Profissionais idealistas impulsionaram o **desenvolvimento da pré-fabricação no Brasil**

FÁBIO LUÍS PEDROSO – EDITOR – https://orcid.org/0000-0002-5848-8710 (fabio@ibracon.org.br)

Pré-moldado é todo componente produzido fora do lugar de uso definitivo na construção. O termo se refere a qualquer componente pré-construído para ser posteriormente montado no seu local de destino. Esse princípio construtivo é tão antigo quanto às primeiras edificações humanas em pedra e tijolos de barro.

Partenon, onde é possível ver as colunas moduladas

O Partenon, famosa edificação grega construída em 450 a.C., é um monumento marcado pela simetria, simplicidade e modulação, sendo que as pedras imensas que compõem suas colunas vieram de uma distância de 16 km de Atenas. A obra adotou "princípios milenares de construir edificações complexas com a aplicação repetitiva de elementos simples e de logística pensada para construir", afirma Íria Doniak, presidente-executiva da Associação Brasileira de Construção Industrializada de Concreto (ABCIC).

Com a invenção do cimento moderno, em 1824, por Joseph Aspdin, na Inglaterra, os pré-moldados de concreto surgiram como decorrência histórica da aplicação deste princípio construtivo milenar à própria invenção das estruturas reticuladas de concreto armado, atribuída a François Hennebique, que, em 1892, patenteou o sistema construtivo mais revolucionário da história da humanidade, que adotou painéis pré-moldados de concreto.

BANCO DE IMAGENS DA ABCIC

Planta de produção de estruturas pré-fabricadas. Área de pistas de protensão. (Cassol Monte Mor - SP)

Segundo Vasconcelos (2002), a primeira aplicação de elementos pré-moldados em estruturas de edificações foi realizada na França, em 1891, utilizando-se vigas pré-moldadas na construção do Cassino de Biarritz. Esta obra foi desenvolvida pela firma do engenheiro francês Edmond Cognet. As vigas pré-moldadas utilizadas no cassino foram produzidas em fábrica em Paris e transportadas para Biarritz.

Por serem produzidos na indústria, os pré-moldados apresentam maior rigor dimensional, maior dimensão e maior controle tecnológico. A norma ABNT NBR 9062

Projeto e Execução de Estruturas pré-moldadas de concreto, que regulamenta o sistema construtivo, diferencia os termos pré-fabricado e pré-moldado, atribuindo aquele às estruturas produzidas industrialmente e transportadas ao canteiro, modernamente chamadas de construção *"off-site"*.

Outro marco do desenvolvimento da pré-fabricação foi a construção de Weavne's Mill, em 1897, pelo engenheiro francês François Hennebique. Em 1901, John Brodie desenvolveu um sistema de construção de casas pré-moldadas de baixo custo em Liverpool, na Inglaterra.

"A indústria do pré-fabricado é inovadora por tradição, seja na adoção de novas tecnologias e materiais, seja na forma simples de construir que dá respostas às necessidades de rapidez, qualidade, economia, segurança e sustentabilidade", opina Doniak.

Essa inovação na pré-fabricação fez surgir os primeiros elementos pré-moldados de grandes dimensões para coberturas, em 1900, nos Estados Unidos, bem como as vigas-treliças e estacas de concreto pré-moldado na Europa, em 1906. O *"tilt-up"*, processo de execução de painéis sobre o solo que são posteriormente içados e montados na posição vertical, surgiu nos Estados Unidos em 1907 (DEBS, 2000).

O déficit habitacional causado pela Primeira Guerra Mundial (1914-1919) levou à busca pela construção rápida e econômica por meio da industrialização do processo construtivo. Países como Alemanha, França e Rússia incorporaram os conceitos de organização, racionalização e produção em série das indústrias na produção de elementos construtivos de concreto, com vista ao aumento da produtividade e à redução de desperdícios. O Edifício Narkomfin, em Moscou, projetado por Moisei Guinzburg e Ignati Milinis, foi uma das primeiras iniciativas russas com a pré-fabricação (SILVA, 2020).

