desempenho para o piso industrial.

A utilização de uma cera desmoldante/base vegetal impede a solidarização das duas superfícies e todo cuidado na escolha deve considerar o clima, pois a chuva e a umidade poderão exercer influência direta sobre as características no desmolde do painel concretado a ser içado.

Ainda oferece a **redução de tempo de construção e redução de mão-de-obra** em relação ao sistema construtivo tradicional. Possui três operações definidas: **fabricação, montagem e acabamento**. Salientando que a interdependência do fornecimento de serviços de terceiros é eliminada na adoção dos grandes painéis do sistema construtivo *tilt-up*, eliminando também as diversas atividades envolvidas na execução da vedação vertical e estrutura.

O sistema permite que, ainda no chão, seja introduzida: portas, janelas, acabamentos de fachada, revestimentos e texturas diferenciadas. Tendas provisórias de lona e estrutura metálica podem garantir os serviços para execução dos painéis sob período de chuva intensa.

**As empresas de acabamento são geralmente terceirizadas e o risco de acidentes são poucos, pois tudo é praticamente realizado na parte horizontal/térrea do edifício.**

Outra vantagem é a **possibilidade de ampliações**, utilizando-se o mesmo sistema e a **recolocação/reutilização dos painéis** em uma nova posição. O desenvolvimento da estratégia praticamente nasce junto com a concepção da implantação do edifício no terreno.

A relação entre a cobertura metálica e o painel de concreto deve ser somente analisado sob o ponto de vista da ligação do pára-raio com a estrutura metálica e existência de cordoalha aparente. A cordoalha deve estar sempre independente do selante ou junta elástica devido à propagação de fogo.

Todos os elementos de instalações elétricas e hidráulicas são aparentes, sem envolvimento e embutimento com a estrutura de concreto ou com a estrutura metálica. Geralmente deve-se prever carga para ampliação de eletrocalhas utilizando-se a estrutura metálica, pois o embutimento no piso é impraticável após a concretagem do piso.

Sob o aspecto comercial, as empresas que ocuparam os galpões construídos neste sistema construtivo, **alegam que o seguro é bem menor que demais tipos de construção.**

### 3.5 DESVANTAGENS DO SISTEMA CONSTRUTIVO *TIlt-up*

Uma das **desvantagens construtivas do sistema *tilt-up*** é a **necessidade de adaptação de aberturas** em painéis já existentes. Toda e qualquer abertura fica submetida à apreciação do engenheiro calculista, pois pode comprometer a estabilidade total ou parcial da construção.

Se isto é desvantagem para muitos, isto também se torna vantagem para a empresas que desenvolvem os projetos estruturais: Vitor Fausino, Vendramini, Marcos Monteiro, Gramont, por exemplo.

Atualmente são poucos os que já projetaram neste sistema construtivo e estão trabalhando nas equipes já estruturadas na forma de parceria ou contratação de serviços junto às construtoras **Walter Torre Jr e Construtora Carbone**.

Cuidados com o dimensionamento da tubulação (usualmente de ferro fundido) de esgoto e águas pluviais enterradas sob o piso devem garantir as ampliações futuras. Quando necessário, as regiões de mudança de lay-out devem ser planejadas ainda no projeto para garantir as mudanças que ocorrerão no decorrer da vida útil do edifício. É usual delimitar uma região ainda no projeto do piso com a previsão de caixas de inspeções para esgoto, por exemplo.

## CAPÍTULO 4

### ESTUDOS DE CASO

#### 4.1 PESQUISA EXPLORATÓRIA

Várias observações foram realizadas junto aos entrevistados e no canteiro da obra, sendo necessário a estruturação de alguns itens das empresas (ANEXOS 1 e 2) e aspectos relevantes quanto às obras visitadas.

#### 4.2 ASPECTOS RELEVANTES DOS EDIFÍCIOS ADMINISTRATIVOS DA SEDE DA TELESPEC CELULAR

Neste empreendimento, está previsto o içamento dos painéis verticais sobre painéis verticais serão executados nas duas torres dos edifícios de escritórios da Telesp Celular, totalizando pavimento térreo com três mais três andares de escritórios, representando mais um avanço na utilização destes **painéis autoportantes e sua aplicação** no Brasil.

Para isto, o *tilt-up* é concretado com um console, preparado com uma estrutura de ferro por dentro para sustentar os pavimentos em que são apoiadas lajes tipo cubeta, não protendida.

