



**ENTAC2006**

**A CONSTRUÇÃO DO FUTURO** XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

## **A INFLUÊNCIA DOS PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO ARMADO NO CICLO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO**

**Bruno N. Pigozzo (1); Sheyla M. B. Serra (2); Marcelo de A. Ferreira (3)**

(1) Eng. Civil, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Construção Civil –  
brunopigozzo@yahoo.com.br.

(2) Prof<sup>a</sup>. Dra. – sheylabs@power.ufscar.br.

(3) Prof. Dr. – marcelof@power.ufscar.br

Núcleo de Estudos e Tecnologia em Pré-moldados (NET-PRÉ), Departamento de Engenharia Civil da  
Universidade Federal de São Carlos.

### **RESUMO**

**Justificativa:** A evolução da indústria da construção civil aconteceu em diversas fases, sendo que cada uma foi caracterizada por uma diversidade de métodos, tecnologias e arquiteturas próprias. Nos dias atuais verifica-se uma significativa organização em alguns subsetores, onde são encontrados modernos sistemas construtivos e processos de gestão industrial. Entre estes sistemas, destacam-se os pré-fabricados em concreto armado. O objetivo desta pesquisa é apresentar a evolução da indústria da construção civil no Brasil, relacionada a aplicação de pré-fabricados em concreto armado, desde o seu surgimento até os seus dias atuais, onde aparece a nova denominação de ciclos flexibilizados de produção. **Método:** foi elaborado um questionário estruturado nas seguintes partes: projeto, produção, transporte e montagem das peças pré-fabricadas. Em seguida, foram realizadas visitas ao parque industrial de cada empresa e entrevistado o responsável pela produção. **Resultados:** observa-se a formação de parcerias, consórcios e de associações entre grande parte das empresas do setor como forma de viabilizar o avanço das técnicas e da tecnologia de produção, além da gestão e do processo de projeto para obras de estruturas pré-fabricadas de concreto.

Palavras-Chave: Pré-fabricação, industrialização, pré-moldado, concreto armado e racionalização.

### **ABSTRACT**

**Propose:** The evolution of the industry of the civil construction happened in several phases, and each one was characterized by a diversity of methods, technologies and own architectures. In the current days a significant organization is verified in some subsectors, where they are found modern constructive systems and processes of industrial administration. Among these systems, they stand out the prefabricated ones in armed concrete. The objective of this research is to present the evolution of the industry of the civil construction in Brazil, related the application of having prefabricated in armed concrete, from its appearance to its current days, where it appears the new denomination of cycles production flexibles. **Method:** a questionnaire structured in the following parts was elaborated: project, production, transport and assembly of the prefabricated pieces. Soon after, visits were accomplished the industrial park of each company and interviewee the responsible professional for the production. **Results:** the formation of partnerships is observed, consortia and of associations among great part of the companies of the section as form of making possible the progress of the techniques and of the production technology, besides the administration and of the project process for works of prefabricated structures of concrete.

**Keywords:** Prefabricated, industrialization, precast, reinforced concrete and rationalization.

## 1 INTRODUÇÃO

Por muito tempo, os pré-moldados foram associados às construções uniformes e rígidas na arquitetura, mas verifica-se atualmente que essa idéia já vem sendo mudada.

Atualmente os pré-fabricados de concreto vêm se desenvolvendo a passos largos e sofrem inúmeras inovações organizacionais e tecnológicas, estimuladas através de pesquisas, tanto acadêmicas, quanto de empresas privadas. Tal desenvolvimento pode ser notado a partir de uma análise do início de sua utilização no período pós-guerra, através da pré-fabricação de ciclo fechado, com edifícios uniformes, monótonos e com nenhuma flexibilidade, passando pelo ciclo de aberto de pré-fabricação. Neste ciclo, os edifícios possuem certa flexibilidade e passam a ser constituídos por elementos de diferentes fabricantes. Finalmente, observa-se nos dias atuais, o surgimento de diversas novas tecnologias e a criação de sistemas flexibilizados de pré-fabricação que possui alto grau de especificação e que podem ser combinados com outros sistemas construtivos.

Outra tendência recente é a utilização de diferentes materiais em uma única obra que possibilita ao arquiteto uma melhor diversidade de escolhas, tornando o sistema construtivo mais flexível e diferenciada. Além disso, a possibilidade de se utilizar materiais diferentes faz com que se aproveite o que há de melhor em cada um deles, pois cada material tem suas vantagens e desvantagens e a ótima combinação traz maior benefício para o conjunto da obra. Assim são criadas por exemplo, obras com painéis de vedação pré-moldados em conjunto com estruturas metálicas de cobertura que se comportam como estrutura mista, aumentando a qualidade e agilizando a velocidade no processo construtivo. Estes painéis são mais utilizados em *shopping-centers*, hotéis, supermercados e indústrias.

