



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



Relatório do Estágio Supervisionado

DEC

Aluno: Marcos de Brito Campos Junior

Matrícula: 29911188

Campina Grande, Novembro de 2004

Handwritten signature and date:
16/11/2004

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



Relatório do Estágio Supervisionado

Orientador: Dr. Walter Santa Cruz

Aluno: Marcos de Brito campos Junior

DEC

Orientador: Dr. Walter Santa Cruz

Aluno: Marcos de Brito Campos Junior

Data: / /



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

Sumé - PB

Plano de Estágio

Esse estágio tem com finalidade proporcionar ao aluno 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 pré-moldados, 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:

- 1.0 Cortes, dobramentos e armação do ferro para execução de pilares, vigas e postes, manilhas etc;
- 2.0 Formas;
- 3.0 Preparo do concreto estrutural;
- 4.0 Lançamento;
- 5.0 Montagem das peças pré-moldadas.

Agradecimentos

Agradeço especialmente a Deus, aos meus pais, familiares, noiva e amigos que compartilharam comigo meus ideais, incentivando-me a prosseguir nessa jornada, fossem quais fossem os obstáculos. Aos Engenheiros José de Arimatea da Costa, Gustavo Gonçalves de Brito e ao professor Walter Santa Cruz, sou grato pela dedicação que demonstraram ao transmitir seus conhecimentos.

Apresentação

Este relatório descreve as atividades desenvolvidas no estágio supervisionado realizado por Marcos de Brito Campos Junior, matriculado no curso de Graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal de Campina Grande, sob número de matrícula 29911188, realizado na Indústria de pré-moldados, situada na rua Luis Malheiros, 310- A. Bodocongó, Campina Grande PB. Sob um regime total de 360 horas, tendo como supervisor o professor Walter Santa Cruz.

Objetivos

A finalidade do estágio supervisionado é proporcionar ao estudante de Engenharia Civil o contato com o futuro ambiente de trabalho, embora o mesmo não seja restrito apenas na construção e obras de pré-moldados.

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 pré-moldados, entrosamento do futuro profissional com as diferentes categorias de trabalhadores que ali se encontram, como Engenheiros, Serventes, Mestres de Obras, etc.

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	08
2.0 HISTÓRICO	09
3.0 DESENVOLVIMENTO	14
3.1 Definição	14
3.2 Componentes Pré-moldados na Obra	14
3.3 Uma Convicção na Pré-fabricação de Ciclo Aberto	15
3.4 Na Contramão da Indústria	16
3.5 Pré-moldados	18
3.5.1 Sistemas Pré-moldados	18
3.5.2 Pilares	20
3.5.3 Vigas	21
3.5.4 Lajes	23
3.5.5 Paredes/Painéis	30
3.5.6 Tubos	32
3.5.7 Outros	34
4.0 PRODUÇÃO E TRANSPORTE	38
4.1 Produção dos Elementos Pré-moldados	38
4.2 Transporte	42
5.0 ARMAZENAMENTO	42
6.0 VANTAGENS E DESVANTAGENS	43
7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
8.0 BIBLIOGRAFIA	46

1.0 INTRODUÇÃO

A pré-moldagem é, "simplesmente", um método de construção rápida de elementos previamente fabricados em série e, portanto, por definição, um campo vastíssimo aberto ao poder criativo dos técnicos de concepção e realização de obras de construção.

Impulsionados pela necessidade de racionalização os pré-moldados deixaram de ser uma expectativa e se convertem em base real de uma ascensão da construção. Esse avanço concreto, consolidada o consenso de que os componentes para fundações, pilares, coberturas ou fechamentos laterais atendem de modo satisfatório e eficiente às exigências de economia, prazo e qualidade técnica requerida pelos vários tipos de edificações principalmente as que requerem amplo espaço como as industriais.

Paralelamente à produção industrial algumas construtoras começam produzir, em canteiro de obras, elementos pré-fabricados. Com erros, acertos e evolução na tecnologia conseguem produtividade e rapidez. A produção no próprio canteiro vem colocando em cheque algumas indústrias apesar de que estas possuem melhor tecnologia e melhor controle de qualidade.

A falta de diversidade de fabricantes como é apontada pelos construtores como um dos principais problemas de aceitação dos pré-fabricados em contraposição aos pré-moldados no próprio canteiro. Existe ainda a dificuldade de encontrar um fornecedor substituto, quando um problema de entrega ocorre, pois geralmente não podem adaptar a produção para a necessidade do cliente. Como as peças pré-fabricadas são produzidas sob medida, ou seja, não existe possibilidade de adaptação após a produção, exigindo a escolha muito criteriosa do fornecedor.

2.0 HISTÓRICO

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.

As realizações massivas na área de habitação ocorridas nesta época criaram, no entanto, uma espécie de estigma que associou a construção pré-fabricada durante muitos anos à uniformidade, monotonia e rigidez na arquitetura, ou seja, flexibilidade "zero".

Seria muito restrita nos dias de hoje uma definição de industrialização calcada nos padrões do pós-guerra europeu, visto que tais modelos vêm sendo revisados em profundidade nos seus próprios países de origem, desde o final dos anos 80. Por sua vez, o desenvolvimento de sistemas e componentes construtivos mais leves, buscando conferir um maior valor agregado ou "densidade tecnológica" aos produtos, parece ser uma tendência dominante para o futuro do segmento de pré-fabricados de concreto.

Os novos materiais empregados atualmente na produção de pré-fabricados de "última geração" - a exemplo do CAD (Concreto de Alto Desempenho), dos CPR (Concretos de Pós-Reativos) e dos materiais compostos - são parte fundamental desta revolução sutil que vem ocorrendo há alguns anos nos países desenvolvidos e que agora já está presente entre nós.

O emprego recente de painéis arquitetônicos e banheiros prontos pré-fabricados tem como fundamento as necessidades de maximização da eficiência dos métodos e procedimentos adotados na construção civil, a partir de um novo paradigma. Sob este

ponto de vista, três aspectos principais podem ser destacados entre as propostas metodológicas para se atingir a eficiência em referência, a saber:

- O uso da pré-fabricação na maior parte possível de partes do edifício;
- A crescente conversão do canteiro de obra em local de montagem de partes pré-fabricadas;
- A máxima racionalização dessa montagem.

