



ENTAC2006

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

PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA CONSOLIDADA?

**Juan F. Temoche-Esquivel (1); Rodrigo R. Tomazetti (2); Mércia M. S. B. Barros (3);
Fernando Henrique Sabbatini (4)**

Departamento de Engenharia de Construção Civil - Escola Politécnica - Universidade de São Paulo, Brasil.

e-mails: (1) juan.esquivel@poli.usp.br; (2) rodrigo.tomazetti@poli.usp.br; (3) mercia.barros@poli.usp.br;

(4) fernando.sabbatini@poli.usp.br

RESUMO

A preocupação das empresas do setor de construção de edifícios de se manterem em um mercado cada vez mais competitivo tem levado muitas delas a investirem na industrialização de seu processo produtivo, fazendo uma opção pelo emprego de elementos pré-fabricados, como alternativa ao processo tradicional de produção, sobretudo para solucionar as vedações sejam internas ou de fachadas.

No caso específico das fachadas de edifícios de múltiplos pavimentos, objeto do presente trabalho, principalmente na região sudeste do país, vem ocorrendo o emprego da tecnologia de painéis pré-fabricados, sejam os de concreto armado ou mesmo os mais leves, produzidos a partir do emprego de fibras de vidro. Apesar das vantagens largamente veiculadas pelos fabricantes desses componentes, trata-se de uma tecnologia ainda não consolidada no Brasil. Assim, neste artigo tem-se como objetivo analisar o processo de implantação dessa tecnologia em empresas construtoras de edifícios, a partir de uma caracterização do sistema com base na bibliografia disponível e de um levantamento de campo, o qual compreendeu visitas a canteiros de obra e entrevistas com fabricantes e construtores.

O trabalho permitiu identificar aspectos relacionados ao planejamento, à logística do canteiro de obras, e ainda à adequação do processo produtivo às necessidades específicas de introdução da inovação tecnológica no sistema de produção das empresas. Pode-se constatar também a existência de interferências causadas por decisões tomadas na etapa de obra, devido à falta de especificações precisas na fase de projeto, além da ausência de um claro processo de seleção tecnológica para a escolha do produto e do fornecedor.

Palavras-chave: painéis pré-fabricados, concreto, fachada, obra.

ABSTRACT

Many firms of building construction sector are concerned to keep them active in a competitive market which has taken them to invest in the industrialization of their productive process, taking as an option the use of precast elements as an alternative to their traditional production process, mainly to give a solution to internal or external walls.

For tall buildings facades, object of this paper, mainly in the southern Brazilian region, the use of technologies such as precast concrete panels and glass fiber reinforced concrete panels, is being carried out. Even with the widely published advantages of these building components, this technology has not been consolidated yet, here in Brazil. So this paper aims to analyze this technology implantation process in building construction firms from a system characterization using available bibliography and a field research including interviews with manufacturers and users of this technology and building site visits.

This study helped to identify some aspects related to planning and logistics in the building site, and also the adequacy of the technology to the needs of the innovation introduction in the company

building process. They were verified some interference due to decisions taken in the execution stage caused by the absence of clear project specifications and a technological choice of the product and the provider.

Keywords: pre-cast panels; concrete; façade, implantation, building site.

1 INTRODUÇÃO

Na indústria da Construção Civil no Brasil, especialmente no subsetor edificações, a introdução de métodos e processos construtivos inovadores é uma estratégia que vem sendo utilizada pelas empresas preocupadas em se manterem em um mercado cada vez mais competitivo, apostando em ações que impulsionem o processo de industrialização. Geralmente estes métodos e processos construtivos caracterizam-se pelo uso de componentes com maior carga tecnológica que permite agregar valor ao processo de produção e até mesmo ao produto edifício.

As vedações verticais, particularmente os vedos, ocupam posição estratégica dentre os subsistemas que compõem o edifício, já que possuem interface com vários outros subsistemas e elementos, como a estrutura, instalações, impermeabilizações, e também com as esquadrias e revestimentos, além de influenciarem significativamente nos custos de produção e exercerem influência no processo construtivo como um todo.

