



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



Relatório do Estágio Supervisionado

DEC

Aluno: Glauco Azevedo da Costa

Matrícula: 29821546

**Campina Grande
Junho/2005**



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



Relatório do Estágio Supervisionado

Orientador: Prof.º Carlos Newton

Aluno: Glauco Azevedo da Costa



Orientador: Prof. Carlos Newton B. F. Costa



Aluno: Glauco Azevedo da Costa

Data: Junho/2005

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Há necessidade desse contato para que possa relacionar os conhecimentos teóricos adquiridos no decorrer do curso com os práticos e, também, acrescentar conhecimentos que são específicos da indústria de premoldados, entrosamento do futuro profissional com as diferentes categorias de trabalhadores que ali se encontram, como Engenheiros, Serventes, Mestres de Obras, etc.

Objetivos Especifico

- Identificar anomalias nos sistema de produção de peças premoldadas, tais como: controle tecnológico do concreto, cimbramento, descimbramento, controle de armazenamento das matérias primas

APRESENTAÇÃO

Este relatório descreve as atividades desenvolvidas no estágio supervisionado realizado por Glauco Azevedo da Costa, matriculado no curso de Graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal de Campina Grande, sob número de matrícula 29821546, realizado na Indústria de premoldados, situada na rua Luis Malheiros, 310- A. Bodocongó, Campina Grande PB. Sob um regime total de 360 horas, tendo como supervisor o professor Carlos Newton B. F. Costa.

AGRADECIMENTOS

À princípio agradeço a Deus por mais uma conquista , e em seguida aos meus familiares que sempre me apoiaram com palavras que só encorajavam para que eu não fracassasse. Aos colegas de trabalho pelas informações necessária a conclusão deste trabalho. Enfim ao Professor Carlos Newton, através de sua experiência pude ter certeza que este trabalho obteria êxitos.

*“Somos o que
repetidamente fazemos,
a eficiência portanto,
não é um feito, é um
hábito”*

Aristóteles

ESTÁGIO PROPOSTO

TÍTULO: Assistente de engenheiro

PALAVRAS CHAVES: Orçamento, qualidade e segurança.

ASSUNTO DO ESTÁGIO: Gerenciamento na fabricação e montagem de peças premoldadas.

CONHECIMENTOS PARTICULARES DESEJADOS: Topografia, materiais de construção, concreto, organização e gestão de obra.

PERÍODO DO ESTÁGIO: De 06 de Dezembro de 2004 à 04 de Fevereiro de 2005.

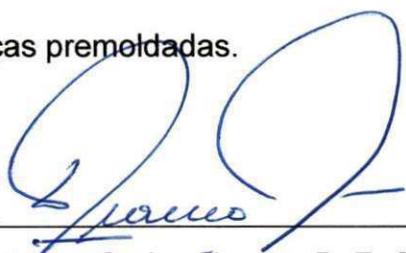
NÚMERO DE HORAS SEMANAIS: 44 horas semanais.

PLANO DO ESTAGIO

Esse estágio tem com finalidade proporcionar ao estudante Glauco Azevedo da Costa o contato com o futuro ambiente de trabalho, onde ele possa relacionar os conhecimentos teóricos adquiridos no decorrer do curso com os práticos e, também, acrescentar conhecimentos que são específicos da indústria de premoldados, entrosamento do futuro profissional com as diferentes categorias de trabalhadores que ali se encontram, como Engenheiros, Serventes, Mestres de Obras, etc.

As atividades do estagiário estarão ligadas as seguintes etapas:

- Cortes, dobramentos e armação do ferro para execução de pilares, vigas e postes, manilhas etc;
- Formas;
- Preparo do concreto estrutural;
- Lançamento;
- Montagem das peças premoldadas.



Orientador: Carlos Newton B. F. Costa

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

NOME: Glauco Azevedo da Costa

MAT: 29821546

EMPRESA

NOME: CIP – Com. e Ind. De Premoldados LTDA.

ENDEREÇO: Rua Luis Malheiros, 310- A. Bodocongó, Campina Grande PB.

DATA DE CRIAÇÃO: Maio de 2003.

DIRETOR: José de Arimatea da Costa/Gustavo Gonçalves de Brito

LOCAL DO ESTÁGIO

LOCAL DO ESTÁGIO: Rua Luis Malheiros, 310- A. Bodocongó, Campina Grande PB.

ATIVIDADE: Indústria da construção Civil.

RESPONSÁVEL PELO ESTÁGIO: Gustavo Gonçalves de Brito.

FUNÇÃO: Engenheiro e Diretor.

TEL: (83)- 333-1718.

FAX: (83)- 333-1026.

E-mail: cip_premoldados@ig.com.br

1 INTRODUÇÃO

A história da arquitetura moderna narra na sua origem as sucessivas revoluções ocorridas no desenvolvimento da indústria e como elas influenciaram os processos construtivos. Além de novos materiais, tais como o vidro e o ferro, os projetos de pontes, grandes naves industriais, estações de estrada de ferro etc. exigiram o restabelecimento de uma linguagem arquitetônica adequada às realidades e utopias que se encontravam na segunda metade do século XIX.

A construção pré-fabricada de concreto, por sua vez, acabou consolidando-se como a forma mais viável e mais difundida para se promover a industrialização da construção, tomando um impulso sem precedentes no período do segundo pós-guerra. A opção pelo "grande painel" pré-fabricado de concreto, como resposta técnica e econômica às necessidades de reconstrução da Europa após a Segunda Guerra Mundial, converteu esta tecnologia num logotipo deste período.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Histórico

O grande marco do desenvolvimento dos Pré-Fabricados foi logo após a II Guerra Mundial e na Europa, devido à necessidade de reconstrução. Foram construídas pontes, indústrias e residências. A velocidade foi o principal motivo da utilização de pré-fabricados, a estrutura poderia estar sendo produzida enquanto outros serviços (terraplenagem, infra-estrutura e fundação) estavam em andamento e a quantidade pequena de mão de obra disponível e desqualificada era suficiente para executar obras rápidas e com qualidade. Não havia uma grande preocupação com arquitetura e detalhes, só volume de produção, o que gerou uma grande repetitividade arquitetônica. A repetição gerava a falta de humanização das construções e as pessoas passaram a não se identificar com a própria casa.

Em 1968, inicia-se na França um forte movimento social de rejeição às cidades-dormitório produzidas no período de reconstrução, tomar as obras industrializadas menos iguais. Proíbem-se após 1973 os conjuntos habitacionais com mais de 300 unidades. Os produtores de pré-fabricados estavam habituados, até então, a construir conjuntos com milhares de unidades (10.000 ou até mais). Iniciou-se então uma crescente sofisticação do produto por meio de avanços tecnológicos e solução de algumas interfaces com outros Sistemas (Hidráulica, Elétrica, Instalações, etc), da flexibilização do produto e do processo industrial, visando atender cada vez mais as necessidades do usuário, aumento do valor agregado dos pré-fabricados de concreto através do desenvolvimento de materiais compostos à base de cimento (por exemplo: concreto armado com fibras de vidro e CAD).

De 1968 a 1977 houve o questionamento do modelo após o colapso de parte da estrutura do edifício "Ronan Point", provocado pelo deslocamento produzido pela explosão de um botijão de gás em uma das áreas de serviço. O sistema construtivo utilizado foi de painéis pré-fabricados simplesmente apoiados, por isto, quando houve o acidente ocorreu o fenômeno chamado colapso progressivo (após a ruptura de uma placa as outras se rompem na seqüência). Este acidente obrigou a uma revisão nas juntas de solidarização entre painéis, e procedimentos de cálculo para evitar o colapso progressivo. Desenvolveu-se, a partir daí, as ligações das peças pré-moldadas para tornar a estrutura monolítica. As obras de fachada consolidam-se no mercado internacional como mais uma opção de aumento de produtividade em relação aos Sistemas Convencionais e as obras em Pré-Fabricados passam a ficar

cada vez mais completas, não se fornece somente pilares e vigas, ganham corpo os acabamentos e serviços complementares. A tecnologia do concreto passa a ser colocada a serviço da expressão arquitetônica. Os pré-fabricados inovam nas formas e nos acabamentos, desvinculando o conceito monótono de peças simplesmente encaixadas e repetitivas para uma arquitetura arrojada. Com a consolidação dos concretos de alto desempenho (CAD) e dos materiais compostos (cimento e fibra de vidro) aumentou-se consideravelmente as resistências utilizadas, passam a não ser raras linhas de produção com concretos da ordem de 50 MPa.

“No Brasil o Concreto Pré-moldado vem sendo usado há mais de 30 anos, na época do «milagre brasileiro» houve o investimento em novas tecnologias, com a execução de um grande número de Galpões Industriais, a pré-fabricação começa a ter visibilidade no mercado. A área industrial consolidou o uso da Telha W e em paralelo, com a importação de alguns equipamentos para a produção de lajes pré-fabricadas alveolares, foi dado início a mais uma "onda". Em consequência do bom desempenho do sistema no final da década de 80 foi iniciada a utilização das lajes pré-fabricadas na área habitacional, a nossa carência habitacional dificilmente será encarada sem o emprego de processos industrializados e otimizados como se tem com a pré-fabricação. Com as lajes, executadas em sistema industrializado e mecanizado, e o desenvolvimento tecnológico dos pré-fabricados, no início dos anos 90, as empresas iniciaram a utilização do sistema em edifícios acima de 3 andares e buscaram vencer vãos maiores. O mercado atentou para o sistema, pois pode oferecer velocidade e organização, além de uma identidade arquitetônica padronizada, sendo um grande ícone dessa fase o setor de supermercados. Nos últimos 10 anos as fachadas pré-fabricadas tornaram-se sinônimo de sofisticação arquitetônica, na qual há a união entre tecnologia e beleza em um mesmo sistema, portanto a sua utilização demonstra-se cada vez mais representativa no cenário nacional. Hoje o mercado nacional está capacitado a oferecer um sistema completo, que vai da estrutura à fachada.

