

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



EDISON RIBEIRO DE MATTOS

**IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS  
CONSTRUTIVAS RACIONALIZADAS**

**ESTUDO DE CASO  
EM EMPRESA CONSTRUTORA**

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

**Orientador:**

**Prof.a. Dra. Mércia Maria Bottura de Barros**

ESP/TGP  
M436i



Escola Politécnica - EPBC



31400021903

São Paulo, 2001

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	.....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b>		<b>2</b>
1.1 - Justificativa	.....	2
1.2 - Objetivo	.....	5
1.3 - O Desenvolvimento do Trabalho	.....	6
1.4 - Estruturação do Trabalho	.....	8
<b>CAPÍTULO 2 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS</b>		<b>9</b>
2.1 - Tecnologia e Tecnologia Construtiva	.....	9
2.2 - Racionalização Construtiva e Tecnologia Construtiva Racionalizada	.....	9
2.3 - Melhoria Contínua e Inovação Tecnológica	.....	11
<b>CAPÍTULO 3 - A TECNOLOGIA CONSTRUTIVA RACIONALIZADA NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>		<b>13</b>
3.1 - Estratégias de Ação das Empresas do Subsetor Edificações	.....	13
3.2 - Processo de Implantação de TCR's	.....	15
3.3 - Diretrizes Balizadoras da Metodologia de Implantação	.....	16
3.4 - Plano de Ação para Implantação de TCR's na Produção de Edifícios	.....	21
3.5 - Princípios Básicos para Implantação de TCR's	.....	27

**CAPÍTULO 4 - DESENVOLVIMENTO DE MODELO PARA  
IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIA CONSTRUTIVA  
RACIONALIZADA – ESTUDO DE CASO .....31**

- 4.1 - Caracterização da Empresa .....31
- 4.2 - Montagem da Equipe para Desenvolvimento das TCR's .....33
- 4.3 - Roteiro para Acompanhamento da Implantação das TCR's .....35

**CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO  
DE TCR'S NO CASO DE PRÉ-LAJES .....41**

**CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....74**

- 6.1 - A Falta de Sistematização – Criação de um Modelo .....74
- 6.2 - Análise do Emprego de Tecnologia com Enfoque Para a Inovação.....75
- 6.3 - Análise do Emprego de Tecnologia com Enfoque em Custos .....77
- 6.4 - Como captar Idéias - Serviços com Potencial de Desenvolvimento ....78
- 6.5 - A Disponibilidade de Tecnologia Local .....82
- 6.6 - Definições de Padrões Tecnológicos x Variáveis Envoltivas.....84
- 6.7 - Como Avaliar se Todos os Parâmetros Foram Considerados na  
Avaliação .....85
- 6.8 - O Aspecto Cultural da Mudança no Enfoque do Cliente Final .....86

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....88**

## **RESUMO**

Como decidir qual o processo construtivo a ser adotado em um empreendimento?

Como analisar se as diversas tecnologias disponíveis no mercado adaptam-se ao seu projeto?

Esse trabalho apresenta um modelo prático ou um roteiro de verificação para que a implantação de uma nova tecnologia seja analisada sobre vários aspectos e que sua aplicação resulte em resultados satisfatórios na medida que não ocorram surpresas ou interferências não previstas por falta de uma análise global e sistêmica.

Esse modelo faz parte dos procedimentos de uma empresa construtora dentro de seu departamento de desenvolvimento tecnológico e sugere portanto, uma transferência ou divulgação de informações prática e real de sua aplicabilidade.

Segundo VARGAS [1994], “tecnologia não é algo que se importe ou exporte, ou que se compre ou venda, como são os instrumentos ou máquinas. Ela é algo que, quando não se tem, deve-se aprender”.

Baseado nesse conceito o trabalho é sustentado. É relevante a importância de se ter, segundo BARROS [1996], “mecanismos sistematizados, ou seja, metodologias, que auxiliem as empresas a aprenderem as tecnologias disponíveis, ou seja, que lhes permitam implantarem efetivamente, em seu sistema de produção, as tecnologias, que não são de seu domínio”.

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Durante muitos anos, o empresário da Construção Civil obteve lucros baseados em aplicações financeiras ou mesmo em poder de compra ou ainda num “bom” fechamento de contrato.

As áreas financeira e comercial eram as grandes geradoras dos resultados das empresas de construção civil.

Com a estabilização da moeda, os controles de orçamento passaram a ser mais aprimorados, os custos da obra foram se tornando mais precisos. A partir daí, com números mais controlados, pôde-se reduzir os preços dos imóveis pois as “folgas” previstas no orçamento ou na composição de custos para viabilidade de um empreendimento referente à variabilidade de preços dos insumos foram diminuindo até se chegar a níveis de lucratividade nos empreendimentos bastante modestos.

Então, como fazer para tornar-se mais competitivo? Como diminuir custos numa economia em que os números são mais precisos e conhecidos?

Sabe-se que em épocas anteriores, o lucro de um produto era determinado pelo próprio empresário, a partir de uma equação em que o preço final de um produto era gerado somando-se ao seu custo de produção o lucro esperado. Hoje essa equação modificou-se e tem-se que o preço final de um produto é ditado pelo mercado e o lucro é a diferença entre esse preço e o custo desse produto.

Obviamente para se ter, então, maior rentabilidade, deve-se otimizar o custo para que a diferença entre esse e o valor do produto final aumente.

Para se ter uma idéia mais precisa do que se está falando, observe-se o que ocorre, por exemplo, no setor da indústria farmacêutica.

Imagine o custo relativo de um medicamento e seu valor final de venda. Com certeza pode-se afirmar que em alguns casos esse diferencial pode chegar a dezenas de vezes. O que faz com que se consiga essas margens? Ocorre que o setor farmacêutico consegue elevado nível de lucratividade porque existe investimentos em pesquisa de desenvolvimento tecnológico que dá suporte a novos produtos, mais eficientes e assim por diante. Já no setor de informática, por que um microcomputador ou um aparelho eletrônico custa muito mais em seu lançamento do que com o passar do tempo? É porque no início ele está carregado de inovação tecnológica. A empresa investiu em pesquisa e tecnologia e portanto ganhou dos concorrentes, colocou um produto novo no mercado e conseguiu vendê-lo com uma margem diferenciada.

*Silvio destaca que a C.C. precisa avançar neste sentido*  
Transportando esse conceito ao segmento da indústria da construção civil, verifica-se que é necessário investir em tecnologia para que se possa competir e conquistar essa diferenciação.

Deve-se então estudar métodos, processos e sistemas novos que consigam alterar o procedimento padrão existente, alterando a composição de custo daquele serviço, não só buscando redução nos custos dos materiais, o que poderia causar diminuição da qualidade do produto, mas utilizando alternativamente outros materiais e processos, ou ainda procurando formas mais racionais ou formas mais produtivas de se executar o serviço.

Por outro lado, não pensando somente em custos, deve-se lembrar que houve uma mudança substancial no perfil do consumidor que atualmente é muito mais exigente quanto ao desempenho do produto, amparado pelo próprio Código de Defesa do Consumidor.

A iniciativa privada, as instituições financeiras e o próprio Estado como contratantes, elevaram seu padrão de exigência, adotando novos pré-requisitos ou parâmetros para contratação podendo-se destacar a necessidade de certificação das empresas através da série de normas NBR/ISO 9000, os programas de Qualidade na Habitação e Meio Ambiente (QUALIHABITAT) e também o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat). Qualidade passa a ser uma obrigação e necessidade e não um diferencial.

A abertura econômica propiciou também acesso a novas tecnologias. Empresas internacionais estabeleceram-se no país oferecendo materiais e componentes com tecnologia e cultura externas.

É nesse ambiente que o trabalho será desenvolvido. Na necessidade de **IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS RACIONALIZADAS**, como forma de atendimento e superação da demanda por um produto com características de processo industrial, que consiga abranger todos os agentes da cadeia produtiva; enfim, que interfira no processo de produção e que consiga fazer da montagem sua atividade principal, melhorando as condições de trabalho dos operários, e que reflita num produto com melhor desempenho, oferecendo remuneração adequada ao empresário e custo interessante ao consumidor final.

Para obter os resultados esperados, com uso de tecnologias inovadoras, as empresas precisam mudar a organização como um todo assim como seu sistema de produção, pois seria utopia acreditar que irá reduzir custos e continuar atendendo às exigências dos clientes somente seguindo a moda, adotando “o que todo mundo está usando”, usando técnicas que nunca utilizou ou que não se adaptam ao seu projeto específico.

É preciso salientar ainda que **O DOMÍNIO TECNOLÓGICO E A EVOLUÇÃO CONTÍNUA SÃO HOJE ESSENCIAIS PARA A SOBREVIVÊNCIA DE EMPRESAS EM MERCADOS COMPETITIVOS, INCLUSIVE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

## 1.2 OBJETIVO

Atualmente, muitas construtoras possuem um sistema de qualidade baseado nas normas NBR/ISO 9000 ou pelo PBQP-H, Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat mas, segundo SOUZA (2001)\*, onde está o "P" da Produtividade dentro do sistema que está sendo implantado? Os sistemas adotados pelas empresas construtoras, auxiliam essas empresas na gestão e organização de seu negócio, neles não se tratando da produtividade, ou questionando as técnicas construtivas nem se propõem ações para que o desenvolvimento tecnológico de uma empresa seja organizado.

O objetivo desse trabalho é apresentar um roteiro que permite analisar a viabilidade de implantação de um determinado produto ou processo, no sistema de produção de uma empresa construtora e assim dar tratamento à gestão técnica nas empresas construtoras.

Esse roteiro envolve desde a adequabilidade do produto ou processo ao projeto e ainda analisa-se aspectos como prazo, custo, desempenho, atendimento às normas, garantias, etc.

Além disso, busca-se ainda através do estudo de uma tecnologia específica, a pré-laje inserida no processo de produção de edifícios com alvenaria estrutural, fazer uma aplicação prática do roteiro.

MAIS DO QUE ISSO, ESSE TRABALHO TEM POR OBJETIVO, ESTIMULAR OS PROFISSIONAIS DA ÁREA A DESENVOLVEREM UM PENSAMENTO SISTêmICO NOS ESTUDOS DE NOVAS TECNOLOGIAS.

\* Comentário proferido pelo Prof. Dr. Ubiracy E. L. Souza em palestra no 3º seminário de tecnologia de estruturas em São Paulo, 2001.

### 1.3 O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A definição do tema e a proposição do objetivo foi uma decorrência natural do trabalho que vem sendo executado pela Fortenge Engenharia Ltda., pelo ambiente por ela criado e pelo envolvimento do autor dentro do processo construtivo da empresa.

Inicialmente, a empresa sentiu a necessidade de desenvolver um procedimento em que se estudasse o processo de execução de um determinado serviço. Na verdade, a origem deu-se quando implantou-se um sistema de planejamento formal, em que fazia-se necessário subdividir as atividades em níveis de detalhamento superiores aos normalmente executados quando esses serviços estivessem próximos de acontecer para que se pudessem prover os recursos suficientes para que a obra não sofresse problemas de solução de continuidade. Isso acarretava uma necessidade de planejamento mais apurada das subetapas ou serviços, onde devia-se analisar desde a seqüência dos serviços, até o local de armazenamento dos materiais, a forma de execução, o pessoal necessário; enfim, fazia-se então um exercício “no papel” de como o serviço seria realizado. Batizou-se esse procedimento de “Estudo do Processo” que foi sendo incrementado com vários requisitos até contemplar uma Instrução dentro do Sistema de Qualidade da empresa.

Depois, com a disposição de se estar trabalhando com novas tecnologias, a empresa sentiu a necessidade de alterar a forma convencional e pouco racional que estava desenvolvendo alguns serviços e dentre outros destacou o revestimento de fachada, a instalação de esquadrias de alumínio e a execução de lajes como potenciais serviços a serem racionalizados. *Como a empresa chegou a isso?*  
*Poderia ter explicado!!*

A implantação de uma alternativa deveria contudo estar embasada em um estudo detalhado do processo de execução em que se pudesse avaliar o maior número possível de itens que interferem em um processo de execução.

Elegeu-se uma obra da construtora, o Residencial San Marino, para se promover essas mudanças, pois trata-se de uma obra com 27 prédios de 5 andares divididos em 2 fases distintas, sendo a primeira executada dentro dos padrões convencionais que estrategicamente a empresa almejava racionalizá-los.

Pela ordem cronológica de execução dos serviços, a execução das lajes foi o primeiro serviço a se procurar uma alternativa. O trabalho de análise, pesquisa e visitas às obras, realizado pelo engenheiro da obra, gerência de obras e o coordenador de projetos, resultou na implantação do sistema de pré-lajes em mini-painéis como solução alternativa adequada.

Com essa tecnologia, em experimentação, verificou-se que não existia uma garantia ou pelo menos um método de trabalho que garantisse que outras alternativas fossem bem avaliadas para serem implantadas. A partir daí criou-se um grupo de pessoas que se denominou “Comitê Tecnológico” que desenvolveria um trabalho de organização e registro em que consolidasse uma metodologia para se tratar as novas implantações.

Um dos pontos de destaque em todo esse processo foi o envolvimento dos componentes do Comitê com o curso acadêmico de pós-graduação de que essa monografia é objeto. Todo o pensamento sistêmico foi se formando a partir dele, em especial, a partir do trabalho de BARROS (1996) que deu embasamento ao trabalho que é aqui apresentado.

#### **1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO**

O presente trabalho não tem a pretensão de resgatar ou investigar novos conceitos acerca do tema, mesmo porque foi amplamente analisado e discutido em BARROS (1996), que se embasou em uma bibliografia bastante extensa, referenciando 158 publicações, teses e artigos, abrangendo, com muito sucesso, as informações disponíveis no meio científico. Some-se a isso, a contribuição daquele trabalho ao propor uma metodologia para que as empresas consigam implantar sistematicamente TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS RACIONALIZADAS, exigindo que as empresas tenham uma nova visão quanto ao seu processo de aprendizado, quanto à organização e integração dos seus diversos departamentos e quanto ao processo de controle da produção, tendo uma postura diferenciada em relação aos seus clientes e fornecedores.

O que se pretende aqui é dar continuidade ao trabalho anteriormente citado, apresentando um caso prático de implantação de TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS RACIONALIZADAS; assim, será apresentado um resumo do trabalho de BARROS (1996), revisando os conceitos nos capítulos 2 e 3, e a partir daí, a criação de uma metodologia baseada nessas premissas e no perfil da empresa construtora, seguido de um estudo de caso real na implantação de uma nova tecnologia nos processos construtivos da empresa, apresentado nos capítulos 4 e 5.

Obviamente o trabalho não tem abrangência de todo o setor, mas dentro do escopo escolhido, procurou analisar, sugerir e comentar aspectos relevantes do tema, descritos nas considerações finais, baseadas não apenas na bibliografia e na contribuição do orientador, mas também na contribuição da empresa objeto do estudo e na experiência pessoal e profissional do autor.

## CAPÍTULO 2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Diversos pesquisadores utilizam indistintamente as palavras “alteração”, “inovação”, “melhoria”, “novas tecnologias”, sem que haja um consenso sobre o significado preciso de cada um.

Nesse capítulo são apresentados os conceitos básicos relativos ao tema **IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS RACIONALIZADAS** no processo de produção de edifícios, para que se possa consolidar essas terminologias, além de promover um bom entendimento a respeito do tema.

### 2.1 TECNOLOGIA E TECNOLOGIA CONSTRUTIVA

Segundo SABBATINI [1989], “**tecnologia** é um conjunto sistematizado de conhecimentos empregados na criação, produção e difusão de bens e serviços”. Esse autor destaca ainda que **tecnologia construtiva** pode ser conceituada como “um conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, pertinentes a um modo específico de se construir um edifício (ou uma sua parte) e empregado na criação, produção e difusão desse modo de construir”.

É este pois o entendimento que se terá no presente trabalho.

### 2.2 RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA E TECNOLOGIA CONSTRUTIVA RACIONALIZADA

Segundo BARROS [1996], pode-se entender a **racionalização** como o esforço para tornar mais eficiente a atividade de construir, o esforço para se buscar a solução ótima para os problemas de construção.

ROSSO [1980] desenvolve extensamente o tema e propõe: “a racionalização é o processo mental que governa a ação contra os desperdícios temporais e materiais dos processos produtivos, aplicando o raciocínio sistemático, lógico e resolutivo, isento do influxo emocional; é um conjunto de ações reformadoras que se propõe substituir as práticas rotineiras convencionais por recursos e métodos baseados em raciocínio sistemático, visando eliminar a casualidade nas decisões.”

BARROS [1996] conclui ainda que a substituição de práticas tradicionais por métodos fundamentados em princípios de organização e predefinição de atividades, resgatando para o início do processo de produção as decisões que se fazem necessárias, caracteriza a racionalização de uma determinada atividade ou processo.

ROSSO [1980] salienta que “os princípios da racionalização devem ser aplicados ao edifício tanto como produto quanto como processo, ou seja, o edifício precisa começar a ser racionalizado na sua fase de concepção. É nesse momento que se consegue auferir os maiores ganhos com as ações de racionalização, estendendo, então essas ações para a etapa de produção, a fim de que possam ser efetivamente implementadas, obtendo-se os ganhos previamente definidos.”

SABATTINI [1989], por sua vez, define assim: “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, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases”.

Os conceitos formulados para racionalização construtiva e para tecnologia construtiva, permitiram a BARROS (1996) definir TECNOLOGIA CONSTRUTIVA RACIONALIZADA ( TCR ), como sendo:

“um conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, empregados na criação, produção e difusão de um modo específico de se construir um edifício ou uma sua parte, orientado pela otimização do emprego dos recursos materiais,

humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros envolvidos em todas as fases da construção”, sendo este o conceito adotado no presente trabalho.

### 2.3 MELHORIA CONTÍNUA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

O princípio de melhoria contínua, baseado na filosofia do “Kaizen”, afirma que o nosso modo de vida, seja no trabalho, na sociedade ou em casa merece ser constantemente melhorado.

Assim, pode-se pensar que a melhoria contínua está ligada ao fato de ser mais eficaz na execução de um determinado serviço, ou seja, deve-se aprender mais um pouco sobre o processo em andamento e tratar, sem alterar a maneira de se estar executando uma atividade, as questões de produtividade, fluxo de materiais, qualidade na execução, equipamentos e ferramentas utilizados.

O trabalho de UTTERBACK (1983) propõe que inovação tecnológica seja entendida como: “um processo que envolve a criação, o desenvolvimento, o uso e a difusão de um novo produto ou idéia”.

Alguns autores entretanto, distinguem três tipos de inovações: as grandes inovações de produto; as grandes inovações de processos e as inovações incrementais de produtos e processos.

Ainda segundo UTTERBACK (1983), a inovação incremental pode ser definida como: “um avanço da tecnologia existente que melhora o desempenho do produto, melhora o custo ou a qualidade passo a passo”.

Nota-se uma linha bastante tênue entre o significado de melhoria contínua e inovação incremental. Some-se a isso, na terminologia *inovação*, que sugere a criação de um

novo produto, pode-se citar, no caso prático deste trabalho, que o uso de pré-lajes não é nem de perto uma criação ou uma novidade para o mercado; porém, dentro do ambiente da construtora, é um processo que nunca foi utilizado e, portanto, se pensarmos sistematicamente, constitui uma inovação tecnológica dentro dos procedimentos de execução de serviço da mesma.