Como geralmente não é feito um adequado planejamento da execução dos elementos de vedação, muitas vezes ocorrem problemas resultantes da interferência entre serviços, dentre os quais, muito retrabalho. Esse fato é confirmado quando são observados maiores índices de desperdícios tanto de materiais como de mão-de-obra empregada na produção da vedação vertical (FRANCO, 1998).

Buscando otimizar a produção dos elementos de vedação vertical, algumas empresas incorporadoras e construtoras têm optado pela pré-fabricação como alternativa aos processos tradicionais. Entre as diferentes alternativas disponíveis no mercado, estão os painéis pré-fabricados de concreto para fachadas de edifícios de múltiplos pavimentos, os quais têm sido utilizados principalmente na região sudeste do país, ainda que algumas iniciativas apareçam também em outros estados brasileiros, notadamente em algumas capitais do nordeste.

No entanto, segundo Sabbatini (1998), em muitos casos a decisão pela utilização de inovações tecnológicas, como os painéis pré-fabricados, é tomada sem se tenha um entendimento do próprio conceito de industrialização e sem uma visão sistêmica do processo de construtivo, já que a simples introdução de uma nova tecnologia no sistema produtivo de uma empresa construtora não implica em um processo de industrialização se ele não está acompanhado de uma organização continua da atividade produtiva.

Para que a empresa usufrua os resultados positivos da implantação de novas tecnologias precisará adotar uma adequada metodologia de ação, que contemple os aspectos tecnológicos, organizacionais e de gestão do processo de produção para transformar as relações de produção, alcançando-se, com isso, um patamar mais elevado na busca do desenvolvimento tecnológico e organizacional (BARROS, 1998).

É neste contexto que se apresenta o presente trabalho que procura focar as dificuldades de implantação de novas tecnologias no sistema de produção das empresas construtoras.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo fazer uma análise crítica do processo de introdução das vedações verticais em painéis pré-fabricados de concreto para fachada que vêm sendo utilizadas principalmente na região sudeste, através de estudos de caso em empresas construtoras e fornecedoras do sistema.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada compreendeu duas frentes de ação: a primeira foi uma revisão de bibliografia sobre painéis pré-fabricados, com destaque para os painéis de concreto, quanto aos seus aspectos técnicos e construtivos. A segunda consistiu em levantamento de campo, durante o segundo semestre de 2004, com a realização de entrevistas a fabricantes de painéis pré-fabricados em concreto armado e construtores de empresas que utilizam o sistema. Para isto, foram elaborados questionários específicos, aplicados junto aos representantes das diversas áreas relacionadas com a especificação e o projeto dos componentes, com a sua produção na indústria e com a sua instalação em obra. Igualmente, foram visitadas três obras que estavam utilizando os painéis arquitetônicos, o que permitiu uma visualização clara da aplicação da tecnologia no canteiro de obra. Permitiu também identificar a adequação do planejamento e da logística da etapa de instalação, às exigências da introdução de inovações tecnológicas.

4 PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO

As vedações verticais com painéis pré-fabricados de concreto para fachada são constituídas por unidades pré-fabricadas, fixadas à estrutura por meio de dispositivos geralmente metálicos e com presença de juntas entre as unidades de caráter modular. Os painéis pré-fabricados de concreto oferecem potenciais vantagens sobre as vedações tradicionais de alvenaria, entre as quais se destacam a maior facilidade de organização e limpeza do canteiro, a redução do número e a simplificação das atividades realizadas, redução de prazo, facilidade no controle e menor desperdício de materiais.

Entretanto, existem algumas exigências relacionadas a esse sistema como a precisão dimensional da estrutura e dos demais subsistemas, necessidade de mudanças organizacionais nos processos de gestão da produção, perfil profissional diferenciado em relação à mão-de-obra usualmente disponível, uma vez que se tratam de atividades de montagem e não de moldagem. Além disso, por se tratar de uma nova tecnologia, inexistem parâmetros normativos que definam as exigências quanto às características dos componentes, dificultando a sua contratação. Outro aspecto relevante sobre os elementos pré-fabricado é que pesam sobre eles uma imagem negativa em relação aos potenciais usuários do edifício (SABBATINI, 1998; BARROS, 1998).