Após a execução da cobertura, as torres de escritórios serão liberadas para as **equipes terceirizadas** que realizarão acabamentos, instalações, esquadrias, etc, enquanto a obra iniciará a escavação da terra de todo o terreno e realização da estrutura dos subsolos e do pavimento térreo fora da projeção das torres.

Nesta etapa da obra, os perfis da parede diafragma já foram cravados ou implantados, aguardando a escavação da terra e a realização da estrutura moldada *in loco* (fundações, vigas, pilares e periferia). O interessante é que o **custo da escavação** triplica nestas circunstâncias em que a estrutura da projeção da torre já está realizada dentro do solo a ser removido.

Duas fases críticas foram previstas na obra: a realização do auditório que ocupa uma parte da projeção de uma das torres e um trecho que será um anexo no pavimento térreo, que depende da conclusão da laje do térreo para fechamento lateral e acabamento. O mezanino/balcão deste auditório por possuir a forma curvilínea já causou um esforço e uma equipe grande para realização da forma de madeira desta laje.

Outra fase crítica: com a retirada da grua entre os dois edifícios, haverá de se executar uma estrutura metálica vertical sobre a laje do térreo. Esta área deverá estar isolada por questão de segurança e não poderá em conflito com o revestimento da fachada.

Independente da execução das instalações e todos os equipamentos nos edifícios, o serviço de colocação de esquadrias e revestimento externo recobrindo os painéis de concreto será executado após o tratamento com impermeabilização.



Os painéis alinhados e no prumo com o escoramento provisório, sobre laje de concreto do térreo, aguardando a execução das lajes superiores.



içamento dos painéis superiores sobre os painéis inferiores e a consolidação na quarta laje.

#### 4.3 ASPECTOS RELEVANTES DO EDIFÍCIO SEDE DO LABORATÓRIO DELTA

De forma singular, esta obra exigiu que todas as instalações hidro-sanitárias fossem executadas antes da execução do piso.

A obra foi toda compartmentalizada em vários laboratórios, um para cada produto, com placas *tilt-up*.

Devido a um grande aterro, neste empreendimento, foi previsto o içamento dos painéis verticais sobre muro de contenção em concreto armado moldado *"in loco"*.

O edifício destinado a área administrativa foi concebido com três pavimentos. A inovação foi a execução primeira das lajes nervuradas e pretendidas nas duas direções e posterior içamento e fixação dos painéis de concreto, metodologia também utilizada no edifício administrativo da lavanderia MaxLav – ver anexo III.

Para isto, o *tilt-up* é concretado com insertos metálicos que foram solidarizados nas bordas das lajes através de solda e concretagem de uma faixa de laje de 70cm.

Após a montagem de todos os painéis e a cobertura da obra, houve uma mudança no lay-out interno que exigiu algumas aberturas em painéis. Tais aberturas foram feitas utilizando-se equipamentos específicos de corte (serras diamantadas especiais). Fato este que atribui ao sistema, uma flexibilidade e liberdade de alterações em aberturas e passagens não previstas inicialmente.



Vista interna da laje com amarração entre a laje e os painéis verticais

Vista aérea com as pilhas de painéis e a definição da circulação do guindaste

## CAPÍTULO 5

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A **pesquisa exploratória e a prospecção** realizada para a monografia apresentaram **diferentes panoramas e posturas no mercado**. Se por um aspecto as informações envolviam a **inovação e o modus operandi** da empresa ou a tecnologia construtiva, muitas informações foram fornecidas pelos profissionais envolvidos no processo.

Simplesmente a **observação na obra e o interesse pelo tema** conduziram a prospecção na seguinte seqüência: primeiro para o mercado de atuação, segundo para as empresas, em terceiro para as obras visitadas, quarto para o sistema construtivo, quinto para a tecnologia construtiva e finalmente para a gestão da produção.

No decorrer do curso **Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios**, o tema foi sendo focado e direcionado no sentido de poder oferecer conhecimento sobre o tema e especificamente sobre o enfoque da **necessidade de um projeto de produção como ferramenta da gestão da produção**.