A administração da produção e o controle dos processos no canteiro, particularmente no que se refere às relações comerciais com terceiros e às entregas dos diversos insumos, desde projetos até materiais e serviços, são amplamente favorecidos dentro desta metodologia.

Ainda que a adoção destas novas práticas não implique necessariamente no emprego da pré-fabricação total, claro está que a transformação da obra num local de montagem de partes pré-fabricadas é uma alternativa que pode contribuir decisivamente para melhorar o controle dos cronogramas e da produtividade em canteiro, uma vez que a produção dos componentes faz-se fora do local da obra, segundo contratos específicos, os quais estão submetidos aos seus próprios cronogramas.

A industrialização está ligada essencialmente aos conceitos de organização e de produção em série, os quais deverão ser entendidos analisando de forma mais ampla a relações de produção envolvidas e a mecanização dos meios de produção. A história da industrialização identifica-se num primeiro tempo, com a história da mecanização, isto é, com a evolução das ferramentas e máquinas para produção de bens.

Na Europa ocorrem fenômenos diversos que ensejaram o sistema de pré-fabricado, em contexto voltado de início para racionalização. Um deles foi a imensa necessidade de reconstrução após a II Guerra Mundial. Assim o período de 1945 a 1950 caracterizou-se pela extraordinária demanda de construções, notadamente habitação. Mas os programas de recomposição urbana e cicatrização das feridas deixadas pela guerra priorizavam também a reconstrução de indústrias, hospitais, escolas e pontes. Somado a guerra, a Europa tinha passado nas décadas de 20 e 30 por um período de desestímulo à construção civil provocado pelo congelamento dos aluguéis. Portanto quando hoje se diz que a Europa praticou um inédito programa de reconstrução, deve-se levar em conta que ele tinha em vista não só as construções destruídas pelos bombardeios, mas todo um

amplo patrimônio habitacional dilapidado pela falta de investimento no setor nos períodos anteriores.

A escassez de recursos nos países esgotados pela guerra orientou e determinou prioridades: a reconstrução de indústrias e sistemas de comunicação, transportes, pontes, viadutos. Essa fase foi muito importante, pois favoreceu a consciência da necessidade de racionalização dos componentes e caracterizou-se por uma impressionante objetividade no uso dos materiais.

O desenvolvimento da racionalização ensejou os estudos que levaram à coordenação modular. E a coordenação Modular experimentou um período de notável expressão na Holanda. Ali os estudiosos propunham a construção de grandes edifícios cujo, os projetos permitisse ágil versatilidade de divisões internas, baseados em vão de porte médio e no intercâmbio dos componentes.

Foi uma etapa rica no progresso da construção que posteriormente evoluiu para substituição de componentes. É quando tem início a produção cada vez mais intensiva de componentes mediante sistemas industrializados de pré-fabricação. Um processo que começa no canteiro e progride gradativamente para usina fixa.

Na década de 50 a Europa vivenciou um período de grande crescimento propiciado pelo plano Marshall. A reconstrução deixara de ser um motivo para uma simples injeção de recursos e se tornara um canal de desenvolvimento extraordinário. O operário qualificado passou a ter reais vantagens salariais. A mão-de-obra qualificada emigrou, aos poucos, da construção civil, que não tinha condições de oferecer melhores salários, para as indústrias. Com isto gerou-se um problema da falta de mão-de-obra e principalmente a falta de mão-de-obra qualificada para trabalhar nos canteiros. Como solução para tal problema procurou-se substituir as funções de canteiro pela mecanização, elevando o nível organizacional dos critérios de produtividade.

Cada vez mais mecanizada, a indústria da construção se tornou complexa, e num certo momento, ficou claro que os investimentos nela aplicados só poderiam ser satisfatoriamente amortizados e se houvesse grandes e contínuas demandas. As políticas de desenvolvimento mudaram e levaram em conta, a evolução das técnicas do aprimoramento dos equipamentos, resultantes de experiências e da análise de aperfeiçoamentos tecnológicos, amadurecidos na prática com absoluta competência e coerência.

Na União Soviética optou-se pela construção industrializada tendo em vista da produção em massa de edificações, lá utilizou-se a produção pesada de células modulares completas. A escandinava escolheu o sistema alveolar. E nos Estados Unidos deu-se ênfase à produção de componentes industrializados e novos materiais e a racionalização da construção de estruturas

Primeiras Experiências

O uso de pré-moldados remonta a metade do século passado, quando foi desenvolvido na Alemanha um sistema de painéis portantes. Nesta primeira obra empregou-se para a laje uma estrutura mista com o objetivo de garantir o monolitismo do conjunto. O objetivo era executar apenas a parte inferior da laje evitando as formas e permitindo que os eletrodutos ficassem embutidos no complemento do concreto in loco executado sobre esta pré-laje. Posteriormente usando esta pré-laje em uma estrutura de pilares e vigas, surgiu um problema: o apoio da pré-laje nas formas da viga acarretava deformações que prejudicava o alinhamento. O reforço da forma apresentou-se muito oneroso e partiu-se para o desenvolvimento da pré-viga, que consistia na pré-moldagem da seção inferior da viga (sob a laje). Desta forma iniciou-se o processo natural de evolução.

Há 5 anos o arquiteto Salvador Benevides, consultor de gerenciamento da NBS Tech, durante uma obra identificou na execução das escadas um grande transtorno: as escadas recebiam tráfego antes do tempo, necessitavam recapeamento final de argamassa ou granilite, e o processo paralisava o trabalho em alguns andares. A construtora resolveu então mudar as coisas. Para diluir o custo da grua na obra, foram executadas algumas escadas pré-moldadas em forma metálicas com concreto mais leve apresentando uma economia de 25% a 30% contando os custos diretos e indiretos. As formas ainda poderiam ser utilizadas para outros projetos, no entanto havia necessidade de bom pátio, equipe treinada e controle de qualidade.

Os Avanços no Brasil

É inegável que o sistema pré-fabricado tem avançado muito no Brasil, havendo porém muito terreno a percorrer. Os avanços já obtidos refletem de certa forma seu potencial.