Os denominados “sistemas de fachadas pré-fabricadas em concreto”, disponíveis no mercado, são ofertados por empresas que fabricam os painéis e comercializam o produto instalado. Em muitos alguns casos, componentes de diferentes fabricantes são incorporados ao painel, como as esquadrias de janela que já vem instaladas, assim como o próprio revestimento. Nestes casos é necessário desenvolver projetos específicos prevendo a coordenação modular para o subsistema.

Na sequência, apresentam-se os componentes do sistema e os aspectos relativos à interação da tecnologia com outros elementos e subsistemas do edifício.

4.1 Componentes

4.1.1 Painel de concreto

Os painéis têm geralmente forma plana, são fabricados em forma de unidades com dimensões padronizadas e, após serem agrupados, dão estabilidade ao conjunto das vedações verticais externas. Os painéis de concreto têm vantagens importantes, como precisão geométrica, variedade de dimensões e acabamentos, facilidade de instalação de esquadrias e incorporação de revestimentos na própria fábrica, os quais são imprescindíveis para a racionalização da vedação vertical.

Como os painéis de concreto podem ser fabricados utilizando uma variedade de materiais, podem ser classificados seguindo diferentes critérios. Segundo as classificações de Sabbatini (2003) e ACI (1993) podem ser consideradas as seguintes tipologias:

- a) Pelos materiais constituintes: painéis de concreto armado; painéis protendidos; de GRC¹; de concreto denso ou leve.
- b) Pelo formato geométrico da sua seção transversal:
 - painéis maciços e painéis não maciços (alveolares, nervurados, etc.);
 - painéis monocamada ou painéis de múltiplas camadas.
 - painéis planos ou painéis de seção complexa.
- c) Pelo acabamento de sua face externa: painéis sem acabamento; painéis com acabamento liso ou texturado.

Entre os painéis para vedação de fachada disponíveis no mercado paulista, destacam-se os pré-fabricados arquitetônicos de concreto armado e os painéis pré-fabricados em GRC.

Os painéis pré-fabricados arquitetônicos são definidos pelo PCI (1989) como aqueles que se referem a uma unidade pré-fabricada em fôrma especial ou padronizada (ou ocasionalmente modular) que, por meio de tratamento em uma de suas faces, atinge um acabamento superficial, cores ou rugosidade que contribuem para a arquitetura e acabamento do edifício. O ACI (1993) explicita que os painéis pré-fabricados arquitetônicos são de concreto, pré-fabricados, com formas e dimensões variadas, apresentando acabamento superficial com exposição de agregados decorativos, ou com placas de rocha.

Entre outras definições para os painéis arquitetônicos, Pereira (2001) destaca que são componentes pré-fabricados, constituídos por uma malha metálica de enrijecimento horizontal e vertical. Podem ser planos ou receber nervuras para aumentar as dimensões sem acréscimo de espessura ou armadura. Enquadram-se nas vedações pesadas, possuindo densidade superficial superior a 100kg/m².

Os painéis pré-fabricados de GRC são constituídos por cimento Portland reforçado por fibras de vidro resistentes a álcalis, não havendo a presença de agregados. Por sua leveza e facilidade de moldagem, esses painéis permitem as mais diversas formas e seções na produção de componentes decorativos, brises e chapas planas, entre outros.

4.1.2 Dispositivos de Fixação

Os dispositivos são responsáveis pela interação entre os painéis e a estrutura, cumprindo a função de fixá-los a estrutura suporte, transferir para ela seu peso próprio e absorver as movimentações diferenciais entre o painel e a estrutura. Os dispositivos geralmente são metálicos, destacando dentre eles os de aço carbono com revestimento galvanizado ou zincado, o aço patinável, também denominado de aço de baixa liga sem tratamento térmico, e o aço inoxidável com baixo teor de carbono, o qual possui boa resistência à corrosão. Os dispositivos podem ser colocados na fôrma do painel antes da concretagem ou podem ser instalados após a peça ter sido concretada, sendo a primeira prática a mais comum.

De acordo com as funções cumpridas, o PCI (1989) classifica os dispositivos de fixação em três tipos: fixações de alinhamento (permitem o alinhamento na montagem), fixações de apoio vertical (suporte do peso próprio do painel) e fixações de apoio lateral (suporte de cargas horizontais).