No entanto, o grande impulso para a aplicação sistemática do concreto pré-moldado ocorreu ao final da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), quando a Europa precisou ser reconstruída. A necessidade de construção em larga escala de prédios públicos, residenciais e industriais, a escassez de mão de obra e de materiais, e o desenvolvimento da protensão demandaram o uso intensivo do sistema de concreto pré-fabricado, em razão de sua alta produtividade (DONIAK; GUTSTEIN, 2022). A viabilização dessa construção industrializada na Europa teve início com o anúncio do Plano Marshall, em 1947, que visou beneficiar com auxílio financeiro, envio de maquinário e mão de obra especializada os países ocidentais europeus, aliados dos Estados Unidos.

Em 1951, o governo francês estabeleceu um plano para construção de mais de 10 mil unidades habitacionais até 1956, o que levou à produção em série de painéis de concreto e escadas na construção dos conjuntos habitacionais. Vale destacar os conjuntos Les Courtillières, projetados por Emile Aillaud e George Contenot, em 1954.

Financiadas pelo Conselho para Assistência Econômica Mútua (Comecon), patrocinado pela União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), as políticas habitacionais dos países do Leste Europeu promoveram edificações de baixo custo de até cinco pavimentos com a pré-fabricação de concreto, para as quais foram desenvolvidas fábricas para produção de painéis de concreto adaptadas para um rápido cronograma de montagem. Somente em Moscou foram construídas cerca de 64 mil unidades habitacionais com esta tipologia (SILVA, 2020).

Nesta primeira fase de desenvolvimento dos pré-moldados, que vai de 1950 a 1970, os edifícios eram construídos com elementos pré-fabricados de um mesmo fornecedor, constituindo-se num ciclo fechado de produção. Sua justificativa era a produção massiva de elementos construtivos padronizados e repetitivos para reduzir custos e tempo de construção.

Desde 1980, o sistema de pré-fabricação de concreto ganhou flexibilidade, tanto em termos arquitetônicos (o uso da obra determina a modulação e adequação dos elementos estruturais), logísticos (diferentes componentes da obra podem ser fornecidos por diferentes empresas) e das interfaces da pré-fabricação com outros sistemas estruturais e etapas construtivas.

Em razão dessa reformulação do sistema de pré-fabricação, ele passou a ser aberto.

"A pré-fabricação em concreto, aberta e versátil, constitui inúmeras possibilidades, especialmente com tantos recursos de informação e tecnologia disponíveis hoje", comenta Doniak.

PROTENDIT

Pilar de concreto pré-fabricado da Protendit, montado com bate-estaca, em 1960

Por sua vez, a incorporação da protensão em alguns elementos de concreto pré-fabricado trouxe mais vantagens a esse sistema construtivo. A protensão consiste em incorporar ao concreto ainda no estado fresco fios de aço tracionados, que, após o concreto endurecer, são liberados para exercer tensões de compressão no interior da peça de concreto (sistema com pré-tensão). Com a tecnologia, as peças de concreto tornam-se mais rígidas e esbeltas, com maior capacidade portante, e com menor número de fissuras.

Esses parâmetros se traduzem em peças pré-fabricadas mais leves, com menores seções e que podem ter grandes dimensões, mais econômicas, por consumirem menos materiais, mais fáceis de manusear, armazenar, içar e transportar, com melhor acabamento e maior durabilidade.

PRÉ-FABRICAÇÃO NO BRASIL

Os pré-moldados desembarcaram no Brasil em 1926, quando a Christiani-Nielsen, construtora dinamarquesa com filial

Hipódromo da Gávea no Rio de Janeiro, cujas fundações e cercamento foram executados pela Christiani-Nielsen, em 1926

no país, executou o Hipódromo da Gávea, no Rio de Janeiro. As estacas de seção 38 x 38 cm, com comprimentos de até 24 m, foram pré-moldadas no próprio canteiro de obras, com o uso de cimento dinamarquês de endurecimento rápido. O muro de fechamento do Hipódromo, de 3,5 km e altura de 2,5 m, foi construído com placas de concreto de 2,5 m x 0,5 m (VASCONCELOS, 2002).