A industrialização da construção civil é uma realidade consagrada em muitos países, e está ganhando espaço no mercado nacional, trazendo ganhos de produtividade e qualidade para o setor. A demanda crescente proporciona às empresas fornecedoras de pré-fabricados a possibilidade de introduzir no setor construtivo soluções integradas e competitivas, juntamente com alto grau de regularidade e versatilidade arquitetônica.

O concreto pré-moldado oferece inúmeras vantagens dentre as quais uma das mais importantes é a maior rapidez da construção, permitindo assim uma maior previsibilidade do término da obra. Outra grande vantagem do concreto pré-moldado é a terceirização dos serviços e a utilização de um canteiro de obras muito menor do que o requisitado normalmente, bem como a sua melhor organização e limpeza. Existem, entretanto, poucas desvantagens, que a meu ver são os tipos de ligações, o transporte das peças e o custo. As ligações se tornam um problema quanto à sua análise para tornaria monolítica, quanto ao transporte das peças pré-moldadas, é necessária uma análise logística do percurso das peças, já o custo, um pouco mais elevado que outros métodos construtivos, leva em consideração a ausência de manutenção posterior, a beleza arquitetônica, e a terceirização dos serviços, pois dispensa consideravelmente a mão-de-obra no canteiro de obras, ou seja, praticamente não existem desvantagens.

2.2 PRÉ-MOLDADOS

2.2.1 Definições

Apesar da maioria das pessoas acreditar que não existe diferença entre pré-moldados e pré-fabricados, a NBR 9062 afirma que existe. De acordo com a norma, pré-moldado é o elemento que é moldado fora do local de utilização definitiva, já um elemento pré-fabricado é aquele executado industrialmente mesmo em instalações temporárias em canteiro de obra sob condições bem mais rigorosas de controle de qualidade do que os elementos pré-moldados. Na realidade todo elemento pré-fabricado é um tipo de elemento pré-moldado produzido com maior controle de qualidade, e maior tecnologia nos processos. Desta forma para melhor entendimento, este trabalho usará a terminologia "pré-moldados".

2.2.2 Componentes pré-moldados x moldados na obra

Até hoje se trabalha, principalmente nas estradas, com galerias para águas pluviais feitas no próprio local. Esse processo dificulta a execução, porque é necessário contar com uma quantidade grande de funcionários e preparar toda a armação e o madeiramento das laterais, aumentando em muito o tempo para a conclusão da obra. No caso das aduelas, as peças já vêm prontas, de maneira uniforme, são encaixadas com facilidade, utilizam pouca mão-de-obra

e permitem a rápida liberação da obra. Compare as características das peças moldadas na obra e das pré-fabricadas.

Características	Moldadas in loco	Pré-fabricadas
Mão-de-obra	Alta concentração	Baixa concentração
Preparação do canteiro	Adequado para fazer armações	-
Fôrmas	Grande quantidade	-
Controle da qualidade	Pouco rigoroso	Rigoroso
Estoque	Sujeito à produção	Disponibilidade imediata
Concretagem	Requer planejamento (equipe, equipamento, espaço)	-
Colocação	-	Requer preparo do berço de concreto para posterior lançamento das peças
Equipamento	Para concretagem	Para lançamento
Tempo de execução	Alto	Baixo

Tabela 1 Comparação entre peças moldadas in loco e peça pré-moldada

2.2.3 Sistemas Pré-Moldados

Os elementos pré-moldados requerem cuidados especiais no recebimento dos materiais, formas, equipamentos, dosagem e cura do concreto. Diferentemente das estruturas moldadas in loco, só há um responsável por todas as etapas e as possibilidades de surgirem anomalias são menores.

No sistema pré-viga e pré-laje, as pré-vigas possuem a altura da viga menos a espessura total da laje, sendo executada com estribos salientes. As armaduras negativas são colocadas dentro dos estribos durante a montagem das peças.

A laje é concretada junto com a parte faltante da viga, sem uso de formas, introduzindo-se escoras intermediárias sob as pré-lajes. O içamento das peças é feito com uma treliça espacial, engatadas em ganchos devidamente posicionados e corretamente dimensionado para que as peça não sofram punção.

As escadas pré-moldadas são assentadas em consoles e abas das vigas e pilares. Seu uso é liberado após a montagem, podendo servir de acesso aos operários até a laje em execução.

A vibração do concreto dos elementos pré-moldados é feita com mesa vibratória é mais eficiente que a vibração interna. Um sistema com bandejas para pré-laje faz com que a forma inteira seja transportada para uma mesa onde existe vibradores capazes de vibrar $0,5 \text{ m}^3$ de concreto em pouco mais de 1 minuto. A escolha entre formas metálicas ou de madeira com ou sem proteção especial com pintura epox depende da quantidade de vezes que se

deseja utiliza-las. Normalmente uma forma metálica permite mais de 300 reutilizações. Independente do f_{ck} especificado, como regra básica, o concreto das peças pré-moldadas devem desenvolver resistência de no mínimo 6 MPa após 20 horas de concretagem, garantindo o ciclo de desfôrma e reutilização das formas. A cura deve continuar após este período, e estocagem das peças não podem causar esforços diferentes dos previstos no dimensionamento. Pode-se considerar dois tipos de pré-moldados: os pesados, acima de 3 t, indicados para galpões industriais, e os leves, para edificações convencionais.

Os sistemas de pré-vigas e pré-lajes em edifícios residenciais não eliminam o monolitismo da estrutura. Por isto são feitas concretagens in loco que garantem a ligação entre os pré-moldados e a transferência de cargas, principalmente as horizontais causadas pela ação do vento. Assim sendo não há limitação do sistema para o emprego em prédios de altura relativamente acentuadas.

Os sistemas construídos por painéis autoportantes geralmente não garantem o monolitismo porque não possuem armaduras verticais entre os andares. Assim os painéis devem resistir aos esforços do vento como um conjunto. Sem as armaduras, não pode haver esforços de tração. Como solução a estabilidade global do prédio, deve ser verificada e, no caso de existirem tensões de tração, deve-se buscar alternativas para eliminá-las. Isto é possível aumentando o número de painéis, diminuindo a parcela de vento para cada um e o aumento do peso próprio dos painéis aumenta a compressão que se contrapõem as tensões de tração. O dimensionamento é similar ao da alvenaria estrutural só que sem armaduras de combate as tensões de tração.

2.2.4 Pilares

Os pilares pré-fabricados de concreto armado ou protendido, vibrado ou centrifugado são produzidos em seção quadrada, circular, retangular ou octogonal e podem ser maciços ou possuir furo central para escoamento de águas pluviais provenientes da cobertura.

As formas metálicas são ajustáveis às dimensões que variam de 20 x 20 cm ou 70 x 120 cm no caso das seções retangulares.

As seções circulares, trapezoidais e variáveis também podem ser executadas mediante consulta. A forma octogonal é a mais comum nos pilares centrifugados.

Os pilares são engastados nos blocos de fundações in loco e as vigas podem ser apoiadas diretamente sobre o topo dos pilares ou em consolos retangulares ou trapezoidais localizados em qualquer face da altura determinada pelo projeto.

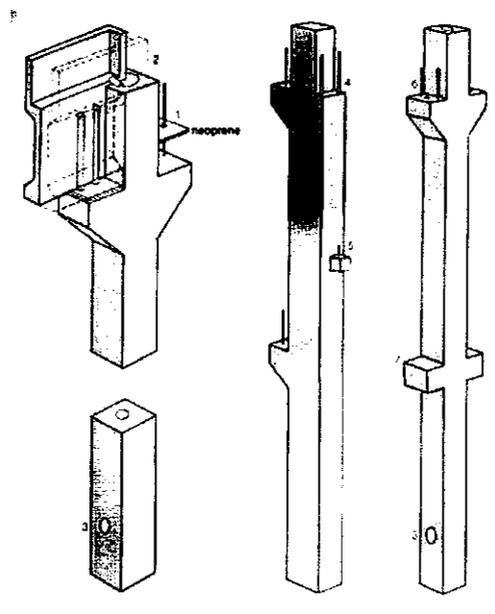


Figura 1 – pilares em pré-moldado

2.2.5 Vigas

As vigas pré-fabricadas podem ser fabricadas em concreto armado ou protendido. Cumprem na estrutura as funções de suporte de laje, de piso, vigatilha, laje de forro, elementos de cobertura, de painéis de fechamento, caminhos de ponte rolante. Funcionam ainda como elemento de travamento de painéis e como coletores de águas pluviais provenientes da cobertura.

Os perfis das seções transversais podem ser retangulares, trapezoidais e especiais. Os retangulares e trapezoidais constituem os mais simples do ponto de vista de fabricação. As seções "I", "T", "Y" geralmente adotadas para peças protendidas, derivam da premissa de suprimir o concreto nas regiões onde ele é menos solicitado, diminuindo assim o peso próprio das vigas.

As seções especiais ("U", "T", "L" invertido) visam atender exigências de compatibilidade geométrica das ligações entre os componentes ou ainda para cumprir outras funções como coletor de águas pluviais, por exemplo.

As medidas das seções transversais podem variar desde 0,20 m até 0,70 m de base e de 0,30 m até 2,20 m de altura. Os comprimentos variam de acordo com a necessidade de projeto.