A ligação entre os dispositivos de fixação podem ser feitas através de parafuso ou de solda. A fixação aparafusada permite maior eficiência na montagem, já que é praticamente imediata, liberando os equipamentos de transporte vertical e possibilitando que os ajustes sejam realizados posteriormente. A fixação soldada, a mais comum no Brasil, segundo Oliveira (2002), deve ser especificada através de critérios de projeto que indiquem o tipo de solda, suas dimensões, resistência, localização, tipo de eletrodo, temperatura de aquecimento, e sequência de soldagem (PCI, 1989).

¹ GRC era abreviatura de Glass Reinforced Cement, ou seja, material a base de cimento portland (sem agregados) reforçado por fibras de vidro resistentes a álcalis tendo ao cimento como aglomerante principal. Posteriormente o termo evoluiu para Glass Reinforced Concrete

4.1.3 Juntas

As juntas entre painéis são formadas pelos limites de cada painel e permitem que as movimentações dos painéis ocorram sem afetar a integridade dos constituintes do sistema, devendo proporcionar, também, estanqueidade ao conjunto e alívio das tensões produzidas pelas variações higrótérmicas.

De forma geral as juntas entre painéis de concreto são subdivididas em junta aberta e drenada ou junta vedada. Na junta aberta e drenada a geometria dos encontros entre painéis é especialmente desenhada para recolher e drenar a água da chuva e complementada por uma barreira física dupla. Estes tipos de junta são obtidos através de sobreposição de bordos horizontais, complementada por sulcos verticais onde são posicionadas faixas de neoprene. As faixas de neoprene funcionam como uma primeira barreira estanque à água que mantém permanentemente protegida uma segunda barreira que confere estanqueidade ao ar (borracha ou espuma compressível). Orifícios de drenagem promovem a eliminação da água que eventualmente penetre na junta. No encontro de juntas horizontais e verticais, uma membrana impermeável (borracha butílica ou manta betumada) garante a estanqueidade (PCI, 1989). Nas juntas vedadas são utilizados selantes ou gaxetas, em barreira simples ou dupla, como recomendado pelos fabricantes nacionais. As juntas com um selante na face externa do painel têm custo inicial baixo; porém, os custos de substituição do selante ao longo da vida útil da fachada devem ser considerados na avaliação. Os principais tipos de selantes utilizados em vedação de painéis de concreto são o polissulfeto acrílico (mono ou bi-componentes) e o silicone de baixo módulo de elasticidade (SILVA; SILVA, sd).

Os selantes das juntas devem garantir a estanqueidade das fachadas, sendo que esta característica depende do tipo de polímero, do detalhamento das juntas e das condições de exposição. Estes polímeros estão suscetíveis a fatores de degradação resultantes da combinação de efeitos atmosféricos, radiação solar, calor, oxigênio, água e microorganismos, que contribuem para a diminuição da vida útil e do desempenho das juntas, sendo necessária sua reposição com o tempo (PCI, 1989).

4.2 Interação da tecnologia com outros subsistemas do edifício

4.2.1 Estruturas

Os painéis pré-fabricados de concreto para fachada são fixados a estruturas reticuladas em perfis metálicos ou em concreto armado, com predominância deste último. No projeto dos painéis pré-fabricados de concreto, o arquiteto faz primeiramente a divisão da fachada em módulos, cujas dimensões seguem as orientações dos fornecedores de painéis. Depois, faz-se a compatibilização com o projeto estrutural, definindo-se os sistemas de fixação e propondo-se soluções para as diversas situações de incompatibilidade que possam existir.

Os painéis começam a ser fabricados durante a execução das fundações do edifício e são entregues paralelamente à execução da superestrutura, devendo haver um controle rigoroso de datas. O ideal é que exista uma defasagem, em relação à estrutura de cinco andares. A montagem é precedida pela verificação das ancoragens chumbadas durante a concretagem das lajes, serviço realizado por um topógrafo que aponta eventuais situações que requerem correção.