Analizando os estudos de caso, observando os canteiros de obras, trocando informações com os profissionais envolvidos e comprometidos com a realização da obra, compreendeu-se a **importância da qualificação profissional do coordenador de projetos** (arquiteto), do **coordenador de obra** (engenheiro), do **engenheiro responsável técnico da obra**, o **responsável pelo planejamento e logística do canteiro**, pois estes profissionais são os **principais agentes intervenientes e responsáveis** pelas **decisões técnicas e estratégicas** no decorrer do desenvolvimento do trabalho, garantindo os prazos e responsabilidades previamente estabelecidas no **organograma** de cada empresa.

Além da **formação acadêmica**, estes profissionais estão permanentemente em atualização com as **informações técnicas** vindas do mercado e dos cursos de especialização disponíveis na região da Grande São Paulo e nos Estados Unidos, o que necessariamente obriga a **retroalimentação** para sua **formação profissional**, acrescentando mais experiência a cada obra entendido como um ciclo de trabalho realizado para si e para a sua equipe.

Acreditamos que a **qualificação profissional** configurada para esses estudos de caso não tenha que ser alterada, pois acreditamos no resultado final com a qualidade desejada.

Outro aspecto de principal relevância para o processo todo: **a comunicação vertical e horizontal**. Foi demonstrado que a utilização da Internet (e-mail) e linha telefônica fixa e móvel (celular e rádio) foram largamente utilizados, além de um ostensivo **gerenciamento das informações** sempre centralizado nos coordenadores.

Nos próximos períodos, as empresas deverão investir nos **sistemas de comunicação** que sirvam de ferramentas de trabalho, isto terá um impacto no custo indireto, além da aquisição de equipamentos e tecnologia que possa suprir os empreendimentos a serem realizados.

Atualmente, somente a empresa **Walter Torre** utiliza um **sistema de gerenciamento e armazenamento de arquivos eletrônicos** para seus empreendimentos. Através deste sistema contratado, o gerenciamento da obra e dos projetos obtiveram um ganho e confiabilidade nas informações.

Recomenda-se a implantação de um **banco de tecnologia construtiva** proposto por Melhado deva ser elaborado e constantemente alimentado para

apoio aos projetos e à obra, garantindo a informação de qualidade, além da experiência adquirida pela equipe e pela organização.

Apesar das empresas reconhecerem a importância na implantação do **Sistema da Qualidade**, a alta direção das empresas enfrenta uma dificuldade de disponibilizar recursos financeiros para a contratação de consultoria de empresa especializada no assunto. Caso esta implementação se concretize nos próximos anos, a equipe em sua maioria reconhecerá a importância deste Sistema para legitimar a documentação, os registros, para garantia do controle e evitar o retrabalho e o desperdício. Sendo o controle dos processos feito diretamente pela obra, será esta equipe que mais deverá estar envolvida, treinada e que deverá contribuir mais na **implantação do Sistema da Qualidade**. Todos reconheceram a utilidade do rastreamento, verificação e controle, hoje está contido no **Diário de Obra, uma ferramenta obsoleta**.

Na área de projetos, todos utilizam um **projeto de produção** de modo informal, pois o **micro-planejamento** deverá servir nas etapas de execução e realização das atividades na obra. Percebemos que este ponto poderá ser amplamente explorado tanto pelos **fornecedores/projetistas** quanto pelos coordenadores responsáveis pela estratégia de execução, pois o **conhecimento interdisciplinar e a experiência de obras anteriores** darão a sustentação necessária a **implantação do projeto de produção**, hoje estruturado dentro do **projeto estrutural**, que serve de base para o **planejamento da pista de concretagem e seqüência de montagem dos painéis**.

Para que esta proposta concretize, há necessidade de envolvimento das **lideranças representada pelos coordenadores e responsáveis diretos** para a **implantação do projeto de produção**, pois a participação deles é de vital importância para a adoção destes itens. Eles são os principais elementos a usufruir diretamente do resultado destas mudanças. Eles também

responderão à **alta administração** e deverão ser responsáveis pelos **treinamentos** à equipe.

Tratando-se de um sistema construtivo claro e conciso, a **subcontratação dos serviços** não seria desejável, pois a equipe treinada e conhecedora do sistema e do processo será o agente interveniente promissor para a **melhoria e aperfeiçoamento contínuo**. Neste caso, somente a determinação e a experiência irão demonstrar os frutos deste **conhecimento técnico-construtivo**, assim como há premiações e categorias definidas para todos os envolvidos no processo nos Estados Unidos. Esta organização acaba **legitimando a prática e a utilização desta tecnologia construtiva**, o que está longe de ser atingida em nosso país pelo pouco tempo de uso e prática.