É importante frisar ainda que quando se utiliza uma “inovação tecnológica”, em sua implantação, ela não está desenvolvida em todo o seu potencial. É necessário que se provoque “melhorias contínuas” nas mesmas para que se utilize todo o potencial de desempenho que a tecnologia pode oferecer.

O conceito de “melhoria contínua” está muito ligado aos preceitos da *qualidade*, ou seja, aos procedimentos de registros e não-conformidades e de análise crítica, sendo uma fonte importante de identificação e proposição de ações e que geram as melhorias.

→ Jorge: poderia ser colocado aquilo que no trabalho está entendendo pelos termos apresentados.

## **CAPÍTULO 3      A TECNOLOGIA CONSTRUTIVA RACIONALIZADA NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

### 3.1 ESTRATÉGIAS DE AÇÃO DAS EMPRESAS DO SUBSETOR EDIFICAÇÕES

O Setor da Construção Civil sempre foi rotulado como tendo altos índices de desperdício, falta de planejamento, baixa produtividade da mão-de-obra e tantos outros indicadores de má qualidade.

Comparando-se esse setor industrial com a indústria seriada, a automobilística por exemplo, sempre verifica-se um abismo muito grande entre elas, notadamente pela contraposição das observações do parágrafo anterior e talvez pela própria barreira contra novos entrantes que cada setor oferece, por exemplo, a disponibilidade de recursos para fundar uma empresa; necessita-se de muito menos capital para abrir uma construtora do que para montar uma fábrica de automóveis.

Isso fez com que se proliferassem empresas construtoras com o objetivo único de realizar lucros, sem se preocupar com a evolução técnica da própria empresa ou de, com um mínimo de estrutura, conseguir realizar suas obras.

Porém, o mercado alterou-se, já não se consegue realizar os lucros pretendidos como no passado e o número de empresas em atuação hoje tem diminuído. Estão ficando aquelas que possuem um sistema de gestão orientado, investem em recursos humanos, em projetos, em equipamentos e principalmente buscam deter conhecimento tecnológico, que as fazem ser consideradas realmente como empresas de engenharia.

Os desafios são grandes, pois ao contrário da indústria seriada, um produto é diferente do outro. A “fábrica” possui instalações provisórias e o volume de obras nem sempre é constante. Além disso, pelo prazo longo de execução pode-se estar sujeito a alterações econômicas durante sua execução. No sistema produtivo, são empregadas especificações complexas, muitas vezes contraditórias e confusas; nota-se também falta de padronização de componentes ofertados no mercado, dentre muitos outros aspectos que, igualmente, contribuem para aumentar os desafios. Todas essas são variáveis intrínsecas do setor que precisam ser melhor geridas e controladas.

Existem várias diretrizes acerca de como as empresas podem estar se capacitando. O PROGRAMA NACIONAL DE TECNOLOGIA DE HABITAÇÃO (PRONATH), por exemplo, reconhece que a implantação de ações visando à “inovação tecnológica” do setor é imprescindível, destacando que é preciso:

- Fortalecer a estrutura produtiva do setor no que diz respeito à sua capacidade tecnológica e gerencial;
- implementar políticas de capacitação de mão-de-obra favorecendo a introdução de inovações tecnológicas;
- incentivar o emprego de novas tecnologias para a produção habitacional;
- fortalecer a infra-estrutura laboratorial e de pesquisa para o desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços;
- fomentar a criação de novas unidades laboratoriais e grupos de pesquisa, assessoria e consultoria tecnológica;
- desenvolvimento de cursos de formação em inovação tecnológica;
- desenvolver mecanismos de transferência de tecnologia.

Além disso, segundo SOARES (1992), “algumas características estratégicas são essenciais para conferir a modernização às empresas, dentre as quais destaca:

- Adoção de uma nova postura em relação ao mercado e ao cliente;

forje

14

Faltou dizer que está faltando “praticar engenharia” na obra.

- Busca da flexibilidade da produção e de novas soluções organizacionais;
- Maior inter-relação das atividades de produção, manutenção, serviços e fornecedores; e
- Novo relacionamento entre os agentes do processo de produção, com a adoção de sistemas participativos.”

Pelo exposto acima, verifica-se que existe uma série de ações que uma empresa deve empreender para que se rompa o paradigma da “desqualificação” imputado ao setor, ficando nítida a necessidade de transformações no setor da Construção Civil. A capacitação tecnológica adquirida através da implantação de tecnologias construtivas racionalizadas é um dos itens de grande importância nesse processo e por isso, escolhido como tema a ser abordado neste trabalho.

### **3.2 PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE TCR's**

O processo de implantação de inovações tecnológicas é complexo. Não se pode esperar uma “fórmula milagrosa”, que resolva todos os problemas.

Para que se tenha sucesso na implantação, é necessário que se repense a estrutura organizacional da empresa; se empreenda uma mudança cultural; se tenha um firme propósito e persistência no objetivo. A implantação de inovações tecnológicas devem estar vinculadas à definição estratégica da própria empresa.

TWISS (1974) conclui que a inovação tecnológica decorre de uma complexa interação de uma série de elementos essenciais, apontando como principais:

- A orientação para o mercado;
- A relevância nos objetivos da empresa;
- Uma empresa receptiva a inovações;

- Uma efetiva seleção de tecnologias e avaliação dos sistemas;
- Uma fonte de idéias criativas;
- Comprometimento de uma pessoa ou um grupo de pessoas;
- Um efetivo gerenciamento e controle do projeto.

BARROS (1996) define muito bem a forma de estar abordando a implantação de TCR e todo o contexto ambiental quando diz: “A implantação de TCR’s tem início a partir do momento em que a empresa define a racionalização do seu sistema de produção como uma estratégia empresarial e termina somente com a completa inserção das novas tecnologias na cultura da empresa, isto é, quando for possível fechar o ciclo da melhoria contínua, iniciando-se a implantação das mesmas TCR’s, a partir de um patamar mais elevado de racionalização do processo construtivo.”

### **3.3 DIRETRIZES BALIZADORAS DA METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO**

Segundo BARROS (1996), a implantação de TCR, deverá ser conduzida por diretrizes que permitam aumentar o nível de racionalização e diminuir o grau de variabilidade do processo de produção, o que pode ser traduzido por diretrizes que envolvam uma maior interação entre os setores responsáveis pela produção, quais sejam: projeto; suprimentos; recursos humanos e execução e controle de obras.

Na verdade, toda a empresa deve estar envolvida. Não se pode pensar em implantar novas tecnologias sem a criação de um ambiente favorável. A empresa deve se adequar e se estruturar para alcançar o sucesso que pretende com implantação de TCR’s, e deve fazê-lo em todos os aspectos, sob risco de não conseguir atingir os objetivos integralmente. Assim é premente que ela se organize, notadamente nos itens abordados e que serão aqui discutidos:

- **Desenvolvimento da atividade de projeto**

O projeto é o instrumento para a informação e fixação das TCR's no *sistema produtivo* da empresa. O projeto deve contemplar a tecnologia a ser empregada nos canteiros de obras, envolvendo as informações sobre os métodos construtivos adotados, a organização da produção e do seu controle, para antecipar e solucionar os problemas básicos da atividade de produção em canteiro. Com isso, será possível conciliar as características do produto com as da produção.

- **Desenvolvimento da documentação:**

Diretriz que deve ser entendida como um instrumento de informação e fixação das novas tecnologias na empresa. Deve proporcionar o repasse da tecnologia a todos os empreendimentos. Além disso, deve servir de subsídio para o treinamento de todo o pessoal envolvido com a implantação.

Essa documentação deverá conter:

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

Segundo BOGGIO (1995), “O processo de estabelecimento e uma documentação interna permite o desenvolvimento de uma tecnologia própria. Resultados imediatos podem ser obtidos na medida em que os procedimentos existentes são analisados, aplicados e questionados. Além disso, a padronização interna permite diminuir a variabilidade dos processos técnicos e administrativos e possibilita registrar a capacitação tecnológica da empresa, libertando-a da dependência exclusiva da experiência individual de seus técnicos”.

Lembre-se: “reduzir a variabilidade do processo, passa pela sua padronização”.  
“somente é possível cobrar, aquilo que foi previamente combinado”.

#### ■ Desenvolvimento dos recursos humanos

Diretriz que deve permitir a capacitação tecnológica e operacional da empresa, através da motivação e do treinamento que envolva todos os níveis hierárquicos. Através dessa diretriz deve-se conseguir ainda, uma menor variabilidade do processo de produção e a possibilidade de sua evolução contínua.

Devem ser destacada 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.

Dentre os vários aspectos que motivam as pessoas, destaca-se a oportunidade de crescimento na empresa, de modo a sentir-se “parte da engrenagem” e não “material descartável”.

Sabe-se que as empresas mais evoluídas possuem um sistema de gestão organizado, procedimentos documentados e, enfim, conhecimento tecnológico. O alto índice de rotatividade existente na indústria da construção, certamente um indicador negativo, passa a tomar uma importância ainda maior dada a densidade de informações necessárias ao desempenho das funções de produção.

Em outras épocas, o engenheiro, o mestre, e até o administrativo de obras, ou seja o “staff” do canteiro era uma mão-de-obra de grande disponibilidade no mercado, que a empresa podia manter ao sabor do volume de obras ou até mesmo contratada para determinado empreendimento. Hoje sabe-se da dificuldade de se estar treinando toda essa mão-de-obra, pois a capacitação do seu pessoal é um aspecto que torna a empresa mais competitiva, é diferenciador do restante do mercado e, portanto, não

pode ser negligenciada. Tampouco pode-se imaginar que a capacitação tecnológica seja um bem descartável ou um bem que se adquira rapidamente.

Some-se a necessidade da empresa com as aspirações dos profissionais, e chega-se a relações de trabalho similares às de outras indústrias, onde se requer um nível de capacitação elevado e, em contrapartida, investe-se muito nas pessoas, em programas de treinamento, de incentivos, sugerindo “continuidade”.

#### ■ Desenvolvimento do setor de suprimentos

Diretriz que pretende facilitar e viabilizar a implantação de TCR's, através do envolvimento e de um melhor relacionamento entre as equipes de projeto, produção e suprimentos, para que sejam adquiridos materiais, componentes e equipamentos que atendam à produção.

Além da administração de materiais, item da mais alta importância dentro da empresa, o setor de suprimentos tem uma missão fundamental no que diz respeito ao relacionamento com os fornecedores.

Fonte de inovações tecnológicas, os fornecedores normalmente relacionam-se com o setor de suprimentos que deve estar atento aos novos materiais, componentes e processos que se apresentarem. Deve também demonstrar o ambiente empresarial favorável para implantação das TCR's aos fornecedores.

E, mais do que isso, o setor é responsável, ainda, por promover o desenvolvimento de produtos junto aos fornecedores.

Por outro lado, solicitações de novos produtos advindas das obras ou de projetos, tornarão o processo de pesquisa e de aquisição mais complexo, na medida em que não serão produtos corriqueiros e faz-se mister que o trabalho de prospecção seja

bastante rigoroso para não adquirir produtos em desacordo com as novas especificações ou que não se adaptem ao novo processo.

#### ▪ Desenvolvimento do controle do processo de produção

Diretriz que possibilita o acompanhamento de todo o processo de produção, visando a sua qualidade, bem como à do produto final; permite ainda a realimentação do processo de implantação das novas tecnologias e a evolução das ações que visam à melhoria.

Para que as empresas detenham o **DOMÍNIO** do processo de produção, o controle desse processo deve ser projetado desde o início da implantação, ou seja, deve existir desde a fase de projeto, passando-se pela execução propriamente dita, como também deve-se monitorar o edifício depois de entregue, na fase de uso e manutenção.

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

- Avaliar o desempenho real do processo ;
- Comparar o desempenho real com as metas;
- Tomar providências a respeito da diferença.

*Poderia ter explicado melhor.*

Esse autor acrescenta que essas atividades ocorrem em uma seqüência sistemática chamada de “alça de feedback”.

O próprio princípio do ciclo PDCA (“Plan”, “Do”, “Check” e “Action”), ou seja Planejar, Realizar, Controlar e Agir corretivamente, e o sistema de qualidade baseado nas normas ISO 9000 sustentam e orientam como os controles devem ser desenvolvidos.

*↓ filhos comentam que o controle é algo feudógico*

Cabe destacar que o controle não deve ser uma atividade isolada na empresa e é preciso ser sustentado, ainda, pelos projetos voltados à produção, pela documentação do processo, pelas ações em recursos humanos e no setor de suprimentos.

### **3.4 PLANO DE AÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DE TCR'S NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS**

Segundo BARROS (1996), definir uma estratégia para a implantação de TCR's significa estabelecer um **plano de ação** para enfrentar o problema e conduzir, de modo otimizado, o processo de sua resolução.

O plano de ação apresentado por essa autora, busca definir os passos principais que poderão ser empreendidos pelas empresas construtoras que pretendam implantar TCR's em seu sistema de produção.

A apresentação do plano de ação é feita através da caracterização de cada fase do processo de implantação, com a descrição e discussão de suas respectivas etapas e subetapas, as quais são apresentados na figura e comentadas na sequência.

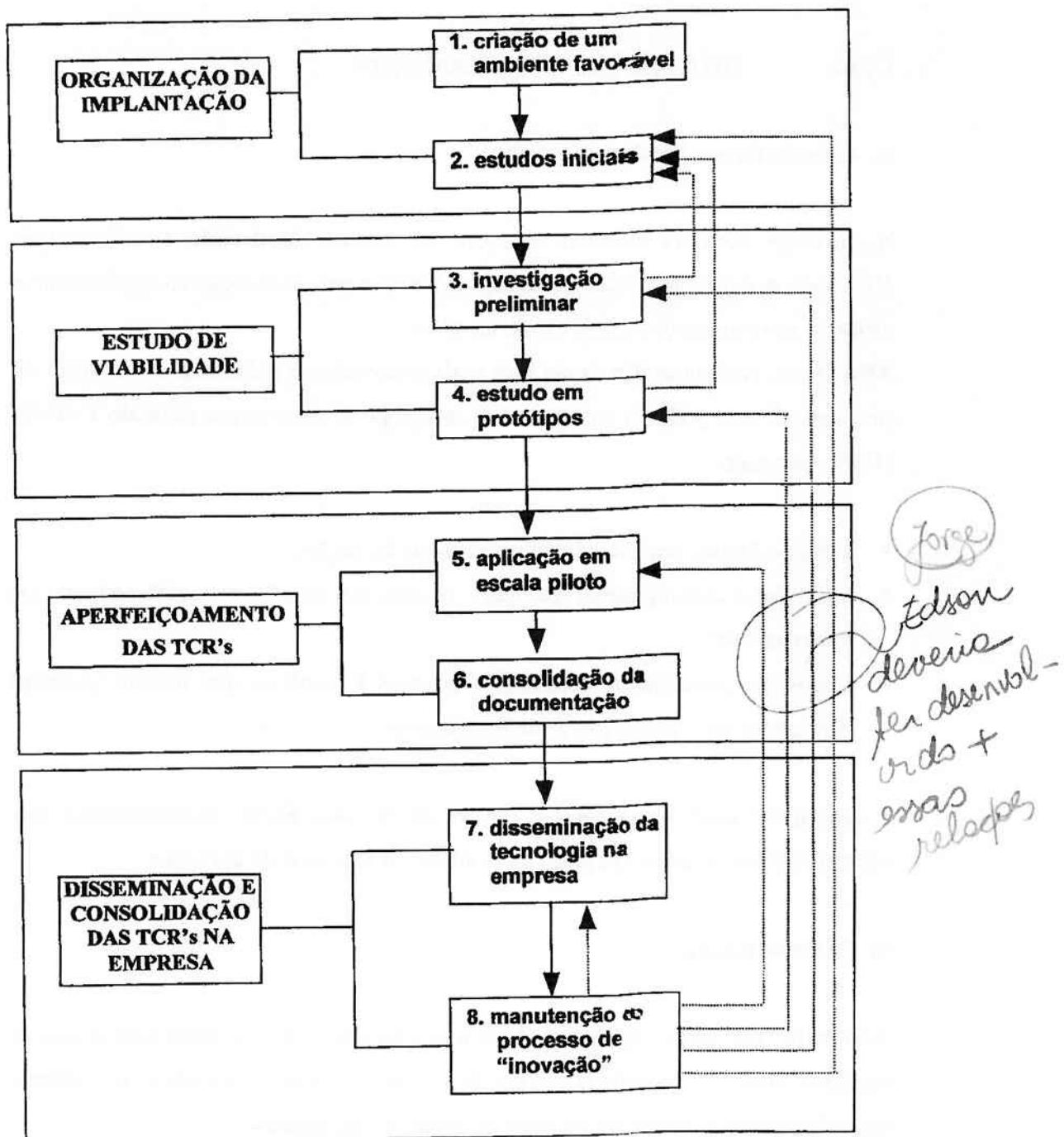


Ilustração das fases e etapas do processo de implantação de TCR's no processo de produção de edifícios (Fonte: BARROS, 1996)

É preciso fazer o apto modelo até o fim, para não errar na fonte!<sup>22</sup>

*I<sup>ª</sup> fase:* ORGANIZAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO

**1) Criação de um ambiente favorável**

Nessa etapa deve ser avaliado se existe um sistema de decisão e comunicação eficientes; se existe motivação para o aprendizado e para realização da implantação e ainda, se os recursos necessários estão alocados.

Além disso, deve-se avaliar como item mais importante, a existência de um **líder do processo**. O líder pode ser uma pessoa ou um grupo de pessoas que segundo TATUM (1989), possuam:

- visão de futuro, acreditando no potencial da inovação;
- insatisfação com o patamar alcançado, ou seja, que acreditam que “deve haver um modo melhor”,
- disposição para buscar tecnologias externas à empresa, que tenham potencial para avaliá-las e percepção de onde utilizá-las,

E devem ter ainda persistência e desejo de ver suas idéias implementadas com sucesso e devem exercer um papel de condutor do processo de inovação.

**2) Estudos iniciais**

Essa etapa tem como objetivo conduzir a escolha das TCR's a serem empregadas na empresa. Deve ser conduzida através da análise de dados concretos, provenientes tanto do mercado, quanto do processo de produção da empresa.

A forma como as novas tecnologias chegam à empresa podem ser:

- através de desenvolvimento interno (normalmente em empresas que dispõem de um departamento específico);

- pelos fabricantes de materiais e componentes e de equipamentos;
- bibliografias disponíveis;
- normas técnicas;
- “benchmarking”
- convênios com construtoras e com Universidades, entre outros.

*2ª fase: ESTUDO DE VIABILIDADE*

**3) Investigaçāo Preliminar**

Tem por objetivo avaliar a exequibilidade e a viabilidade técnica e econômica das TCR's, a partir de sua aplicação em campo.

Deve-se avaliar o aprendizado da mãos-de-obra, os prazos de execução, as características reais dos materiais e equipamentos e as dificuldades para sua obtenção, a interferência da atividade com outros subsistemas do edifício e a potencialidade do projeto.

**3) Estudo em protótipos**

Nesta etapa, tem-se como objetivo verificar se é viável inserir as TCR's escolhidas na estrutura organizacional da empresa

Deve se definir uma obra que reuna as características necessárias à avaliação correta da nova tecnologia dentro da cultura da empresa. Tem-se portanto uma aplicação restrita em um ambiente controlado.