O Brasil iniciava seu processo de industrialização que implicou o crescimento progressivo dos centros urbanos, gerando demandas construtivas, intensificado no governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961), por meio de um plano de modernização nacional em curto espaço de tempo. Mas, o uso de elementos pré-moldados neste período foi atípico, esporádico e sem demonstração de continuidade (SERRA; FERREIRA; PIGOZZO, 2005 *apud* SILVA, 2020).

É deste tempo a construção de galpões pré-moldados pela Construtora Mauá, em São Paulo, por meio de um processo de executar as peças da cobertura deitadas umas sobre as outras, separando-as com um papel parafinado. Dez desses galpões com os elementos de cobertura em concreto pré-moldado foram executados em apenas 14 meses para a fábrica Cortume Franco-Brasileiro, em Barueri, no estado de São Paulo. Segundo Vasconcelos (2002), a opção pelo pré-moldado foi devido ao curto prazo de execução de dois anos, com pesadas multas no caso de não cumprimento.

O panorama da pré-fabricação no Brasil começou a mudar a partir dos anos de 1960. Havia um debate entre os profissionais da construção que defendiam o uso da pré-fabricação por sua produtividade, economia e redução de tempo, e os que preferiam o sistema convencional de moldagem no local por absorver mão de obra do êxodo rural para os grandes centros.

Oscar Niemeyer posicionou-se, em diversos artigos publicados em revistas de época, pela solução pré-moldada para resolver o problema da habitação em Brasília. Reformulando suas concepções arquitetônicas, Niemeyer declarou sua busca pela simplificação da forma plástica e seu equilíbrio com os problemas funcionais e construtivos (SILVA, 2020).

Como coordenador na gestão do Centro de Planejamento Arquitetônico e Urbanístico (CEPLAN), órgão criado em 1963 para fixar a arquitetura da Universidade Federal de Brasília, Niemeyer, auxiliado por João da Gama Filgueiras Lima, o Lelé, vai buscar a simplificação do projeto arquitetônico e a aplicação de elementos pré-fabricados para materializar o cronograma de obras.

O próprio edifício do CEPLAN foi uma construção estruturada com um número mínimo de componentes estruturais: os painéis pré-moldados das paredes e as vigas protendidas pré-moldadas da cobertura. Além dele, foram construídas, em 1962 e 1963, com esse sistema, mais quatro edificações, conjunto que forma o Sistema dos Serviços Gerais da UnB.

Outro conjunto que se destaca pelo uso do pré-moldado de concreto são os Galpões de Serviços Gerais, projetado por Lelé, que contam com subsolo, térreo e mezanino, e foram construídos de 1962 a 1969.

Das obras entre os anos de 1962 e 1970, o CEPLAN foi responsável pela construção de 16 edifícios que fizeram uso integral ou parcial da pré-fabricação, executando 175.000 m² de área construída (SILVA, 2020).

Em São Paulo, uma iniciativa de uso sistemático dos pré-moldados ocorreu na construção do Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo (CRUSP), projetado pelos arquitetos Eduardo Kneese de Melo, Joel Ramalho Júnior e Sidney Oliveira.

Joana França

Edifício da Unidade de Ensino e Docência no Campus da Universidade de Brasília, construído pelo CEPLAN na década de 1960.

GABRIEL FERNANDES

Um dos prédios do Conjunto Residencial da USP, maio de 2010.

O projeto estrutural com pré-moldados ficou a cargo do engenheiro Henrique Herweg, que mais tarde seria um dos fundadores da Themag Engenharia.

Iniciado em 1962, o CRUSP deveria ficar pronto para alojar os atletas dos Jogos Panamericanos de 1963. A firma Ribeiro Franco propôs o sistema de pré-fabricação em concreto para cumprir os prazos. Mas, o FUNDUSP, responsável pela obra, desconfiou da novidade e dividiu a execução entre duas empresas — a Servix construiria seis prédios pelo sistema tradicional e a Ribeiro Franco, outros seis prédios pelo sistema de pré-moldados.