Observa-se que numa obra de estrutura mista, a formação de uma rede de empresas se torna necessária, pois cada empresa passa a ser responsável por uma parte dessa obra. Essas empresas não devem competir entre si, mas sim se auxiliarem mutuamente. Isso tem acontecido paulatinamente entre as empresas, com grande apoio das entidades e associações de classe.

Visto que existe uma mudança considerável no setor, é objetivo desta pesquisa apresentar a evolução da indústria da construção civil no Brasil, relacionando-a com a aplicação de pré-fabricados em concreto armado, desde o seu surgimento até os seus dias atuais, onde aparece a nova denominação de ciclos flexibilizados de produção.

## 2 PRÉ-FABRICAÇÃO

Segundo VASCONCELLOS (2002), não se pode precisar a data em que começou a pré-moldagem. O próprio nascimento do concreto armado ocorreu com a pré-moldagem de elementos, fora do local de seu uso. Assim, pode-se afirmar que a pré-moldagem começou com a invenção do concreto armado.

O termo pré-fabricação no campo da construção civil possui o seguinte significado: “fabricação de certo elemento antes do seu posicionamento final na obra” (REVEL, 1973).

A norma NBR 9062 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado (ABNT, 1985) define estrutura pré-fabricada como elemento pré-moldado executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obra, ou em instalações permanentes de empresa destinada para este fim que atende aos requisitos mínimos de mão-de-obra qualificada; a matéria-prima dos elementos pré-fabricados deve ser ensaiada e testada quando no recebimento pela empresa e previamente à sua utilização. Enquadram-se neste item cimentos, agregados graúdos e miúdos, aditivos e adições. Os elementos são produzidos com auxílio de máquinas e equipamentos industriais que racionalizam e qualificam o processo; após a moldagem, estes elementos são submetidos a ambientes ou processo de cura com temperatura e umidade controladas de acordo com especificações do *American Concrete Institute* (ACI).

Assim, segundo REVEL (1973), este enunciado induz a pensar que a pré-fabricação é de uso muito antigo, remontando a mais alta antiguidade, pois nos tempos mais remotos os homens já sabiam fazer paralelepípedos de argila para obter tijolos, utilizados em seguida na construção de muros. Desta

forma, nota-se que não se trata de um termo novo, porém seu uso corriqueiro é relativamente recente, pois passa a ser muito empregado nos anos que seguem a segunda guerra mundial.

Conforme ORDONÉZ (1974), foi no período pós Segunda Guerra Mundial, principalmente na Europa, que começou, verdadeiramente, a história da pré-fabricação como “manifestação mais significativa da industrialização na construção”, e que a utilização intensiva do pré-fabricado em concreto deu-se em função da necessidade de se construir em grande escala. SALAS (1988) considera a utilização dos pré-fabricados de concreto dividida nas três seguintes etapas:

- ✓ De 1950 a 1970 – período em que a falta de edificações ocasionadas pela devastação da guerra, houve a necessidade de se construir diversos edifícios, tanto habitacionais quanto escolares, hospitais e industriais. Os edifícios construídos nessa época eram compostos de elementos pré-fabricados, cujos componentes eram procedentes do mesmo fornecedor, constituindo o que se convencionou de chamar de ciclo fechado de produção. O ciclo fechado de produção marcou o apogeu da fase de reconstrução do Pós-Guerra na Europa, principalmente aqueles à base de grandes painéis pré-fabricados. Segundo FERREIRA (2003), utilizando uma filosofia baseada nos sistemas fechados, as realizações ocorridas no período do pós-guerra europeu na área de habitação criaram um estigma associando a construção pré-fabricada durante muitos anos à uniformidade, monotonia e rigidez na arquitetura, com flexibilidade “zero”, onde a pré-fabricação com elementos “pesados” marcou o período. Além destas questões, as construções massivas, sem uma avaliação prévia de desempenho dos sistemas construtivos, ocasionaram o surgimento de muitas patologias.
- ✓ De 1970 a 1980 – Período em que ocorreram acidentes com alguns edifícios construídos com grandes painéis pré-fabricados. Esses acidentes provocaram, além de uma rejeição social a esse tipo de edifício, uma profunda revisão no conceito de utilização nos processos construtivos em grandes elementos pré-fabricados. Neste contexto teve o início do declínio dos sistemas pré-fabricados de ciclo fechado de produção.
- ✓ Pós 1980 – Esta etapa caracterizou-se, em primeiro lugar, pela demolição de grandes conjuntos habitacionais, justificada dentro de um quadro crítico, especialmente de rejeição social e deterioração funcional. Em segundo lugar, pela consolidação de uma pré-fabricação de ciclo aberto, à base de componentes compatíveis, de origens diversas. Segundo BRUNA (1976), “a industrialização de componentes destinados ao mercado e não, exclusivamente, às necessidades de uma só empresa é conhecida como ciclo aberto”. Conforme FERREIRA (2003), os sistemas pré-fabricados de “ciclos abertos” surgiram na Europa com a proposta para uma pré-fabricação de componentes padronizados, os quais poderiam ser associados com produtos de outros fabricantes, onde a modulação e a padronização de componentes fornecem a base para a compatibilidade entre os elementos e subsistemas.