Com certeza, há muito que se desenvolver na **aquisição da tecnologia construtiva** e suas inovações que devem ocorrer de forma parcial e isolada. A utilização deste **sistema construtivo** e a adoção do **projeto de produção** deverão seguir o desenvolvimento econômico nas regiões metropolitanas que necessitem destes armazéns de distribuições, indústrias, laboratórios farmacêuticos e obras que tenham as características para sua aplicação.

Sobre a **normatização** no Brasil, esta deverá avançar dentro da NBR 9062, cujo conteúdo contempla o **projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Daí a importância de mecanismos para o controle do sistema construtivo e sua aplicação.

Para este sistema, não se trata de uma questão de volume e escala na utilização deste sistema construtivo ou dos elementos construtivos, como na **pré-fabricação industrializada de elementos de concreto**. A questão que é colocada: o que determina a escolha por este sistema construtivo? O que justifica a sua utilização? A grande parte destas respostas está relacionada com o que se pretende de resultado para o empreendimento e como a **gestão**

da produção está sendo direcionada, parte pela vantagem da **tecnologia construtiva**, parte pelos conceitos de **racionalidade e construtibilidade** oferecidos por este **sistema construtivo**.

A empresa que **adotar o projeto de produção**, implantará uma **ferramenta útil** para a **gestão da produção** e trará resultados surpreendentes, pois a fusão entre **planejamento e projeto** irá integrar o campo **operacional e produtivo**. Neste prisma, aspectos discutidos ainda na fase do planejamento e projeto poderão minimizar custos e despesas no canteiro, ora seja por **desperdício** ou por **retrabalho**, além de estabelecer a qualidade desejada previamente à execução no canteiro.

A maior distância encontrada entre as empresas foi quanto ao modelo empresarial adotado por cada uma delas. A **Walter Torre** possui a estrutura das atividades representada por uma empresa vinculada ao grupo empresarial ou no regime de parceria, enquanto que a **Construtora Carbone** realiza parte de suas atividades e outra é contratada. Então no aspecto de **aquisição e contratação** as duas são bastante distintas.

Durante o desenvolvimento desta monografia, várias **informações e reflexões** sobre o assunto foram estruturadas em **texto, registro fotográfico, entrevistas**, apresentação na sala de aula. Pôde-se aplicar todos os conceitos já vistos no **curso de especialização** e com certeza acrescentou o **conhecimento específico** desejado.

A monografia não pretendeu analisar a **utilização de peças pré-moldadas** isoladamente nos empreendimentos. A aplicação destas peças tem muitas vezes viabilidade devido à **quantidade e repetição**, além do aspecto de **transporte vertical e montagem "in loco"**. Discorrer sobre o **sistema de pré-fabricação e sua utilização** nos empreendimentos seria assunto de uma outra monografia, também de muito interesse.

Estes foram os primeiros passos de independência e amadurecimento profissional para retornar ao convívio acadêmico e deixar uma singela **contribuição individual** sobre o assunto para aqueles que tenham o interesse para a **inovação**, para a **tecnologia construtiva**, para a **especialização**, para a **gestão do projeto** e para o **projeto de produção**.

**ANEXO I**  
**CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA WALTER TORRE**

**EMPRESA:** **Walter Torre Jr. Construtora Ltda** pertence ao Grupo Walter Torre Jr. e utiliza a estrutura do **Tilt-up Sistemas Construtivos** que detém a tecnologia.

Fundada em 1987, especializou-se na construção de galpões industriais e comerciais, utilizando a tecnologia convencional de pré-moldados.

Em 1993, importou a tecnologia *Tilt-Up*. Detém o registro do nome *Tilt-Up*.

**PERÍODO DE ESTUDO:**

Julho de 2002 a fevereiro de 2003

**ENTREVISTADA:**

Arquiteta Rosa Maria Pezzini

**ASSOCIAÇÃO**

ACI – American Concrete Institute

TCA – Tilt-up Concrete Association

**PRINCIPAIS PARCEIROS:**

- **Zeter Terraplenagens Ltda:** pertence ao **Grupo Walter Torre Jr.** e presta serviços de terraplenagem pesada.
- **Plano Tecnologia Laser em Pisos Industriais:** uma empresa independente, sendo apontada como uma das maiores e mais modernas empresas brasileiras do setor de grandes superfícies. Oferece toda a infra-estrutura operacional antes e durante a sua execução (carretas-alojamento para funcionários).