O sistema construtivo com pré-moldados empregou lajes nervuradas, vigas em seção T, com vazios no miolo e um sistema misto de enrijecimento da estrutura, com solda da ferragem dos pilares e rejuntamentos de concreto. No conjunto dos seis prédios foram fabricados 1092 pilares, 546 vigas e 2016 painéis de lajes nervuradas.

O ciclo de produção de cada peça foi de 22 h, considerando concretagem, cura térmica, desforma e transporte para o local da montagem. A montagem de um pavimento poderia ser feita em 28 h por uma equipe de sete operários e um guindaste.

Como a Ribeiro Franco não possuía experiência com pré-moldados, os edifícios executados pelo sistema tradicional ficaram surpreendentemente prontos antes. Um dos motivos foi a disposição dos edifícios que dificultou a locomoção dos guindastes de torre, com capacidade para içar peças estruturais de até três toneladas. Outro foi o baixo aproveitamento das fôrmas metálicas. Junte-se a isso, a falta de experiência da firma e da mão de obra utilizada. A despeito dos edifícios pré-moldados terem sido entregues depois dos moldados no local, o tempo de construção foi recorde, com redução de 40% na quantidade de homens por hora em comparação com o sistema convencional (VASCONCELOS, 2016).

Outro marco da construção industrializada no Brasil no período foi a Refinaria Pasqualini (REFAP), em Canoas, no Rio Grande do Sul, projetada pelos arquitetos Carlos Fayet, Cláudio Araújo, Moacyr Moojen e Miguel Pereira. A solução adotada nos pavilhões foi de estruturas porticadas pré-moldadas e sistema de cobertura composto por um vigamento com espaçamento modular. As ligações foram feitas por meio de encaixes, parafusos e apoios simples e considerou sua flexibilização para substituições e adaptações futuras.

O período de 1960 a 1980 representa a fase de experimentação e estímulo do uso de pré-moldados no Brasil. Ele acontece muito por conta da iniciativa de arquitetos e engenheiros comprometidos com os princípios da industrialização da construção, que viam nela uma oportunidade para atender às principais demandas construtivas das cidades. Ademais, a vinda de grupos multinacionais da indústria e do varejo, com cronogramas de obras que consideravam os sistemas de seus países de origem, só podiam ser viabilizados com a industrialização.

É por conta desses idealizadores que surgem as primeiras empresas de pré-fabricados de concreto no país, como a Cinasa (Construção Industrializada Nacional), em Brasília, a Engefusa (Engenharia de Fundações), no Rio de Janeiro, a Protendit, em São Paulo, a Precon, em Minas Gerais, e a Cassol Pré-Fabricados, em Santa Catarina.

Algumas delas já não existem mais. Outras já passaram dos cinquenta anos de existência. Os vínculos entre as histórias dessas últimas e a história cinquentenária do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON) serão explorados a seguir.

PROTENDIT (65 ANOS)

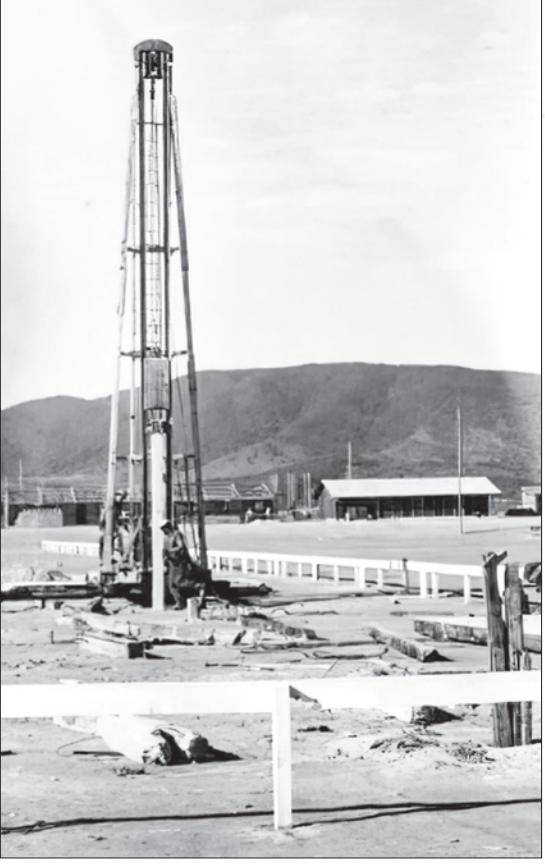
Entusiasmado com as aulas sobre concreto protendido com o Prof. Hubert Rüsh na década de 1950, que foi seu orientador no doutorado na Alemanha, Augusto Carlos de Vasconcelos voltou ao Brasil, em 1955, com a ideia de fundar uma empresa de pré-moldados de concreto.