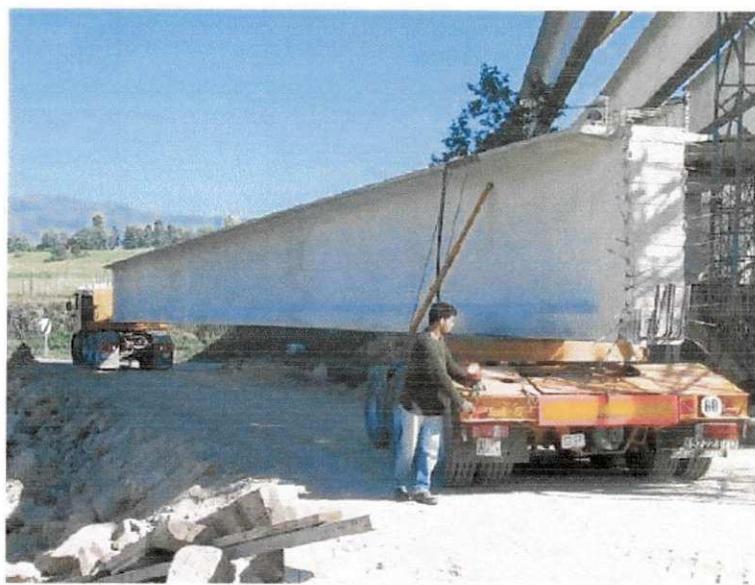


Figura 2 – viga em pré-moldado

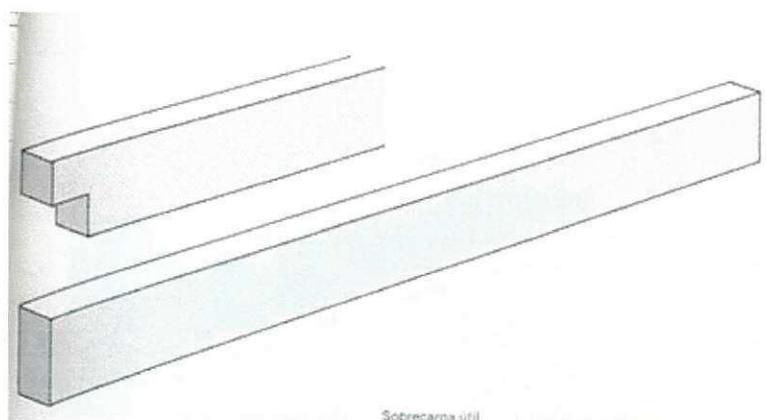


Figura 3 – viga com apoio macho-fêmea e viga em barra

2.2.5.1 Vigas Telhas

Estes componentes são executados em formas metálicas concretadas por meio de um “carro de concretagem” que se desloca ao longo da forma. A montagem das vigas telhas é feita por meio de justaposição sendo que as juntas são impermeabilizadas para garantir a estanqueidade da cobertura. Podem ser alternadas com linha de domos translúcidos que proporcionam iluminação zenital e ventilação.

As telhas “W” têm largura modular de 1,25 m; as “Y”, 2,50 m; as “HP”, 2,50 m, 2,70 m e 3,00 m e as “MH” 1,25 m e 1,50 m. O comprimento máximo atingido pelas vigas telhas é de 30,00 m com carga acidental de 50 Kgf/m².

As vigas V são usadas como cobertura em prédios comerciais, industriais, de ensino, depósitos, etc. Podem ser usadas sobre estruturas pré-fabricadas ou estruturas convencionais moldadas "in loco". São produzidas por moldadoras móveis sobre pista metálica, o que proporciona excelente acabamento. São elementos protendidos, estanques, que dispensam, qualquer tipo de impermeabilização. As vigas V podem ser intercaladas com domus longitudinais translúcidos em fibra-de-vidro, possibilitando a iluminação e a ventilação zenitais dos ambientes cobertos.

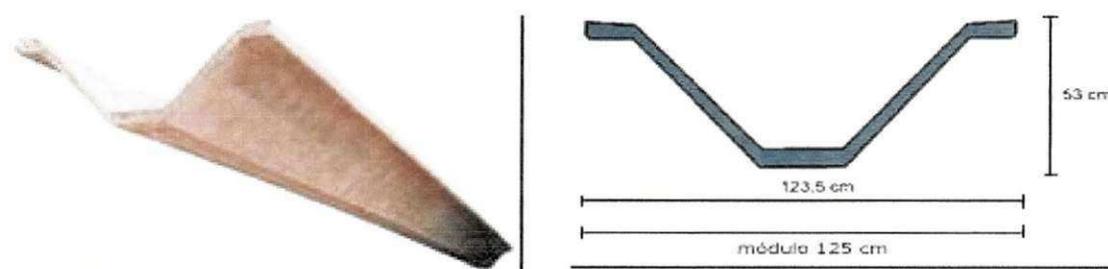


Figura 4 – modelo de viga telha e suas dimensões

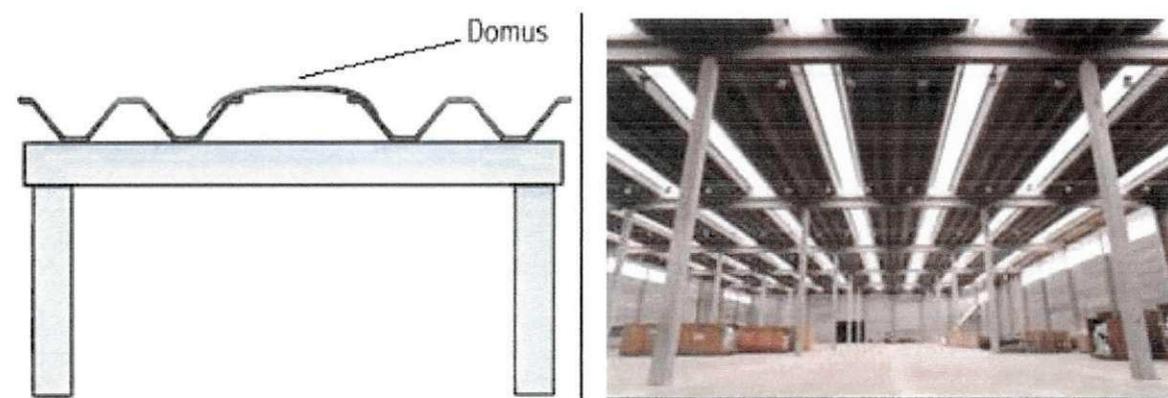


Figura 5 – ilustração do domus com vedação e iluminação

2.2.6 Lajes

As lajes pré-fabricadas de concreto são produzidas nas usinas em pista de protensão e moldadas em formas metálicas fixas ou por processo de extrusão. As formas das seções transversais apresentam uma mesa e nervuras cuja variação em número e localização define os diferentes tipos de perfis. As formas não permitem grandes variações a não ser nas alturas das nervuras e na confecção de vazios na mesa. A execução de moldes ou formas especiais para atender a um projeto raramente se justifica, pois exige altos investimentos ao longo do tempo de amortização.

As lajes de pisos vazados são produzidas por máquinas de execução que se deslocam ao longo da pista de protensão. Como tem o comprimento igual ao das pistas, elas serão cortadas por discos diamantados no tamanho específico do projeto. A largura é de 1,00 m e a altura de 0,10 m; 0,15 m; 0,20 m e 0,25 m.

Existem também lajes pré-fabricadas constituídas por vigas ou vigotas de concreto e blocos que podem ser de diversos materiais, sendo mais utilizados os de cerâmica e os de concreto. Dependendo do tipo de vigota utilizada, as lajes pré-fabricadas podem ser: protendidas, comum ou treliçadas.

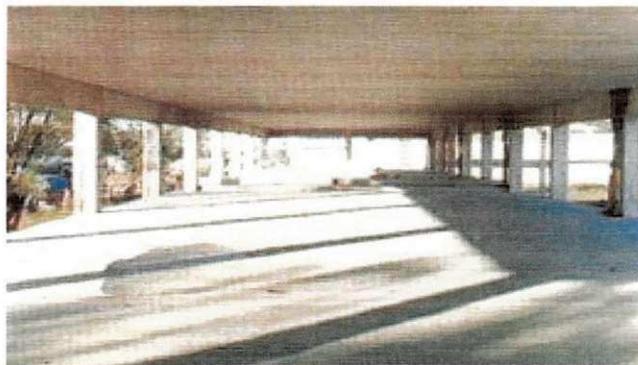


Figura 6 – Edificação em pré-moldado, vencendo grandes vãos



Figura 7 – pormenor da pré-laje funcionando com cofragem



Figura 8 – exemplos de pré-lajes utilizadas em obra

2.2.9 Laje Treliça

Desenvolvida na Europa, a Laje Treliça surgiu para superar algumas deficiências que a laje convencional pré-fabricada apresenta, e também competir com a laje maciça no que diz respeito à relação custo x benefício. Hoje, portanto, são utilizadas com grande sucesso na construção civil em todo o mundo.

Embora seja fácil, fabricar Laje Treliça requer alguns conhecimentos básicos para melhor aproveitamento e aplicação do produto.

A armação da treliça é uma estrutura de aço soldada por de modo a formar duas treliças unidas pelo vértice. A secção transversal da armação é um triângulo espacial, tendo no vértice um vergalhão e embaixo dois vergalhões (que é fundida a uma base de concreto formando assim, a vigota) de bitola variável de acordo com a resistência desejada. Como parte da armadura da vigota fica exposta o concreto da capa que é lançado após a montagem da laje, envolve totalmente a treliça favorecendo a aderência, evitando assim, o aparecimento de trincas na laje. Lateralmente a treliça é completada por dois vergalhões de aço dobrados em sinusóide, que proporcionam rigidez ao conjunto e excelentes condições de transporte e manuseio. Oferece também vantagens no que diz respeito aos esforços de flexão e cisalhamento. A Laje Treliça suporta maiores cargas e requer um menor número de vigas, em razão da utilização de vãos maiores. Trabalhar sobre e sob uma Laje Treliça é bem mais seguro que em uma laje convencional, pois a treliça aceita qualquer sobrecarga em razão de uma forte vocação técnica que o conjunto dos elementos estruturais oferece. Conseqüentemente é permitida maior distribuição de paredes sobre a laje, sem qualquer vigamento extra.

A seguir documenta-se algumas obras construídas com o Sistema Treliçado, utilizando a armação treliçada fabricada e aplicada pela Empresa especializada PUMA.