*3<sup>ª</sup> fase:* APERFEIÇOAMENTO DAS TCR'S

**5 ) Aplicação em escala piloto**

A aplicação ocorre através do repasse da responsabilidade da implantação à equipe de produção. Esse repasse deve ser feito de forma controlada e não para toda a empresa de uma única vez. O envolvimento do setor de projetos nessa fase é imprescindível.

Deve-se monitorar a aplicação e identificar as dificuldades no processo, bem como as possíveis melhorias que venham a ser estabelecidas no canteiro.

**6) Consolidação da documentação**

Ao final da etapa anterior, o líder, juntamente com a equipe de produção, deverá fazer uma avaliação dos resultados obtidos reunindo subsídios para consolidar a documentação da empresa que deve ser constituída por:

- Procedimentos para projeto
- Procedimentos para execução
- Procedimentos para treinamento
- Procedimentos para controle

Ela garantirá o domínio do sistema produtivo da empresa

*4<sup>ª</sup> fase:* DISSEMINAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DAS TCR'S

**7) Disseminação da tecnologia por toda a empresa**

Tem por objetivo repassar as TCR's estudadas para todas as obras da empresa construtora.

*Silvio questiona, foiis alguma coisa que ficou*

Isto significa divulgar a documentação consolidada, treinar a equipe técnica para a produção e preparar a infra-estrutura necessária. Deve-se também enviar os resultados de controle da produção à equipe responsável e avaliar os resultados obtidos.

### **8) Manutenção do processo de inovação**

Consiste no fluxo contínuo de melhoria que a empresa deverá empreender para cada TCR implantada. A empresa, através de constante pesquisa no mercado, ou mesmo através de desenvolvimentos incrementais internos, poderá detectar melhorias nas TCR's e propor alterações.

Essa alteração poderá entrar na empresa em qualquer fase do plano de ação. Cada alteração significa a evolução da tecnologia empregada pela empresa em um determinado método construtivo, aumentando seu patamar de racionalização.

A fase do plano de ação que a tecnologia deverá ser introduzida é função da complexidade tecnológica da TCR e de sua amplitude dentro do processo de produção do edifício.

Por isso, a equipe poderá optar pelo início do processo de implantação na etapa de estudos iniciais, ou em etapas posteriores, como por exemplo na etapas de investigação preliminar, estudo em protótipos ou até mesmo na escala piloto. E, algumas vezes, pode ocorrer de não se ter de percorrer todo esse caminho, optando-se por interferir diretamente em toda a empresa.

### 3.5 PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA ESCOLHA DE TCR'S

BARROS (1996) analisou a implantação de TCR's sob o aspecto de como as construtoras devem se organizar, quais os procedimentos necessários para que se tenha sucesso na implantação. CEOTTO (2000)\*, por sua vez, definiu princípios básicos para implantação de TCR's, sob o ponto de vista de quais aspectos devem ser abordados para escolha de TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS RACIONALIZADAS.

São eles:

- POSTERGAÇÃO DO USO DE CAPITAIS
- SIMPLIFICAÇÃO DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS
- FACILITAÇÃO DA MANUTENÇÃO
- REDUÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO PELO AUMENTO DA PRODUTIVIDADE
- MAXIMIZAÇÃO DA QUALIDADE APARENTE E DO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO
- SIMPLIFICAÇÃO DO PROCESSO DE GESTÃO DA PRODUÇÃO
- ELIMINAÇÃO DE TAREFAS PERIGOSAS E INSEGURAS
- SOLUÇÃO GLOBAL DA EDIFICAÇÃO

*Jorge faz elogios  
às colocações do  
Cágou e destaca  
a questão das  
fundações*

Muitos desses princípios são auto explicativos; porém, é necessário que sejam avaliados de uma forma sistêmica, não isolada, pois a adoção não deve ser feita sob qualquer pretexto; deve-se avaliar sempre conjuntamente com as consequências que advém dessas medidas.

\* Os princípios básicos foram apresentados pelo Eng. Luiz Henrique Ceotto, no 2º Seminário de tecnologia de estruturas realizada no Instituto de Engenharia de São Paulo, 2000.

*Não  
industrializar por <sup>27</sup> industrializar! Hé uma  
questão social. Vamos olhar o que vale à pena*

Por exemplo, na questão da postergação do uso de capitais, logicamente a postergação de determinada etapa leva a que o emprego de um recurso seja temporalmente adiado, e consequentemente provoca ganhos financeiros na medida em que o capital imobilizado antes da época aumenta o custo financeiro do recurso empregado.

Porém, há que se avaliar que não se pode comprometer o prazo final da obra, gerando custos indiretos adicionais, além da disponibilização postergada do produto que normalmente gera renda.

Caso específico das divisórias em gesso acartonado, o sistema pode ser instalado em uma etapa mais adiantada da obra dada a rapidez e agilidade de execução dessa tarefa. Porém, deve-se analisar que às vezes a postergação dessa etapa não é só uma condição estratégica, mas necessária pois deve-se tomar algumas precauções como o fechamento dos vãos, provisoriamente, o que pode gerar custo, ou definitivamente, após a execução do revestimento externo e colocação de esquadrias o que realmente posterga a sua instalação. Se as divisórias forem instaladas em áreas frias, postergam o acabamento interno da mesma, etapa com maior volume de serviço (impermeabilização, contrapisos, revestimentos cerâmicos, forros, portas, louças, bancadas, etc.) e podem acabar comprometendo o prazo de execução da obra. Em suma, tudo isso deve ser pensado sistematicamente e não em uma avaliação isolada. Não seria interessante pensar-se em divisórias de gesso acartonado associadas ao emprego de banheiros prontos, por exemplo?

A questão da eliminação de tarefas perigosas e inseguras, às vezes não é considerada. De fato, os construtores devem considerar sim, a substituição das modalidades de serviço que induzem a algum risco. A insegurança não deve fazer parte do método ou processo construtivo. Não se deve pensar somente em proteções, mas sim em soluções técnicas diferentes das tradicionalmente utilizadas, que contemplem uma situação segura. É o caso, por exemplo, de se executar fundações com tubulões. A condição de trabalho do operário é extremamente arriscada. Ele não consegue

executar o serviço utilizando os EPI's necessários. Assim, é necessário que se pense em um outro tipo de fundação com equipamentos apropriados de perfuração que exponha menos os operários.

A utilização de projetos de produção, o uso de componentes modulares e a redução do número de componentes de um sistema simplificam o processo construtivo e o de gestão da produção, acarretando um círculo virtuoso na execução, melhorando inclusive os custos, pelo aumento da produtividade.

Um outro enfoque a ser analisado também é a questão da *terminalidade*. Os serviços de alvenaria, por exemplo, não devem ser executados em várias etapas. Fechamento de prumadas elétricas ou hidráulicas podem ser pensadas em ser feitas com painéis prontos dos mais diversos materiais que facilitariam a inspeção e não trariam de volta à obra numa condição mais adiantada, serviços artesanais de produção. A eliminação do uso de contra marcos nas esquadrias de alumínio diminui uma etapa de serviço, suprime um item do custo do serviço, além de eliminar também uma potencial patologia, pois verifica-se grande número de infiltrações nas esquadrias pela deficiência na execução do chumbamento dos contra marcos.

~~É pensamento uníssono nas empresas construtoras a necessidade de diminuição drásticas de manutenções. Sabe-se muito bem do custo que se tem para realizar apenas a vistoria de uma solicitação de assistência técnica de uma unidade entregue, quanto mais da necessidade de se reparar um sistema por vezes embutido e todos os demais serviços complementares destruídos para se reparar o dano. O serviço de manutenção não tem nenhum valor agregado, é constrangedor para o cliente e causa um impacto bastante negativo à imagem do construtor; além, logicamente, do custo gerado.~~

Aspectos estéticos, funcionais, durabilidade, flexibilidade, praticidade, desempenho térmico e acústico são elementos que traduzem a qualidade aparente, desempenho e solução global da edificação.

→ *Na minha fase 2º de Assist. Técnica, a tecnologia é adequada? e para manutenção futura?*

Deve-se comentar ainda, que a redução do custo de produção não deve ser analisada somente pelo ângulo do aumento da produtividade. Esse item, de extrema importância para a saúde financeira da empresa – o custo, deve ser avaliado sob todos os aspectos, seja através do emprego de materiais alternativos; em economia de escala; no desenvolvimento de parcerias; em definições de projeto, reduzindo o custo de determinado serviço, tudo isso porém, sem diminuir a qualidade do produto final.

Em resumo, também pode-se conceituar a quase totalidade dos princípios apontados como sendo a *utilização de sistemas fornecidos à obra, prontos ou praticamente prontos, que retirando a mão-de-obra do canteiro e levando-a a condições fabris mais controladas e especializadas transformem a obra em uma operação de montagem, dando-se preferência a “construção seca”, potencialmente mais racional, menos ociosa, refletindo em uma condição mais segura aos operários, além de se compartilhar responsabilidades com todos os agentes envolvidos.*

Esses conceitos estão bastante ligados à pré-fabricação de elementos ou sistemas, que normalmente têm custo mais elevado, pois possuem uma carga tributária adicional por se tratar de produtos industrializados. As empresas optam, então, por fabricá-los no próprio canteiro em condições não tão adequadas. Um esforço poderia ser realizado pelo setor para se fazer representar junto aos órgãos legislativos no sentido de se estudar redução ou eliminação dos impostos provenientes da industrialização de produtos para a construção civil, fora do canteiro de obras, para que fornecedores e montadores trabalhem em condições mais adequadas, oferecendo melhores produtos, melhores condições ao consumidor final, com custos adequados.

## **CAPÍTULO 4 - DESENVOLVIMENTO DE MODELO PARA IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIA CONSTRUTIVA RACIONALIZADA – ESTUDO DE CASO**

Tomando-se como parâmetro a proposta de BARROS (1996), cujos pontos principais foram destacados no item anterior, os princípios básicos de escolha de TCR's sugerido por CEOTTO (2001) e ainda a experiência do autor na condução do processo de modernização da produção de edifícios na empresa FORTENGE ENGENHARIA LTDA, apresenta-se, neste capítulo, uma seqüência de ações que vêm sendo empreendidas para que as novas tecnologias possam ser efetivamente implantadas no sistema produtivo da empresa.

Nesta apresentação, inicialmente será feita a caracterização da empresa, tendo em vista que as ações propostas estão em completa aderência com o seu sistema de produção.

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA**

Mais do que uma vontade do autor em trabalhar com a implantação de TCR's, a empresa sente a necessidade da modernização dos processos de produção e, por isso mesmo, faz parte do seu planejamento estratégico, a adoção de novas tecnologias como vantagem competitiva no mercado da construção civil.

Fundada em 1985, a FORTENGE tem como objetivo promover a construção de empreendimentos imobiliários, tendo atuado na produção de obras públicas, comerciais, industriais e residenciais.

Atualmente, tem atuado no mercado de edifícios habitacionais, em obras de padrão médio e popular, basicamente desenvolvendo projetos em alvenaria estrutural.

Procura ser competitiva com enfoque em custos, trabalhando com conjuntos residenciais constituídos por grande número de unidades.

A empresa é certificada com base nas normas NBR ISO 9002, desde 1999, e é qualificada com o nível “A” pelo PBQP-H, SIQ Construtoras. Participa ativamente de Comitê de Tecnologia e Qualidade no Sinduscon-SP, constituído por representantes de cerca de 20 empresas construtoras, além de sempre estar presente nos eventos, seminários e atualizações promovidos pela entidade. Quase a totalidade do seu corpo técnico, possui ou está cursando especialização em nível de pós-graduação, através de cursos realizados na Escola Politécnica da USP. Considera o planejamento como peça gerencial da mais alta importância, tendo procedimentos desenvolvidos nesse campo.

Produz normalmente mais de 30.000 m<sup>2</sup> de área construída por ano. Possui uma estrutura administrativa em seu escritório central bastante enxuta composta por 12 colaboradores internos que possuem qualificação adequada, constituindo os departamentos de projetos, qualidade, suprimentos, assistência técnica, segurança do trabalho, produção e ainda os departamentos de apoio, quais sejam, contabilidade, informática e departamento pessoal. Possui uma condição de divulgação das informações bastante ágil, pois dado o seu reduzido número de participantes, não possui entraves burocráticos, o que contempla rapidez nas decisões.

Está desenvolvendo, ainda, o setor de recursos humanos, o que demonstra a preocupação com o assunto. Incentiva a que os profissionais se dediquem a cursos de atualização e visitas técnicas, além de promover a qualificação através de um programa de bolsa escolar. Tem portanto, grande preocupação social no desenvolvimento pessoal de seus funcionários.

Faz parte do seu plano de metas, certificar-se em gestão integrada de qualidade e segurança, além dos programas ligados à questão ambiental.

Normalmente, tendo como negócio incorporações próprias, a empresa sente-se qualificada a executar obras para terceiros, de forma a aumentar a sua participação e melhor atender o mercado.

É clara a persistência da empresa, notadamente da alta administração, em provocar e estimular em seus profissionais a busca incessante aos objetivos organizacionais, o que proporciona uma evolução contínua em seu sistema de gestão.

Entende que a tecnologia deve ser dominada, pois é uma empresa de engenharia e, como tal, deve possuir capacidade técnica para desenvolver seus trabalhos.

Isso faz com que esteja plenamente habilitada para satisfazer a condição primeira para desenvolvimento de TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS RACIONALIZADAS, ou seja, possuir um ambiente favorável à sua introdução.

#### **4.2 MONTAGEM DE EQUIPE PARA DESENVOLVIMENTO DAS TCR's**

Sentindo a necessidade de se implantar TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS RACIONALIZADAS, a *Fortenge* procurou definir o modelo de organização para desenvolver essas atividades em especial, sob o aspecto de provisão de recursos humanos necessários.

Pensou-se em várias formas de organização, como por exemplo, a criação de um departamento específico para desenvolvimento tecnológico. Nesse caso, seria necessário encontrar um profissional que reunisse as condições de capacitação técnica necessárias, que conhecesse a cultura da empresa, seus procedimentos e tivesse facilidade de “trânsito” em todos os departamentos e obras da empresa, preferencialmente um profissional da própria equipe da construtora.

Optou-se em montar uma equipe para desenvolvimento tecnológico sem que fosse necessário retirar os profissionais de suas atividades originais para atender somente às necessidades desse projeto. Foi montada, então, uma equipe, denominada de “Comitê Tecnológico”, para conduzir o processo de implantação. Essa equipe não é totalmente fixa. Ela é composta invariavelmente pelo **Gerente de Obras**, e pelo **Coordenador de Projetos**. Mais **dois Engenheiros de Obras** compõem a equipe, sendo um engenheiro da obra em que se pretende implantar a tecnologia e outro engenheiro convidado, procurando dessa forma ter as mais variadas visões do processo. O **líder** do processo é o Gerente de Obras, pois reúne as condições adequadas para realização de tal tarefa.

**A Diretoria** participa ativamente da definição dos assuntos de pesquisa e propõe as metas de desenvolvimento tecnológico da empresa.

Como o número de itens que compõe o roteiro de análise, que será apresentado mais adiante, é bastante grande, são divididos os assuntos para que cada componente do grupo possa desenvolver suas atividades. Resumidamente, o Coordenador de projetos levanta as necessidades de projetos, normas, custos e fornecedores; por sua vez, o Engenheiro da obra em que será implantada a tecnologia estuda os processos construtivos, controle e organização do canteiro, o segundo Engenheiro desenvolve o trabalho de pesquisa do produto e de possíveis patologias, enquanto o Gerente de Obras avalia os processos de gestão e organiza os trabalhos da equipe.

Os objetivos, as justificativas, os estudos de viabilidade técnica e econômica e as avaliações são elaboradas em reuniões do Comitê. Essas reuniões tem caráter permanente, possuindo uma agenda fixa para sua realização. De preferência semanalmente, ou no máximo quinzenalmente, a equipe deve se reunir para avaliação dos trabalhos. As atividades do Comitê não podem ser executadas apenas quando “DÁ TEMPO”, ela faz parte da atividade principal dos trabalhos da construtora e precisa ter cronograma de execução e comprometimento das pessoas envolvidas.

As conclusões devem ser feitas também pelo Comitê, com a participação da Diretoria da empresa, para validação e disposição sobre a implantação das tecnologias.

#### **4.3 ROTEIRO PARA ACOMPANHAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DAS TCR's**

Com base no trabalho metodológico de organização e conscientização proposto, pelo próprio Comitê Tecnológico, foi montado o roteiro principal ou sumário do trabalho de análise. Procurou-se, nesse roteiro, elencar todas as variáveis existentes e todas as ações necessárias para implantação da nova tecnologia.

A estrutura do trabalho foi dividida em etapas, sendo:

- Estudo de viabilidade
- Estudo do produto
- Estudo do processo
- Avaliações
- Conclusões
- Documentação fotográfica e catálogos

*Releitura do roteiro com a feira!!*

Cada etapa é dividida em subetapas e cada uma delas em atividades, gerando diversos indicadores a serem considerados. A estrutura básica do roteiro é apresentada na sequência. Para melhor entendimento da forma de utilização desse roteiro e justificativa dos itens a serem abordados, é apresentada, no capítulo 5, uma aplicação prática do presente trabalho.

- **ESTUDO DE VIABILIDADE**

- **Introdução**

- Objetivos
    - Justificativas
    - Ambiente

- **Viabilidade econômica**

- Composição de custos
    - Análise comparativa ao processo tradicional
    - Impacto no fluxo de caixa

- **Viabilidade Técnica**

- Adequação ao perfil do empreendimento
    - Restrições Técnicas
    - Memorial Descritivo

- **ESTUDO DO PRODUTO**

- **Características do produto**

- Dados técnicos
    - Normas aplicáveis
    - Consumo previsto
    - Perdas
    - Controle tecnológico
    - Garantias
    - Durabilidade
    - Desempenho térmico
    - Desempenho acústico
    - Controle tecnológico
    - Critérios de aceitação e rejeição

- **Fornecedores**
  - Fornecedores disponíveis
  - Garantia de continuidade
  - Histórico de serviços executados
  - Visitas técnicas
  - Potencial de desenvolvimento do produto
- **ESTUDO DO PROCESSO**
  - **Processo construtivo**
    - Insumos
    - Condições de início
    - Método executivo
    - Recomendações e cuidados
    - Interferências com outros sistemas
    - Eliminação de etapas construtivas
    - Critérios de aceitação e rejeição
  - **Processos de gestão**
    - Forma de contratação
    - Controle de materiais e mão-de-obra
    - Apropriações
  - **Mão-de-obra**
    - Capacitação
    - Programa de treinamento
    - Produtividade
    - Dimensionamento da equipe

- **Segurança do trabalho**
  - Graus de risco
  - Cuidados e recomendações
  - Equipamentos de proteção coletiva e individual
- **Organização do canteiro**
  - Equipamentos e ferramentas
  - Estocagem
  - Transporte
- **Prazos**
  - Ciclo de execução
  - Interferência com outras atividades no cronograma
  - Pré-requisitos
- **Projetos**
  - Momento da escolha
  - Alterações do projeto
  - Projetos de produção
  - Detalhamento
  - Responsabilidades
  - Recomendações e diretrizes de projeto
  - Interferência com outros sistemas
- **Protótipo**
  - Execução
  - Avaliação
  - Validação
- **Controles – Sistema da Qualidade**
  - Instruções de Serviço (INS)

- Ficha de Verificação de Serviços (FVS)
- Especificações para Inspeção de Materiais (EIM)
- Ficha de Verificação de Materiais (FVM)

## AVALIAÇÕES

- **Patologias**
  - Problemas potenciais
  - Ações para evitá-las
- **Manutenção**
  - Facilidade
  - Probabilidade de ocorrência
- **Solução Global da Edificação**
  - Valor agregado ao produto
  - Qualidade percebida
  - Compatibilidade com Instituições Financeiras
  - Aceitação do cliente
- **Desempenho do sistema**
  - Análise comparativa com outros sistemas
  - Térmico, acústico, estético, conforto e durabilidade
- **CONCLUSÕES**
  - **Conclusão**
    - Reavaliação com enfoque em custos
    - Avaliação final
    - Parecer e validação

- **Documentação fotográfica**

- **Catálogos**

A abordagem que deve ser feita em cada um desses itens é variável de acordo com o tipo de material ou sistema a ser analisado. Eventualmente alguns desses itens não se enquadram ao tipo de tecnologia analisada, nesse caso é importante registrar também que tal item foi avaliado; porém não se aplica ao caso em questão.