Ao apresentar sua proposta ao seu ex-colega de turma na Faculdade de Engenharia da Universidade de São Paulo, Wilson Faria Marcondes, este sugeriu que a pista de protensão fosse construída numa área de exploração abandonada de propriedade da Pedreira Cantareira, na Vila Albertina, em São Paulo, onde Marcondes era um dos diretores.

Vasconcelos e Marcondes tentaram convencer os sócios da Pedreira Cantareira a embarcarem na empreitada. Mas, eles pediram um relatório técnico-financeiro mostrando o que seria produzido, em que condições, em qual prazo, com quais quantidades e com quais preços, que não pode ser feito e o negócio com os outros sócios da Pedreira Cantareira não se concretizou.

Mesmo assim, Vasconcelos e Marcondes foram adiante. "Os colegas de turma decidiram empreender sozinhos e iniciar uma fábrica com viés fortemente técnico e tecnológico, com forte motivação inovadora, mas sem uma visão clara de destino ou de mercado a ser atingido", comenta Alex Alves, superintendente de operações da Protendit.

Para levantar o capital inicial para investimento na empresa, Vasconcelos vendeu cinco sobrados que havia construído para locação e Marcondes entrou com o terreno da Pedreira Cantareira, onde havia uma pequena oficina mecânica, que auxiliou na produção das primeiras



PROTENDIT

Cravação de estaca protendida em 1958

fôrmas e peças metálicas. A eles, juntou-se Zake Tacla, também ex-colega de turma, que havia dissolvido uma fábrica de portas de madeira aglutinada, entrando com equipamentos industriais, funcionários e recursos financeiros.

No terreno de 6 mil m² foi construída uma pista de protensão com 80 m com duas cabeceiras para suportar uma força horizontal de 170 t, com base quadrada de concreto com 2,6 m de lado e 40 cm de espessura. Para reduzir custos, essas cabeceiras foram armadas com barras velhas das perfuratrizes da Pedreira Cantareira, engastadas em quatro tubulões de 80 cm de diâmetro e 4 m de profundidade, também armados com barras velhas de sucata. Pistões velhos de caminhões basculantes foram usados para funcionar como macacos na pista de protensão.

Zacke Tacla escolheu o nome da firma, fundada em 1958, e conseguiu seu primeiro cliente — seu irmão, Antonio Tacla, que construía e locava galpões. Para ele, foram fornecidas estacas pré-moldadas de concreto armado, com seção 20 x 20 cm e 6 m de comprimento, praticamente a preço de custo para vencer a concorrência.

Para se diferenciar no mercado, Vasconcelos, responsável técnico na empresa, concebeu estacas com seção 15 x 15 cm, com comprimento de até 8 m, com quatro fios de protensão com 5 mm. A execução dessas estacas consumia menos materiais e resultava em elementos mais leves, rígidos e resistentes, o que fazia as ondas de choque se propagarem com maior velocidade da cabeça à ponta, melhorando a cravação. O produto pioneiro no país foi bem aceito pelo mercado. "As estacas protendidas revolucionaram o mercado da época e até hoje têm volume e aplicação relevante no mercado", informa Alex.