Figura 9 – Edifício Paula Rosa 11 andares - 9 apartamentos
1 duplex 1.980 m² de Laje Treliça

2.2.6.2 Comparação das lajes premoldadas x convencional

Por superar grandes vãos, suportar grandes cargas, reduzir mão-de-obra gerando maior rapidez na montagem, a Laje Treliça possibilita perfeita adequação a inúmeras aplicações de maneira racional e competitiva. A vigota treliçada proporciona total aderência do concreto à armação, resultando em um conjunto perfeitamente monolítico e acabando com um dos principais problemas da laje de viga "T", que é a falta de aderência do capeamento.

- Vantagens da Vigota Treliçada Com E.P.S. (Isopor)

Surge no mercado nacional da construção civil, o uso de um elemento com forte vocação técnica e redução de custos no sistema estrutural de edificações em concreto armado. É o E.P.S. (Isopor), que atua como elemento intermediário na Laje Treliça pré-fabricada, reduzindo significativamente o peso próprio da laje acabada. Conseqüentemente diminuem as reações; nos apoios das vigas, das vigas para os pilares e dos pilares até as fundações, economizando assim aço, concreto, fôrmas e mão-de-obra em toda a estrutura. Apresenta também redução de mão-de-obra na montagem da laje e redução da seção de aço positivo nas vigotas pré-fabricadas.

A redução da mão-de-obra para montagem dos blocos intermediários de EPS é de 90%.

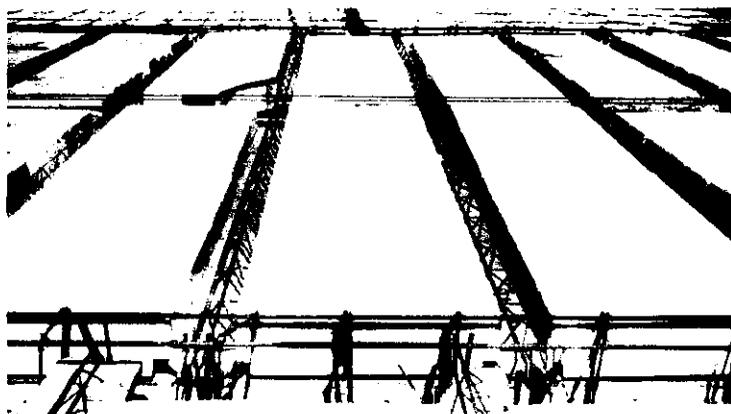


Figura 10 – exemplo de laje treliçada com utilização de isopor

As lajes pré-fabricadas de concreto são produzidas nas usinas em pista de protensão e moldadas em formas metálicas fixas ou por processo de extrusão. As formas das seções transversais apresentam uma mesa e nervuras cuja variação em número e localização definem os diferentes tipos de perfis. As formas não permitem grandes variações à não ser nas alturas das nervuras e na confecção de vazios na mesa. A execução de moldes ou formas especiais para atender a um projeto raramente se justifica, pois exige altos investimentos ao longo do tempo de amortização.

2.2.6.3 Lajes alveolares de concreto protendido Tipo Roth

As lajes alveolares pré-fabricadas de concreto protendido Tipo Roth são executadas mediante utilização de moldadoras móveis. A moldagem se processa sobre pistas metálicas de 120m de comprimento. A armadura das lajes, formada por cordoalhas de aço (RB-190), é protensionada sobre as pistas. O concreto, durante a extrusão produzida pela moldadora, envolve as cordoalhas, onde o excepcional adensamento daquele, garante a perfeita aderência entre os dois materiais. O concreto, racionalmente dosado ($f_{ck} > 30$ MPa), tem sua cura acelerada mediante aplicação de vapor. Quando atingida a resistência necessária, as lajes são serradas, momento que transfere a protensão ao concreto. As lajes apresentam vazios longitudinais que lhes proporcionam reduções de peso próprio da ordem de 30 à 45% em relação a lajes maciças de iguais espessuras.

A concepção do perfil lateral das lajes permite que, uma vez rejuntadas, trabalhem como conjunto. O rejuntamento com concreto tem a função estrutural de entarugamento. No comprimento, as lajes podem ser serradas com precisão de mais ou menos 1cm. As diversas espessuras de lajes aliadas a diversas possibilidades de protensão proporcionam ao produto grande versatilidade de uso. As lajes podem ser, incorporadas à construção apoiadas em paredes de alvenaria, estruturas de concreto ou metálicas. Dentre as diversas utilizações das lajes protendidas Tipo Roth, podemos enumerar: entrepisos, forros, muros de arrimo, arquibancadas de estádios, coberturas de canais, passarelas e painéis de fechamento lateral e etc.



Figura 11 – foto de uma laje alveolar de concreto protendido

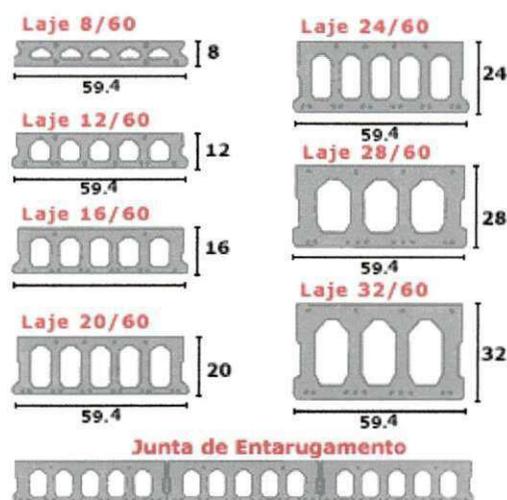


Figura 12 – tipos de lajes alveolares e suas dimensões



Figura 13 – edificação com laje alveolar

2.2.6.4 lajes tipo TT

Podem ser usadas como entrepisos, industriais, de ensino, depósitos, etc., podendo ser montadas tanto em estruturas pré-fabricadas como em estruturas convencionais moldadas "In loco" ou estruturas metálicas. São produzidas em forma metálicas, que proporcionam excelente acabamento dos elementos, dispensando forro ou reboco.

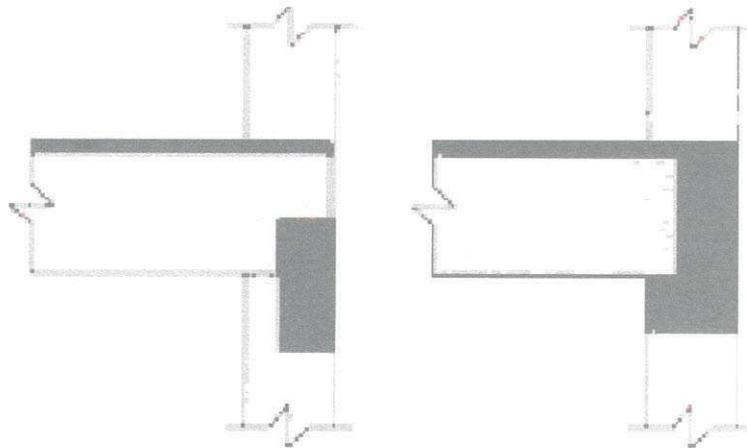


Figura 14 – possibilidades de apoio da laje TT

Nas lajes tipo TT é possível a execução de furos e aberturas para passagem de tubulações (ar condicionado, instalações, etc.), conforme o desenho abaixo, desde que previstos no projeto.

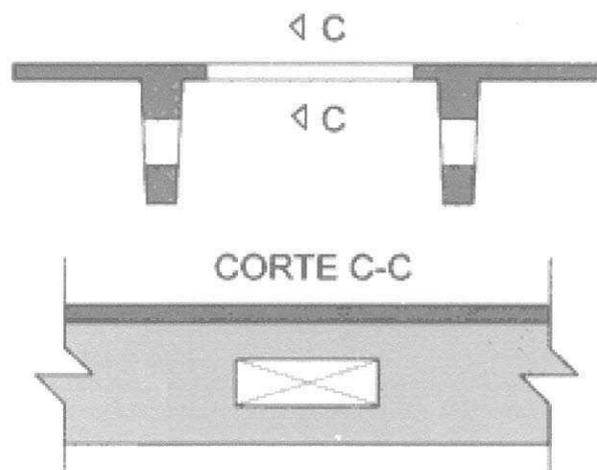


Figura 15 – esquema da laje TT em corte



Figura 16 – foto de uma laje TT



Figura 17 – edificação feita com laje TT

2.2.6.5 Utilização de lajes pré-moldadas em edifícios altos

Freqüentemente se questiona o emprego deste tipo de laje em edifícios altos onde estas são consideradas como diafragmas rígidos para interligação das estruturas de contraventamento destes edifícios.

As lajes adquirem neste caso a finalidade adicional de transmitir cargas em seu plano, além das cargas normais como é usual. Estas cargas no plano da laje referem-se a interação entre os painéis de contraventamento, isto é: as forças que são transmitidas de um painel de contraventamento para outro. Estas forças geralmente são de pequena intensidade e podem causar os seguintes efeitos:

Compressão ou tração nas nervuras seguidas de cisalhamento no plano da capa de compressão, quando atuam paralelamente às nervuras;

Compressão ou tração na capa de compressão, quando atuam paralelamente às nervuras.

A avaliação destes esforços pode ser feita pelo projetista da estrutura do edifício e poderá ser repassada ao fabricante para posterior reforço no dimensionamento da laje. Via de regra estes esforços não alterarão de forma sensível o dimensionamento das lajes mas recomenda-se, por precaução, a adoção das seguintes medidas nestes casos:

Utilização de uma espessura para a capa de compressão maior do que o usual.

Adoção de uma tela na capa para combater tensões geradas por cisalhamento em seu plano.

Adoção de vigas treliçadas compatíveis com as alturas das lajes.

2.2.7 Paredes\Painéis

Trata-se de componentes utilizados como paredes, geralmente apoiadas em vigas baldrame e fixadas nas vigas situadas ao nível da cobertura.