A ABCI (Associação Brasileira de Construção Industrializada) vem se empenhando pelo maior avanço do pré-fabricado e tem comumente avaliado programas de governos estaduais que prevêm o emprego da pré-fabricação na construção de obras para vários fins, no geral entende que esta tendência não deve ser inibida. Mas acha que as empresas detentoras de técnicas e experiências acumuladas na prática diárias do trabalho desenvolvido junto a projetistas no canteiro ou em usina deveriam ser consultadas, pois, na medida que houvesse este tipo de integração governo-empresa, a tecnologia experimental maior processo de aprimoramento e evolução. E com uma extraordinária vantagem adicional: ajudaria a consolidar cada vez mais a memória técnica imprescindível ao desenvolvimento do setor.

Hoje, nota-se que o país poderia obter ainda mais avanços na área de pré-fabricado, caso houvesse uma política dirigida para as pesquisas e para o aprimoramento das técnicas existentes.

Com a criação do Banco Nacional de Habitação (BNH), em 1966, o governo adotou uma política de desestímulo a industrialização na expectativa de incentivar o emprego maciço de mão-de-obra não qualificada em canteiro. Isso teria atrasado ainda mais o processo de industrialização, caso empresários vislumbrado as amplas possibilidades do pré-fabricado no futuro não tivessem sido audaciosos e empreendedores.

Prova evidente dos avanços referidos é a norma produzida pela Associação Brasileira de normas Técnicas (ABNT) que fixa as condições exigíveis, no projeto, para execução e controle de estruturas pré-moldadas de concreto armado ou pretendido. Ela se aplica segundo a entidade também a estruturas mistas, aqueles constituídos de elementos pré-moldados e moldados no local. Ao pormenorizar a finalidade do trabalho, a ABNT assinala que o objetivo imediato da norma é o uso de estruturas pré-moldadas em edifícios. Suas prescrições podem, entretanto, ser usadas desde que pertinentes, no projeto e execução de estruturas para fundações, obras viárias e demais elementos de utilização isolada.

3.0 DESENVOLVIMENTO

3.1 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".

3.2 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.

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

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

3.3 Uma convicção na pré-fabricação de ciclo aberto

O nível de desenvolvimento tecnológico da indústria da construção civil, a despeito dos avanços verificados com o emprego recente de painéis e módulos pré-fabricados, ainda é incomparavelmente mais atrasado que os dos demais setores da indústria convencional, além de não poder ser considerado homogêneo. No entanto, ao se observar alguns dos conceitos introduzidos no âmbito da construção industrializada no início do século XX, tais como os de tolerância e intercambiabilidade, quando pioneiros como Walter Gropius e Wachsmann (1930) aplicavam em seus projetos as experiências de racionalização antes já experimentadas pelas construções metálicas, é possível perceber que muitos dos ideais utópicos daquela época são hoje perfeitamente factíveis. Ou seja, a possibilidade de produção seriada de edifícios industrializados, quer em suas partes fundamentais, quer na sua totalidade, é uma realidade e a indústria da construção civil está apta a dar um grande salto, superando num curto espaço de tempo a defasagem tecnológica do setor e alcançando um nível de industrialização equivalente àquele que já é visível nos países desenvolvidos.

No que se refere às profundas diferenças existentes entre as realidades do Brasil e dos países mais desenvolvidos, pode-se afirmar com relativa segurança que um ciclo semelhante ao experimentado no auge da aplicação das técnicas de pré-fabricação na Europa, após a Segunda Guerra Mundial, incluindo sua posterior obsolescência e a sua recente substituição por tecnologias e procedimentos mais flexíveis, menos rígidos, tem sido também uma tendência ao longo do desenvolvimento ainda incipiente da pré-fabricação no país.

Ainda que cada país, evidentemente, deva buscar desenvolver os seus próprios modelos, mais adequados às suas necessidades e realidades, é impossível não reconhecer a influência que os sistemas abertos ou a "segunda geração da

industrialização", baseada no emprego intensivo de componentes, já vem exercendo no mercado brasileiro há pelo menos uma década. Não fosse assim, como explicar a reconversão de várias das empresas brasileiras, até então produtoras de sistemas pré-fabricados fechados para galpões industriais, em fabricantes de componentes para sistemas abertos, tais como: lajes alveolares, painéis arquitetônicos, estruturas baseadas no conceito de pré-formas, entre outros produtos?

Por sua vez, vem novamente a pergunta: O que falta então para que o segmento de pré-fabricados de concreto venha a romper a barreira dos 5% que representam a sua participação histórica na produção de concreto no país? Há no Brasil, ainda que se considere somente a região centro-sul, um grande abismo separando a realidade da indústria da construção civil e a possibilidade de aplicação de sistemas pré-fabricados e procedimentos industrializados. As demandas existentes, mesmo se tratando do imenso déficit habitacional de mais de 6 milhões de unidades, foram e seguem sendo encaradas sob a ótica das formas tradicionais de se construir.

O Brasil dispõe hoje de um parque produtor de pré-fabricados, cuja experiência e a capacitação técnica permitem o desenvolvimento de produtos extremamente adequados a estas demandas. A falta de disseminação do uso de sistemas pré-fabricados abertos, baseados na utilização de componentes pré-fabricados com um alto valor agregado, é hoje mais uma questão cultural do que o fruto de uma limitação tecnológica, daí a questão recorrente: não se constrói porque não há soluções tecnológicas ou não há soluções tecnológicas porque não se constrói em larga escala empregando os pré-fabricados de concreto?

3.4 Na Contramão da Indústria

A pré-moldagem somente é vantajosa em casos de grande repetitividade. Em uma obra onde as fundações são muito heterogêneas, podem requerer processos convencionais de construção da superestrutura. Se as repetições são muitas, deve-se avaliar o grau de industrialização do processo de acordo com as variáveis que possui. Observe a tabela II, abaixo.

Tabela II – Principais características dos processos de produção in loco, pré-moldados e pré-fabricados.