ELLIOT (2002) adiciona ainda, uma terceira geração de sistemas pré-fabricados para edificações, esta é dotada de alto grau de especificação e vem tomando forma nos últimos 20 anos na Europa, pois muitos projetistas europeus estão percebendo cada vez mais as possibilidades dos acabamentos de alta qualidade nos elementos pré-moldados. Entretanto, ainda é necessária uma mudança na forma tradicional de concepção e de projeto dos sistemas pré-moldados de concreto dentro desta nova realidade tecnológica. Neste contexto, a indústria da construção é chamada para o projeto multifuncional, onde o uso otimizado de todos os componentes que formam o edifício deve ser maximizado. Desta forma, esta terceira geração de pré-fabricação está sendo chamada, em caráter “preliminar”, de sistemas de ciclos “flexibilizados”, por entender que não apenas os componentes são “abertos”, mas todo o sistema o é e, portanto, o projeto também passa a ser necessariamente aberto e flexibilizado para se adequar a qualquer tipologia arquitetônica.

Desta forma, o sistema de ciclo flexibilizado possui características tanto do sistema fechado como também do ciclo aberto. FERREIRA (2003) adiciona que o conceito de sistemas flexibilizados na produção vai além da fábrica, com a possibilidade da produção de componentes no canteiro, dentro de um sistema com alto grau de controle e qualidade e de organização da produção, como pode vir a ser o caso dos sistemas tipo “tilt-up”. O sistema “tilt-up” consiste na execução de paredes moldadas in loco sobre um piso de concreto. Estas paredes são moldadas na horizontal, permitindo que sejam introduzidas portas, janelas, acabamentos de fachada, revestimentos e texturas diferenciadas durante a

fabricação das mesmas. Após atingirem a resistência necessária para içamento, as paredes são levantadas por guindastes e posicionadas sobre blocos de fundações previamente executados. Antes da liberação de cada parede, são fixadas escoras temporárias para sua sustentação até que seja solidarizada ao piso e à estrutura de lajes ou cobertura que garantirão a estabilidade do edifício, com capacidade de atingir vãos livres de até 30 metros.

Portanto, a pré-fabricação de concreto armado não se trata de um fenômeno novo, mas possui uma história de acontecimentos antigos, que vieram evoluindo ao longo do tempo. Fortalecida principalmente após o período pós-guerra, a pré-fabricação de concreto armado chega aos dias de hoje, com avançadas tecnologias e sendo empregada cada vez mais na construção civil.

### **3 PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL**

Como o Brasil não sofreu devastações devido a Segunda Guerra Mundial não necessitou de construções em grande escala, como ocorrido na Europa. Desta forma, Vasconcelos (2002), afirma que a primeira grande obra onde se utilizaram os elementos pré-fabricados no Brasil, refere-se ao hipódromo da Gávea, no Rio de Janeiro.

Porém, a preocupação com a racionalização e a industrialização de sistemas construtivos teve início apenas no fim da década de 50. Nesta época, conforme Vasconcelos (2002), na cidade de São Paulo, a Construtora Mauá, especializada em construções industriais, executou vários galpões pré-moldados no próprio canteiro de obras. Em alguns foi utilizado o processo de executar as peças deitadas umas sobre as outras numa seqüência vertical, separando-as por meio de papel parafinado.

Não era necessário esperar que o concreto endurecesse, para então executar a camada sucessiva. Esse procedimento economizava tempo e espaço no canteiro, podendo ser empilhadas até 10 peças. As fôrmas laterais iam subindo à medida que o concreto endurecia, reduzindo assim a extensão do escoramento. Tal procedimento dava uma grande produtividade à execução das peças. Terminava a primeira pilha de 10 peças, cada peça tornava-se, ao ser removida, a “semente” de uma nova pilha de 10 a ser “plantada” em outro lugar. Assim, multiplicava-se a produção de peças iguais.

A construtora Mauá começou a pré-fabricação em canteiro com a fábrica do Curtume Franco-Brasileiro. A estrutura, extraordinariamente leve e original, tinha tesouras em forma de viga Vierendeel curva.

Em relação à pré-fabricação de edifícios de vários pavimentos com estrutura reticulada, a primeira tentativa, segundo Vasconcelos (2002), parece ter sido a do Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo - CRUSP da cidade universitária Armando Salles de Oliveira, em São Paulo. Trata-se do conjunto residencial da USP de 1964, constituído de doze prédios com doze pavimentos, projetados pelo Fundo de Construção da Universidade de São Paulo – FUNDUSP, para abrigar estudantes de outras cidades que ingressaram nas faculdades da universidade.

Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA - ABCI (1980), a preocupação com a racionalização, ou com a industrialização propriamente dita, aparece de forma sistemática apenas no início da década de 60, e que experiências anteriores foram esporádicas e constituíram eventos atípicos e sem continuidade. Nesta época, premidos por um mercado em expansão, foram feitas, de forma não sistemática, algumas experiências com componentes pré-fabricados leves, podendo ser citados os painéis artesanais de concreto de Carlos Milan, os painéis de fibrocimento e os aglomerados de raspas de madeira.