Possuem seção transversal igual à das lajes de piso e de algumas telhas sendo produzidas de maneira semelhante.

Permitem a confecção de aberturas durante a fabricação onde são produzidos os caixilhos, os painéis de fechamento podem ser produzidos com até 15 m de comprimento em condições normais. Alturas maiores e fixação em vigas intermediária dependem de consulta prévia, pois estão condicionados a alguns fatores ligados a fabricação, transporte, armazenamento e montagem.



Figura 18 – parede pré-moldada auto portante e tipos de painéis

Esta é a grande novidade, módulos de parede, com as dimensões de 1,20m X 0,90m. As espessuras são em três medidas diferentes 0,10m 0,14m e 0,20m.

A Parede Pré-moldada Autoportante é constituída de duas placas cimentícias, com peças de material cerâmico ou EPS incorporadas à ela, formando uma câmara de ar em seu interior, barreira termoacústica natural. A passagem de dutos hidráulicos e elétricos é extremamente fácil, pois já possui espaçamento para esse fim. A montagem é feita sobre radier ou viga baldrame, *grauteada* a cada 1,20m, ou conforme necessidade de cálculo. O consumo de concreto é de 15litros/m².O peso próprio da parede pronta é de 85Kg/m² contra aproximadamente 210k /m² de uma parede de alvenaria convencional (variável de acordo com o tipo de bloco usado). A abertura de vãos para portas e janelas, não previstas anteriormente no projeto, é feita de maneira muito simples.

2.2.8 Manilhas

O Brasil tem tradição na utilização de tubos de concreto em obras de canalização de águas pluviais e esgoto sanitário por oferecer uma excelente relação custo x benefício.

Segundo o engenheiro Alírio Gimenez, presidente da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto (ABTC), "a principal qualidade dos tubos de concreto está no fato de o material ser rígido (concreto), que não permite a ovalização do tubo ou esmagamento sob a ação de cargas, o que garante a estabilidade de aterros e condições favoráveis de escoamento hidráulico". Além disso, os tubos de concreto têm excelente desempenho no transporte de líquidos agressivos de várias procedências, como esgotos sanitários, efluentes industriais e líquidos aquecidos e corrosivos, o que garante segurança ao meio ambiente. Os tubos não permitem que o material transportado vaze e polua o lençol freático próximo à rede. Essa garantia se dá por meio das juntas elásticas entre os tubos e por sua garantia estrutural. Sendo a água uma das principais preocupações ambientais, órgãos públicos e secretarias devem estar atentas ao assunto.

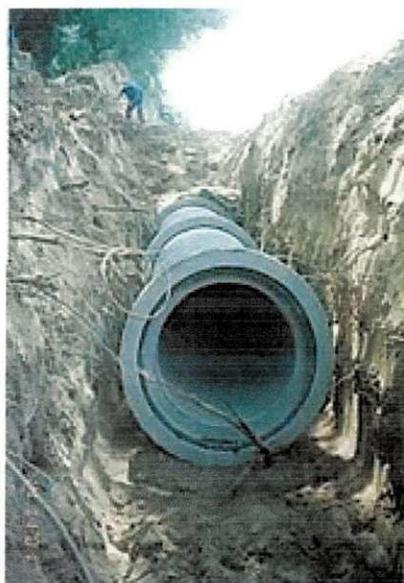


Figura 19 – sistema de drenagem com tubo pré-moldado

Do ponto de vista de estrutura física, todos estes cabos e tubulações podem ser acomodados nas chamadas galerias técnicas, uma solução proposta pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto (ABTC). As galerias técnicas são tubulações de concreto de grande porte, que podem ser circulares ou retangulares. Sua finalidade é organizar o subsolo, abrigando os vários sistemas em um único espaço, o que significa a redução de custos de ampliação do sistema ao poder público e concessionárias. O engenheiro especialista da ABCP Luiz Henrique Sales Sartori reforça as qualidades da solução: "Nas galerias, dutos e cabos são separados por prateleiras, de acordo

com critérios técnicos. O espaço pode ter iluminação e ser dimensionado para receber visitas de funcionários de manutenção. Para isso, não é preciso abrir valas nas ruas".

2.2.9 Outros

Caixa de condicionadores de ar

Soluções tecnológicas avançadas nos permitiram o desenvolvimento de caixas para ar condicionado mais esbeltas e muito mais leves do que as tradicionais, sem prejuízo da durabilidade, impermeabilidade e resistência do pré-moldado.

Devido à redução de peso e ao formato bipartido, as caixas para ar condicionado BetonPlus são facilmente transportáveis e manuseáveis, propiciando grande velocidade e eficiência na sua instalação.

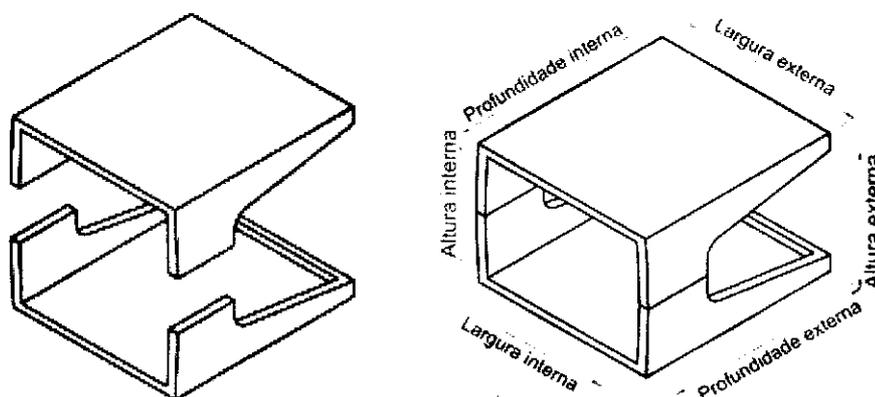


Figura 20 – ilustração de uma caixa de ar-condicionado

Escadas

A mão-de-obra representa 21% no custo final das escadas de concreto armado (pronta para uso, em dois lances e com pé direito de 2,8 m) e apenas 4% nas escadas pré-moldadas. Pesquisas mostram que os materiais representam 96% do custo final da escada pré-moldada e 79% nas escadas de concreto armado.

São feitas no canteiro da obra, para depois serem transportadas e colocadas no seu devido espaço. Elimina os arremates finais, tem a garantia das geometrias da peça e agiliza a execução da estrutura de concreto.

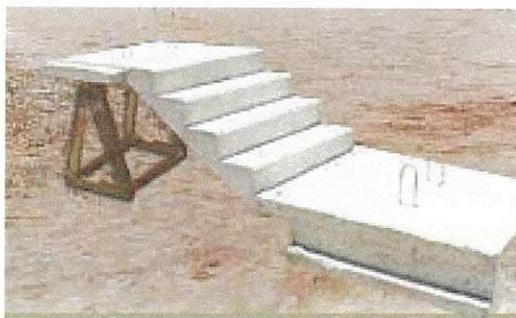


Figura 21 – escada pré-moldada antes de ser instalada



Figura 22 – escada pré-moldada depois de ser instalada

Para tanto é necessário e de bom senso que se adote um projeto único e padronizado que obedeça a uma modulação universal quanto ao conjunto que envolve a escada:



Figura 23 – escada pré-moldada antes e depois de ser instalada

Blocos

- Composição

Blocos de Concreto - Cimento Portland, Agregados (areia, pedra, argila expandida etc.) e água, sendo ainda permitido o uso de aditivos, desde que não acarretem prejuízo às características do produto.

- Principais requisitos

Aspecto

Devem ser homogêneos, compactos e com arestas vivas, não apresentar trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento, resistência e durabilidade ou o acabamento em aplicações aparentes, sem revestimento. Se destinados a receber revestimento, devem ter a superfície suficientemente áspera para garantir uma boa aderência.

Absorção de água

Está diretamente relacionada à impermeabilidade dos produtos, ao acréscimo imprevisto de peso à parede saturada e à durabilidade.

Modulação

O processo de fabricação (mistura homogênea, prensagem, secagem e cura controlada), confere aos produtos grande regularidade de formas e dimensões possibilitando a modulação da obra já a partir do projeto, evitando-se improvisos e os costumeiros desperdícios deles decorrentes.

Os blocos de concreto são materiais básicos de construção. Recentemente, os blocos de concreto de cor cinza receberam inovação e apresentam novas variedades de tamanhos, formas, cores e texturas. Dessa forma, proporcionam construções belíssimas e funcionais, o que garante popularidade entre os construtores, engenheiros e principalmente arquitetos devido à flexibilidade de criação para atender projetos de residências, hospitais, escolas, edifícios comerciais e residenciais de médio e alto padrão, habitação popular, etc.

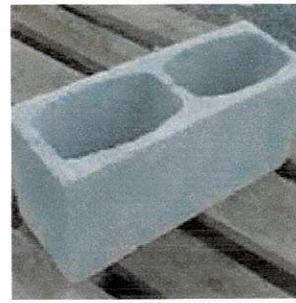
Os diferenciais que determinam a opção pelos blocos de concreto são os benefícios obtidos através do conceito de sistema construtivo, como segue:

- Precisão das dimensões e modulação;
- Construção sem a necessidade do uso de formas;
- Possibilidade de paredes sem revestimento externo;
- Tubulações embutidas nas paredes;
- Desperdício mínimo, sem geração de entulho.