É a única no mercado que oferece projeto e piso, o projeto pode oferecer uma redução de até 30% do custo de um piso.

Ensaios dos materiais e a análise da granulometria dos agregados devem evitar o aparecimento do pó. Os ensaios químicos do cimento também têm supervisão desta empresa para se determinar o tipo ideal para a execução do piso especificado.

- **Administração e Participações Walter Torre Jr.:** entrega o prédio no sistema *turn key* e a locação *built to suit* (50% do que constroem)– a comercialização é regida por um contrato de comodato modal pelo período de 25 anos sob a condição de pagamento do valor da locação ser menor que a parcela de indenização, sendo que não há mobilização de recursos próprios pela empresa ocupante e esta torna-se o proprietário no final do período.
- **Terramarás Incorporadora Ltda**

**PRINCIPAIS CLIENTES:** American Bank Note, Astra Química, GE DAKO, Grupo Accor (Cesta Ticket), Metro File, Ponto Frio, Phytoervas, L'Oreal, Moto Honda, Nestlé, Seagram, Volkswagen-Audi e Xerox.

**PRINCIPAIS OBRAS À TERCEIROS:** American National Can Company, Atlas Copco, Ericsson, Goodyear, Grupo Coteminas, Hewlett Packard, Johnson Controls, Lucent Technologies e Reynolds Latasa.

#### **PRINCIPAIS OBRAS:**

Walter Torre Technology Park São Paulo – Barueri – SP

Walter Torre Empresarial Parque Castello Branco

Empresarial Parque Vila Leopoldina – SP

Parque Industrial Curitiba – São José dos Pinhais – PR

Complexo Industrial Lucent Technologies – Campinas – SP  
Edifício de escritório Linklaters e Pernod Ricard - Rua General Furtado do Nascimento, 66 – SP  
Edifícios Administrativos da Sede da Telesp Celular – SP

#### **PRODUTOS:**

- **Empresariais Parques:** são galpões em condomínio.
- **Edifícios Residenciais e Comerciais:** melhores localizações de São Paulo.

#### **PRINCIPAIS PROCESSOS**

Aquisição de terreno  
Concepção e definição do empreendimento  
Definição de equipe  
Determinação do prazo de execução e entrega  
Aprovação dos projetos  
Contratação dos serviços  
Gerenciamento de projetos e obra

**ANEXO II**  
**CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA CARBONE**

**EMPRESA:** Carbone Construções e Empreendimentos Ltda.

**NOME FANTASIA:** Carbone Construtora

**CONTATOS:**

Diretor Geral: José M. Carbone

Coordenação de Obras: Marcus Roberto Carbone

**PERÍODO DE ESTUDO:**

Julho de 2002 a fevereiro de 2003

**ENTREVISTADO:**

Diretor Comercial: engenheiro Carlos Eduardo Carbone

**NATUREZA DO NEGÓCIO:**

Trabalha com incorporação de edifícios residenciais e construções industriais com 90% das obras em regime de preço de custos por administração.