Ainda na década de 50, o crescimento da população urbana obtinha índices nunca antes vistos, e esse crescimento demasiado causava grandes problemas de déficit habitacional, sendo necessário em 1966 a criação, por parte do governo, do Banco Nacional da Habitação – BNH, que tinha como objetivo diminuir esse déficit e dar impulso ao setor da construção civil, que detinha, na época, 5 % do PIB do país, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (1987).

Segundo Oliveira (2002), no início de sua atuação o BNH adotou uma política de desestímulo ao pré-fabricado no setor da habitação, na expectativa de incentivar o emprego maciço de mão-de-obra não

qualificada no canteiro. Segundo a ABCI (1980), isso poderia ter atrasado ainda mais o processo de industrialização, caso alguns empresários, não tivessem vislumbrado as amplas possibilidades do pré-fabricado no futuro. Eles entraram numa luta, para mudar o quadro. Assim, o que existe se deve ao arrojo destes empresários, que se revelaram excepcionalmente interessados nos avanços para a industrialização da construção.

Porém, na segunda metade da década de 70, o banco BNH adotou novas diretrizes para o setor, reorientando sua atuação para o atendimento das camadas de menor poder aquisitivo passando a estimular, ainda que timidamente, a introdução de novas tecnologias, como a construção com elementos pré-fabricados de concreto. Conforme Oliveira (2002), em busca de alternativas tecnológicas para a construção habitacional, o BNH e seus agentes patrocinaram a pesquisa e o desenvolvimento de alguns processos construtivos a base de componentes pré-fabricados e organizaram a instalação de canteiros experimentais, como o Narandiba, na Bahia, em 1978; o Carapicuíba VII, em São Paulo, em 1980; e o de Jardim São Paulo, em São Paulo, em 1981. Contudo, a construção destes edifícios apresentou muitos problemas patológicos e de ordem funcional, crescendo, em muito o custo da sua manutenção e, por isso, alguns tiveram até que ser demolidos.

Segundo Sabbatini (1989), uma das principais razões do insucesso desses experimentos foi devido ao fato de que eles não se originam de um processo de desenvolvimento tecnológico apropriado.

Após fatos como este, os pré-fabricados praticamente deixaram de existir na década de 80, tendo seu retorno apenas na década de 90, devido principalmente ao desenvolvimento da cidade de São Paulo, que passou a receber grandes investimentos na área de serviços, que proporcionou um aumento na construção de shopping centers, flats e hotéis. Estes novos investimentos em obras necessitavam de grande velocidade de execução e venda. Conforme Oliveira (2002), como estes tipos de edifícios comerciais e hoteleiros exigem mais requinte nos acabamentos de suas fachadas, a fim de valorizar o empreendimento, houve dessa maneira o ressurgimento em utilizar a tecnologia de painéis pré-fabricados de fachada para edifícios de múltiplos pavimentos que incorporam detalhes construtivos e revestimentos em seu acabamento: os chamados painéis arquitetônicos, que aumentam a velocidade de execução da construção e a qualidade estética do produto final.

Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP (2005), a primeira empresa a colocar os painéis de fachada no mercado foi a Stamp, que trouxe a tecnologia do Canadá e transformou a obra em uma linha de montagem de componentes. Isso em 1994, com as obras do Condominium Club Ibirapuera, em São Paulo, a partir de então vem crescendo sua utilização como alternativa ao emprego das alvenarias nas fachadas de edifícios de múltiplos pavimentos.

Nesta mesma época, segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVICOS DE CONCRETAGEM – ABESC, algumas empresas resolveram pesquisar tecnologias avançadas que trouxessem economia, velocidade e flexibilidade para a construção civil. Desta forma, a Empresa Walter Torre Jr., em 1993, saiu a campo e importou a tecnologia mundialmente conhecida como “tilt up”. Este sistema possibilitou economia considerável nos custos finais das obras, versatilidade e redução nos prazos de conclusão, além de proporcionar flexibilidade arquitetônica, possibilidade de ampliações, segurança, baixa manutenção e facilidade de implantação em lugares distantes e com pouca infra-estrutura. Atualmente, é também uma tecnologia bastante difundida no Brasil.

Dessa forma, pode-se afirmar que a pré-fabricação no Brasil, apesar de relativamente nova já está posicionada em um patamar elevado em relação a outros países. Porém, há muito ainda a se pesquisar, inovar e descobrir na pré-fabricação brasileira.