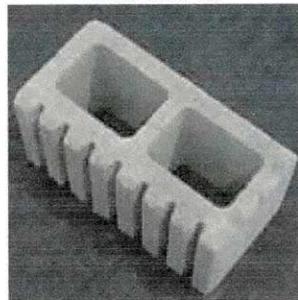
No Brasil são fabricados vários tipos de blocos que se diferenciam pelas cores, formatos e dimensões. Abaixo estão demonstrados os modelos mais comuns:



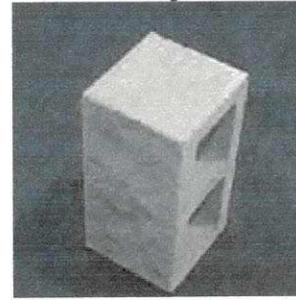
estrutural



vedação



Ranhurado



Split

Figura 24 –tipos de blocos de concreto

2.2.10 Exemplos de pontes em pré-moldado

- Ponte de Saint Cloud



Figura 25 –construção da ponte de Saint Cloud



Figura 26 – fotos da construção Ponte Rio Niterói

2.3 PRODUÇÃO, TRANSPORTE E MONTAGEM

2.3.1 Produção dos Elementos Pré-moldados

Projeto estrutural

O projeto estrutural é gerado a partir de informações colhidas do projeto de arquitetura do edifício. A qualidade da obra produzida com elementos pré-moldados é garantida com a elaboração de projetos que analisa a solução global da obra, interando fundações e estrutura, desenvolvidas por profissionais próprios da USICON.

Produção dos elementos pré-moldados

- Água

A água usada para mesclar e curar o concreto será do tipo “Potável” conforme NBR 6118.

- Agregados

Os agregados são de densidade normal e resultarão da desintegração natural ou mecânica de rochas de composição adequada.

- Cimento

Usa-se cimento do tipo Portland de Alta Resistência.

- Aditivos

Quando for necessário e conveniente agregar-se-ão ao concreto aditivos conforme especificações técnicas.

- Concreto

As quantidades de cimento, agregados, água e aditivos são dosados em usina própria, medidos em peso e corrigido o peso água em decorrência da umidade dos agregados. A composição resultante será o tipo "CAD" concreto de alto desempenho.

- Armaduras

São constituídas de Aço CA50A, CA60A, tela soldada, CP175RBE, CP190RB, conforme NBR 7480, 7481, 7482 e NBR 7483. As armaduras são posicionadas de modo que o concreto mantenha um recobrimento sob as mesmas, recobrimento esse garantido através de dispositivos plásticos especialmente projetados para esse fim.

- Ligações de elementos pré-moldados entre si

Conforme dispostos na NBR 9062, item 7(em anexo).

- Soldas

São utilizadas para garantir o trabalho conjunto das barras unidas, conforme dispositivos na NBR 9062. Utiliza-se eletrodos E70XX, para aço CA25 e CA50A ; não se utiliza solda em aço do tipo CP175/190.

- Alça de levantamento

Utiliza-se o prescrito na NBR 9062, limitando-se ao uso de aço CA25 e cordoalhas de aço, obedecendo a um coeficiente de segurança maior que (4).

- Fadiga

Executa-se verificação para as peças e as obras em elementos pré-moldados que estiverem sujeitos à alternância de carregamentos, notadamente com inversão de esforços solicitantes e grande repetição do ciclo de carregamento.

- Deformação das Peças e Limites de Utilização

As peças pré-moldadas não devem apresentar deformações plásticas excessivas ou instabilidade. Não devem apresentar fissuras que prejudiquem o uso ou durabilidade das peças, conforme NBR 9062 item 5.2.4 e 5.2.5.

Segurança do trabalho

Os funcionários ou pessoas que estão envolvidas com a produção / montagem dos elementos pré-moldados, recebem instruções e equipamentos adequados à sua segurança.

- Equipamentos de Proteção

Capacetes

Fornecem proteção ao crânio quanto a choques, quedas de objetos contundentes, descargas elétricas, etc.

Óculos de Proteção e Máscaras

Fornecem proteção aos olhos para que o funcionário possa efetuar serviços de solda, lixamentos, etc.

Protetores Auriculares

Fornecem proteção auditiva para os funcionários que trabalham em região de alto ruído (acima do nível estabelecido na Norma Regulamentadora da Consolidação das Leis do Trabalho).

Máscaras com Filtros e Respiradores

Fornecem proteção aos pulmões contra a poeira (lixamento, manuseio de cimento, etc .), contra areia (usada em jatos para alguns serviços), e contra produtos químicos tóxicos.

Luvas

Fornecem proteção às mãos dos funcionários contra materiais cáusticos, tóxicos, oleosos, choque elétrico, materiais aquecidos, etc.

Mangas de Proteção

Fornecem proteção ao antebraço contra materiais cáusticos, tóxicos, oleosos, choque elétrico, materiais aquecidos, etc.

Botas e sapatos especiais

Fornecem proteção aos pés e pernas do funcionário contra materiais cáusticos, tóxicos, oleosos, choque elétrico, materiais aquecidos, etc.

Capas e aventais

Fornecem proteção contra chuva e agentes químicos.

Jaquetas

Fornecem proteção contra agentes térmicos. Fornecem segurança contra quedas quando o funcionário trabalha em níveis elevados em relação ao solo.

Protensão

Como parte do processo de produção de elementos pré-moldados, a protensão envolve o tracionamento de grandes extensões de cabos de aço, que são levados a estados de tensões próximos de seu limite de resistência. Portanto, são tomadas todas as precauções necessárias para que se evitem acidentes.

Antes de executar a tração dos cabos certifica-se de que todos os funcionários não necessários à execução da tarefa abandonem a área adjacente e a linha direta do cabo. Os cones de ancoragem e suas cunhas, devem ser contidos em caso de ruptura do cabo; os meios de contenção devem ser capazes de impedir que estas peças e o próprio cabo se transformem em projéteis, para isso existem paredes apropriadamente depositas nas extremidades das pistas. Os cabos são tracionados gradativamente e a certificação das tensões é feita pelo alongamento do aço e pela pressão do óleo no cilindro do macaco de protensão.

Atingida a tensão de projeto, inspeciona-se todos os cones de ancoragem e as cunhas, certifica-se que todos estejam limpos e isentos de trincas, fissuras e desalinhamentos.

Desprotensão

É o processo de liberação dos cones de ancoragem, ocorre quando o concreto do elemento pré-moldado atinge a resistência característica de projeto, resistência esta verificada através do rompimento de corpo de prova, conforme a NBR 5739.

A desprotensão é feita através de macacos hidráulicos adequadamente alojados nos "perfis" de ancoragem. Também é usado o processo de desprotenção através do corte das cordoalhas com soldas elétricas em posição previamente analisada e cortes alternados na mesma seção, desde que o concreto apresente resistência característica devidamente comprovada através de rompimento de corpo de prova, conforme a NBR 5739.

2.3.2 Transporte

O transporte deve ser efetuado por veículos apropriados as dimensões e pesos dos elementos pré-moldados. O carregamento e feito com os mesmos cuidados tomados no manuseio, utilizando dispositivos de apoio como cavaletes, caibros e vigotas, constituídas ou revestidas elementos macios para não danificar os elementos de concreto.

Os elementos disposto em uma ou mais camadas devem se devidamente escoradas para evitar tombamentos e deslizamento longitudinais e transversais durante as partidas, freadas e trânsito do veículo.

2.3.3 Montagem de elementos pré-moldados

A montagem dos elementos pré-moldados em sua posições definitiva na obra, é realizada por intermédio de máquinas, equipamentos e acessórios apropriados, utilizando-se os pontos de suspensão localizados nas peças de concreto, evitando-se choques e movimentos abruptos.

Escoramento

Pode eventualmente ser previsto escoramento provisório para auxílio no posicionamento das peças e garantia de estabilidade até que a ligação definitiva seja efetuada. Este escoramento deve ser projetado de modo a não sofrer sob ação do seu peso, do peso dos elementos pré-moldados e das cargas acidentais que possam atuar durante a execução da montagem, deformações ou movimentos prejudiciais ao concreto.

Procedimentos

Na preparação do planejamento geral e métodos de montagem, o executor fará uma perfeita previsão dos diversos obstáculos e obstruções que encontrará no canteiro de obra; caso venha verificar alguma anormalidade que possa prejudicar o início dos serviços, estas anormalidades serão relatadas por escrito ao Contratante.

Denomina-se canteiros de obra, todo o limite geográfico pertencente ao imóvel em construção. Este limite será observado em comum acordo entre o Executor e o Contratante. Definido o Canteiro de Obra o Executor terá controle total dele, passando a definir autorização por escrito no que diz respeito à utilização, acesso, circulação de pedestres, máquinas e veículos dentro do canteiro de obra. Pessoas, máquinas, veículos e equipamentos que não os observados anteriormente, serão considerados como "agente estranho" dentro do canteiro de obra, eximindo o Executor assim como o Contratante de qualquer ônus civil ou criminal, com referências a danos sofridos ao "agente estranho". Para alertar a possibilidade de "agente estranho" será colocado nos

principais acessos ao canteiro de obra, placa sinalizadora medindo 0,65m de altura por 1,00m de comprimento, com os dizeres em letras de forma "Acesso somente com autorização por escrito".

Quando o executor der permissão por escrito a pessoas alheias aos serviços de montagem, para circularem no canteiro de obra, este o fará mediante esclarecimentos dos riscos pertinentes a acidentes físicos e materiais a que esta pessoa possa estar sujeita. Após a assinatura deste termo de responsabilidade a pessoa que adentrar ao canteiro de obra se responsabilizará por eventuais danos que possa vir a sofrer.

O R.D.O. Relatório Diário de Obras, será preparado em três vias formados por dois tipos distintos: R.D.O (P) Relatório Diário do produtor e R.D.O (E) Relatório Diário do executor;

Em ambos os relatórios (R.D.O. (P) e R.D.O. (E)) serão anotados:

- Os serviços executados;
- As irregularidades encontradas;
- As causas de paralisação temporária dos serviços.

Esses relatórios farão parte integrante dos serviços entregues conforme item 7.9 deste procedimento. A critério do Contratante se este julgar necessário, terá livre acesso ao canteiro de obra, onde poderá acompanhar através de um técnico habilitado os critérios do Produtor / Executor na elaboração desses relatórios.