Variáveis	In loco	Pré-moldadas em canteiro	Pré-fabricado fornecido por indústria
Investimento inicial	Ferramentas manuais	Alguns equipamentos	Maquinário pesado
Esforço gerencial	Muitos insumos e contratos para controlar	Auto-gerenciamento da fábrica	Apenas uma negociação
Esforço de logística e transporte	Há muitos insumos para serem transportados	Moldar e estocar as peças ao alcance da grua ou pórtico rolante	O fabricante descarrega a carga no local de montagem
Controle sobre o prazo	Um dos muito fornecedores pode atrasar a entrega	Controle da própria construtora com seus prazos de fabricação e montagem	Prazo definido no contrato passível de pesadas multas
Tendência de custo	Pouco previsível	Dependem do grau de industrialização e gerenciamento	Preço fixado
Controle sobre a qualidade	Grande dificuldade pela heterogeneidade de fornecedores e insumos	Do próprio construtor, de acordo com sua necessidade	Processo de fábrica rigorosamente controlado e presente em contrato
Preservação da vantagem competitiva da construtora	Os processos de produção e execução que a empresa desenvolveu com mão-de-obra própria a diferencia do mercado		As peças e sistemas de montagem são iguais para todas as construtoras

Os fornecedores de pré-fabricados apontam a montagem de uma mini-usina no canteiro de obras como concorrência desleal. Acontece que a legislação que permite a produção, não cobra 18% de ICMS, nem fiscaliza os gases poluentes emitidos.

Todos os processo industrializados são racionalizados e as peças passam por rigoroso controle de qualidade em laboratório. Os funcionários são treinados e fazem carreira. O controle sobre a qualidade é mais apurado, em laboratório próprio, não precisando ser terceirizado. As perdas são controladas e os custos previsíveis.

Segundo a Sinprocim (Sindicato dos produtores de cimento) o canteiro está sujeito a desperdícios, improvisações, alta rotatividade de funcionários, roubos e consumo maior de energia. De acordo com o engenheiro Roberto Petrini, os custo diretos podem até ser

vantajoso, mas não compensam diante dos problemas que causam os custos indiretos que acarretam.

3.5 Pré-moldados

3.5.1 Sistemas Pré-Moldados

Os elementos pré-moldados requerem cuidados especiais de recebimento dos materiais, formas, equipamentos, dosagem e cura do concreto. Diferentemente nas 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 contrapõe as tensões de tração. O dimensionamento é similar ao da alvenaria estrutural só que sem armaduras de combate as tensões de tração.

Logística

No canteiro do Residencial Palmeiras, um condomínio construído pela Passarelli em Santo André na grande São Paulo, a produtividade com elementos pré-moldados chega a um andar por semana. Lá eles produzem as peças pré-moldadas para dois andares na frente do que está sendo executado, para que problemas como, por exemplo, quebra de equipamento não interfira no cronograma físico-financeiro. As formas metálicas são aproveitadas em outras obras. O canteiro contou com duas guias que atendem os edifícios.

Os painéis para paredes internas e externas são concretados na horizontal já com detalhes de frisos e os vãos de janelas. Uma serralharia produz os gradis da sacada em obra e uma central prepara as armaduras. As peças recebem os eletrodutos, as tubulações hidráulicas e as armaduras negativas antes da concretagem. Além das escadas, pré-lajes, pré-vigas e painéis auto portantes, as sobras da betoneira são usadas para fazer guias de rua e bancos de jardim. Nas pré-lajes são apoiadas golas que além de embelezar as fachadas, desviam a água da chuva e servem como forma lateral para

concretagem da laje. Os painéis pré-moldados são montados com gabaritos metálicos e rejuntados com uma argamassa flexível. Os caixilhos são parafusados por fora. As armaduras diminuem com a altura do prédio. Com isso o estoque deve ser organizado. Para evitar a troca de peças é preciso que o calculista diminua a variedade de tela na obra sem encarecer o preço.

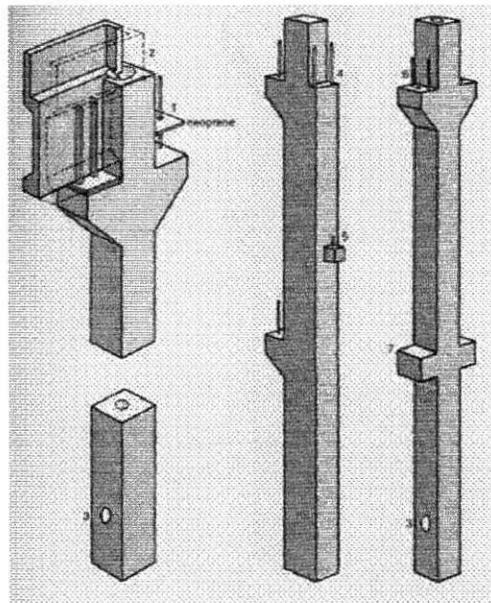
3.5.2 Pilares

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.