**FATURAMENTO ANUAL:**

R\$ 3.000.000,00 em 2002

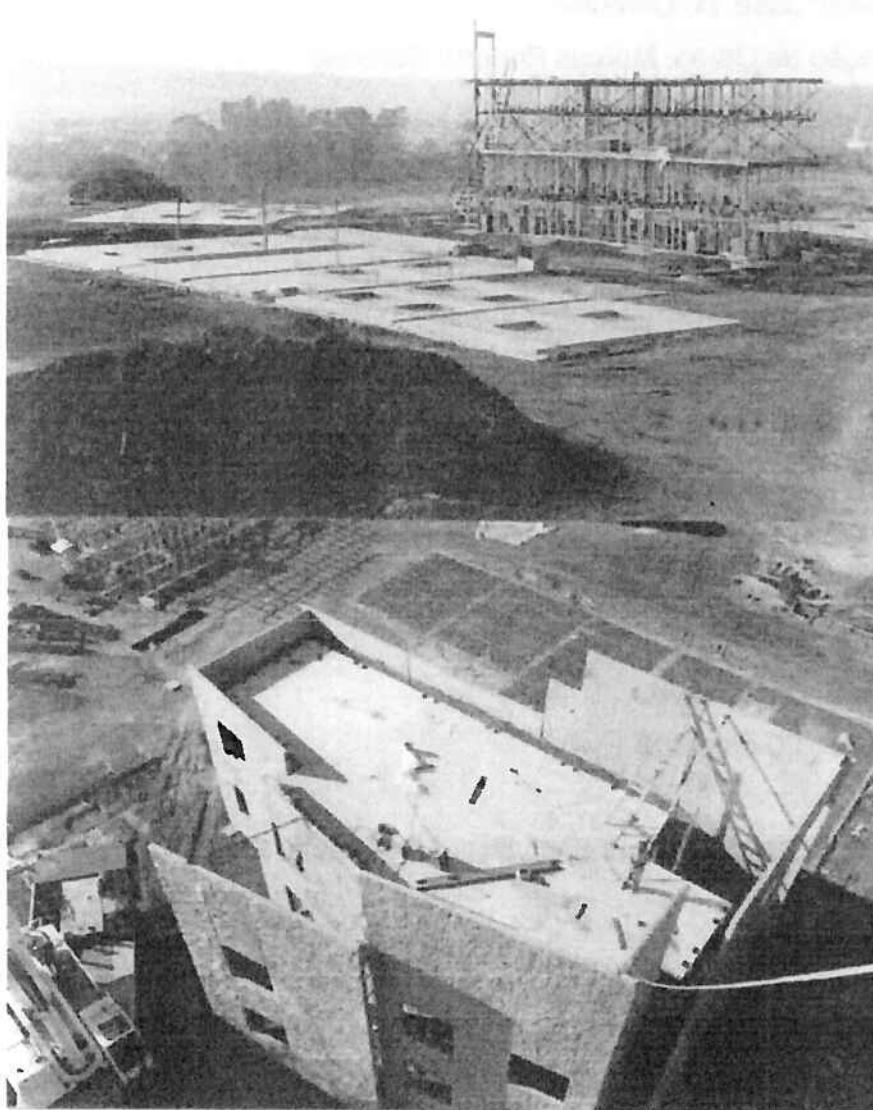
**PRINCIPAIS OBRAS:** Laboratório Delta/ Fresenius/ MaxLav

**ANEXO III**  
**LAVANDERIA MAXLAV**

**PROJETO: FRANCISCO PEDRO OGGI**

**CONSTRUÇÃO: CONSTRUTORA CARBONE**

**JAGUARIÚNA / SÃO PAULO – 2000**



**Vista das lajes com o escoramento e a pista de concretagem dos painéis**

**Vista aérea da obra com todos os painéis içados, aguardando a amarração na laje superior**

**ANEXO IV**  
**SOCIEDADE TORRE DE VIGIA DE BÍBLIAS E TRATADOS**

**PARQUE GRÁFICO DE 200.000 m<sup>2</sup> E 1.000 APARTAMENTOS**  
**BETEL – CESÁRIO LANGE / SÃO PAULO – 1989**

Todo o empreendimento foi concebido utilizando-se o sistema construtivo *tilt-up*.

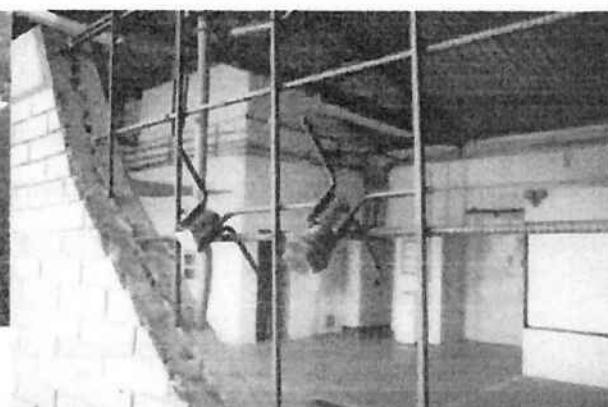
Nos painéis do edifício principal foram aplicados os revestimentos cerâmicos ainda na fase da concretagem do painel vertical, na base ficou concreto aparente e na parte superior, peças cerâmicas.

Os demais edifícios ficaram em concreto aparente ou pintura acrílica, com ou sem frisos /sulcos.