Segundo Pereira (2001), em função da compatibilização que deve ser feita entre o projeto dos painéis e o de estruturas, as interferências com esse subsistema são bastante minimizadas durante a instalação dos painéis. É importante ressaltar, porém, que o posicionamento adequado das ancoragens nos elementos estruturais é fundamental para garantir o perfeito ajuste das peças à estrutura. Outra questão à qual deve ser dada importância é a tolerância de desaprumo da estrutura que não pode ser superior a 30 mm, uma vez que o início de montagem dos painéis se dá antes do término da estrutura, sendo a sequência de montagem feita de baixo para cima (montagem de forma helicoidal, instalando-se todos os painéis em sequência).

4.2.2 Esquadrias

Os principais aspectos que devem ser considerados quanto à interação dos painéis com as esquadrias são a adequada fixação das mesmas à vedação e a precisão dimensional dos vãos. É necessário considerar que apesar das esquadrias serem fabricadas hoje com uma certa padronização, facilitando a interação do painel com a esquadria, existem, ainda, detalhes dos acessórios que não estão resolvidos. Não existem estudos que viabilizem estruturas de apoio das esquadrias.

No que se refere às esquadrias, os painéis pré-fabricados facilitam a sua fabricação, em função da maior precisão dimensional, se comparada aos métodos tradicionais de vedação. As esquadrias são fixadas diretamente nos painéis, já que o contramarco pode vir ou não embutido no painel, dependendo da solicitação do cliente, e sua estanqueidade é garantida com a aplicação de silicone especial, aplicado pela construtora e não pelo fornecedor do painel, com alta capacidade de absorção da movimentação térmica dos painéis. Os vãos para as esquadrias estão definidos no projeto da fachada, bem como as peças que ficarão inseridas no painel (chumbadores).

5 PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA

O processo de implantação dos painéis pré-fabricados de concreto envolve vários aspectos relacionados à cadeia produtiva; porém neste trabalho, esse processo foi analisado sob dois aspectos: as ações dos fabricantes dos painéis e as ações das empresas construtoras.

No contexto desse processo, Sabbatini (2003) ressalta que para as construtoras exercerem sua vocação de empresas “integradoras” de sistemas e serviços é fundamental que haja no mercado a venda de produtos aplicados, ou seja, é essencial que exista a comercialização de paredes “industrializadas”, ou seja, a venda do produto aplicado e com garantia. Para tanto, a empresa que comercializa deve ter o domínio das fases de projeto, planejamento e execução da tecnologia.

A comercialização de painéis pré-fabricados para vedações no Brasil está limitada praticamente à região sudeste do país e concentra-se na cidade de São Paulo, com volume pequeno de obras quando comparado, por exemplo, ao volume de construção de edificações residenciais na cidade. Através do levantamento foram identificadas 4 empresas produtoras que comercializam a tecnologia de painéis pré-fabricados de concreto, como indicado na Tabela 1:

Tabela 1: Empresas produtoras de painéis pré-fabricados de concreto

Empresa	Superfícies de Fachadas Produzidas em agosto de 2004 (m ²)	Local	Tipologia de uso	Tipo de painel
A	21.000	São Paulo	comercial e residencial	painel pré-fabricado de concreto arquitetônico
B	8.000	São Paulo	Comercial	painel pré-fabricado de concreto arquitetônico
C	30.000	São Paulo	Comercial	painel pré-fabricado de GRC
D	23.000	São Paulo	Comercial	painel pré-fabricado de GRC

A forma como as empresas produtoras dessa tecnologia encaram o processo mostra uma preocupação com a etapa inicial de concepção do sistema. Assim, a partir do projeto arquitetônico, todos os aspectos construtivos e estéticos são considerados e são feitas as compatibilizações para a definição dos tipos de painéis, do sistemas de fixação e do sistema de selamento das juntas. Com isto, são desenvolvidos os projetos de fabricação e produção dos componentes, considerando-se os aspectos de

transporte, estocagem, montagem e acabamentos.

Assim, foi verificado que os painéis pré-fabricados são oferecidos no mercado como sistema de produto, que inclui o fornecimento dos componentes da vedação e sua respectiva fixação na estrutura do edifício, sem haver garantia do produto aplicado.