Segundo ELLIOTT (2002), apesar de todo o desenvolvimento atual, a pesquisa científica e tecnológica em sistemas pré-moldados de concreto ainda é muito pequena comparativamente com os sistemas de aço e de concreto moldado no local. Um levantamento feito na Europa para a Fédération International de la Précontrainte - FIP em 1997 revelou que o número de pesquisadores que estudavam as estruturas pré-moldadas era apenas 1/30 do número de pesquisadores que estudavam as estruturas de aço. Segundo esse autor, um dos fatores que dificultam uma maior difusão tecnológica dos sistemas de ligações é o fato de o concreto pré-moldado ter sido considerado por parte dos fabricantes como um produto de inovação tecnológica (como segredo industrial), havendo relutância por parte dos mesmos em divulgar a tecnologia. Por outro lado, tal ideologia também foi assimilada no meio acadêmico,

onde o ensino desses sistemas não é tradicional nas escolas de engenharia e arquitetura, tornando esta uma área de atuação restrita para poucos profissionais.

## **4 EMPRESAS DE PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO**

Foram realizadas visitas às empresas de pré-fabricados para verificar as condições de industrialização das mesmas. A seguir são descritos, resumidamente, os principais aspectos de duas entrevistas realizadas com base em questionário estruturado e apresentado em PIGOZZO (2005). Os principais aspectos de industrialização das empresas, como estrutura organizacional e fotos do parque industrial, podem ser verificados em PIGOZZO (2005).

### **4.1 Empresa A**

A empresa A possui um departamento de projetos, onde são executados todos os projetos das peças pré-fabricadas encomendadas na empresa. Assim, não há necessidade de terceirização para a realização de projetos. Para execução dos cálculos estruturais, as peças pré-fabricadas são, em sua grande maioria, consideradas como nós móveis, ou seja, são calculadas como estruturas isostáticas. A empresa A possui uma central de concreto totalmente automatizada, onde todo concreto necessário para execução das peças pré-fabricadas é produzido na própria empresa. Dessa forma, não há problemas referentes a concretos de diferentes idades, composições e propriedades mecânicas.

O engenheiro entrevistado cita a necessidade de um planejamento específico para o caso dos pré-fabricados e relata que, assim que contratada para execução de edifícios, a empresa A mobiliza-se para planejamento da obra, iniciando tal planejamento na fase de produção das peças, pois é necessário discutir diversas variáveis em relação a peças durante sua produção. O exemplo citado refere-se às dimensões dos elementos, que devem ser idealizadas de maneira a permitir sua retirada da fôrma e seu posicionamento nas carretas com os equipamentos e ferramentas existentes na empresa, para que não seja necessário alugar equipamentos especiais, aumentando assim os custos finais do empreendimento.

Em relação ao transporte das peças pré-fabricadas, novamente as dimensões das peças, juntamente com seus pesos próprios, devem ser consideradas, pois esses são fatores importantes no caso de transporte, já que as carretas são limitadas em relação às dimensões. Em alguns casos, são necessárias as utilizações de carretas extensíveis, cujo valor de aluguel é muito maior ao das carretas convencionais. Os pesos próprios devem ser analisados de tal forma que não ultrapassem a carga máxima permitida nas estradas e rodovias pelas quais as carretas irão trafegar.

Para a fase de montagem dos elementos pré-fabricados, a empresa necessita realizar um estudo detalhado da obra, pois em alguns casos, o layout do canteiro de obra dificulta ou inviabiliza a montagem dos elementos pré-fabricados, sejam eles por motivos de falta de espaço físico para entrada dos equipamentos de montagem, ou até devido a relevos acidentados que impeçam a passagem do maquinário para execução da montagem dos pré-fabricados.

Em relação à adoção de algum tipo de modulação, a empresa A está completamente desvinculada a esta característica, pois segundo o engenheiro, o diferencial da empresa está exatamente na flexibilidade de produção de peças produzidas conforme as necessidades dos clientes, ou seja, é possível produzir quase todos os tipos de peças nas dimensões solicitadas. Porém, mesmo com tais características, na empresa há alguns tipos de perfis padronizados, que assim mesmo podem sofrer alguns tipos de alterações.

Algumas das peculiaridades das mais modernas empresas de pré-fabricados em concreto é a possibilidade de substituição de peças de diferentes fornecedores, posicionamento das peças pré-fabricadas em diferentes posições dentro de uma mesma obra, combinação de peças de distintos fabricantes e permutação de uma peça pré-fabricada por um conjunto de peças menores assim como por peças maiores. Segundo o engenheiro, a empresa A está apta para atender qualquer uma dessas possibilidades, pois há uma grande flexibilidade na linha de produção da empresa. Todavia, o engenheiro ressalta a necessidade de execução, com antecedência, de um planejamento adequado para que serviços desse tipo sejam realizados.

Para o armazenamento das peças pré-fabricadas dentro da indústria, utiliza-se uma ponte rolante e um guincho. Desse modo, quando a peça possui rigidez suficiente, é retirada do interior da fôrma através do guincho e levada para o local de estocagem. Na região de estocagem, a ponte rolante é responsável pelo transporte das peças, de tal forma a manter a organização do estoque e separá-las conforme as características de cada conjunto de peça.