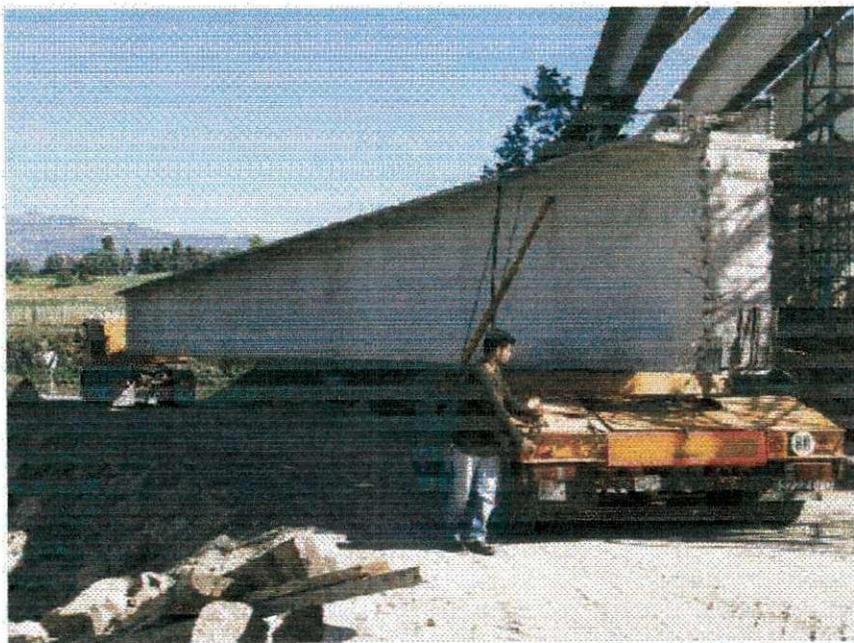
3.5.3 Vigas

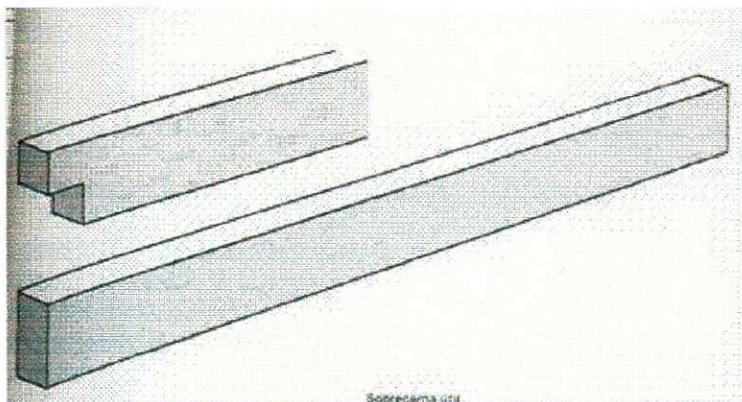
As vigas pré-fabricadas podem ser fabricadas em concreto armado ou protendido. Cumprem na estrutura as funções de suporte de laje, de piso, viga-telha, laje de forro, elementos de cobertura, de painéis de fechamento, caminhos de ponte rolante. Funcionam ainda como elemento de travamento de painéis e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



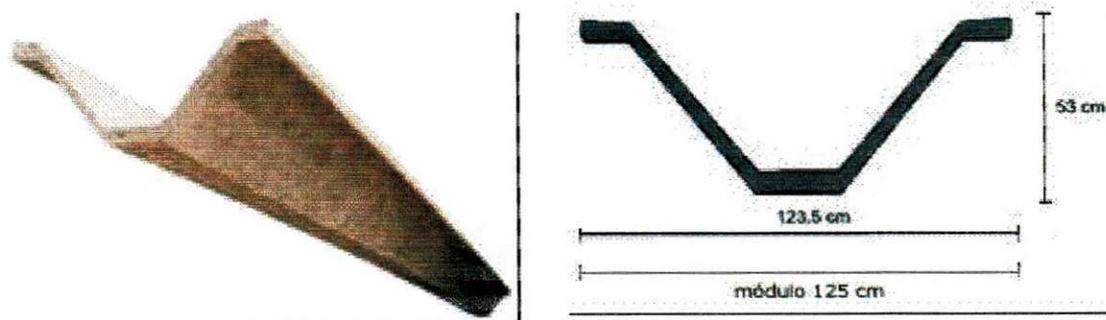


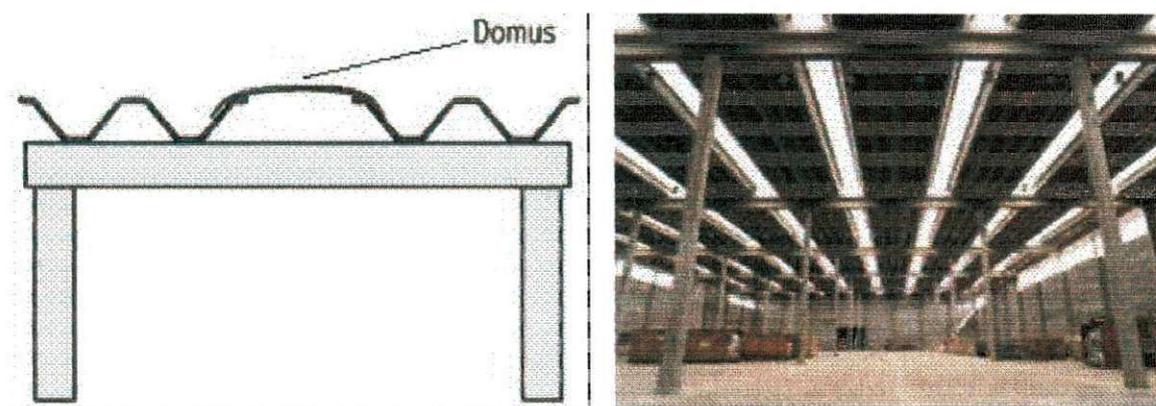
Vigas Telhas

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" tem 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 domos longitudinais translúcidos em fibra-de-vidro, possibilitando a iluminação e a ventilação zenitais dos ambientes cobertos.