Montagem

O executor deverá proceder a montagem das estruturas em estreita concordância com os desenhos de montagem preparado pelo Produtor, observando os dispostos no item "transporte". Dúvidas e/ou impasses que surjam durante os serviços de montagem deverão ser esclarecidos por escrito junto ao produtor .

Antes de dar início aos serviços de montagem, o executor deverá fazer uma completa e cuidadosa verificação do posicionamento de elementos , tais como:

- a) Locação e elevação (nível) de todas as fundações e outros elementos estruturais sobre os quais montarão as estruturas.
- b) Locação e alinhamento de todas os chumbadores de ancoragem e inserts nos quais será conectada a estrutura
- c) Inspeccionar as peças da estrutura quanto a eventuais defeitos causados por acondicionamento ou pela entrega. A verificação de qualquer defeito deverá ser notificada com clareza, por escrito, o mais rápido possível, para que a entidade responsável possa corrigi-los sem que haja atrasos nos serviços de montagem da estrutura.

d) O executor fornecerá todo e qualquer contraventamento, escoramento, etc., que sejam necessários para pôr a estrutura em esquadro e torná-la estável durante a montagem, particularmente os pilares.

Manuseio

Os elementos pré-moldados são suspensos e movimentados por intermédio de máquinas, equipamentos e acessórios apropriados em pontos de suspensão localizados nas peças de concreto perfeitamente definidos em projeto, evitando-se choques e movimentos abruptos. As máquinas de suspensão, balancins, cabos de aço, ganchos e outros dispositivos são dimensionados levando-se em conta as solicitações dinâmicas.

2.4 Solidarização dos Elementos

Estando os pilares devidamente colocados em seus "nichos", o pilar será solidarizado ao "nicho" em duas etapas:

A primeira etapa será "grauteamento" do pilar até os pontos de pré-fixação da coluna com o "nicho" que se dará através de cunhas de madeira. Passando-se o tempo necessário para o "Graunt" obter a resistência de 15 Mpa, serão liberadas as cunhas de madeira e passarão para a concretagem da segunda etapa, a qual preencherá totalmente a cavidade do "nicho". O pilar estará apto para receber carregamento proveniente da montagem das vigas, após o "graunt" apresentar resistência 18 Mpa.

2.4.1 Vigas de Solidarização entre os Pilares

São montadas em consoles existentes no pilar. Os consoles terão chumbadores conforme especificações de projeto e placas de elastômeros para redistribuir as tensões de contato proveniente das vigas. Após a montagem de todas as vigas, para que possa fazer a confirmação das medidas entre eixos, passar-se-á ao processo de "grauteamento" das mesmas nos chumbadores do referido pilar. A viga estará apta para receber carregamentos após o "graunt" apresentar resistência 18 MPa.

Armazenamento

A descarga dos elementos pré-moldados é feita com os mesmos cuidados do manuseio. O armazenamento é efetuado sobre dispositivos de apoio, tais como, cavaletes, caibros ou vigotas, assentes sobre terreno plano e firme; observando as pressões admissíveis para o tipo de solo em questão.

Os elementos pré-moldados podem formar pilhas, intercalando-se dispositivos de apoio para evitar o contato das superfícies de concreto de dois elementos superpostos. Estes apoios estarão situados em regiões previamente determinadas pelo projetista.

Na formação de pilhas devem ser tomados cuidados especiais para manter a verticalidade dos planos: longitudinal, que passa pelos eixos dos elementos, e transversal, que passa pelos dispositivos de apoio. Deve ser analisada criteriosamente a segurança contra o tombamento do elemento considerado isoladamente ou formando pilhas.

Entrega

As entregas são efetuadas em veículos apropriados às dimensões e peso dos elementos pré-moldados, levando-se em consideração as solicitações dinâmicas e garantindo as condições de apoio previstas no projeto.

O carregamento do veículo é efetuado com os mesmos cuidados dispostos no item "armazenamento". Os elementos dispostos em uma ou mais camadas serão devidamente escorados para impedir tombamentos e deslizamentos longitudinais e transversais durante as partidas, freadas e trânsito do veículo.

A superfície de concreto será protegida para não ser danificada nas regiões em contato com cabos, correntes ou outros dispositivos metálicos.

2.5 Controle de Qualidade

O controle de qualidade e a inspeção de todas as etapas de produção, entrega e montagem dos elementos pré-moldados serão executados de forma a garantir o cumprimento das especificações de projeto. Os elementos serão identificados individualmente e, quando conveniente, por lotes de produção o que facilitará em qualquer etapa ou época a constatação da qualidade e resistência do mesmo.

Para a inspeção e controle de qualidade serão utilizadas as especificações e os métodos de ensaio de Normas Brasileiras pertinentes.

Armaduras

Manuseio e transporte das armaduras → O transporte e manuseio das armaduras deve garantir a sua integridade mantendo o alinhamento das barras e protegendo-as contra deformações e ruptura.

Montagem → A armadura deve ser colocada no interior das formas de modo que durante o lançamento do concreto, mantenha-se na posição indicada no

projeto, conservando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e faces internas das formas. É permitido para isto o uso de arames e tarugos de aço ou espaçadores de concreto, argamassa ou de material plástico de alta densidade.

Nos elementos pós-tracionados são tomados cuidados especiais para evitar sinuosidades das bainhas bem como sua danificação e a dispositivos de deslizamento.

Insertos

São as peças incorporadas ao concreto na fase de produção que servem para ligações estruturais ou para permitir fixações de outra natureza. Estes podem ser colocados antes do lançamento do concreto ou após o endurecimento deste e devem ser posicionados de modo na não prejudicar a armadura.

Concreto

Independente do f_{ck} especificado, como regra básica, o concreto das peças pré-moldadas devem desenvolver resistência de no mínimo 6 MPa após 20 horas de concretagem, garantindo o ciclo de desfôrma e reutilização das formas. A cura deve continuar após este período, e estocagem das peças não podem causar esforços diferentes dos previstos no dimensionamento.

Preparo e Concretagem → O amassamento do concreto deve ser mecânico quanto à resistência, a medida dos materiais, o amassamento, transporte e lançamento utiliza-se o que esta descrito na NBR 6118 (Projeto e execução de obras em concreto armado – protendido)

Adensamento → Durante ou imediatamente após o lançamento o concreto deve ser adensado por vibração centrifugação ou prensagem. O adensamento deve ser cuidadoso para que o concreto preencha todos os recantos da forma. Durante o adensamento devem ser tomados as precauções necessárias para que não se forme ninhos ou haja segregação dos materiais.

A vibração do concreto dos elementos pré-moldados é feita com mesa vibratória é mais eficiente que a vibração interna. Um sistema com bandejas para pré-laje faz com que a forma inteira seja transportada para uma mesa onde existe vibradores capazes de vibrar $0,5 \text{ m}^3$ de concreto em pouco mais de 1 minuto.

Formas

As formas devem-se adaptar as formas e dimensões das peças pré-moldadas projetadas. Podem ser construída de aço, alumínio, concreto ou madeira, revestidas ou não de chapas metálicas, fibras, plástico ou outros materiais que atendem as características exigidas pela norma.

A escolha entre formas metálicas ou de madeira com ou sem proteção especial com pintura epox depende da quantidade de vezes que se deseja utiliza-las. Normalmente uma forma metálica permite mais de 300 reutilizações.

Ancoragem → As formas devem ser adequadamente ancoradas às bases, para resistir aos esforços resultantes durante o lançamento e adensamento do concreto assim como da operação de extração dos elementos pré-moldados.

Desmoldagem → O projeto de execução das formas deve atender a todas as condições para fácil desmoldagem, sem danificar os elementos concretados, com previsão de ângulos de saída, livre remoção das laterais e cantos chanfrados ou arredondados.

Limpeza → as formas devem, ser cuidadosamente limpas antes de cada utilização e isentas de pinturas ou outras substância protetoras que possam aderir a superfície dos elementos de concreto.

Formas internas → as formas utilizadas para formação de vazios no interior de elementos de concreto pré-moldado devem ser firmemente ancoradas para evitar a sua flutuação ou deslocamento, por ocasião da concretagem.

Cura e Prazos de Desmoldagem

Cura normal → O concreto deve ser protegido contra agentes prejudiciais, enquanto não atingir o endurecimento, tais como mudanças bruscas de temperatura, secagem chuva forte, agentes químicos bem como choque e vibrações de intensidade tal que possa produzir fissuração na massa de concreto ou prejudicar a sua aderência na armadura.

A proteção contra a secagem prematura pode ser feita mantendo umedecida a superfície ou protegendo com uma película impermeável, pelo tempo necessário a hidratação adequada.

Cura acelerada → O endurecimento do concreto pode ser acelerado por meio de tratamento térmico adequado, este tratamento pode ser isento de vapor ou feito com vapor sob pressão.

Manuseio, Armazenamento, e Transporte de Elementos Pré-Moldados de Concreto.

Manuseio

Os elementos pré-moldados são suspensos e movimentados por intermédio de máquinas, equipamentos e acessórios apropriados em pontos de suspensão localizados nas peças de concreto e perfeitamente definidas em projeto evitando-se choque e movimentos abruptos.

Armazenamento

A descarga dos elementos pré-moldados deve ser feita com os mesmos cuidados dos manuseios, o armazenamento é efetivado sobre dispositivos de apoio tais como cavaletes caibros ou vigotas assente sobre o terreno plano e firme. Podem ser feitas pilhas intercalando-se dispositivos de apoio.

2.6 Vantagens e Desvantagens

As principais vantagens oferecidas pela construção pré-fabricada são a rapidez, a limpeza da obra, controle de qualidade, garantia da construção, a indicação da mão de obra e a possibilidade de combinação de materiais diferentes. As desvantagens são o preço relativamente alto, a necessidade do projeto ser modular, a possibilidade de apresentar fissuras na junção entre placas e a dificuldade de reformar a casa.