Para exercício e já documentação do método utilizado, foi proposto o emprego de PRÉ-LAJES em mini painéis treliçados, que resultou em um documento, que faz parte integrante desse trabalho, apresentado a seguir.

No documento só há uma data de término  
e não há o período do tempo.

O tempo gasto se em cada etapa?

Quais as + difíceis

? Se estou começando um projeto, daria tempo  
de fazer o estudo?

Houve alguma tentativa abortada?

## CAPÍTULO 5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO DE TCR'S NO CASO DE PRÉ-LAJES

<b>HISTÓRICO .....</b>	43	<b>SISTEMA DA QUALIDADE.....</b>	58
OBJETIVO .....	43	PRAZOS.....	58
JUSTIFICATIVA .....	43	PRAZOS DE EXECUÇÃO:.....	58
AMBIENTE .....	44	INTERFERÊNCIAS COM OUTRAS ATIVIDADES NO	
<b>VIABILIDADE ECONÔMICA.....</b>	45	CRONOGRAMA:.....	58
COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS:.....	45	<b>PROJETOS .....</b>	59
ANÁLISE COMPARATIVA:.....	45	MOMENTO DA ESCOLHA: .....	59
IMPACTO NO FLUXO DE CAIXA:.....	46	ALTERAÇÕES DE PROJETO:.....	59
<b>VIABILIDADE TÉCNICA .....</b>	47	PROJETOS DE PRODUÇÃO / DETALHAMENTOS:.....	59
ADEQUAÇÃO AO PERFIL DO EMPREENDIMENTO: .....	47	PLANTA DE MONTAGEM .....	59
RESTRIÇÕES TÉCNICAS: .....	47	DETALHAMENTO DOS PAINÉIS.....	60
MEMORIAL DESCRIPTIVO .....	47	DETALHES DE ESCORAMENTOS .....	60
<b>CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO .....</b>	48	RESPONSABILIDADES:.....	61
DADOS TÉCNICOS .....	48	RECOMENDAÇÕES E DIRETRIZES PARA PROJETO: .....	61
CONSUMOS PREVISTOS / PERDAS:.....	48	INTERFERÊNCIAS COM OUTROS SISTEMAS: .....	61
NORMAS APLICÁVEIS:.....	49	<b>PROTOTIPO.....</b>	61
GARANTIA DO PRODUTO:.....	49	EXECUÇÃO E AVALIAÇÃO DO PROTOTIPO: .....	61
VALIDADE: .....	49	CONTROLE .....	61
CONTROLE TECNOLÓGICO.....	49	VALIDAÇÃO DO PROTOTIPO: .....	61
DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO .....	50	<b>PATOLOGIAS .....</b>	62
<b>FORNECEDORES.....</b>	50	PROBLEMAS POTENCIAIS.....	62
FORNECEDORES DISPONÍVEIS: .....	50	AÇÕES PARA EVITÁ-LAS.....	62
GARANTIA DE CONTINUIDADE .....	50	<b>MANUTENÇÃO .....</b>	62
DESENVOLVIMENTO DO FORNECEDOR: .....	50	<b>SOLUÇÃO GLOBAL DA EDIFICAÇÃO .....</b>	62
VISITAS TÉCNICAS:.....	51	VALOR AGREGADO AO PRODUTO.....	62
<b>PROCESSO CONSTRUTIVO.....</b>	51	QUALIDADE PERCEBIDA.....	62
CONDIÇÕES DE INÍCIO: .....	51	COMPATIBILIDADE COM INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	
INSUMOS: .....	51	.....	63
MÉTODO EXECUTIVO:.....	52	ACEITAÇÃO DO CLIENTE .....	63
PROCESSO EXECUTIVO:.....	52	<b>DESEMPENHO DO SISTEMA .....</b>	63
RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS: .....	53	<b>CONCLUSÃO .....</b>	64
INTERFERÊNCIAS COM OUTROS SISTEMAS: .....	53	<b>DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA.....</b>	65
ELIMINAÇÃO DE ETAPAS CONSTRUTIVAS .....	53	<b>CATÁLOGOS .....</b>	73
<b>PROCESSO DE GESTÃO.....</b>	53		
FORMA DE CONTRATAÇÃO:.....	53		
CONTROLE DE MATERIAIS E MÃO-DE-OBRA.....	54		
APROPRIAÇÕES .....	54		
<b>MÃO-DE-OBRA .....</b>	54		
CAPACITAÇÃO: .....	54		
PROGRAMA DE TREINAMENTO:.....	56		
PRODUTIVIDADE .....	56		
DIMENSIONAMENTO DE EQUIPES .....	56		
<b>ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO .....</b>	57		
EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS: .....	57		
ESTOCAGEM: .....	57		
TRANSPORTE: .....	57		
<b>SEGURANÇA DO TRABALHO.....</b>	57		

## HISTÓRICO

### **Objetivo**

Analisar a viabilidade de implantação de pré-lajes em mini-painéis treliçados em obras de alvenaria estrutural.

### **Justificativa**

O desenvolvimento do sistema de uso de pré-lajes, surgiu da necessidade de se modificar o processo construtivo anterior, ou seja, a execução de lajes com fôrmas convencionais, visto que a mesma não apresentava um desempenho adequado.

Elenca-se aqui os diversos fatores que levaram a que se interviesse no processo, porém, o principal deles e que afeta nosso item número 1 do sistema da qualidade, ou seja, a "satisfação do cliente", não estava sendo atendida plenamente, no que diz respeito ao nivelamento da laje, fruto do resultado de análise de solicitações de assistência técnica verificadas.

O sistema de fôrmas de madeira em uso, não apresentava um apoio adequado nas chapas de compensado em sua extremidade, resultando em algum desnívelamento, que o revestimento de gesso, por se tratar de um revestimento de pequena espessura, não conseguia regularizar. Com o emprego das pré-lajes, o apoio é a própria alvenaria, eliminando assim esse problema.

Outro fator importante foi a redução sensível na quantidade de material não incorporado no processo. Sabe-se que a fôrma é apenas um elemento auxiliar para se fabricar o produto e não o produto em si; portanto o emprego de pré-lajes, substituindo as fôrmas pelo próprio produto, reduziu drasticamente o emprego de madeira na obra, item de difícil controle e custo, como citado, não incorporado ao produto.

A questão da produtividade, também levada em consideração nos estudos iniciais, foi objeto de negociação com o empreiteiro que reduziu os custos unitários da execução da laje, passando a custar R\$ 130,00 / m<sup>3</sup> com base na espessura de 8 cm de laje ( 3 cm de pré-laje + 5 cm de capa de concreto ), contra R\$ 150,10 para os mesmos 8 cm de laje contratados anteriormente, chegando a uma redução de 13,4 % nos custos e, portanto no aumento da produtividade. Esse número entretanto é bastante conservador, visto que o empreiteiro não tinha segurança total quanto aos índices de produtividade que poderiam ser alcançados nem tampouco da adaptabilidade da equipe de pedreiros na execução da laje. Sabe-se hoje, já com a experiência de mais de 25 lajes, que os resultados foram positivos, na medida em que o ganho dos operários manteve-se e até aumentaram, a implementação da técnica construtiva foi facilmente incorporada e espera-se melhores condições de valores nas próximas etapas ou obras que se utilizarem desse processo.

*\* O que o empresário quer é reduzir custo. Assim, pode ocorrer de o custo ser diminuído e o desempenho de que pode ser aumentado*

Importante também foi a questão do aproveitamento da mão-de-obra e a liberdade de execução propiciada. O plano estratégico da obra, deveria sempre contemplar a execução de 3 torres sendo executadas simultaneamente para aproveitamento das equipes de pedreiros e carpinteiros. O ciclo de cada laje era de 6 dias para a alvenaria e 3 dias para carpintaria; portanto, para não haver ociosidade, foram montadas 2 equipes de pedreiros e 1 de carpinteiros, para que não houvesse problemas de solução de continuidade. Com o emprego das pré-lajes, os próprios pedreiros executam a montagem da laje, dentro de seu próprio ritmo de trabalho e sem relação de interdependência com outras equipes ou torres. O plano estratégico da obra tornou-se muito mais flexível, na medida em que pode-se trabalhar em quantas frentes achar necessárias e até mesmo em apenas uma torre por vez. No nível de planejamento global das obras da empresa, os empreendimentos sempre foram contemplados com projetos de mais de uma torre, o que fez com que até aqui, a utilização de equipes de carpinteiros e pedreiros separadamente pudessem ser aproveitadas; porém existem projetos de torre única em que essa experiência de uma equipe multidisciplinar com emprego de pré-lajes poderão ser utilizadas.

Não pode-se esquecer do fato da eliminação quase que por completo da etapa desforma da laje.

Resumidamente, os motivos da alteração foram:

- Melhoria na qualidade do produto final ( laje )
- Aumento da produtividade
- Flexibilidade no planejamento estratégico e cronograma da obra
- Redução no número de etapas construtivas

O estudo de implantação teve origem:

- Disposição da empresa em trabalhar com técnicas racionalizadas
- Insatisfação quanto aos resultados apresentados com o processo normalmente utilizado
- Busca de eliminação de etapas construtivas

Ao se comparar a origem de estudo com os motivos da alteração, conclui-se que são bastante similares. Devido a isso e a sua consistência, iniciou-se os demais estudos dos pré-requisitos para implantação do sistema.

#### Ambiente

A obra onde se desenvolve a implantação é o Residencial San Marino II, segunda etapa de construção de um condomínio composto por 27 prédios, etapa esta composta por 14 prédios de 5 andares, com 4 apartamentos por andar de 46 m<sup>2</sup> cada, sem elevador, executado em alvenaria estrutural, financiada pela Caixa Econômica Federal, situado na Rua Pau do Café em Diadema – SP.

**VIABILIDADE ECONÔMICA****Composição dos custos:****Análise comparativa:**

Foram elaborados diversos estudos de custo, sendo que no primeiro momento, a laje não foi viabilizada em função do custo do material, e da não redução dos custos de mão de obra pelo empreiteiro conforme demonstraram as composições de custos

**1) Primeiro estudo elaborado em 27/11/2000****Considerações:**

Para descarga e guarda das lajes foram considerados 4 horas de 2 serventes a cada uma das 5 entregas

Foi considerada capa de 5cm de concreto, porém o empreiteiro manteve o custo de execução de laje convencional na espessura total, apesar da não execução das formas e de parte da armação, o que resultou em um custo total de mão de obra de R\$14.105,00 por torre

Para as armações adicionais, foram consideradas as informações fornecidas (3 a 3,5kg/m<sup>2</sup>)

Para capa de concreto, foi considerada perda de 2%

Para o escoramento foi considerado 30% do valor orçado para estrutura convencional

Para efeito de comparação foi utilizado o custo real de execução do módulo A (12 edifícios)

RESULTADO: Estrutura convencional para uma torre:	R\$ 33.000,00
Pré laje para uma torre:	R\$ 47.000,00
Diferença:	R\$ 14.000,00 = 42,42%

**2) Último estudo elaborado em 19/12/2000****Considerações:**

Considerado outro fornecedor de painéis

Custo de descarga e guarda das lajes absorvido pelo fornecedor

O custo de mão de obra foi reduzido pelo empreiteiro em 13%

Para as armações adicionais, foram consideradas as informações fornecidas pelo fornecedor, a partir de um estudo mais preciso

Para capa de concreto, foi considerada perda de 2%

Para o escoramento foram consideradas 24 escoras por pavimento e execução de 9 lajes por mês

Para efeito de comparação foi utilizado o custo real de execução do módulo A (12 edifícios)

RESULTADO:	Estrutura convencional para uma torre:	R\$ 33.000,00
	Pré laje para uma torre:	R\$ 34.200,00
	Diferença:	R\$ 1.200,00 = 3,63%

Obs.: O Sistema executivo confere uma redução de prazo de um dia por laje. Em 70 lajes com duas equipes, confere uma redução de 35 dias no prazo total da obra (para 14 prédios). Considerou-se conservadoramente uma redução de um mês no prazo total da obra, o que resulta em redução de um mês de custo indireto, ou seja, R\$28.000,00 (total). Dividido por 14 torres = R\$2.000,00 de redução do custo indireto, que descontando-se o acréscimo de ~R\$1.200,00 por torre de custo direto, resulta em uma economia de R\$800,00 por torre.

**Impacto no fluxo de caixa:**

Houve melhora no fluxo de caixa da obra em função da não existência das fôrmas e consequente desembolso desse item que seria desembolsado inicialmente sem que houvesse a medição correspondente e que agora é diluído no custo dos painéis que por sua vez possuem condições de pagamento compatíveis com as datas de pagamento do concreto e aço da estrutura convencional, ou seja, houve uma diluição de um desembolso inicial ao longo da estrutura, além de praticamente atingirmos o ponto de equilíbrio.

### **VIABILIDADE TÉCNICA**

#### **Adequação ao perfil do empreendimento:**

O sistema é considerado adequado para edifícios em alvenaria estrutural pois os mesmos possuem lajes com vãos pequenos, o que possibilita um painel de menor dimensão, consequentemente mais leve e fácil de ser transportado. A obra não possui grua e portanto, os painéis devem ser transportados manualmente, o que é possível para painéis até 70 kg, que é o caso desses painéis, com seção de 3x25cm e comprimento máximo de 4,20 m.

Caso o empreendimento possuísse uma velocidade de vendas maior, e o cronograma de execução de obras pudesse ser mais rápido, poderia se estudar os painéis com 1,20 de largura e o uso de grua, obviamente, realimentando o estudo de viabilidade econômica.

#### **Restrições técnicas:**

Diferente das lajes içadas (lajes pré-fabricadas já na espessura total da estrutura), que alteram a concepção de cálculo, pois não contemplam o travamento da estrutura, as pré-lajes possuem a mesma concepção estrutural do sistema convencional.

A laje convencional projetada é de 8 cm. Para que não se alterasse a dimensão do projeto original, o fornecedor possuía 2 tipos de pré-lajes: com 3 ou 4 cm de espessura. A pré-laje de 4 com capa de 4 não é viabilizada pois não há espaço para os eletrodutos devido à pequena espessura da capa e a interferência com a treliça.

Foram também alterados alguns diâmetros de eletrodutos para que a mesma pudesse ser executada. Os eletrodutos de alimentação dos quadros de luz dos apartamentos foram alterados de 1" para 3 eletrodutos de  $\frac{1}{2}$ " onde em cada um passaria apenas um cabo de alimentação.

As mangueiras de telefone foram alteradas de  $\frac{3}{4}$ " para  $\frac{1}{2}$ " pois com esta espessura de 5cm de concreto (capa) não é possível cruzar 2 tubulações de  $\frac{3}{4}$ " nem mesmo cortando a armadura das treliças. No máximo pode-se cruzar 1 de  $\frac{1}{2}$ " com 1 de  $\frac{3}{4}$ ".

As restrições técnicas podem variar de obra para obra em função de:

- Tamanho e peso do painel para analisar o transporte.
- Espessura das lajes para compatibilização com os eletrodutos.

#### **Memorial Descritivo**

O sistema não modifica o memorial descritivo. O acabamento a ser aplicado na parte inferior da laje é o revestimento em gesso liso, que não se alterará. O piso é entregue na "laje acabada", que também não é alterado.

**CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO****Dados Técnicos**

São painéis constituídos de concreto armado, com utilização de cimento ARI (alta resistência inicial) e armação treliçada apropriada para seu transporte e içamento. Para esse caso, a armadura mínima necessária do painel para transporte e içamento é maior do que a prevista no projeto estrutural

**Classificação dos painéis:****Quanto ao tamanho:**

**Mini-painéis** – Com larguras de 0,30m ; 0,25m e 0,13m. O comprimento das peças estaria limitado ao vão que se deseja chegar, as cargas aplicadas, e a espessura da laje (ver foto).

**Painéis treliçados** – Com larguras de 1,25m. Estes painéis podem vir com qualquer largura desejada até 1,25m pois as fôrmas são regulaveis. Para o comprimento também são analisados o tamanho do vão, a carga aplicada e a espessura da laje.

**Quanto ao tipo de laje:**

**Painéis para lajes maciças** – São painéis com armadura treliçada, com espessura de 3 a 4cm, dispostos lateralmente e recobertos com capa de concreto, solidarizando-os.

**Painéis para lajes nervuradas unidireccionais** – São painéis mais pesados onde a fôrma das nervuras é executado com EPS.

**Painéis para lajes nervuradas bidireccionais** – São iguais aos painéis nervurados unidireccionais. O que difere é p tipo de EPS utilizado para a fôrma das nervuras, que possui um desenho apropriado para servir de canaleta na 2<sup>a</sup> direção.

**Consumos previstos / Perdas:**

Para a construtora não existe perdas dos painéis pois o fornecedor é responsável pelos painéis até a sua descarga na obra que é de sua responsabilidade. No transporte vertical e instalação dos painéis não são verificadas perdas.

Independente disso, o fornecedor mantém na obra algumas unidades de cada tamanho de painel, pois como as pré-lajes são enviadas “just-in-time” para execução do pavimento, qualquer problema, poderia causar interrupção nos serviços.

A perda de aço manteve-se a mesma, ou seja zero, pois trata-se de aço cortado e dobrado fornecido conforme projeto. A perda de concreto manteve-se, pois o desvio na variação da espessura da laje não foi alterado.

**Normas aplicáveis:**

Para o dimensionamento de lajes é necessário o conhecimento das seguintes normas técnicas:

- NBR 08681/84 - *Ações e segurança nas estruturas*: Esta norma apresenta os conceitos de segurança para a engenharia estrutural e a forma de estipular os coeficientes de segurança.
- NBR 06120/80 - *Cargas para o cálculo de estruturas de edificações*: Esta norma apresenta os carregamentos a serem empregados no projeto de estruturas.
- NBR 07480/96 - *Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado*: Esta norma especifica os tipos de aço e suas resistências a serem empregados nas estruturas de concreto armado.
- NBR 06118/80 - *Projeto e execução de obras de concreto armado*: É a principal delas. Fornece todos as
- NBR 02:107.01-001 - *Lajes pré-fabricadas*: Norma ainda não **homologada** pela ABNT. Normatiza os tipos de lajes pré-fabricadas e suas características.
- NBR 02:107.01-004 - *Treliça de aço eletro-soldada para armadura de concreto*: Norma ainda não **homologada** pela ABNT. Apresenta os tipos de treliça a serem empregadas, padronização suas denominações e geometria.