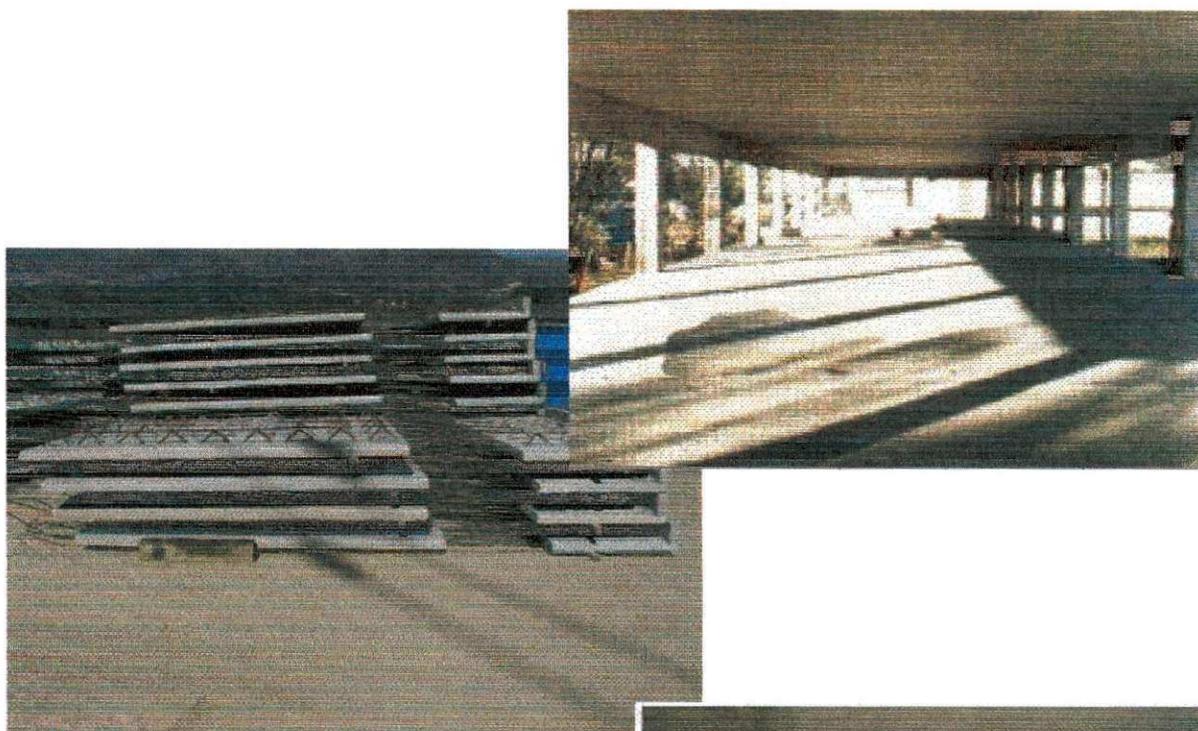


3.5.4 Lajes

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 definem 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.



Exemplo de pré - lajes utilizadas em obra



Pormenor da pré - laje funcionando como cofragem

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 vigeamento extra.

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



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

Vantagens

Compare agora as vantagens das lajes executadas com vigota treliçada em relação ao sistema convencional (vigas "T" de concreto).

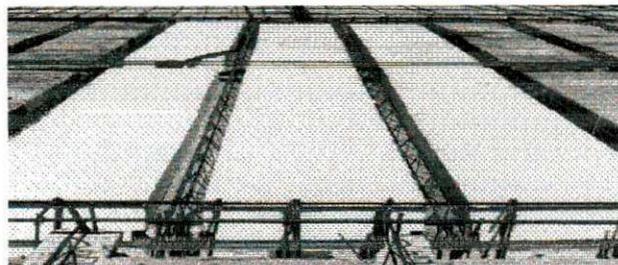
Altura da Lajota (cm)	Altura da Laje Acabada (cm)	Peso Próprio (Kgf/m ²)		Redução do Peso Próprio em % c/ EPS	Redução Média de Seção de Aço Positivo
		Concreto Leve	EPS		
8	12	184,50	148,80	19%	8%
12	16	226,70	173,20	24%	11%
16	20	269,00	197,60	27%	14%
20	25	336,20	247,00	27%	15%

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.



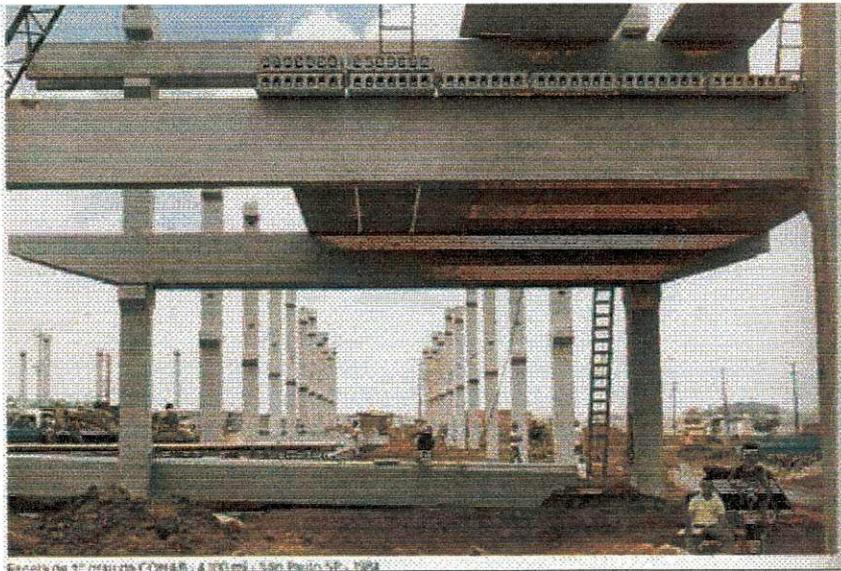
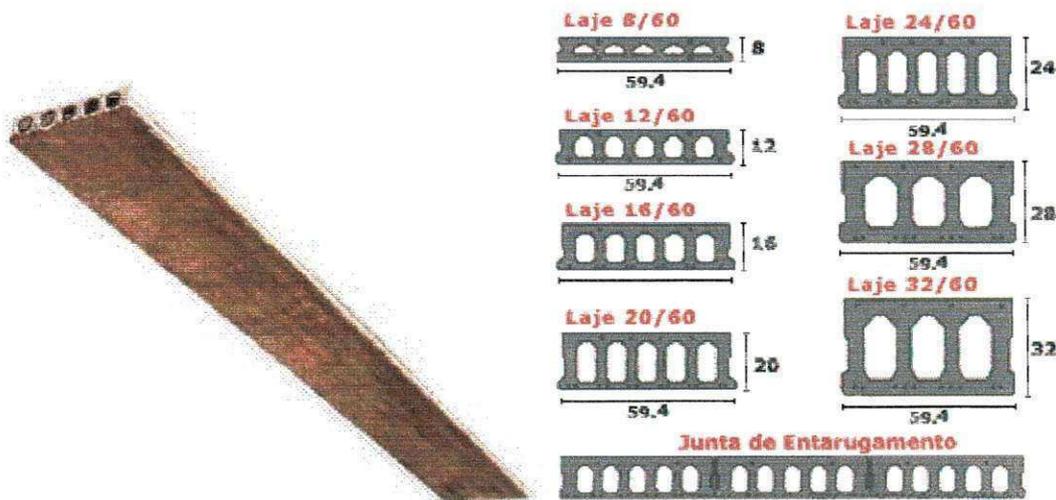
A redução da mão-de-obra para montagem dos blocos intermediários de EPS é de 90%.

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.

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 pretensionada 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.