A utilização dessa tecnologia implica num maior custo de projeto para a construtora, devido à exigência de um conhecimento mais profundo do sistema por parte do projetista e, da parte da construtora, de um maior tempo para compatibilização entre os projetos. Por isto, como forma de viabilizar a utilização dos painéis no mercado da construção, os fabricantes utilizam o mecanismo de parceria com as empresas construtoras, participando do desenvolvimento de projetos junto aos escritórios de arquitetura e as empresas construtoras.

Entretanto, o sucesso da introdução deste tipo de tecnologias inovadoras em empresas construtoras depende, em grande medida, do comprometimento delas para atingir os objetivos estabelecidos, já que estes implicam em mudanças no sistema de produção da empresa, que fazem parte de um processo essencialmente evolutivo.

Esse processo depende fundamentalmente do estabelecimento de uma metodologia como defendem Sabbatini (1989) e Barros (1996). Essa última autora propõe uma metodologia para a introdução de tecnologias racionalizadas em empresas de construção de edifícios, apoiada em cinco pilares básicos que incluem o desenvolvimento do processo de projeto na empresa, o controle do processo de produção, o desenvolvimento dos recursos humanos, o aprimoramento do setor de suprimentos e a documentação do processo. Esta metodologia é dividida em quatro fases que são descritas brevemente na seqüência na Figura 1:

Figura 1: Proposta de metodologia de implantação de nova tecnologia na empresa construtora segundo Barros (1996)

FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
Organização da Implantação	Estudo de Viabilidade	Consolidação da Tecnologia	Disseminação da Tecnologia
Criação de um ambiente favorável	Investigação preliminar	Aplicação em escala piloto	Disseminação da tecnologia na empresa
Estudos Iniciais	Estudos em protótipos	Documentação consolidada	Manutenção da inovação

Para analisar o processo de introdução da tecnologia de painéis pré-fabricados de concreto no interior das empresas construtoras foram escolhidas três empresas nas quais havia obras onde estavam sendo utilizados os painéis pré-fabricados de concreto em fachada. Entre essas, estava a pioneira e maior consumidora dessa tecnologia no mercado em São Paulo, a qual vinha apostando na utilização do método, devido à sua filosofia de industrialização da construção. Entre os empreendimentos em construção nas empresas consideradas, encontraram-se duas edificações comerciais e uma residencial.

As empresas construtoras entrevistadas procuraram garantir em seus contratos com os fornecedores o cumprimento das necessidades exigidas pela utilização dos painéis nas obras, sobretudo contemplando o pagamento de multas por parte destes em caso de atraso no fornecimento das peças no canteiro de obras.

A decisão de introduzir a tecnologia nessas empresas foi motivada pelas seguintes razões:

a) Necessidade de se manterem competitivas devido à exigência do mercado de empreendimentos com maior flexibilidade em termos de uso do espaço, sobretudo em edificações comerciais, que resultam em estruturas com maiores vãos entre apoios.

b) Exigência dos empreendedores de um retorno mais veloz do investimento o que obrigou a uma diminuição de tempos de produção.

c) Frequente aparecimento de manifestações patológicas em fachadas executadas no método construtivo tradicional (alvenaria).

d) Interesse em introduzir o processo de construção seca (dry construction), conceito utilizado amplamente no exterior.

A etapa de Estudos Iniciais esteve caracterizada nas empresas primeiramente pela identificação da tecnologia mais adequada entre as opções apresentadas pelo mercado. Nesta etapa ficou caracterizada a figura do líder do processo, representada pelo diretor técnico das empresas, responsável pela criação de um ambiente propício para a implantação. As ações descritas constituiriam segundo a metodologia de Barros (1996) a primeira Fase da implantação, sem contar, no entanto, com outras atividades consideradas fundamentais como o diagnóstico da situação tecnológica das empresas.

A etapa seguinte foi a análise da viabilidade técnica e econômica das alternativas através de estimativas de custo e análise da experiência de outras empresas na utilização da tecnologia que segundo a metodologia de Barros (1996) corresponderia à segunda Fase da implantação. Observou-se que não houve preocupação na realização de estimativas de custo do sistema pelas empresas, que alegam que o adotaram em função de sua estratégia competitiva ter enfoque em diferenciação, visto que os painéis empregados são arquitetônicos e agregam valor à edificação. Com relação à análise da experiência de outras empresas na utilização da tecnologia, verificou-se que a empresa pioneira realizou pesquisas no mercado externo, efetuando visitas a fornecedores estrangeiros e a obras em países da Europa, Estados Unidos e Canadá.