O Fornecedor deverá recolher ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), junto ao CREA-SP, atestando a conformidade com as normas dos materiais entregues.

**Garantia do produto:**

Para o fornecimento dos painéis deve ser fornecido a ART do produto e em contrato o fornecedor se responsabiliza pelos custos de um reforço estrutural se for necessário. A alternativa adotada pelo projetista do painel foi homologada pelo projetista estrutural da construtora.

**Validade:**

Para a laje executada em painel treliçado, valem os mesmos ensaios e validades de uma estrutura convencional inteiramente moldada in loco.

**Controle Tecnológico**

→ O empreendimento pode ter moldados ensaiar.

Para o concreto, o fornecedor apesar de realizar controle tecnológico moldando e ensaiando corpos de prova em laboratório reconhecido, não se pode afirmar que estão dentro das amostragens requeridas na norma.

Independente disso, e sensíveis da situação, o fornecedor prontificou-se a elaborar um procedimento de controle adequado às normas que poderá ser auditado pela Contratante e desde que aceito, tê-lo como referência.

O aço é fornecido por empresa certificada que emite um atestado de conformidade com as normas, de cada lote fornecido, de acordo com o procedimento da construtora.

→ idem de testar 3 pistas fogo.

**Desempenho Térmico e Acústico**

Não foi verificada nenhuma alteração se comparada ao processo convencional. A pré-laje possui a mesma espessura e os mesmos componentes do processo convencional

**FORNECEDORES****Fornecedores disponíveis:**

Existem diversos fabricantes de painel no mercado:

- Armação Treliçada Puma Ltda.  
Rodovia Anhanguera, Km 24,50  
Rua Leopoldo de Passos Lima, 72  
Fone 836-6209 / 836-6182 / 836-6014
- LBM Lajes e Blocos Mix Ltda.  
Rua MMDC, 857 – São Bernardo do Campo  
Fone 4363-1981
- Premenge Engenharia, Indústria e Comércio Ltda.  
Estrada Rio Claro – Ajapi Km 2,7 – Rio Claro  
Fone (0195) – 24-2675 / 34-7286
- PP Painéis Ltda.  
Av. Tenente Marques, 6023  
Fone 424-3450
- Lajes Salema Ltda.  
Rua Dr. Vital Brasil, 1212 – Taboão - SP  
Fone 758-4466

**Garantia de Continuidade**

Pelo número de fornecedores existentes, pelo tempo que eles atendem o mercado e o fato de ser uma indústria nacional, o fornecimento a princípio parece garantido. A flutuação de preço está sujeita a variação de preço dos insumos. Se optasse pelo sistema convencional, os custos sofreriam os mesmos reajustes que podem vir a sofrer esse sistema.

**Desenvolvimento do fornecedor:**

Para se executar furos de lajes para a colocação de passantes hidráulicos e vãos para shafts, o fornecedor recomendava que se colocassem “gabaritos” para não se concretar a capa de concreto nesses locais e depois se quebrasse os painéis naqueles locais.

O fornecedor do painel foi chamado pela obra e verificou-se que poderia ser fornecido algumas peças especiais com larguras diferentes, e que já viessem com os furos de laje.

Estas peças foram desenvolvidas e ajustadas juntamente com a orientação da obra. O resultado deste desenvolvimento foi a criação do kit banheiro e kit cozinha. Hoje estes produtos fazem parte do catálogo de materiais do fornecedor (ver foto).

**Visitas técnicas:**

Durante a negociação do produto foi feita uma visita técnica a uma obra que o fornecedor estava executando com o engenheiro do fornecedor de painel, o engenheiro da construtora e o engenheiro responsável pela execução obra, objeto da visita.

Esta visita serviu para esclarecer detalhes técnicos do produto, forma de transporte e para que fosse esclarecidas dúvidas com relação a produtividade para a nova formação do preço de sua mão de obra, o que era condicionante para a viabilização econômica do painel.

Uma das fábricas do fornecedor do painel também foi visitada. Lá foram esclarecidas dúvidas quanto a fabricação do produto e quanto ao controle tecnológico dos materiais. Constatou-se o nível das instalações da fábrica que possuia equipamentos modernos de fabricação da laje. O engenheiro responsável técnico do fornecedor acompanhou toda a visita e demonstrou a seriedade da empresa.

**PROCESSO CONSTRUTIVO****Condições de início:**

Pré-requisito básico para utilização das pré-lajes é o nivelamento da última fiada de alvenaria estrutural.

Para o início da colocação dos painéis na laje, todas as alvenarias devem estar grauteadas e todas as proteções de periferia devem estar instaladas.

**Insumos:**

Para a fabricação dos painéis são necessários:

Concreto – geralmente executado com pedrisco e cimento ARI de alta resistência inicial.  
Aço – além da armadura convencional, também são utilizadas as treliças. Material necessário ao transporte das peças.

**Método executivo:****Documentos de referência:**

- Projeto executivo do fabricante dos painéis (Projeto de posicionamento dos painéis, posição das caixinhas e dos furos dos painéis, projeto de armação da laje e de escoramento)
- Projeto elétrico

**Materiais e equipamentos:**

Para escoramento são utilizados:

- Escoras metálicas com 3 tipos de regulagem.
- Forcados simples e duplos.
- Vigas de madeira ou metálica para o escoramento dos painéis. (Esse projeto de escoramento é fornecido pelo fabricante dos painéis).
- Tripé de sustentação das escoras. (Sem este equipamento fica difícil adequar a mão de obra de pedreiros da alvenaria para executar este serviço).
- Pré-moldados para acabamento das bordas das lajes.

**Processo executivo:**

Os painéis devem ser descarregado junto ao local de içamento das peças, realizada através de guincho "velox". Com isto evita-se o transporte horizontal das peças feito manualmente.

Deve ser estudado qual pano de laje deve ser iniciado por primeiro visando sempre os seguintes fatores:

- A segurança na montagem das peças.
- Velocidade de montagem

Esse sequenciamento deve estar contemplado no projeto de produção.

O primeiro passo deve ser a montagem do escoramento das peças. O uso do tripé é recomendado para manter as escoras metálicas em pé antes da colocação dos painéis. Outra forma seria o uso de madeira para contraventar; porém deve-se lembrar que está sendo utilizada mão-de-obra multidisciplinar e não carpinteiros especializados. As escoras são posicionadas já com os respectivos forcados metálicos acoplados que acomodarão as vigas para apoio intermediário dos painéis.

Em seguida os painéis devem ser transportados até o local de aplicação. Quando o equipamento de transporte vertical usado for o guincho "velox", com o auxílio de uma corda "guia", deve-se atentar para o momento de "laçar" a peça (situação de risco).

Depois de todos os painéis posicionados dá-se início à armação da segunda direção e em seguida, a instalação dos eletrodutos. As peças pré-moldadas de borda de laje devem ser assentadas com argamassa no dia anterior ao da concretagem para evitar desprendimentos.

O nivelamento dos painéis também pode ser iniciado logo após o posicionamento dos mesmos nos panos de laje.

**Recomendações e cuidados:**

Durante a concretagem, deve verificar no pavimento inferior, o escorramento de natas de concreto entre os painéis. Sugere-se a lavagem com uma máquina de jateamento de água sob pressão no pavimento inferior. Para o nivelamento dos painéis por baixo, deve-se usar o nível a laser.

**Interferências com outros sistemas:**

Já referenciado no item de restrições técnicas, o sistema interfere com as instalações elétricas da laje.

**Eliminação de Etapas construtivas**

A etapa de fôrma de desforma foi quase que completamente eliminada. Somente restou os escoramentos e ainda assim em pequena quantidade. Isso sem contar com os serviços de limpeza e transporte interno advindas desses serviços.

**PROCESSO DE GESTÃO****Forma de contratação:**

A obra foi contratada a preço fechado.

Foram negociados os valores unitários por metro quadrado que viabilizaram a execução.

Foram então levantados os quantitativos das diferentes lajes a serem fornecidas:

- Laje do térreo
- Laje do tipo
- Laje de cobertura
- Laje do ático

Foram calculadas as quantidades, descontando-se o vão da escada. Caso existissem outros vãos, tais como poço do elevador, passagem para dutos, etc., também deveriam ser descontados.

Foi executada a checagem com o levantamento do fornecedor e a partir daí montadas as "Unidades de medição" do contrato. Cada laje tem o seu valor pré-definido. Não se admite variações e portanto seu processo de controle de custo torna-se muito simples.

Estabeleceu-se como forma de reajuste um prazo mínimo de 4 meses no qual o fornecimento não sofreria alteração de valores e a partir daí, se necessário o fornecedor apresentaria as alterações ocorridas nos insumos que são de conhecimento da Construtora já que trabalha com os mesmos materiais e em comum acordo ajustar-se-ia os valores para um próximo período de 4 meses.

#### **Controle de materiais e mão-de-obra**

Para o recebimento do produto, existe uma planilha com as quantidades de cada tamanho de laje, para cada tipo de laje ( tipo, cobertura, etc. )

Optou-se por manter na obra um estoque de segurança de 4 painéis de cada tipo de laje para que numa eventual quebra de painel na descarga ou no transporte, possa ser substituído imediatamente, e não se perca o prazo de execução. Na próxima entrega o painel deve ser substituído para que se mantenha o estoque de segurança.

O fornecedor fabrica as lajes com base no cronograma da obra e as normalmente 2 dias antes da sua instalação.

#### **Apropriações**

Como o contrato é feito em "U.Ms."(Unidades de Medição), passadas mais de 25 entregas de lajes, a obra não foi responsável por nenhum custo adicional por quebra ou mal uso dos painéis, na medida em que não foi necessário qualquer aditivo contratual.

#### **MÃO-DE-OBRA**

##### **Capacitação:**

A capacitação da mão-de-obra deu-se em diferentes níveis.

Primeiro, visitas técnicas a obras em execução e executadas. O engenheiro da obra visitou diversas obras para verificação e bom entendimento do processo para na qualidade de multiplicador das informações repassá-las aos executores.

Foram verificados:

- a. Processo
- b. Produtividade
- c. Dimensionamento da equipe
- d. Adequação dos operários
- e. Possíveis falhas de execução

( discorrer )

Como segundo estágio de desenvolvimento e capacitação da mão-de-obra, foram realizadas reuniões onde foram exaustivamente discutidos aspectos técnicos e do projeto de produção apresentados pelo fornecedor. Estavam presentes nas reuniões:

- Gerente de obras
- Engenheiro da obra
- Mestre
- Encarregado do empreiteiro
- Engenheiro responsável técnico do fornecedor
- Representante comercial do fornecedor

Foram discutidos aspectos gerais de execução, tais como, encaixes, tamanho dos apoios das lajes, interferências das esperas de aço entre os topos das lajes, içamento, escoramento, etc.

Foram discutidos também aspectos específicos de leitura do projeto, a forma de apresentação, para um bom entendimento dos executores.

O próximo estágio de treinamento diz respeito ao repasse das informações e técnicas de execução aos operários.

Antes disso foi realizado um trabalho de convencimento e demonstração de que ao assumir a execução da montagem das lajes, os pedreiros aumentariam sua renda, ou na pior das hipóteses manteriam a condição original, com a vantagem de não sofrer problemas de solução de continuidade devido ao atraso de uma outra equipe, já que com esse processo a relação de interdependência foi suprimida.

A parte técnica da capacitação foi bastante satisfatória, consequência da voluntariedade dos multiplicadores, mestres e encarregados, que “compraram” a idéia da pré-laje e não pouparam esforços para a sua empregabilidade.

Esse sem dúvida foi o maior fator motivacional para que a implantação do sistema junto aos operários e o próprio sucesso do sistema alcançasse o resultado positivo que alcançou.

A divisão das tarefas ocorreu de forma natural, não havendo traumas “hierárquicos” entre os operários, tais como “...essa tarefa não é para mim...” ou outras que dificultariam a sequência das atividades. O espírito de equipe e a meta de se montar a laje, armá-la e executar as instalações elétricas em apenas 1 dia, fez com que os trabalhos fossem absorvidos pelos operários.

**Programa de treinamento:**

O treinamento deu-se em uma explanação geral sobre o sistema e na própria execução da primeira laje, tendo como orientadores o mestre e o encarregado com suporte do engenheiro e do técnico do fornecedor que acompanhou todos os passos da execução.

**Produtividade**

A produtividade da equipe aumentou, na medida em que foram suprimidas as etapas de desforma que era executada por 2 ajudantes em um dia de serviço, as etapas de fôrma executada em 2 dias por 3 carpinteiros, passando a ser executada, a montagem dos painéis, em meio dia por 4 pedreiros.

**Dimensionamento de equipes**

Retirou-se da obra a equipe de carpintaria e, treinando-se os pedreiros que executam a alvenaria, manteve-se a equipe de produção apenas da alvenaria. Não é preciso aumentar o número de pedreiros para montagem dos painéis. O dimensionamento requerido para execução da alvenaria desde que com 2 ou mais pessoas é suficiente para a montagem da laje.

## ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO

### **Equipamentos e ferramentas:**

Não é necessário o uso de mais ferramentas especiais.

### **Estocagem:**

O material é estocado e separado de acordo com o comprimento do painel e laje que a peça pertence, todos identificados por etiquetas anexadas às mesmas. O estoque é feito próximo ao local de aplicação, de preferência próximo ao guincho, para facilitar o transporte vertical.

No local de estocagem deve-se usar como base apoios de madeira perpendiculares à maior dimensão do painel de modo que as peças fiquem niveladas para prevenção de quebras e contato direto com o solo.

### **Transporte:**

O transporte vertical no caso do Residencial San Marino II é feito por um guincho velox com o auxílio da estrutura da torre do guincho principal. Este sistema utilizando um guincho velox foi elaborado pelo mestre da obra usando-se uma viga metálica localizada sobre a viga superior da torre do guincho. Este sistema foi essencial para que a laje fosse executada em apenas 2 dias pois o transporte das peças de maior dimensão demandaria mais tempo pois as peças depois de descarregadas do caminhão seriam transportadas até a cabine do guincho para posterior transporte vertical. Com este equipamento de transporte desenvolvido pela obra, iça-se os painéis a partir do local de descarga do caminhão, eliminando assim esta etapa do transporte horizontal.

No caso de utilização de painéis treliçados com 1,25 de largura, a opção para o transporte deve ser a grua.

## SEGURANÇA DO TRABALHO

O processo tende a ser mais inseguro do que o processo convencional de montagem das formas de madeira, na medida em que os painéis de lajes são içados através de guinchos velox, junto à estrutura da torre do guincho.

A periculosidade reside na tarefa de se laçar o painel da laje para puxá-la à projeção do prédio. Como medida de precaução, o operário trabalha com cinto de segurança preso a um ponto remoto no meio da laje (é deixado na alvenaria um gancho para fixação).

Para combater definitivamente essa situação, o ideal seria o içamento através de grua..

Por outro lado, o uso de formas principalmente com aplicação de desmoldantes, sugere uma superfície muito lisa com riscos de escorregamentos e consequente projeção para fora da laje. Já a pré-laje, com superfícies ásperas não tem esse problema, mas deve-se atentar para eventuais "tropeços" nas treliças.

A questão de diminuição de etapas de serviço, caso da desforma, reduz a probabilidade de acidentes, pois menos pessoas, menos atividades representam menos acidentes.

A análise foi feita apenas para os serviços que a diferenciam do processo convencional.

Os EPI's recomendados são os convencionais: botas, capacetes e luvas de raspa, além do cinto de segurança

### **SISTEMA DA QUALIDADE**

Para se executar o controle do processo, foram elaboradas:

- Instrução de Execução do Serviço (INS);
- Ficha de Verificação do Serviço (FVS);
- Especificação de Inspeção do Material (EIM) e
- Ficha de Verificação do Material (FVM), anexas a esse estudo.

Documentação essa anexa a esse estudo.

→ não colocou  
novamente!  
(faltou!!)

### **PRAZOS**

#### **Prazos de execução:**

Foi adotado o ciclo de 2 dias. Um para a montagem dos painéis, armação e distribuição dos eletrodutos, e outro dia para a concretagem.

Para o sistema de lajes acabadas, é sempre conveniente que a concretagem seja feita toda pela parte da manhã para que o acabamento seja executado pela tarde evitando-se, assim, problemas com a qualidade do acabamento o que geralmente ocorre, se executado à noite.

#### **Interferências com outras atividades no cronograma:**

Não foram identificadas interferências com outras atividades pois o ciclo de execução de cada laje que era de 6 dias, ao se passar para 5 dias, não impactou em outras atividades, pois este ciclo é o mais longo, no cronograma, por atividade. Os demais serviços no máximo são executados em 3 dias por pavimento.

**PROJETOS****Momento da escolha:**

Pode haver adaptação do projeto convencional a qualquer tempo, porém o projetista estrutural deve validar e autorizar “formalmente” a utilização do sistema, verificando o projeto do fornecedor.

**Alterações de projeto:**

Deve haver um projeto do novo sistema aprovado pelo projetista estrutural, bem como considerações do projetista de instalações.

**Projetos de produção / detalhamentos:**

Por conta do fabricante contendo:

**Planta de Montagem.**

A planta de montagem é a representação mais completa do projeto de uma laje pré-moldada. Nela constam os elementos mais importantes do projeto estrutural original, acrescidos dos elementos específicos do projeto da laje. Ela deve ser desenhada então a partir da planta de formas do projeto estrutural do piso em questão.

Geralmente suprimem-se da planta de formas original algumas informações como dimensões de elementos estruturais, cotas, e acrescentam-se outras como: nome das lajes, espessuras, posicionamento das nervuras e blocos de enchimento, seções transversais das diversas lajes diferentes, etc.

As lajes devem receber os mesmos números do projeto estrutural original. Se neste projeto as lajes não estiverem numeradas, costuma-se fazer a numeração da esquerda para a direita e de cima para baixo.

No caso de lajes que necessitem de um detalhamento diferente por faixa, devido à presença de paredes ou vãos desiguais, como no caso de lajes em L ou T, costuma-se designar as faixas pelo número da laje a que pertencem seguidos de uma letra: L202A, L202B, etc.

Na planta de montagem são numeradas também as vigotas de cada laje com o mesmo número da laje precedido dos caracteres VT, para designar vigota treliçada. Assim sendo VT202 designa as vigotas treliçadas da laje L202 e VT204A designa as vigotas treliçadas da faixa A da laje L204.

No caso do uso de blocos de enchimento de EPS, costuma-se também numerá-los na planta de montagem seguindo o mesmo critério adotado para numeração das vigotas. No caso, adota-se um caracter alfabético para designar blocos com cortes diferentes em uma mesma laje.

Na planta de montagem devem ser indicadas também as posições das linhas de escoramento e as contra-flechas a serem aplicadas a cada laje. No caso do desenho ficar muito carregado pode-se gerar a partir da planta anterior uma outra somente com estas informações.

Deve-se ainda, indicar o sequenciamento de montagem, definido em comum acordo com a administração da obra.

Finalmente a planta de montagem deve conter o resumo e as especificações dos materiais a serem empregados no pavimento todo como por exemplo: volume de concreto a ser lançado e sua resistência característica, volume de EPS e seu tipo ou quantidade de lajotas, etc.

**Detalhamento dos painéis.**

O detalhamento dos painéis é uma informação importante para o fabricante da laje. Ele contém um detalhe de cada painel diferente presente na planta de montagem. A numeração dos painéis deve ser a mesma daquela planta. Cada desenho deve vir seguido do número de repetições do elemento na planta.