No local de estocagem das peças pré-fabricadas da empresa A, utiliza-se um método simples, porém, muito eficiente para a identificação dos elementos. Estes recebem etiquetas fixadas às armaduras, onde consta claramente a identificação da peça, a data de fabricação, o número do pedido, a seqüência de montagem, o nome e a localização da empresa cliente, as dimensões da peça (largura, altura e comprimento), o tipo de peça, o volume e o peso da peça e, finalmente, o logotipo da empresa A.

## **4.2 Empresa B**

A empresa B é especializada na fabricação de estruturas e elementos pré-fabricados em concreto, como fundações, escadas, pilares, terças, vigas e painéis de fechamento maciços para os mais diversos tipos de edificações, como edifícios industriais, comerciais, residenciais, logísticos, múltiplos pavimentos, obras integradas a outros sistemas construtivos e com detalhes arquitetônicos específicos.

Atualmente conta com uma equipe de mais de duzentos trabalhadores e mais de 1900 obras já realizadas. Com o progresso, a empresa passou a desenvolver novos sistemas construtivos e a adquirir experiência e tecnologia, o que consolidou a como uma das principais fornecedoras de produtos e serviços no segmento de pré-fabricados em concreto.

A empresa B possui o selo de excelência ABCIC (Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto), que comprova de forma concreta, que as empresas que obtêm seu direito de uso, possuem competência efetiva para projetar, produzir, transportar, montar e entregar ao cliente construções em conformidade com as normas técnicas, utilizando as melhores práticas de gestão empresarial relacionadas à qualidade, segurança e respeito ao meio ambiente. Para a obtenção desse selo, as empresas são analisadas pelo desempenho técnico e empresarial, medido por indicadores pré-estabelecidos. O selo garante um crescimento ordenado, confiável, com qualidade e segurança, não só para o mercado, mas para a própria empresa adepta ao programa e seus funcionários. Os detentores do selo estão em conformidade com uma série de itens que atestam sua capacitação técnica e organizacional, proporcionando maior segurança para a utilização da tecnologia do pré-fabricado.

Dentro da empresa B existem alguns setores, entre os quais está inserido o setor de projetos de peças pré-fabricadas, que o engenheiro define como Departamento Técnico de Projetos. Esse setor tem a finalidade de executar os projetos das obras contratadas, conduzir o desenvolvimento técnico das soluções de cada obra, executar os detalhamentos necessários para a execução das peças e realizar os projetos de montagem dos elementos pré-fabricados. A empresa possui ainda uma área técnica de projetos no setor comercial, que se dedica a realizar a concepção dos projetos, ou seja, acompanhar e discutir com o cliente suas necessidades, compreendê-las, formatar tais necessidades dentro do sistema construtivo mais adequado. Em seguida, esse projeto preliminar é passado para o Departamento Técnico de projetos da empresa para sua continuidade.

O Departamento de Logística é responsável pela análise e planejamento de todas as fases de uma obra em pré-fabricados, como o projeto, fabricação e manuseio dos elementos, armazenamento, transporte, montagem, serviços preliminares, finais e entrega do empreendimento. Segundo o engenheiro, o planejamento de todas essas fases é uma das maiores dificuldades desse departamento e o engenheiro acrescenta que, no momento da pré-contratação, o Departamento Comercial possui alguns parâmetros pré-definidos que orientam a execução dos projetos preliminares. No entanto, quando os empreendimentos saem desses parâmetros, é necessário que o departamento consulte as áreas de logística e técnica para definir a viabilidade da obra. Um bom exemplo do trabalho do Departamento de Logística, citado pelo engenheiro, foi uma obra realizada no centro do município de Guarulhos, onde era proibida a entrada de grandes caminhões no período diurno. Dessa forma, foi necessário executar essa obra totalmente no período noturno, o que dificultava muito a execução.

Na empresa B, assim que fechado o contrato para a execução de uma obra, o setor de serviços da empresa efetua uma reunião com seu cliente e visita a região onde se realizará o empreendimento para

uma análise prévia e execução de um *check list* das necessidades da obra. Após essa primeira fase, dentro da empresa são reunidos os setores administrativos, comerciais e operacionais, para definição de questões importantes e das dificuldades que possam surgir de tal forma a construir um plano de ação e então dar início ao empreendimento.

A grande maioria do aço utilizado nas peças pré-fabricadas é comprada em rolos. Depois o aço é cortado e dobrado pela própria empresa, que possui equipamentos com capacidade de manuseio para aço em rolo de bitola de até 10 mm. Acima dessa dimensão, o aço é comprado em barras e cortados de maneira tradicional, utilizando equipamentos antigos.

Quando a capacidade de produção de armadura da empresa é ultrapassada, o aço é terceirizado. O engenheiro explica que essa é uma situação rara de acontecer. A empresa B trabalha em sua linha de produção com o conceito das restrições, ou seja, analisar e solucionar cada problema que restrinja a capacidade de produção da empresa. Segundo o engenheiro, uma das maiores restrições anteriores era o setor de confecção de armações, que não era capaz de acompanhar o ritmo de produção do restante da empresa. Portanto, foi necessário aumentar o período de produção de 8 para 24 horas, ou seja, o setor de produção de armação passou a possuir três turnos de trabalho de 8 horas cada um, acabando assim com essa restrição.