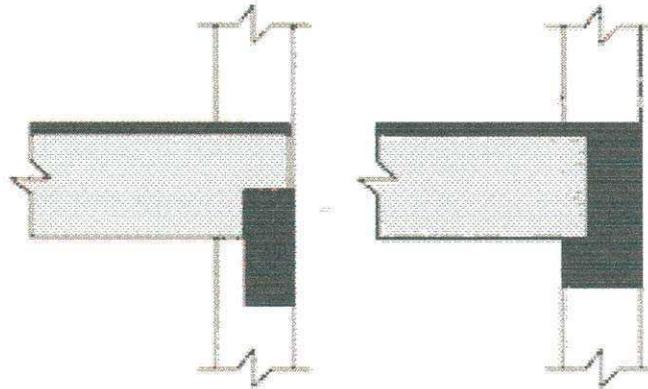
A concepção do perfil lateral das lajes permite que, uma vez rejuntadas, trabalhem como conjunto. O rejuntamento com concreto tem a função estrutural de entarugamento. No comprimento, as lajes podem ser serradas com precisão de mais ou menos 1cm. As diversas espessuras de lajes aliadas a diversas possibilidades 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: entrespisos, forros, muros de arrimo, arquibancadas de estádios, coberturas de canais, passarelas e painéis de fechamento lateral e etc.



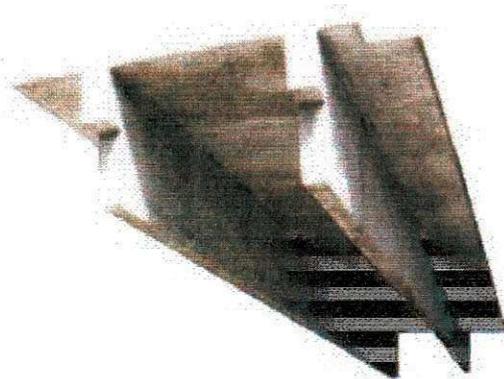
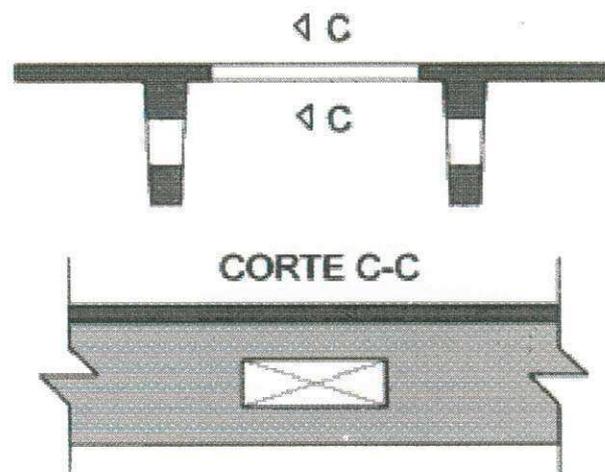
As lajes tipo TT

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.

Possibilidades de apoio



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.



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.

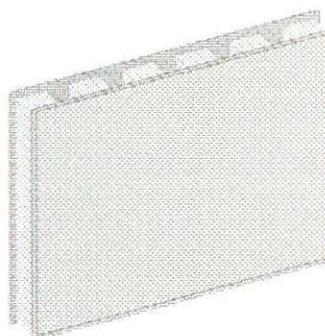
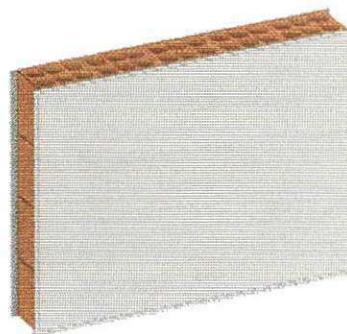
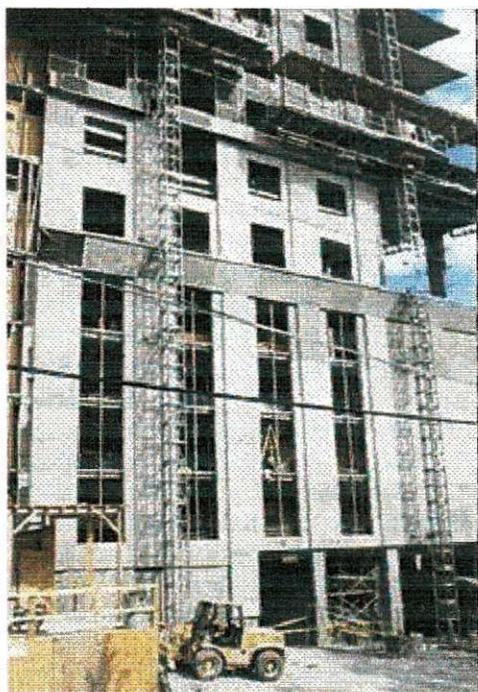
3.5.5 – Paredes\Painéis

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.



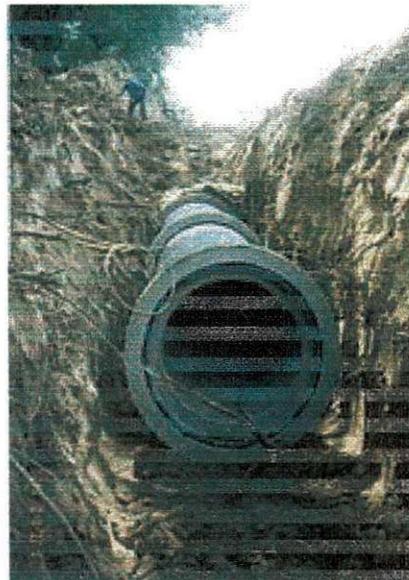
Parede Pré-moldada Auto Portante

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 prevista anteriormente no projeto, é feita de maneira muito simples.

3.5.6 Tubos

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.



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".

Qualidade

Com o intuito de certificar a conformidade dos tubos de concreto, a ABTC coordenou o trabalho de revisão e unificação das normas técnicas brasileiras para este sistema construtivo. Participaram deste processo fabricantes, consumidores, órgãos públicos, laboratórios, pesquisadores e consultores. A norma técnica revisada já está em vigor e tem força de lei, segundo o Código de Defesa do Consumidor e o Código Civil. O ponto principal da revisão da NBR 8890/2003 é que o novo texto contempla as tecnologias desenvolvidas nos últimos anos para a fabricação de tubos de concreto. Antes eram treze normas, todas desatualizadas.

A norma revisada especifica qual o padrão mínimo de qualidade dos tubos de concreto e, portanto, facilita a garantia dos produtos comprados a partir de concorrências e licitações públicas.