No desenho de cada painel devem ser representados:

a-) Comprimento livre do painel.

b-) Designação (atribuição de um nome) do apoio a esquerda e a direita.

c-) Tipo da armadura treliçada e o seu comprimento total.

d-) Quantidade, diâmetro, comprimento e posicionamento das armaduras adicionais.

A relação dos desenhos de todos os painéis que constituem o que se denomina de ordem de fabricação.

Ao final dos desenhos dos painéis costuma-se apresentar um resumo de armaduras treliçadas e adicionais.

Na definição dos comprimentos dos elementos que constituem o painel adotam-se os seguintes critérios:

a-) O comprimento do painel é tomado como a distância livre entre os apoios.

b-) O comprimento da armadura treliçada é obtido tomando-se o comprimento do painel, acrescentando-se a ancoragem da armadura inferior no apoio à esquerda e à direita. Este comprimento de ancoragem é tomado como sendo igual a dez vezes o diâmetro da barra da armadura complementar. É recomendável também a adoção de um gancho na armadura complementar de altura também igual a 10 diâmetros

c-) O comprimento da armadura adicional é obtido pelo mesmo critério anterior. No caso de vigotas muito compridas e com armadura adicional pesada pode ser conveniente efetuar um corte desta antes do apoio. Neste caso deve-se observar o critério da norma NBR 6118 que prevê ao menos metade da área de armadura chegando até o apoio.

**Detalhes de escoramentos**

A indicação do posicionamento das linhas de escoras para uma laje pré-moldada pode ser feita na própria planta de montagem, se esta não estiver muito carregada de informações, ou em uma planta à parte. É comum também indicar esta informação junto à planta com detalhamento das armaduras secundárias, visto que esta última não contém muitas informações.

O espaçamento das linhas de escoramento da laje é uma informação que deve ser fornecida pelo fabricante da mesma, visto que o mesmo depende da rigidez dos elementos pré-moldados e do peso próprio da laje. Muitas vezes esta informação é omitida no projeto da laje causando sérios problemas de montagem ou levando a um consumo desnecessariamente elevado de escoramentos.

Na determinação do vão máximo, sem escoramento, para o elemento pré-moldado deve se levar em conta a altura da treliça e a bitola do fio superior da mesma, além do peso próprio da laje. A norma de lajes pré-moldadas, ainda em fase de redação, apresenta na sua versão inicial uma tabela para determinação do vão máximo entre linhas de escoras em função da altura da treliça e do diâmetro do fio superior.

**Responsabilidades:**

A responsabilidade sobre o projeto estrutural continua com o projetista estrutural, daí a necessidade de aprovação formal do projeto específico das lajes

**Recomendações e diretrizes para projeto:**

Deve-se tomar cuidado especial com relação ao cruzamento e ao diâmetro das tubulações elétricas embutidas nas lajes

**Interferências com outros sistemas:**

Em função da diminuição da espessura da camada concretada "in-loco", deve haver um estudo mais elaborado do projeto de instalações elétricas

**PROTÓTIPO**

Para este serviço a laje do primeiro pavimento do bloco 1 foi usada como protótipo. Não foi liberada a fabricação dos painéis para a próxima laje enquanto não se verificasse a adequação e se validasse a execução da 1ª laje. Sua execução foi acompanhada pela equipe técnica da construtora e do fornecedor. Os problemas de adequação surgiram apenas no vão do shaft, onde foram necessários apoios complementares pois os painéis não se apoiavam na alvenaria, por própria solicitação da construtora. O problema foi resolvido depois de algumas sugestões com a utilização de um painel mais largo que os demais; porém como se tratava do vão do banheiro, com comprimento de 1,20m não acarretou em um peça excessivamente pesada.

**Execução e avaliação do protótipo:**

Esperava-se que os painéis não ficariam encostados em sua extensão longitudinal; porém devido a boa condição fabril o encaixe ficou perfeito. Não foram verificadas quebras ou qualquer tipo de má execução como painéis sem apoio, ou desnivelamento.

**Controle**

A laje foi inspecionada de acordo com a Instrução de Inspeção das lajes convencionais para peças concretadas, atendendo aos requisitos.

**Validação do protótipo:**

O sistema foi validado pelo Mestre, pelo Engenheiro e pela Gerência de Obras

**PATOLOGIAS****Problemas potenciais**

A patologia que se podia esperar refere-se ao revestimento de gesso. Os painéis possuem uma inclinação em sua aba lateral para facilitar a desforma na produção dos mesmos. Na montagem da laje, forma-se um sulco que será preenchido com gesso. Pensou-se que poderia causar algum tipo de fissura dada a espessura maior do revestimento naquele local. Porém de todos os aplicadores de gesso pesquisados ( 4 no total ), 2 deles já haviam trabalhados com o sistema e nunca foram questionados sobre essa patologia.

Por outro lado o problema de fissuras advindas do caminhamento dos condutores na laje simplesmente desaparece, visto o recobrimento estar completamente garantido pela própria espessura da pré-laje ( 3 cm )

**Ações para evitá-las**

Deve-se verificar durante os primeiros 6 meses o aparecimento de fissuras no revestimento de gesso no sentido longitudinal dos painéis.

**MANUTENÇÃO**

Não há recomendação diferente do sistema convencional

**SOLUÇÃO GLOBAL DA EDIFICAÇÃO****Valor agregado ao produto**

Ao produto em si, podemos analisar que o sistema não trouxe nenhuma modificação, dado que em sua face inferior, é revestido de gesso, idem ao processo anterior, e na sua face superior, o acabamento da laje também é idêntico.

**Qualidade percebida**

Como qualidade percebida, pela obra, notou-se que um dos quesitos pela qual o sistema necessitava ser modificado, tal seja, nivelamento da laje nos encontros com as paredes, foi plenamente atendido.

Ainda nesse item, a qualidade percebida pela equipe de obras foi surpreendente, pois a laje fica mais limpa, não há restos de madeiras ou necessidade de limpeza após desforma, ou seja, o aspecto visual é significativamente melhor e sugere uma qualidade melhor (ver fotos).

### Compatibilidade com Instituições Financeiras

Quanto a questão da compatibilidade com instituições financeiras, o processo não sofreu também nenhuma modificação ou incompatibilidade com os pré-requisitos ou ainda quanto ao memorial descritivo, pois não se alterou a especificação da laje, ou seja, em estrutura de concreto armado.

### Aceitação do Cliente

A mesma análise é feita com relação a aceitação do cliente. Na verdade é uma modificação que não causou nenhum impacto, na medida em que o produto não foi alterado e sim o processo, o que analisaremos a seguir no item desempenho do sistema.

### DESEMPENHO DO SISTEMA

O emprego de pré-lajes atingiu resultados positivos significativos. Na verdade não foi verificado nenhum item que resultasse em piora no desempenho comparativamente ao processo anterior.

Em uma análise estrutural, as lajes foram calculadas originalmente como sendo simplesmente apoiadas tanto quanto os painéis, portanto considerações quanto à deformações foram estudadas. *flexibilidade a deformações leita?*

O prazo de execução foi reduzido, passando de 3 dias entre o término da alvenaria e a concretagem da laje para 2 dias. A mão-de-obra adaptou-se facilmente e obtém os mesmos ou melhores níveis de rendimentos. Na verdade, a ociosidade foi a zero, na medida em que a equipe de produção é única e o sistema não solicita "paradas técnicas".

Para essa obra especificamente, tem-se 70 lajes. Como planejamos 2 equipes de produção, conseguimos uma redução de 35 dias no prazo final da obra, dado que o ciclo de execução da estrutura é o mais longo de todo o cronograma e também caminho crítico, portanto a redução da duração desse serviço impacta diretamente no prazo global da obra e consequentemente no custo final causada pela diminuição do custo fixo da mesma.

Na questão das formas de madeira, podemos analisar que apesar de um bom aproveitamento das peças de madeira, o seu desempenho vai piorando com o uso, alterando a condição do produto, o que não ocorre com as pré-lajes que mantêm a uniformidade de suas características.

## CONCLUSÃO

Sem dúvida, pelos dados levantados e pelas análises realizadas, o sistema de uso de pré-lajes em conjunto com a alvenaria estrutural é o que chamamos de “casamento perfeito”. A laje apoia-se diretamente na alvenaria, facilitando o trabalho de montagem, além de, em resumo:

- Não há perdas
- Eliminação de fissuras
- Eliminação de etapas Construtivas da desforma
- Rapidez
- Limpeza
- Mantém características estruturais
- Elimina desnívelamento de borda
- Permite equipe multidisciplinar
- Vários fornecedores
- Atende às normas
- Diminuição de escoramento
- Fácil execução
- Postergação no emprego de Capitais
- Redução do custo de produção pelo aumento da produtividade
- Simplificação dos processos construtivos e de gestão da produção

Atenção deve ser dada à definição do transporte vertical da obra

Para o uso em outros sistemas (estrutura reticulada por exemplo), deve-se analisar com mais detalhe, principalmente a questão dos apoios.

Portanto a viabilidade está diretamente ligada a questão de “custo”, já que os outros requisitos encontram-se atendidos.

Para outros empreendimentos, recomenda-se que ao se analisar a viabilidade financeira, calcule-se o break-even-point”, ou seja, o ponto de equilíbrio pelo qual pode-se pagar pelas pré-lajes e caso o preço seja maior, reanalisar o orçamento ou renegociar com o fornecedor, haja vista que nesse caso o primeiro estudo não foi viabilizado. Apenas quando se interferiu com mão-de-obra, escoramento, e preço de um novo fornecedor é que se conseguiu viabilizar o negócio.

Deve-se tomar ainda, precauções na escolha do fornecedor, pois existem muitas empresas despreparadas que podem ao executar o cálculo das pré-lajes, tomar um partido estrutural diferente do previsto, diminuir a taxa de armadura e consequentemente diminuir o custo do produto, sem oferecer condição segura de fornecimento.

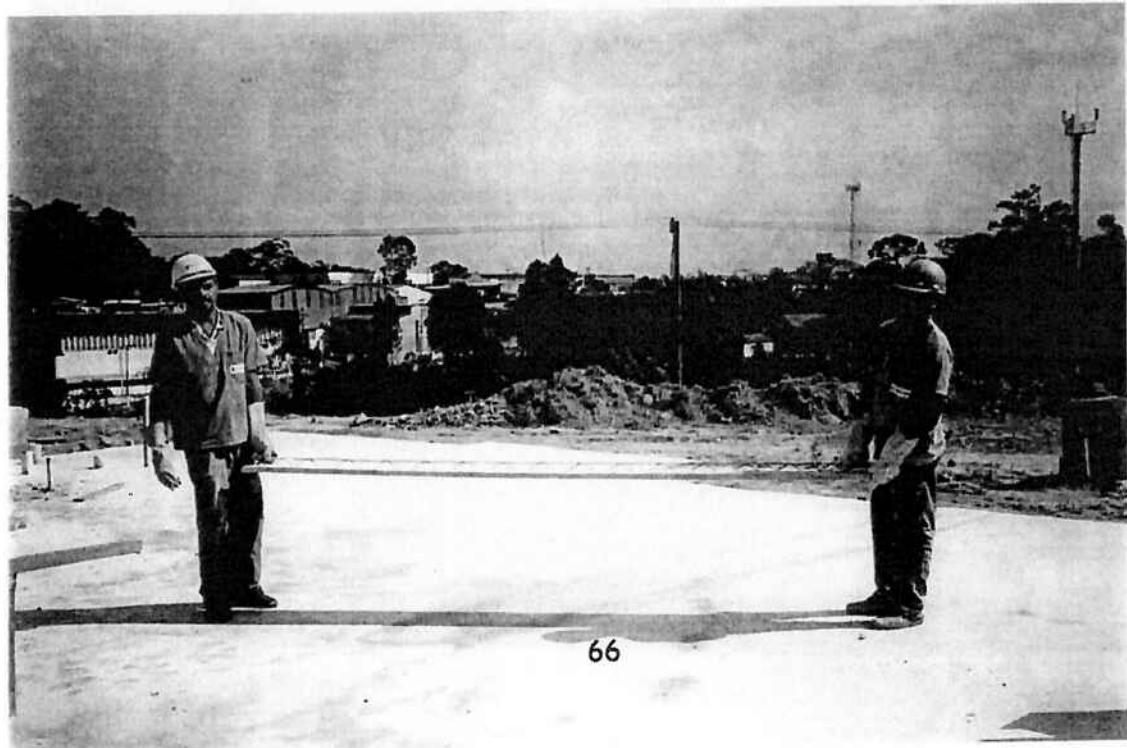
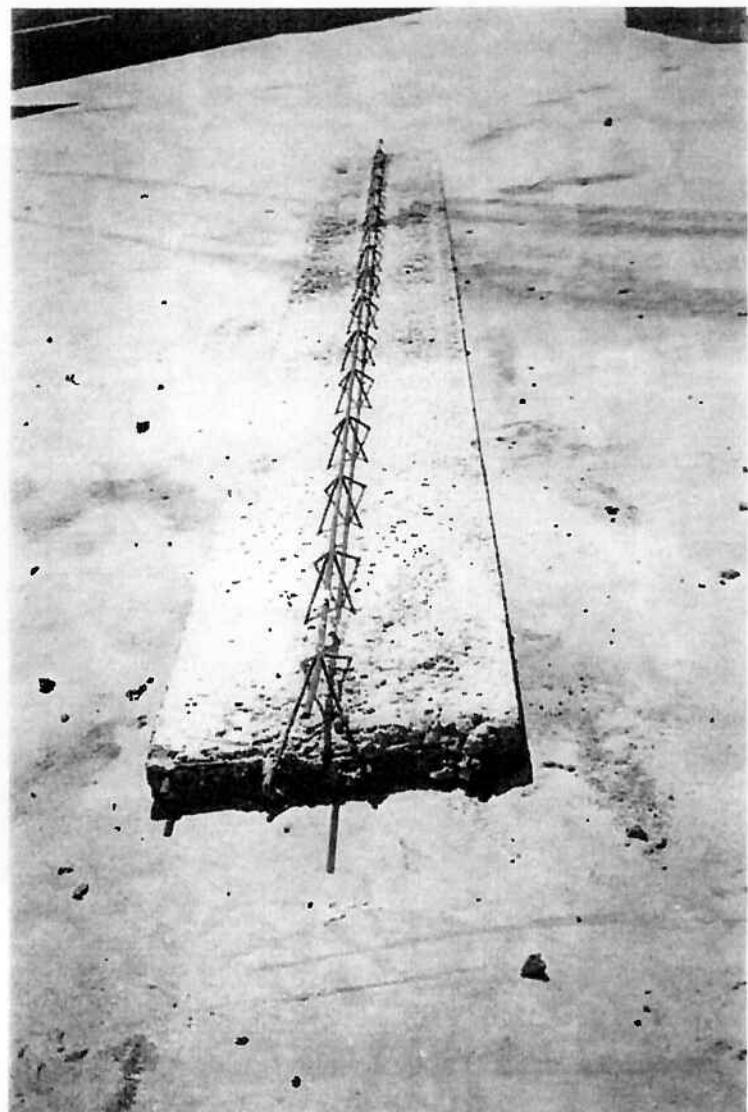
**Documentação Fotográfica**

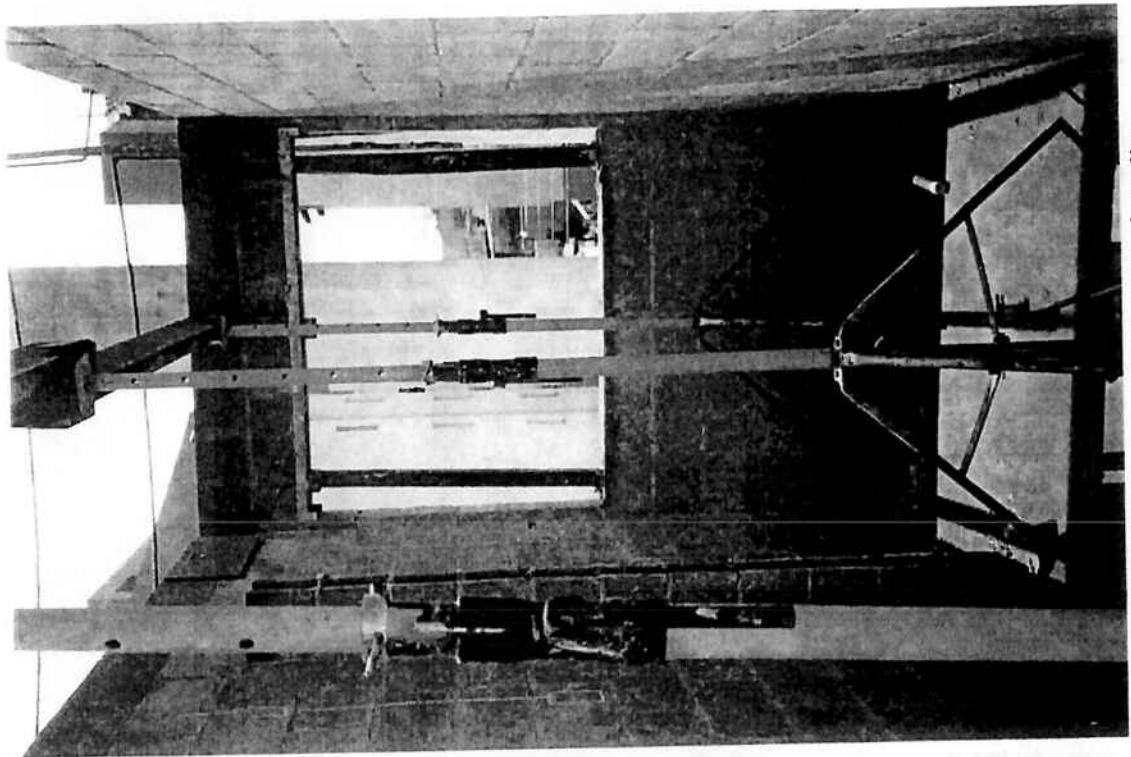
Painel possui  
seção de  
3x25 cm.

O maior painel  
do projeto  
(sala), possui  
4,60 m de  
comprimento e  
pesa ~ 70 kg.