Os elementos da infra-estrutura também foram concebidos em pré-moldados: placas da calçada, guias e sargentas.



**Vista aérea**



**Vista do inserto metálico e do revestimento cerâmico aplicado na moldagem do painel de concreto**

**ANEXO V**  
**EDIFÍCIO RESIDENCIAL MONTE CARLO**

RUA ALCANTARILA – MORUMBI/SÃO PAULO  
CONSTRUTORA GODOI – 1999  
PROJETO ESTRUTURAL: GRAMONT ENGENHARIA  
PROJETO DE FÔRMAS E ESCORAMENTO: ASSAHI  
PROJETO ARQUITETÔNICO: MÁRCIO CURY AZEVEDO ANTUNES

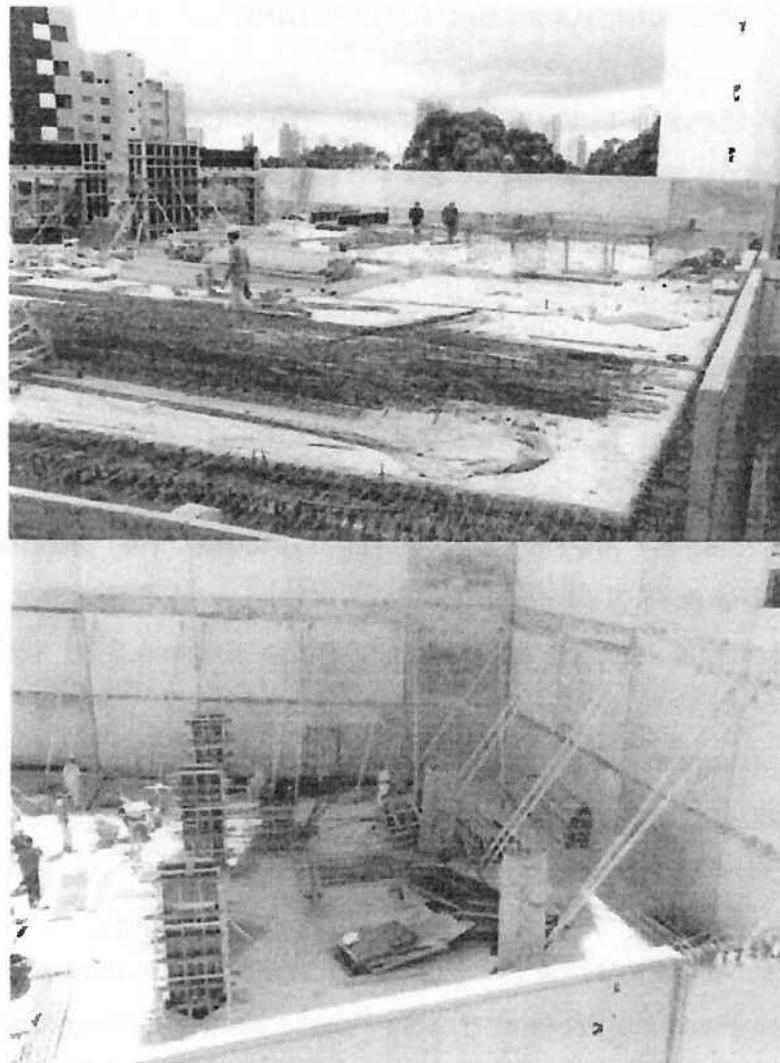
Em 1999 foi concebido um edifício residencial no bairro Morumbi/São Paulo que apresentou lajes protendidas no térreo e 1º subsolo utilizando cortinas com painéis de tilt-up sobre tubulões.

Nesta obra, além da implantação, as condições de acesso à obra foram facilitadoras para a execução e montagem destes painéis. O fato curioso é que a ventilação permanente exigida pela legislação municipal foi resolvida com vãos abertos na fachada principal do edifício. Caso contrário, se estivesse sido considerado vãos de abertura na laje do pavimento térreo traria complexidade na solução estrutural de amarração entre a laje e os painéis.

O piso do segundo subsolo foi realizado logo após os blocos de fundação, e este piso serviu de pista de concretagem dos painéis. Após a montagem destes painéis, o piso do primeiro subsolo e térreo foram escorados e protendidos na seqüência inversa de execução.

Foram utilizadas formas metálicas de 18cm de altura, destinando-se 3cm para textura externa, realizada a concretagem sobre o berço com brita. O projeto estrutural possuía espessura do painel em 15cm.