O consumidor tem papel importante neste processo. Deve exigir o atendimento às exigências da norma e a realização de ensaios de compressão diametral, absorção de água, análise visual e dimensional, cobertura de armadura, permeabilidade e estanqueidade da junta, entre outros ensaios. "Nossa maior preocupação hoje é esclarecer o público consumidor sobre como especificar a classe de tubo correta para cada obra. A especificação malfeita pode comprometer a vida útil do tubo", diz Alírio Gimenez, presidente da ABTC.

Para continuar o trabalho de conscientização da importância da aplicação da nova norma técnica, a ABTC firmou convênio com o laboratório da ABCP. As entidades desenvolveram um programa especial de ensaios laboratoriais para tubos de concreto que prevê, inclusive, a capacitação de profissionais responsáveis por projetar, comprar e fiscalizar obras.

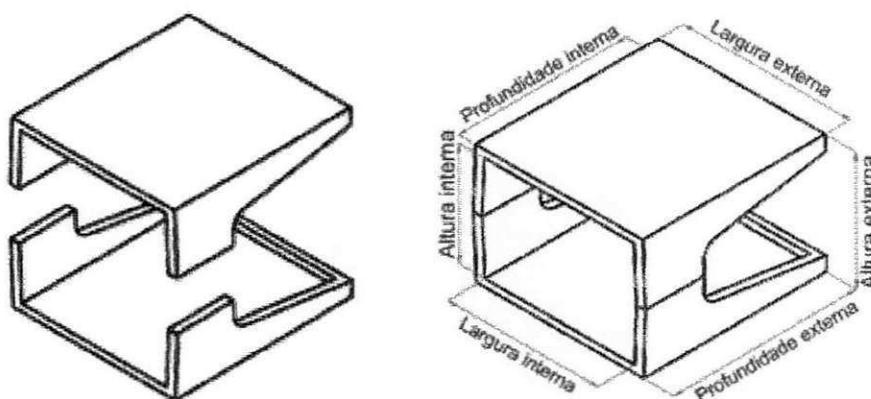
Outro passo importante para o quesito qualidade dos tubos de concreto foi a criação do Selo de Qualidade para Tubos de Concreto em julho deste ano. Quem coordenou este trabalho foi a ABCP. As vantagens oferecidas pelos tubos de concreto certificados são refletidas no sistema construtivo e na qualidade final das obras de infraestrutura. No processo de qualificação, são avaliados as dimensões dos tubos, resistência, rigidez, durabilidade e comportamento no transporte de líquidos. Os fabricantes filiados ao Programa do Selo de Qualidade ABCP para Tubos de Concreto qualificam-se para atender às obras financiadas pelos governos federal, estadual e municipal, bem como a todo tipo de obra de infra-estrutura cujo empreendedor exija o atendimento ao PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat.

3.5.7 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.

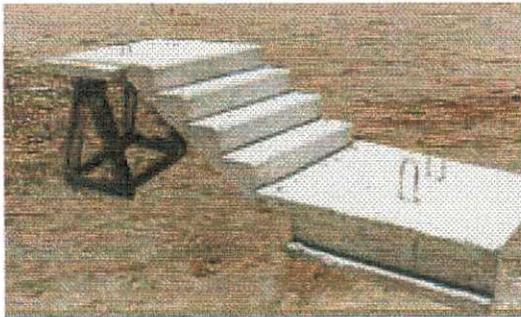
Devido à redução de peso e ao formato bipartido, as caixas para ar condicionado BetonPlus são facilmente transportáveis e manuseáveis, propiciando grande velocidade e eficiência na sua instalação.



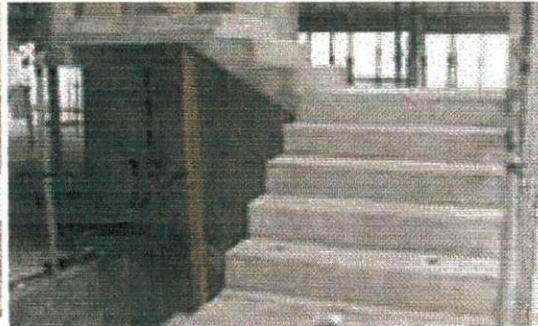
Escadas

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.



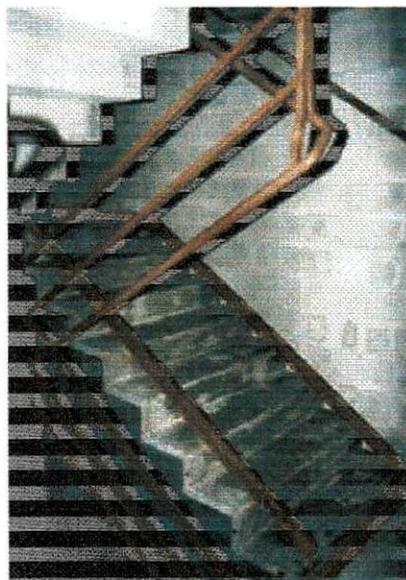
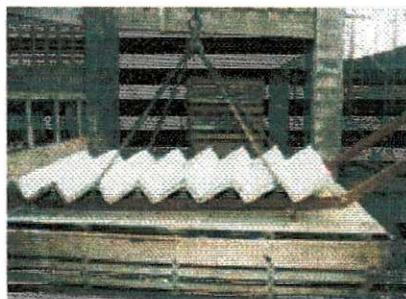
Antes da instalação



Instalado



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:



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:



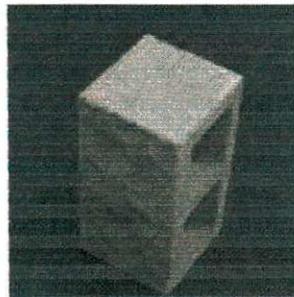
estrutural



Vedação



Ranhurado



Split

4.0 PRODUÇÃO E TRANSPORTE

4.1 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, interagindo fundações e estrutura.

PRODUÇÃO DOS ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS

Água

A água usada para mesclar e curar o concreto será do tipo “Potável” conforme NBR 6118, fornecida pela rede estadual Cagepa.

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.

7.0 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.

8.0 BIBLIOGRAFIA

- 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.