Apesar de todo avanço das empresas de pré-fabricados em concreto, o engenheiro salienta que a modulação das peças ainda é importante na concepção de um empreendimento. Por isso, a empresa B procura utilizar alguns critérios que visam otimizar o sistema construtivo e propõem aos seus clientes soluções dentro de certos módulos que tornam os edifícios mais competitivos. No entanto, a decisão final da modulação está relacionada com o layout exigido pelo cliente. As modulações mais utilizadas na empresa B são entre pilares, que são divididas entre vãos dos pórticos (conjunto entre dois pilares e uma viga) que são da ordem de 10 m a 30 m, e vãos entre pórticos, que são da ordem de 5 m a 12,5 m. Dentro dessas medidas, realiza-se uma análise de custo benefício para melhor adequar a edificação às necessidades do cliente.

Para o transporte das peças pré-fabricadas de concreto, o engenheiro explicou que elementos com até 12 m de comprimento são transportados em carretas simples. Para peças com até 20 m de comprimento, o transporte é feito através de carretas extensíveis. Para elementos acima dessas medidas, a empresa B realiza a pré-fabricação no próprio canteiro de obra, pois os equipamentos de manuseio interno não são capazes de manejar essas peças e a própria carreta fica impossibilitada de executar manobras no interior da indústria.

Para a execução das peças pré-fabricadas a empresa B utiliza em sua grande maioria fôrmas de aço, com algumas poucas exceções, em que são utilizadas fôrmas de madeira para a confecção de consolos, quando necessário. No concreto utilizado pela empresa B são inseridos diversos aditivos, como hiperplastificantes, que são usados para a produção do concreto auto-adensável, e no concreto convencional são utilizados plastificantes para a redução do fator água cimento. Segundo o engenheiro, a utilização do cimento auto-adensável é uma meta da empresa, que pretende aumentar o consumo deste material, pois mesmo que o concreto auto-adensável possua um valor monetário mais elevado, esse produto acaba se tornando mais viável devido a maior facilidade no lançamento e a não necessidade de vibração. Isso é indicado principalmente em peças com maior esbeltez como os painéis planos fabricados pela empresa B, que possuem 8 cm de espessura. Em tal dimensão não é praticável a utilização vibradores de imersão, assim como mesas vibratórias.

## **5 ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO**

Após as visitas às empresas de pré-fabricados de concreto e entrevistas com profissionais ligados a este setor, nota-se que o desenvolvimento das principais empresas do mercado de pré-fabricados na construção civil está num patamar elevado. As empresas conseguiram desenvolver uma importante cultura construtiva e uma tradição no mercado, se consolidando com produtos de qualidade e diferenciados. Para isso, mantêm uma infra-estrutura do processo de produção que pode ser considerada como industrial. Os equipamentos, tecnologias, controle e organização da produção são fatores que fundamentam a afirmação de sistema construtivo industrializado.

Verificou-se principalmente neste estudo de caso, que a ação de alguns clientes a favor da racionalização dos processos construtivos começa a apresentar bons resultados. Atualmente as empresas são capazes de dar respostas rápidas e adequadas à agilidade do mercado, demonstrando que os elementos de fundações, pilares, vigas, cobertura, fechamento lateral e demais peças pré-fabricadas em concreto podem atender aos quesitos de economia, prazo e qualidade técnica solicitados pelos proprietários de diferentes tipos de edificações.

Outro aspecto importante é a organização das empresas pesquisadas em uma entidade que promove os princípios do cooperativismo e parceria entre os fabricantes de pré-moldados. Verifica-se a fusão dos interesses na busca de mais qualidade, produtividade e economia do processo construtivo. A criação da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC) foi desenvolvida em parceria com o Centro de Tecnologia de Edificações (CTE) e com o apoio da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Por meio dessa associação, criou-se o Selo de Excelência ABCIC (2005) que, através da interação dos conhecimentos dessas entidades, desenvolveram normas que atestam a certificação e qualidade dos produtos. Esse selo confirma a capacidade da empresa possuidora de que está apta e que possui competência efetiva para projetar, produzir, transportar, montar e entregar ao cliente construções em conformidade com as normas técnicas.

As empresas pesquisadas investem em pesquisa e na constante inovação tecnológica de seus equipamentos, processos e produtos, conscientes de que a atualidade das soluções que oferecem ao mercado constitui diferencial competitivo essencial para seu sucesso. Além disso, as empresas provêm soluções abrangentes, assumindo subsistemas completos das edificações, minimizando os problemas, interfaces e riscos nas obras para seus clientes.