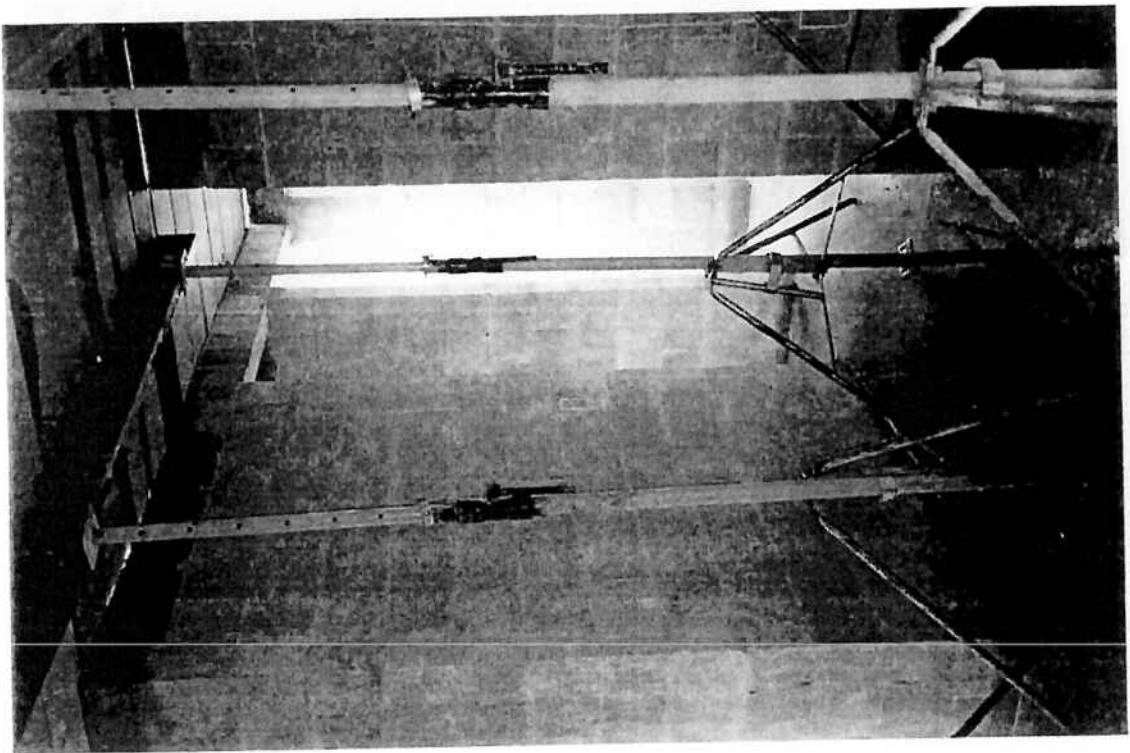
Pode ser  
transportado  
facilmente  
por 2  
pessoas.

A treliça  
além  
de  
estruturar a  
peça serve  
para apoio  
de  
transporte





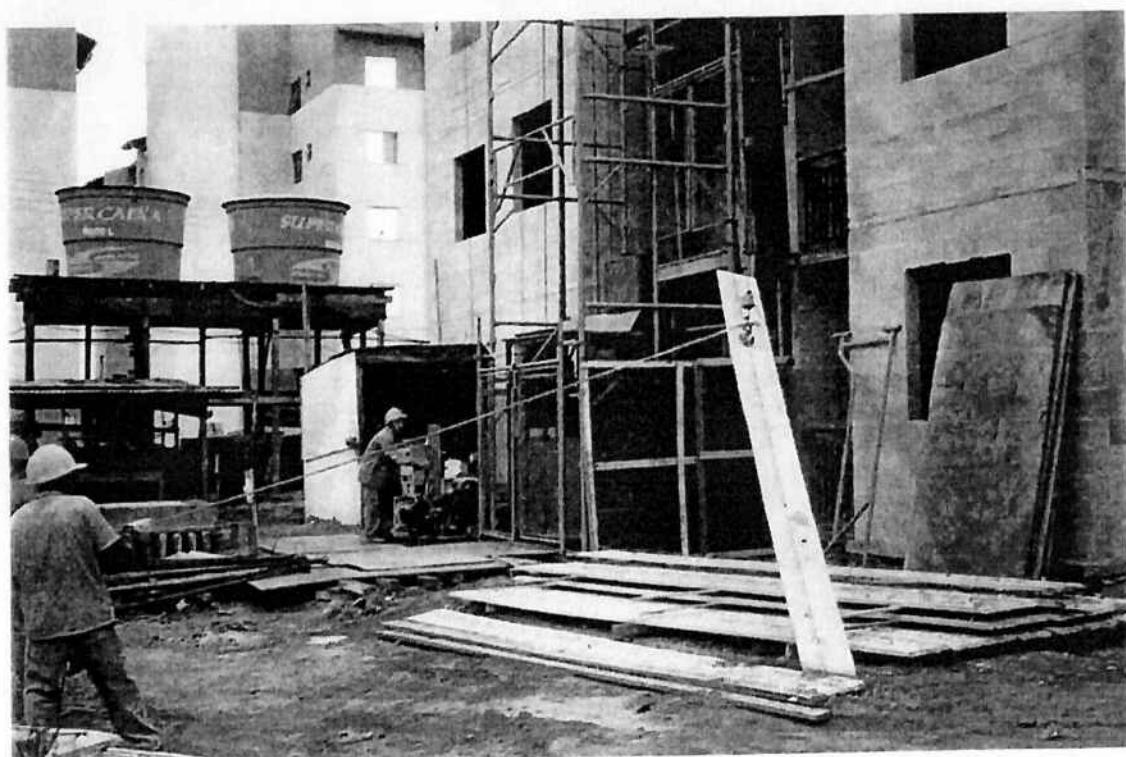
O escoramento é feito somente no meio dos vãos  
(para cozinhas e dormitórios)



Escoramento bastante simplificado  
( tripé, escora metálica, forcado e viga de madeira )



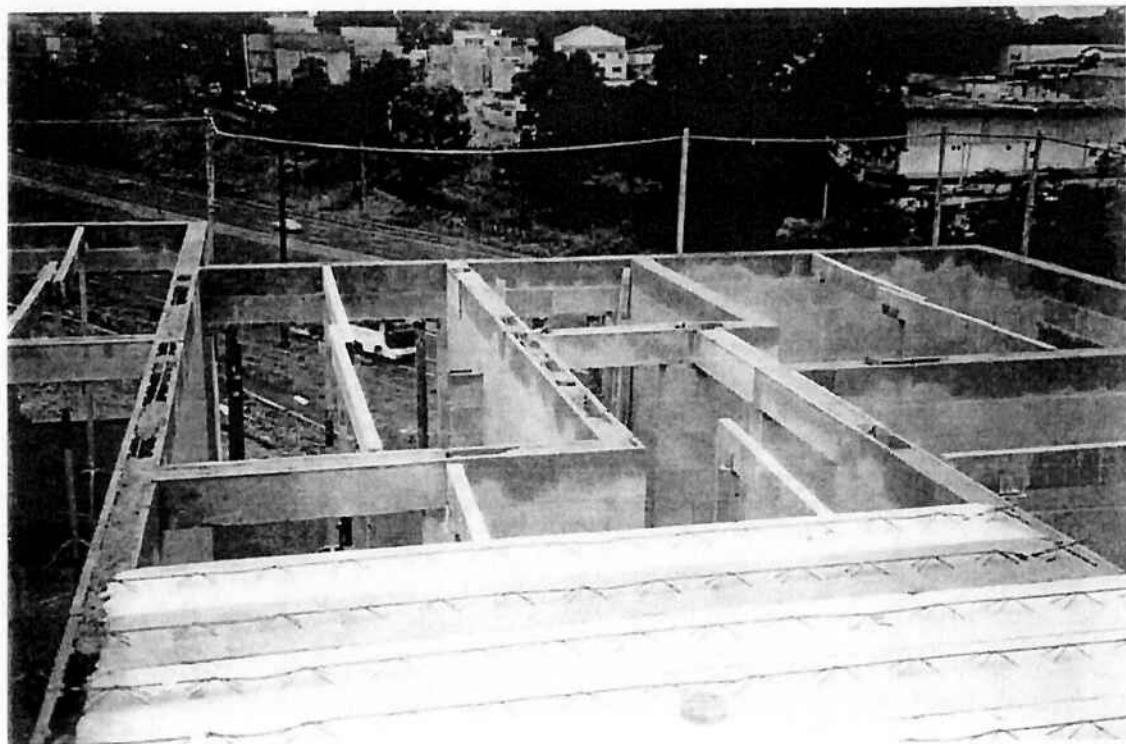
O içamento dos painéis foram feitos através de guincho velox em conjunto com roldana fixada em viga metálica acoplada na torre do guincho.





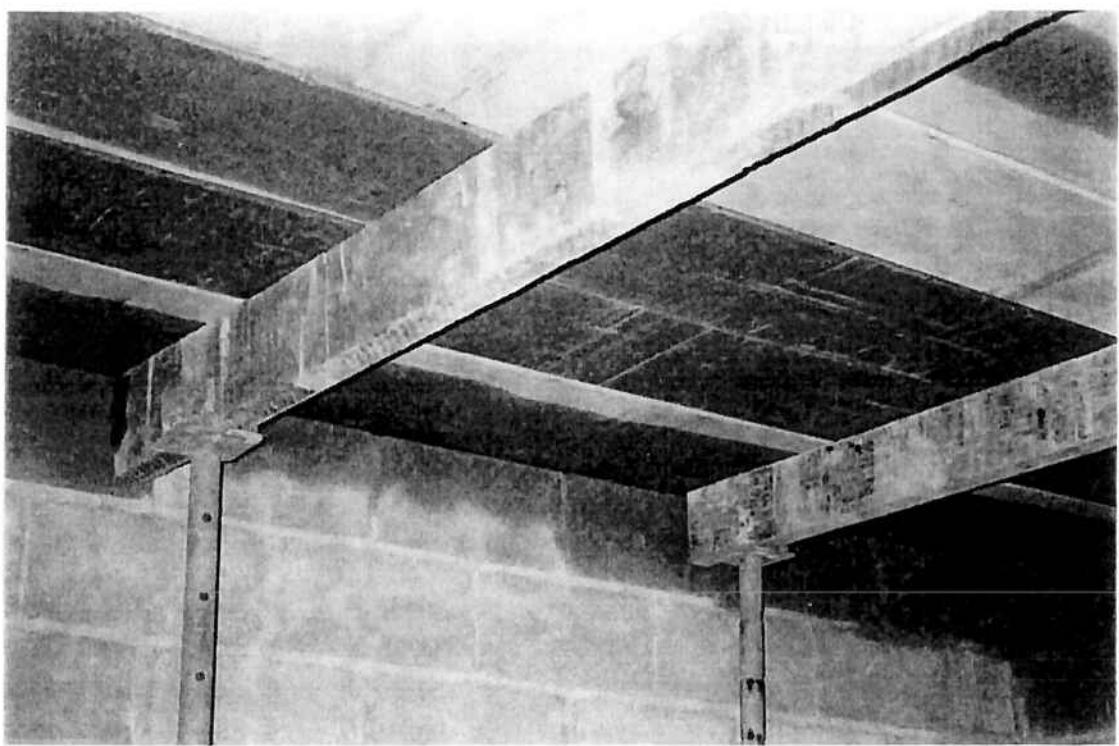
**Montagem dos painéis feita manualmente.  
As extremidades dos painéis são apoiadas diretamente na alvenaria**





A linha de escora é feita de acordo com o vão.  
Nos banheiros com largura de 1,20m não é necessária a utilização de  
escoramento





Detalhe de acabamento da laje.

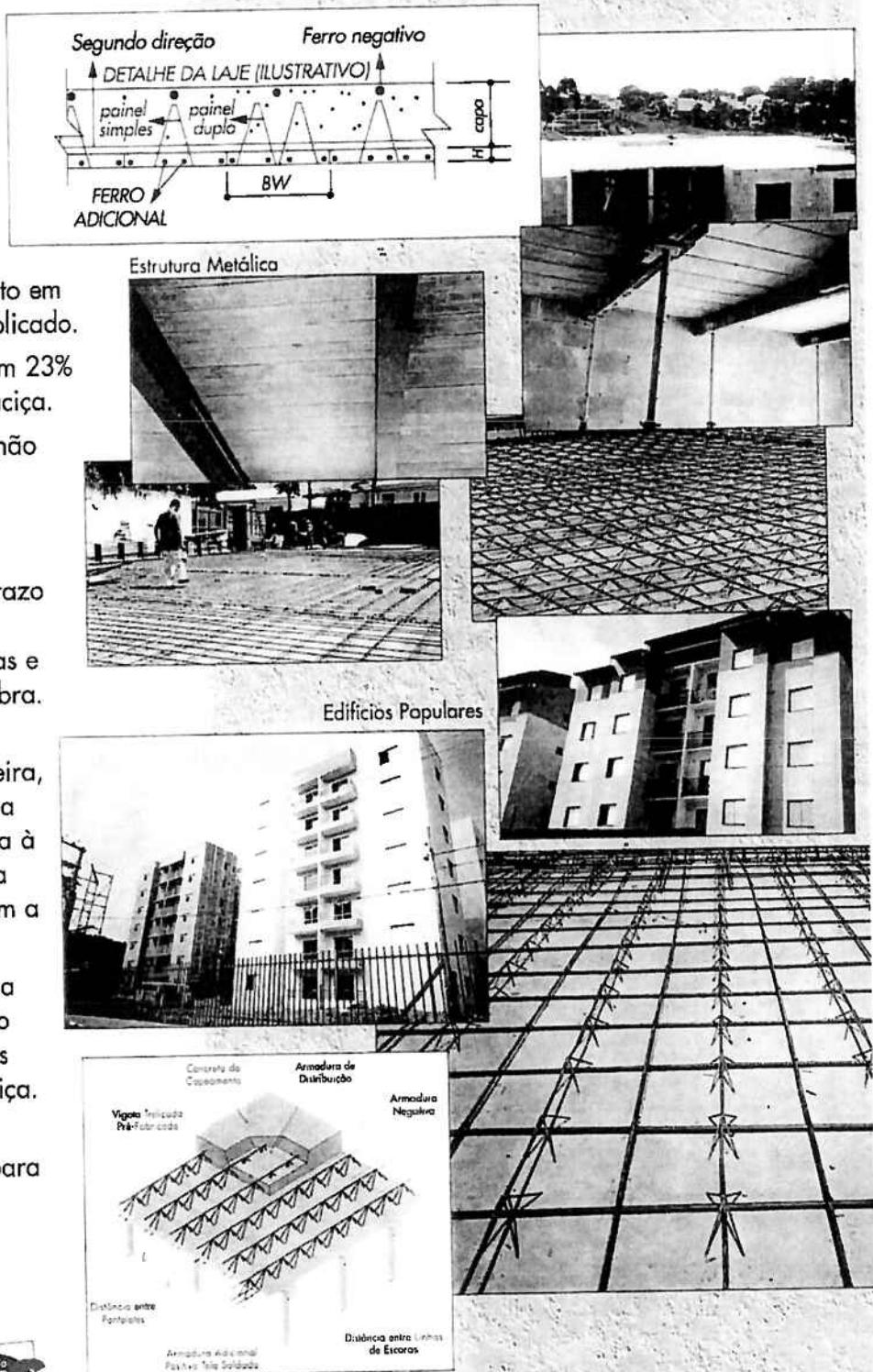
Foto inferior mostra painéis desenvolvidos junto ao fornecedor para "shafts" em banheiros



**Catálogos**

# Mini Painel Treliçado Maciço

- Superfície inferior contínua, eliminando revestimentos normais (chapiscos, emboço e reboco), podendo ser pintado, envernizado ou aparência de concreto aparente.
- Possibilidade de acabamento em massa corrida, ou gesso aplicado.
- Redução de escoramento em 23% se comparado com laje maciça.
- Praticidade no transporte, não exigindo mão de obra especializada.
- Rapidez na montagem e concretagem, reduzindo prazo de execução da obra, possibilitando obras rápidas e com redução de mão de obra.
- Eliminação de 100% em fôrmas. Substituem a madeira, sendo o próprio painel uma fôrma que fica incorporada à laje acabada, compondo a seção final de concreto com a armadura.
- Podem ser armada em uma ou duas direções, podendo ser adequados em projetos pré-definidos em laje maciça.
- Índice nulo de perdas de materiais, sem prejuízos para os usuários.



## LAJES E PRÉ-FABRICADOS

**SISTREL**®



Segurança e Tecnologia  
na medida certa

## CAPÍTULO 6      CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 6.1 A FALTA DE SISTEMATIZAÇÃO – CRIAÇÃO DE UM MÓDELO

Sistematizar, orientar, parametrizar, referenciar, subsidiar é o objetivo do trabalho e é evidente sua necessidade. Não podemos implantar um método ou processo construtivo que possua uma característica ou vantagem importante e diversas desvantagens. Devemos analisar a tecnologia sob vários ângulos e sob vários pontos de vista.

Quando se analisa sistematicamente pode-se chegar a várias conclusões; uma delas é que determinada tecnologia é ótima; porém, para determinado tipo de obra; não se adapta em qualquer projeto. Aliás, esse é um dos maiores problemas verificados no mercado. Empresas “copiam” a tecnologia em projetos completamente diferentes daqueles em que está sendo desenvolvida. O resultado por vezes é desastroso. O laboratório fica sendo a própria obra, possibilitando o surgimento de patologias, atrasos nos serviços por necessidade de adaptações e outras consequências danosas ao empreendimento.

É importante lembrar que cada construtora possui um método de trabalho. Hoje as empresas estão se especializando cada vez mais e possuem uma carga tecnológica ou um procedimento na execução de serviços que as diferenciam das demais. Se forem visitadas várias obras, de várias construtoras, dificilmente vão se encontrar os serviços sendo executados da mesma maneira. Cada uma possui um detalhe, uma forma diferente de se executar um serviço. Difícil dizer qual a melhor, pois a análise só pode ser feita se considerados todos os aspectos envolvidos, como por exemplo, se o trabalho é executado por mão-de-obra própria ou terceirizada, se o prazo é curto ou longo (não é para todo negócio que o menor prazo possível é a solução, depende

"Tecnologia ótima p/ cada tipo de obra"  
" " " p/ cada tipo de empresa"

também da velocidade de entrada de recursos), depende também de outros sistemas envolvidos, etc.

O importante é saber que é necessário estudar, conhecer e treinar a melhor forma de se executar uma atividade e, para isso, deve-se tratá-la sempre sistematicamente.

Foi baseado nesse pensamento que se criou esse modelo. Obviamente ele não é completo, mas serve de base como *pensamento e filosofia de trabalho*, para que se entenda a real necessidade de fazê-lo e, pode ser plenamente, na medida em que se exerce essa atividade de análise, retroalimentado seu *plano de necessidades* para aumentar sua eficiência de análise.

## **6.2 ANÁLISE DO EMPREGO DE TECNOLOGIA COM ENFOQUE PELO ÂNGULO DA INOVAÇÃO**

Novos processos construtivos foram surgindo, novos produtos foram criados, a qualidade de cada componente foi sendo aprimorada, os cálculos estruturais foram se tornando mais arrojados. Porém, essas inovações tecnológicas, por vezes, vêm associadas à redução no desempenho e surgimento de patologias. Será que podemos chamar de **evolução** o surgimento de novas patologias ou a piora no desempenho de alguns processos construtivos inovadores?

Antes, em um edifício de estrutura reticulada, o projeto estrutural era concebido com peças de maiores dimensões, que resultava em um conjunto mais rígido do que as estruturas esbeltas atuais. O encontro de vigas e pilares de grandes dimensões criava um “nó” na estrutura que aumentava sua rigidez. Atualmente usa-se lajes planas onde esse conceito simplesmente não é contemplado, fazendo com que as estruturas, apesar de serem seguras sob o ponto de vista estrutural, são muito mais deformáveis. Some-se a isso a grande quantidade de argamassa anteriormente utilizada em revestimentos para corrigir imperfeições, tanto executiva, quanto da qualidade dos

blocos de vedação utilizados e tinha-se realmente uma situação com menor potencial de patologia.

Hoje aplica-se revestimentos internos com 3 mm de espessura e revestimentos externos com até 10 mm de espessura, que não têm a capacidade de absorver deformações da estrutura ou das vedações, podendo acarretar fissuras, desagregação, desprendimento, etc.. Em outro exemplo, a eliminação de etapa de contrapiso com a utilização de laje acabada resulta em situações de baixo desempenho do produto e de desconforto ao cliente, na medida em que se reduz a espessura total do piso e piora a isolamento acústico. O próprio uso de painéis de gesso acartonado tem suas restrições, até em se analisando a questão de segurança patrimonial, se utilizado como divisória de unidades habitacionais.