O Planejamento da aplicação foi realizado após a definição da obra onde seriam utilizados os painéis pré-fabricados de concreto, sendo a própria obra o protótipo descrito pela metodologia de Barros (1996). A partir da escolha da obra, foi viabilizada a parceria com o fornecedor. Após o término da execução das primeiras obras não se realizou uma avaliação precisa, com levantamento detalhado e documentado de indicadores para a retro-alimentação, pela maioria das empresas.

A terceira Fase da metodologia em questão seria a aplicação em escala piloto da tecnologia, o planejamento da aplicação, a definição da obra e inserção no cronograma, as quais foram feitas na fase anterior.

O aprimoramento deu-se à efetivação da parceria através de um contrato com o fornecedor que considerasse, entre outros aspectos, a etapa de desenvolvimento dos projetos específicos da vedação e a preparação das equipes das empresas. Essa preparação consistiu em treinamentos das equipes envolvidas e a programação para a aquisição e/ou o aluguel de equipamentos de içamento como guias.

A utilização de painéis pré-fabricados obrigou a utilização de um projeto de canteiro considerando a colocação de guias, seus raios de abrangência e o melhor momento para sua montagem, além das considerações de programação dos serviços para evitar a acumulação dos painéis no canteiro em função do espaço que ocupam.

No que seria a Fase 4, segundo a metodologia de Barros (1996), o acompanhamento e avaliação da implantação piloto, são realizados na empresa através de indicadores. Os mecanismos de controle criados pelas empresas para projeto e execução criaram a possibilidade de verificar, por exemplo, se as especificações de projeto estão sendo utilizadas adequadamente durante a produção, quais são os problemas causados por indefinições nos projetos, qual a deficiência no treinamento da mão-de-obra, quais elementos podem ser melhorados em empreendimentos futuros, se o cliente está satisfeito com o produto, se o projeto satisfaz às necessidades do empreendedor/cliente e do agente construtor, se o projeto contempla questões de construtibilidade e se existe incompatibilidade entre os subsistemas.

A última fase da implantação correspondente à disseminação da tecnologia na empresa e é realizada através da divulgação da documentação e treinamento da equipe técnica, além da aplicação da tecnologia nos empreendimentos da empresa. Esta fase foi negligenciada nas empresas, principalmente com relação à elaboração e divulgação de documentação.

As dificuldades encontradas na implantação da tecnologia, discutidas anteriormente, certamente estão entre as causas que podem ter levado a redução do uso dos painéis pré-fabricados de concreto atualmente, como pode ser constatado na Tabela 2.

Tabela 2: Comparativo de obras em execução com painéis pré-fabricados de concreto

Empresa	Superfícies de Fachadas Produzidas em agosto de 2004 (m ²)	Superfícies de Fachadas Produzidas em março de 2006 (m ²)	Tipo de painel
A	21.000	14.000	painel pré-fabricado de concreto arquitetônico
B	8.000	7.500	painel pré-fabricado de concreto arquitetônico
C	30.000	9.000	painel pré-fabricado de GRC
D	23.000	8.000	painel pré-fabricado de GRC

Acredita-se que a redução significativa do número de obras (edifícios de múltiplos pavimentos) em execução utilizando o sistema de painéis pré-fabricados de concreto, nos últimos dois anos, tenha ocorrido em função de uma mudança de filosofia das empresas construtoras quanto à utilização desta tecnologia construtiva. Este fato foi identificado através das entrevistas com as principais empresas construtoras consumidoras do sistema.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe oferta de painéis pré-fabricados de concreto para fachada no mercado da região sudeste do país, os quais apresentam como principais vantagens a possibilidade de se ter uma obra limpa, rápida e de simplificados procedimentos gerenciais e de controle da qualidade. Entretanto, mesmo tendo sido introduzidos no mercado brasileiro há mais de dez anos, ainda não houve a consolidação dessa tecnologia no país, havendo inclusive uma redução na demanda.