Vantagens

- Economia em cofragens e escoramentos;
- Possibilidade de utilizar elementos com geometrias mais complicadas do que as normais seções retangulares de vigas e pilares (por exemplo as vigas em "I" de alma cheia) com vantagens do ponto de vista estrutural e estético, o que normalmente é de difícil concretização em construção tradicional;
- Melhores condições para a moldagem e cura, o que permite a obtenção de peças de melhor qualidade quer do ponto de vista de resistências mecânicas quer da durabilidade;
- Acabamentos de superfície mais aperfeiçoados;
- Maior rendimento na utilização da mão-de-obra permitindo o fabrico em série das peças.

Desvantagens

- Aumento dos custos de transporte, muitas vezes incrementados devido aos cuidados especiais que implica o manuseamento, o transporte e a colocação em obra de determinadas peças de maiores dimensões ou mais esbeltas;
- Maior dificuldade em estabelecer a continuidade entre os vários elementos pré-fabricados, se estes forem utilizados na globalidade da estrutura (em alguns casos essa continuidade só pode ser conseguida utilizando ligações realizadas a partir de elementos metálicos que muitas vezes apresentam execução complicada);

- Perda do monolitismo conseguido pela moldagem “in situ”.

Os sistemas construídos por painéis autoportantes geralmente não garantem o monolitismo porque não possuem armaduras verticais entre os andares. Assim os painéis devem resistir aos esforços do vento como um conjunto. Sem as armaduras, não pode haver esforços de tração. Como solução a estabilidade global do prédio, deve ser verificada e, no caso de existirem tensões de tração, deve-se buscar alternativas para eliminá-las. Isto é possível aumentando o número de painéis, diminuindo a parcela de vento para cada um e o aumento do peso próprio dos painéis aumenta a compressão que se contrapõe as tensões de tração. O dimensionamento é similar ao da alvenaria estrutural só que sem armaduras de combate as tensões de tração.

Por outro lado os sistemas de pré-vigas e pré-lajes em edifícios residenciais não eliminam o monolitismo da estrutura. Por isto são feitas concretagens in loco que garantem a ligação entre os pré-moldados e a transferência de cargas, principalmente as horizontais causadas pela ação do vento. Assim sendo não há limitação do sistema para o emprego em prédios de altura relativamente acentuadas.

2.7 Mecanização e Automação

A possibilidade que a pré-fabricação tem de executar os produtos em instalações apropriadas, conjugada com a racionalização dos meios de produção, permite a obtenção de elementos com elevados níveis de qualidade estética e de resistência. O controle de qualidade é de mais fácil aplicação dado que é possível fazê-lo em todas as fases de fabrico, assim como aos próprios meios utilizados na produção.

1. A rapidez da execução e a regular qualidade do produto conseguem fazer superar, através de uma economia reflexa, os encargos do investimento.
2. A utilização de meios e ferramentas especiais, e o fato de o trabalho se processar ao abrigo das intempéries, refletem-se na qualidade do produto e na redução da quantidade de resíduos e desperdícios.
3. Os pesados encargos com gabinetes técnicos e serviços de gestão, planejamento e controlo, traduzem-se em eficiência e sincronismo dos órgãos do conjunto.
4. O apoio em grandes programas de construção garante a elaboração continuada e o ritmo previsto.
5. A metodologia e as características do processo estão de acordo com as exigências do local e do momento, e utilizam materiais de fácil e econômica aquisição na região.

A finalidade da pré-fabricação é a construção em massa de milhares ou milhões de metros quadrados de áreas habitáveis, para habitação ou trabalho. É necessário construir depressa e bem (com qualidade e economia). Desta forma a pré-fabricação, apareceu sempre que foi necessário oferecer uma resposta rápida às grandes carências de habitação e, no aproveitamento de meios tecnológicos que a antecederam.

Para o cumprimento desses objetivos é necessário o recurso à mecanização e automatização. A primeira consiste na substituição do trabalho humano pelo trabalho mecânico, onde o Homem, em vez de realizar diretamente o esforço de deslocar as cargas, faz acionar máquinas que realizam o trabalho com equipamento apropriado; A segunda consiste na realização de trabalhos diferentes e consecutivos, por meios mecânicos, sem interferência humana. É uma etapa superior em relação à mecanização, já que dispensa a presença do operador para a realização do trabalho.

2.8 NORMAS

A Norma – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado (NBR 9062/ 1985)- determina as exigências para o projeto e execução de estrutura pré-moldadas ou mistas de concreto armado ou protendido. Essa norma tem como objetivo principal a aplicação em edifícios, no entanto suas prescrições podem ser utilizadas quando pertinentes no projeto e execução de estruturas para fundações, obras viárias e demais elementos de utilização isolada.

Exigências Fundamentais na Pré-Fabricação

Sintetizam-se a seguir as exigências mais importantes na pré-fabricação, as quais contribuem para a qualidade dos produtos:

Exigências Funcionais

- Nenhuma parte da construção deve ruir ou deteriorar-se sob a ação dos agentes atmosféricos;
- A construção não deve apresentar risco para ocupantes quando sujeita à ação de choques e vibrações razoavelmente previsíveis;
- Em caso de incêndio, a fachada não deve contribuir para o desenvolvimento ou propagação do fogo;
- Em caso de trovoadas, a eventual queda de um raio não deve afetar fisicamente os ocupantes.

Exigências de Habitabilidade e Durabilidade

- Estanquicidade;
- Conforto higrométrico;
- Conforto acústico;
- Condutibilidade térmica.

Exigências das Ligações

Podemos enumerar as exigências funcionais de uma ligação, como se segue. A ligação é tanto mais eficaz quanto melhor corresponder a essas exigências:

- Fabrico;
- Transporte;
- Montagem;
- Execução;
- Durabilidade;
- Estabilidade ao fogo;
- Comportamento estrutural;
- Estética;
- Economia;
- Rigor geométrico e dimensional;

3 RESULTADOS OBTIDOS

3 RESULTADOS OBTIDOS

A empresa em questão recuperou o laboratório de concreto existente para que pudesse implementar um rigoroso controle tecnológico do seu concreto atendendo a norma vigente e realizando todos os ensaios exigidos pela norma. A empresa reformulou o seu traço do concreto para que não houvesse perda de material. Foi realizada uma recuperação de algumas formas existentes que não estavam em atividade. Também implementou uma rigorosa inspeção no recebimento de seus insumos. Os EPI's foram distribuídos aos funcionários com um controle de entrega – recebimento. Planejou-se um rigoroso controle de seu almoxarifado para que a mesma não venha a ter que parar a produção por falta de insumos.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a recuperação do laboratório de concreto foi percebido uma melhor qualidade de seus produtos diminuindo o índice de reclamação por parte de alguns usuários.

A reformulação do traço de concreto existente na mesma foi feita porque o traço existente tinha uma resistência característica a compressão de 30MPa, onde a norma estabelece que se tenha no mínimo 25MPa. Portanto foi reduzido para que se tenha uma economia na fabricação de seus produtos e na competitividade em licitações.

A recuperação de algumas fôrmas existentes que estavam inativas, foi feita para que se tivesse um aumento na produção, atendendo, assim todos os clientes conquistados pela empresa.

Houve uma significativa mudança no controle de seus materiais, pois existia um descontrole tanto na compra como no consumo da produção. Não existia uma inspeção sobre a qualidade dos insumos. A compra de materiais era informal, ou seja, efetuada através de telefonemas ou contatos diretos sem um controle rígido, ocasionando um descontrole na contabilidade.

As obras passaram a ser executadas com um controle no que se refere ao consumo material e EPI – Equipamento de Proteção Individual, cronograma de execução.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de pré-moldados na construção civil é sem dúvida uma tendência do desenvolvimento industrial. Desta forma a indústria pré-moldada objetiva produção em série de elementos com melhor qualidade, rapidez e economia.

No entanto nem sempre é possível utilizar tal ferramenta devido a limitações econômicas, físicas e até mesmo culturais.

Fatores que Devem ser Levados em Conta na Tomada de Decisão:

- A adequação dos requisitos funcionais às exigências do usuário (todos relativos aos requisitos de desempenho);
- Facilidade de montagem;
- Produtividade;
- Rapidez de execução;
- Necessidade de mecanização e de equipamentos;
- Aspectos ligados ao uso e manutenção, ou seja: a flexibilidade e removibilidade da parede. Este relatório, dentro de suas limitações,

procurou aprofundar o estudo de pré-moldados na construção civil, enunciando metodologias e técnicas existentes específicas para o setor, adaptado para a realidade da empresa em questão que proveu recursos necessários para a concretização deste relatório.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Campos, Paulo Eduardo F. “Sem restrições tecnológicas, os pré-fabricados precisam romper obstáculos culturais”. Texto publicado e periódicos na revista Construção;
- <http://www.abcp.org.br>. Site da Associação Brasileira de Cimento Portland;
- <http://www.comunidadeconstrucao.com.br>. Site de movimento nacional pela integração dos agentes da cadeia produtiva e melhoria contínua dos processos construtivos à base de cimento;
- <http://www.preconcretos.com.br>. Site oficial de empresa especializada na fabricação de estruturas de concreto pré-moldados;
- <http://www.toniolop.com.br>. Site oficial de empresa especializada na fabricação de estruturas de concreto pré-moldados;
- <http://www.usicon.com.br/inf-txob.html>. Site oficial de empresa especializada na fabricação de estruturas de concreto pré-moldados;

- Manual de la Construcción Prefabricada, KONCZ. Ing., Tihamér. 3ª ed. Espanha 1975;
- Manual Técnico de Pré-fabricados de Concreto, ABCI (Associação Brasileira de Construção Industrializada). Organizado Eduardo Henrique Santos Teixeira;
- Professor Milton Bezerra das Chagas Filho, Notas de Aula – Período 2003.2, UFCG – Campus I;
- Revista Técnica-PINI, ed. Nº53, Título: Choque da economia, agosto 2000.
- Revista Engenharia, ed. nº 560, dezembro de 2003.