Logicamente, não é por isso que se deve retroagir. Não se deve, ao primeiro sinal de problema que surgir na implantação de uma nova tecnologia, abortá-la ou usá-la inconscientemente. Deve-se tentar aprimorá-la ou associá-la a um outro sistema.

Entre outras, produtividade, racionalidade, segurança do trabalho, flexibilidade, custo, são razões para que se persiga o trabalho de prospecção e implantação de novas tecnologias.

Há que se lembrar ainda que patologias surgem não só por problemas técnicos, mas muitas vezes por problemas executivos. Faz-se necessário então, um rigoroso controle sobre a produção, tanto sob a forma de treinamento adequado aos executores quanto às inspeções com definições de tolerâncias e critérios de aceitação

Destacar a necessidade de se medir  
a produtividade + que se possa prever!

### **6.3 ANÁLISE DO EMPREGO DE TECNOLOGIA COM ENFOQUE EM CUSTOS**

Há dois pensamentos acerca desse assunto que devem ser ponderados. O primeiro é que só se deve implantar determinada tecnologia se ela atingir todos ou a grande maioria dos requisitos estipulados, notadamente em *custos*. O outro pensamento é que as empresas podem ou devem investir em inovações tecnológicas, mesmo em detrimento de algum custo adicional.

Esse custo adicional pode estar justificado de diversas formas. A empresa deve evoluir tecnologicamente, e existe várias formas para isso: cursos; consultorias; missões internacionais; quase todas elas envolvem investimentos, portanto geram custos, porém, não fazem parte do orçamento da obra, referem-se a verba disponibilizada pela empresa para o desenvolvimento de seu pessoal ou desenvolvimento tecnológico da empresa. Quase todas elas também buscam capacitação em ambientes externos. A capacitação pode surgir também dentro da própria empresa através do desenvolvimento dos seus serviços.

Para tanto, porque não disponibilizar a verba prevista para desenvolvimento tecnológico da empresa, incorporando-a ao orçamento da obra e viabilizar a execução da nova tecnologia?

## 6.4 COMO CAPTAR IDÉIAS – SERVIÇOS COM POTENCIAL DE DESENVOLVIMENTO

A primeira pergunta que deve ser feita é:

**“Não haverá uma forma mais racional de se executar os serviços?”**

A alta direção da empresa, gerência, engenheiros, mestres, encarregados devem estar sempre se fazendo essa pergunta.

Isso pode ser também amplamente discutido nos treinamentos feitos na obra. Além dos tradicionais treinamentos de integração e de instruções de serviços realizados, principalmente pelas empresas que possuem um sistema de qualidade implantado, há que se abrir um “canal de comunicação” com os operários, principal agente executor, e que pode muito bem agregar idéias e opiniões que facilitem a execução dos serviços e, consequentemente, aumente a produtividade do seu serviço. É importante que o operário tenha consciência que o aumento de produtividade, reflete em seu próprio aumento de renda.

*George diz que sempre se aperta o operário  
No inicio gosta seu, depois não. (\*)*

É necessário que essa política de implantação tecnológica seja difundida na empresa e que as pessoas realizem seu trabalho; porém sempre com os “olhos voltados para a racionalização”.

Isso vale não só para o pessoal da produção, como para projetos, orçamento, suprimentos, qualidade, segurança do trabalho, atividades de apoio à engenharia; enfim, em todos os setores da empresa.

Além da discussão sobre esse ambiente favorável que deve ser estimulado, pode-se elencar algumas modalidades de serviços que normalmente acontecem nas obras e que podem ser observadas sob o prisma de serem potencialmente objeto de melhorias e servirem como idéias que serão ponto de partida para se buscar implantar sistemas de execução mais racionalizados:

### ***Serviços que não concluem em uma só etapa.***

Imaginar que o pedreiro executará a alvenaria e depois de certo tempo terá que voltar ao pavimento para arrematar um vão deixado para uma ligação de eletrodutos, por exemplo. Deve-se pensar em uma forma que não fique serviço para trás, alterando-se a forma de construir ou de se usar outros tipos de sistema.

### ***Serviços com dificuldade de apropriação***

Fachadas em argamassa produzida na obra, juntamente com outros serviços de revestimentos que utilizem cimento, dificultam a apropriação dos materiais e consequentemente sugerem uma falta de controle sobre o custo real do serviço.

### ***Serviços que possuem elevada perda.***

Porque se gasta tanto recurso para retirada de entulho nas obras?

Deve-se analisar se é falta de controle na produção ou uso de equipamento inadequado ou mesmo se o processo não contempla uma situação de consumo mais controlada.

### ***Serviços mal resolvidos***

É o exemplo do chumbamento de caixinhas elétricas em alvenaria estrutural. Pelo processo racionalizado, o bloco deveria ser assentado já com a caixinha chumbada, porém a entrada do eletroduto na caixinha interfere com a parede do bloco da fiada superior. Existem algumas maneiras de se resolver o problema. Nenhuma delas atende perfeitamente. Talvez a fabricação de uma caixinha especial para alvenaria estrutural, resolvesse definitivamente o serviço. Nesse caso, o avanço tecnológico passa pelo desenvolvimento do produto junto ao fornecedor.

### ***Uso de materiais não incorporados ao produto***

As fôrmas de madeira representam o melhor exemplo. Trata-se de um serviço artesanal, sujeito a problemas executivos, onde é utilizado um material auxiliar – a

fórmula de madeira ou metálica, para se chegar ao produto – a estrutura. O uso de estrutura pré-fabricada eliminaria os custos, os serviços, os controles e o prazo da etapa de fôrmas.

Andaimes, proteções, caixas de argamassa, bandejas executadas em madeira também são custos que não agregam valor ao produto e são altamente descartáveis, com pouca quantidade de utilização, possuem aspecto precário, não são muito eficientes; enfim não são racionais. Fôrmas metálicas, escoramentos, proteções metálicas, bem como bandeja e outros elementos construtivos, escadas, rampas, podem ser pensados de forma padronizada. Existe hoje uma série de equipamentos que podem ser utilizados nas obras que podem ser reaproveitados em outras obras.

#### *Serviços inseguros*

É o caso dos tubulões onde se pode pensar em modificar a forma de construir em prol da segurança no canteiro. Fachadas com revestimentos aderidos e executadas com balancins, é outro exemplo de serviço inseguro, isso sem falar na necessidade de proteções coletivas e individuais.

Dentro do procedimento de serviços da empresa, deve estar contemplada a instalação de proteções coletivas e definições de equipamentos de proteção individual, da mesma forma que se orienta quanto aos materiais e equipamentos necessários a execução de cada serviço.

#### *Inovações vindas do fornecedor*

Sem dúvida, grande fonte tecnológica é o próprio fornecedor que investe em um determinado produto ou sistema e viabiliza-o na medida em que pode fornecê-lo a um grande número de consumidores. Podem ser empresas internacionais ou nacionais e são detentoras de alta tecnologia.

O cuidado que se deve ter é quanto à adaptação ao seu projeto. Não se pode esquecer que o fornecedor tem uma forte tendência comercial e precisa colocar seu produto no

mercado. Por vezes, não é realizada uma venda técnica adequada e o fornecedor “empurra” seus produtos às companhias. É importante que o fornecedor compartilhe a responsabilidade de aplicação daquele produto ou processo. Dê garantias reais da sua mercadoria.

Esse item pode ser muito explorado. Na verdade, as indústrias que fabricam componentes para as obras devem estar intimamente ligadas às construtoras. O que não se pode admitir é que se instale um produto, que se tenha um adequado desempenho na Finlândia, por exemplo, e se obtenha os mesmos resultados aqui no Brasil. O Clima, a mão-de-obra, a cultura, o ambiente, os consumidores são diferentes. Os produtos precisam ser adaptados, ou seja, “aclimatizados”, tropicalizados para os moldes nacionais.

#### ***Serviços em que se constatam grande número de não conformidades na inspeção***

Existem muitos fatores que geram não conformidades nos serviços. Falta de treinamento, uso de material ou equipamento inadequado, prazo muito curto, porém, o número de não conformidades pode estar ligado à forma inadequada de execução do serviço ou, por uma questão de projeto, dificultar a execução do serviço ou ainda por estarem dentro do “limite tecnológico” que o sistema impõe. São casos também em que se pode pensar em inovar ou provocar melhorias.

#### ***Serviços artesanais***

Serviços que possuem muita influência da mão-de-obra e fazem pouco uso de equipamentos estão sujeitos a muita variabilidade no processo. Nesse caso, pode-se pensar em pré-moldagem, “construção seca”, vedações em painéis. Serviços com baixa produtividade devem ser analisados. O custo de transporte interno feito por operários não ficaria mais racional se executado por equipamentos que conseguem diminuir etapas de transporte carrinho + guincho + carrinho, para apenas uma etapa - grua ?

Ainda:

- *Solicitações de Assistência Técnica (manutenção)*
- *Patologias*
- *Opiniões de clientes no pós-ocupação*
- *Palestras Técnicas e seminários*
- *Convênios com Universidades*
- *Benchmarking com outras construtoras*

São idéias de onde estar focando para se identificar os serviços potencialmente carentes de serem implantadas TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS RACIONALIZADAS

#### 6.5 - A DISPONIBILIDADE DE TECNOLOGIA LOCAL

**“A construção civil evoluiu 50 anos em 5 anos”.** O número de processos inovadores que estão sendo executados atualmente é bastante grande se comparado à outras épocas. Pode-se citar:

- Laje “zero”;
- Sistema hidráulico PEX;
- Shafts visitáveis;
- Fachadas em painéis pré-fabricados;
- Fachadas com revestimentos monocamada;
- Esquadrias fixadas com espuma de poliuretano;
- Porta pronta;
- Cerâmica colada diretamente na alvenaria;

- Vedações com placas de gesso acartonado;
- “Bus-way”;
- Banheiros prontos;
- Pré-vigas e pré-lajes;
- Lajes em “Still deck”;
- Lajes planas;
- Lajes protendidas com cordoalha engraxada;
- Alvenaria estrutural racionalizada.

Hoje investe-se bem mais em projetos, principalmente em projetos de produção e utilizam-se mais equipamentos nas obras em substituição à força humana.

Além disso, existem fornecedores que estão consoantes com as necessidades dos construtores e estão fornecendo sistemas prontos, ou seja, estão fornecendo seus produtos instalados. É o caso de algumas empresas que executam revestimentos em monocamada que entregam a fachada pronta a partir da alvenaria, fornecendo material, mão-de-obra, equipamentos, eventuais perdas no processo e principalmente garantia sobre o desempenho e durabilidade do sistema. Não há como se eximir da responsabilidade sobre uma patologia quando é fornecido o sistema completo. Outras empresas estão fornecendo revestimento cerâmico aplicado na obra, painéis de fachada instalado, etc.

Importante é o trabalho que deve ser realizado junto aos fornecedores, contemplando:

- Desenvolvimento cooperativo
- Conceito de produto instalado
- Definição de responsabilidades

## 6.6 - DEFINIÇÃO DE PADRÕES TECNOLÓGICOS x VARIÁVEIS ENVOLVIDAS

Existem, dentro da cultura da construtora, diretrizes para definições de sistemas que a mesma procura utilizar. Essas diretrizes são repassadas aos projetistas que a introduzem nos projetos. Porém, nota-se que alguns projetistas ficam cerceados da sua capacidade criativa ou se “acomodam” realizando apenas uma implantação gráfica da solicitação da construtora.

**Fonte importante de circulação e divulgação das diversas tecnologias e soluções construtivas disponíveis no mercado, os projetistas trabalham com diversas empresas ao mesmo tempo e, portanto, acabam possuindo um conhecimento tecnológico diversificado.**

Some-se a isso a disponibilidade ou necessidade que esses profissionais têm de se dedicar ao estudo de novos processos e sua aplicabilidade, tem-se uma situação de BENCHMARKING real e disponível.

Deve fazer parte da contratação a necessidade dos projetistas de exporem seu conhecimento e não apenas aterem-se às diretrizes da construtora.

É na fase de projeto que a implantação de TCR's é mais efetiva e define o padrão e o custo do empreendimento. É nessa fase que se enxerga as interferências e impacto que determinada tecnologia provoca.

Como discutido exaustivamente, as TCR's podem se adaptar em alguns projetos e em outros não. Devem ser realizados estudos preliminares alternativos nos projetos, trabalhando soluções conjuntamente entre os departamentos de obras, projetos e orçamentos da construtora para se estudar a viabilidade do processo construtivo.

Em um caso prático, foi solicitado ao projetista de instalações elétricas que as tubulações do teto do térreo fossem aparentes pois as mesmas estavam sendo perfuradas pelos pinos de fixação quando da instalação do forro de gesso. O projeto foi concebido dessa forma e o que se apresentou foi uma tubulação elétrica cheia de caixas de passagem e curvas pois as mesmas estavam contornando todas as vigas existentes ou furando-as excessivamente em uma estrutura reticulada de concreto armado. Ou seja, não foi uma solução adequada, foi apenas a execução de uma solicitação sem que se pensasse sistematicamente o que ficou evidente na execução do projeto e que deveria ser abortado na sua concepção.

Não se pode ter “surpresas” na fase executiva da obra. As adaptações das novas tecnologias devem ser exaustivamente estudadas na fase de projeto.

#### **6.7 - COMO AVALIAR SE TODOS OS PARÂMETROS FORAM CONSIDERADOS NA ANÁLISE**

“Todos os parâmetros” é uma terminologia bastante pesada; porém, pode-se entender esse trabalho como uma diretriz para que sejam atingidos esses objetivos. O uso do roteiro, associado à conscientização da necessidade do pensamento sistêmico e abrangente é fator importante para se alcançar sucesso na implantação de TCR’s.

Deve-se pensar que, por vezes, o custo não viabiliza totalmente a implantação, mas as inovações tecnológicas necessitam de certo investimento e garantem à empresa, no mínimo, HABILITAÇÃO e FLEXIBILIDADE. Nesse mercado competitivo, ser rápido, possuir tecnologia é fator diferencial e vantagem competitiva.

Mesmo que se conclua com a avaliação final que determinada tecnologia não seja implantada, tanto para a empresa como para as pessoas envolvidas no processo, o ESTUDO É POR SI SÓ TUDO ISSO:

- FATOR DE TREINAMENTO;
- HABILITAÇÃO;
- BUSCA DO CONHECIMENTO.

Além disso, o registro do estudo é importante, na medida em que pode ser utilizado em um outro empreendimento, outra época ou em outra circunstância.

#### **6.8 - O ASPECTO CULTURAL DA MUDANÇA NO ENFOQUE DO CLIENTE FINAL**

A princípio, o cliente deve ter a sensação de que o produto é melhor do que o esperado.

Um trabalho de divulgação deve ser realizado, tanto nas fases de venda, de vistorias e entrega da unidade e também na assistência técnica. Deve-se elencar as vantagens que determinado sistema incorpora, alertando principalmente as vantagens obtidas em relação à manutenção, praticidade, conforto visual, sistemas construtivos mais modernos e controlados, durabilidade, etc.

Existe ainda alguma rejeição com relação a alguns produtos, por exemplo, às placas de gesso acartonado, às tampas de shafts; porém, cada dia mais o consumidor entende a necessidade e as vantagens que os sistemas tecnológicos mais avançados proporcionam. Se bem orientado, o cliente final também “compra” a idéia, divulga e absorve o sistema como um processo diferenciado e racional.

Há um caso em que o acabamento das paredes das áreas frias em um prédio de alto padrão foi executado em pintura tipo Gel-o-plast (resina a base de epóxi), pois o construtor entendia que o revestimento em azulejo possuía padrão sujeito a variações no gosto do cliente, bem como, possuía rejuntamentos que com o tempo desgastavam-se ou encardiam e, por fim, é mais difícil em reformar para se alterar o padrão que rapidamente saia de moda com o surgimento de uma padronagem mais atual. Com a pintura, a alteração tornava-se mais fácil.

Na análise do cliente vinha a pergunta: "mas um apartamento desse padrão não possui azulejo nas paredes dos banheiros?" Porém no banheiro da dependência de serviço foram aplicados revestimentos de azulejos para se exemplificar comparativamente a diferença de técnica utilizada de acordo com o requinte do ambiente.

É importante pois, que se faça esse trabalho de divulgação das TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS RACIONALIZADAS junto ao consumidor final para que o ciclo da implantação seja completado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, Mércia M. S. B. **Metodologia para Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas na Produção de Edifícios** – Tese de Doutorado . São Paulo, 1996, 422p. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BOGGIO, Aldo J. Um modelo de documentação da qualidade para a construção civil. In.: FORMOSO, Carlos Torres, ed. **Gestão da qualidade na construção civil: uma abordagem para empresas de pequeno porte**. Porto Alegre, Programa de Qualidade e Produtividade da Construção Civil no Rio Grande do Sul, 1995 p. 127-47.

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. Trad. de Nivaldo Montingelli Jr., 2 ed. São Paulo, Pioneira, 1992 (Coleção Novos Umbrais). p.221-303

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da Construção**. São Paulo, FAU/USP, 1980. 300p.

SABBATINI, Fernando H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. São Paulo, 1989. 321p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOARES, Rosa Maria S. de M. Mudança tecnológica e dimensão organizacional: premissas para a qualidade e produtividade. In: SOARES, Rosa Maria S. de M., org. **Gestão da qualidade: tecnologia e participação**. Brasília, CODEPLAN, 1992. P.9-22. (Série Cadernos CODEPLAN; 1).

TATUM, Clyde B. Organizing to increase innovation in construction firms. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.115, n.4,p.602-17. Dec. 1989.

TWISS, Brian C. **The process of technological innovation**. In: **MANAGEING technological innovation**. London, Longman, 1974. Cap.1, p.1-25.

UTTERBACK, James M. **The dynamics of product and process innovation in industry**. In: HILL, Christopher T.; UTTERBACK, James M. **Technological innovation for a dynamic economy**. New York, Pergamon Press, 1983. P.40-65. (Pergamon Policy Studies on Science na Technology).

VARGAS, Nilton. **Para uma filosofia da tecnologia**. São Paulo, Alfa-Ômega. 1994. p.171-286.

1h40 - Apresentados em 13/03/02

- Terminologia OK! → 16-001
- Conceitos bem compreendidos

Colocar: Jorge [Bob 25]

→ Pegar as conclusões e transformar num artigo técnico.

• Empresário

Por que o empresário  
não muda?

Lista que faz é interessante

¶/ não esquecer

As patologias ficam o sono  
dos constituintes,

↳ dar + enfoque +/ o Retorno (na metodologia)

Cita a revista Construções c/ seção de metodologia

Uso de argumentos únicos + todos (o que aconteceu  
há 5 anos, anos).

Há → fase de planejamento, foco de leitura  
medir a produtividade, projeto

↳ define os métodos / TCR  
e mede se está tudo bem pela  
produtividade.

Algo + pra vender os produtores: → fatores + trabalhado  
Todos, não entrega qualidade

<sup>Cap 3</sup> Compram produtos com normas técnicas → As empresas, não  
disponem nem de catálogos técnicos

↳ Qual o desempenho dos materiais?

→ Edson não entra muito nesse mérito!! (Isto 6241)

↳ deveria ter dados + enfoque

Jorge fala de uma dire que não conseguiu alugar porque os  
espetos são de PVC e não aceitaram porque os teles fogem → tóxico