Demais elementos de composição do térreo externo foram realizados por pré-moldagem no canteiro: muretas, bancos e pingadeiras.



Vista do pavimento térreo com laje protendida e ferragens de consolidação com os painéis *tilt-up*

Painéis *tilt-up* com o escoramento, delimitando o terreno e aguardando a execução das lajes e dos pilares

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT.NBR 6118/78 – **Projeto e Execução de Obras em Concreto Armado**
- 2- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **Projeto de Estruturas de Concreto.** Projeto de revisão da NBR 6118. Rio de Janeiro, outubro/1999.
- 3- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **Projeto e execução de Estrutura de Concreto Pré-moldado.** NT 9062. São Paulo, s.d.
- 4- BARBUGIAN, Ércio - **Pré-fabricados de concreto na arquitetura industrial.** São Paulo, S.N., 1999. Dissertação (Mestrado). FAUUSP.
- 5- COLLINS, F. Thomas - **Design of tilt-up buildings.** Eugene:S.N., 1963. 2<sup>a</sup> edição.
- 6- COLLINS, F. Thomas - **Manual of tilt-up construction.** Berkeley:S.N., 1965. 6<sup>a</sup> edição.
- 7- COLLINS, F. Thomas - **Building with tilt-up.** Berkeley:S.N., 1967. 2<sup>a</sup> edição.
- 8- FRANCO, L.S; AGOPYAN, V. – **Implementação da Racionalização Construtiva na Fase de Projeto.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Boletim Técnico BT/PCC/94. São Paulo, 1993.
- 9- GALLUCI, Luciane - **Estudo da organização do trabalho em uma empresa de pré-fabricados para a construção civil.** 1996
- 10-LIMA JR, J.R. Gerenciamento na Construção Civil – **Uma Abordagem Sistêmica.** Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. Boletim Técnico BT-27/90. São Paulo, 1990.
- 11-MEKBEKIAN, G. - **Desenvolvimento de sistemas da qualidade para indústrias de pré-fabricados de concreto de acordo com as diretrizes da série.** 1997
- 12-MEKBEKIAN, G. - **Qualidade na indústria de pré-fabricados de concreto.** 1994.

13-MELHADO, S. B. – **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. Mestrado. São Paulo, 1994.

14-MELHADO, S. B. – **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios.** Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. Mestrado. São Paulo, 2001.

15-ROSSO, Teodoro - **Pré-fabricação, a coordenação modular.** 1966.

16-SABBATINI, Fernando Henrique – **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formulação e aplicação de uma metodologia.** Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. Mestrado. São Paulo, 1978.

17-SIMÕES, João Roberto Leme - **Potencial de inovação tecnológica na indústria de pré-fabricados e de artefatos de cimento.** Seminário Nacional Sobre Desenvolvimento Tecnológico dos Pré-moldados e Autoconstrução. FAUUSP, 1995.

18-Site: [www.carboneconstrutora.com.br](http://www.carboneconstrutora.com.br)

19-Site: [www.tilt-up.com](http://www.tilt-up.com).

20-Site: [www.tilt-up.org](http://www.tilt-up.org)

21-Site: [www.consteel.com](http://www.consteel.com).

22-Site: [www.pini.com.br](http://www.pini.com.br)

23-Site: [www.waltertorre.com.br](http://www.waltertorre.com.br)

24-SOUZA, Ubiraci E. Lemes. **Produtividade e custos dos sistemas de vedação vertical.** Seminário de Vedações Verticais, 14-16 julho 98.

25-\_\_\_\_\_ . **Pré-moldados em sistemas abertos agilizam mercado imobiliário.** Suplemento Pini. Sistemas Construtivos: 6, São Paulo, dez. 1985.

26-\_\_\_\_\_ . **Pré-moldados: quando o canteiro vira fábrica.** Técnica (53). São Paulo, ago. 2001.

27- \_\_\_\_\_, **Sistemas construtivos: Tilt up.** Técne (22), São Paulo, maio/junho 1996.

28- \_\_\_\_\_, **Situação e perspectivas do pré-moldado no Brasil.** A Construção (1462): 16-31, São Paulo, fev. 1976.

Especial agradecimento à **GRAFISET** pelo patrocínio das cópias e material gráfico e para toda a sua equipe sempre presente.