Assim, participam da implantação de tecnologias como os painéis pré-fabricados de fachada e os painéis do sistema “tilt up”. É cada vez mais crescente a utilização desses subsistemas em edifícios comerciais, residenciais, hotéis, flats e até em edifícios industriais. Outro destaque que pode ser mencionado refere-se aos banheiros pré-fabricados ou como são mais conhecidos, os “banheiros prontos”, que vem ganhando cada vez mais importância junto à construção industrializada. Ao lado das inovações do produto surgem também grandes avanços em relação aos materiais, como a utilização de painéis arquitetônicos de GFRC (concreto reforçado com fibra de vidro). Com isso, as peças tornam-se mais esbeltas e mais leves, dispensando equipamentos pesados para a montagem, além de terem um acabamento que não necessita de outros retoques.

## **6 CONCLUSÃO**

Sabe-se que os pré-fabricados de concreto tornaram-se fundamentais na construção civil por serem econômicos, já que não há desperdícios na sua execução e montagem. Para se agregar a vantagem da velocidade na construção do edifício, ressalta-se que o processo de produção deve ser cuidadosamente planejado e os intervenientes devidamente identificados. A construção do edifício não está baseada simplesmente na montagem dos elementos ou na concepção da arquitetura diversificada, mas em uma série de fatores econômicos, logísticos, organizacionais e culturais. Infelizmente, em muitos casos, estes problemas ainda não foram solucionados. Verificou-se no estudo de caso que as empresas começam a se estruturar administrativamente como forma de obter mais vantagem competitiva.

É importante cada vez mais divulgar a potencialidade do uso atual dos pré-fabricados de concreto armado através de pesquisas agregadas à produção. Este tipo de sistema construtivo fornece diversas oportunidades arquitetônicas e inúmeras outras vantagens, que fazem dos pré-fabricados um sistema extremamente competitivo e muito utilizado no exterior. As empresas pesquisadas possuem um diferencial que as coloca em situação privilegiada no mercado, pois possuem credibilidade e atendem aos clientes com qualidade e produtos inovadores. Para isso, procuram trabalhar em parceria com outras empresas de igual credibilidade e buscam apoio de associações e instituições de pesquisa.

Finalmente, com a análise realizada pode-se afirmar que os pré-fabricados em concreto têm um grande potencial tecnológico e organizacional. Este potencial pode ser garantido pela produção em regime industrial, que se for bem executada trará qualidade e versatilidade ao produto. Também a existência de diversos tipos de acabamentos e precisão nos detalhes, facilidade na execução das instalações

através de furos e vazios das peças, capacidade de vencer grandes vãos, elevada resistência ao fogo, conforto térmico e acústico, durabilidade, perfeição geométrica e agilidade na execução dos empreendimentos são vantagens que podem ser mais bem exploradas pelos fabricantes e projetistas, tal como já acontece nas empresas pesquisadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA – ABCI (1980). **A história dos pré-fabricados e sua evolução no Brasil**. São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO – ABCIC (2005). **Selo de Excelência**. Disponível em: <<http://www.abcic.com.br/selo/>>. Acesso em: Agosto de 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM – ABESC (2005). **Estruturas de concreto pré-moldadas in loco**. Disponível em: <<http://www.enetec.com.br/aeaarp/99/99civi.htm>>. Acesso em: 12 Abr. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP (2005). Boletim Cimento Hoje - **Fachadas para montar: pré-fabricados arquitetônicos marcam o cenário urbano na virada de século**. Disponível em: <[http://www.abcp.org.br/downloads/cimento\\_hj/jornal\\_32/arquitetura.htm](http://www.abcp.org.br/downloads/cimento_hj/jornal_32/arquitetura.htm)>. Acesso em: 03 Abr. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (1985). **NBR-9062: Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado**. Rio de Janeiro. ABNT.

BRUNA, P. (1976). **Arquitetura, Industrialização e Desenvolvimento**. EDUSP/Perspectiva, Coleção Debates, número 135, São Paulo.

ELLIOT, R.S. (2002). **Precast Frame Concepts, Economics and Architectural Requirements**. In workshop on Design & Construction of Precast Concrete Structures. Construction Industry Training Institute. Singapore.

FERREIRA, M.A. (2003). **A importância dos sistemas flexibilizados**. 8p. São Carlos, UFSCar. (Apostila).

OLIVEIRA, L.A. (2002). **Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios**. 191f. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ORDONÉZ, J. A. F. (1974). **Pre-fabricacion: teoría y práctica**. Barcelona: Editores Técnicos Asociados. v.1.

PIGOZZO, B.N. (2005). **A evolução da indústria da construção civil em função do uso de pré-fabricados em concreto**. Relatório de pesquisa de Iniciação Científica UFSCar / FAPESP, 123p.

REVEL, M. (1973). **La prefabricacion en la construccion**. 1.ed. Bilbao: Urmo. 457p.

SABBATINI, F.H. (1989). **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. 336f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

SALAS, S. J. (1988). **Construção Industrializada: pré-fabricação**. São Paulo: Instituto de pesquisas tecnológicas.

VASCONCELOS, A. C. (2002). **O concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. Volume III. Studio Nobel. São Paulo.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo apoio à pesquisa realizada e às empresas pesquisadas.