Para que isto ocorra é necessário reduzir o preço dos painéis, uma de suas principais desvantagens, que possuem um custo 10 a 15% maior que o da alvenaria de vedação revestida. Isto pode ser feito através de projetos com maior repetitividade de peças, construindo edifícios com o mesmo modelo de peça e variando-se apenas a cor e o revestimento, e tentar estabelecer parcerias com os fornecedores de aço e cimento, o que segundo os fabricantes de painéis seria um fator determinante para a redução do preço.

Do mesmo modo, é fundamental que esse subsistema seja fornecido como sistema de produção, com a fachada completamente resolvida, o que requer além do domínio de todas as etapas do processo o desenvolvimento tecnológico do produto, de forma que todas as interfaces com outros subsistemas sejam bem resolvidas. No entanto, para que o fornecedor possa oferecer essa tecnologia como um sistema de produção, ou seja, com garantia do produto aplicado, faz-se necessário à existência de especificações normativas nacionais e uma mudança na forma de gerir os empreendimentos no Brasil. A maior parte dos fornecedores e construtoras entrevistados foram enfáticos em ressaltar a necessidade de se pensar a fachada com painéis de concreto nas etapas iniciais de concepção do empreendimento, o que não ocorre devido principalmente às interferências causadas pelas decisões dos investidores.

7 REFERÊNCIAS

- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE – ACI – Industrialization in concrete building construction. Michigan, 1975. (Publication SP-48).
- BARROS, M.B.S. **Metodologia para Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas na Produção de Edifícios**. 1996. 422 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- BARROS, M.B.S. O desafio da implantação de inovações tecnológicas no sistema produtivo das empresas construtoras. In: TENCOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: SEMINÁRIO DE VEDAÇÕES VERTICAIS, 1998. São Paulo. **Anais**. São Paulo: EPUSP, 1998. p. 249-286.
- FRANCO, L.S. O projeto das vedações verticais: característica e importância para a racionalização do processo de produção. In: TENCOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: SEMINÁRIO DE VEDAÇÕES VERTICAIS, 1998. São Paulo. **Anais**. São Paulo: EPUSP, 1998. p. 221-236.
- OLIVEIRA, Claudia T. A. Painéis pré-fabricados de GRC para vedação vertical de edificações. In Cadernos Técnicos – AUT. FAUUSP, n.10 (2002) – São Paulo: FAU, 2002.
- OLIVEIRA, L.A. **Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios**, 2002. 175 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- PEREIRA, T.C.A. **Avaliação de desempenho de sistemas racionalizados de vedação para edifícios com estruturas metálicas**, 2001. 127 p. Dissertação (Mestrado), Universidade do Espírito Santo. Vitória.
- PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE INSTITUTE – PCI. **Architectural precast concrete**. 2 ed. Chicago: PCI, 1989.
- RODRIGUES, Mariuza. Fechamento em escala. Revista Construção São Paulo no 2724, p. 22. PINI. São Paulo, abr-2000.
- SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**, 1989. 336 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- SABBATINI, F.H. A industrialização e o processo de produção de vedações: Utopia ou elemento de competitividade empresarial. In: TENCOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: SEMINÁRIO DE VEDAÇÕES VERTICAIS, 1998. São Paulo. **Anais**. São Paulo: EPUSP, 1998. p. 01-20.
- SABBATINI, F.H. A industrialização na produção de vedações. Inovações e tendencias. São Paulo. Notas de Aula da disciplina TG04. Disponível na internet em: <<http://tgp-mba.pcc.usp.br/TG-004/TG004-AULA8.pdf>>. Acesso 2003.
- SABBATINI, F.H. Tecnologia da Construção de edifícios. São Paulo. Notas de Aula da disciplina PCC-2435. Disponível na internet em: <<http://pcc2435.pcc.usp.br/pdf/PCC%202435%20-%202003%20-%20aula%2018%20conceitos.pdf>> Acesso 2004.
- SILVA, M. G da; SILVA, V. G da. Painéis de vedação. In Manual de construção em aço. Universidade do Espírito Santo. Vitória. Sem data.