Logo, surgiu a demanda por uma passagem coberta entre os galpões de Antonio Tacla, alugados para as indústrias Avon. Foram fornecidos e montados: pilares pré-moldados ocos de seção quadrada 20 x 20 cm, com furo de 15 cm de diâmetro, que servia de passagem para águas pluviais e tornavam as peças mais leves; tesouras de concreto armado de 6 m, com aberturas para minimizar seu peso; quatro vigas de 25 cm longitudinais; e placas protendidas de 4 cm de espessura para cobertura.

Vasconcelos desenvolveu também o galpão industrial com cobertura escalonada e com iluminação lateral, cartão de visitas da Protendit, por se tornar referência no mercado. Consistia de pilares de 30 x 30 cm com furo central de 15 cm a cada 10 m em fileiras espaçadas de 12 m; vigas inclinadas de 10 m; terças prontendidas de 12 m, espaçadas de 1,6 m, com 25 cm de altura, com 10 fios de aço de 5 mm na parte inferior e 2 fios de aço na parte superior; e vigas-calhas protendidas de seção U. Esses galpões *shed* foram fornecidos para as fábricas da Trefil, em Diadema, e da Catu, em Botucatu.

Como responsável por toda a área técnica da empresa, Vasconcelos fazia os cálculos das peças, elaborava os traços de concreto, fazia a caracterização dos materiais e executava alguns ensaios mais simples, como peneiramento e módulo de finura. Ocasionalmente, corpos de prova eram moldados e enviados para testes no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT).

O volume de produção nesses anos iniciais foi muito instável. Buscava-se conquistar o mercado por meio de

PROTENDIT

Obra Circuito de Compras — Feira da Madrugada em fase de montagem. Estrutura executada pela Protendit em 2021

inovações que muitas vezes não eram bem-sucedidas, como placas de concreto com 4 cm de espessura para concorrer com as telhas comumente usadas na época, terças de concreto com 3,5 com de largura, banzos de molduras de janelas, com 3 cm de espessura e 2 m de comprimento, com protensão centrada. "Esses produtos são desafiadores ainda hoje de serem produzidos", ressalta Alex.

Além disso, não havia nesses anos iniciais aço de protensão adequado: seu diâmetro de 5 mm diferia do comumente usado no exterior de 2 mm. Por isso, as dosagens dos concretos deviam resolver as resistências adequadas para a protensão, com o uso de diferentes tipos de agregados. "Para manter o custo baixo das peças, Vasconcelos levava os cálculos estruturais para os limites extremos, sendo as seções calculadas visando à redução de centímetros, às vezes de milímetros", adiciona Alves.

Apesar dos esforços de inovação para manter a empresa competitiva, o próprio Vasconcelos reconheceu que o foco amplamente técnico não permitia que a empresa ganhasse escala de produção. Com a mudança no quadro societário em 1963, o empresário Olegário Pereira da Silva assumiu o comando da empresa para, com sua visão empresarial vanguardista, fazê-la aumentar e consolidar seu volume de produção.

Vasconcelos ficou por muito tempo prestando consultoria na Protendit após a mudança de comando. Novas pistas de protensão foram construídas, macacos de protensão foram importados, máquinas modeladoras desenvolvidas, um laboratório de controle tecnológico do concreto foi montado e centrais de concreto foram implantadas.

A partir da década de 1970, com a Protendit instalada num terreno de 70 mil m² em Guarulhos, foram desenvolvidos novos produtos, tais como: estacas com seções oitavadas, sextavadas e hexagonais de núcleo vazado; aduelas, dormentes, lajes alveolares, telhas de concreto protendido e toda gama de peças armadas e protendidas para edifícios.

Segundo Alex Alves, "a empresa não abriu mão de nenhuma peça de seu portfólio até hoje, utilizando todo seu *know-how* para dar ao cliente a melhor solução técnica e econômica possível".

Banco de imagens da ABCIC

Ao receber a homenagem da ABCIC, Olegário Pereira da Silva, principal acionista da empresa, dividiu o prêmio recebido com Prof. Vasconcelos (dir.), honrando e reconhecendo sua importância na fundação da Protendit

Seu volume de produção mensal excede atualmente 10 mil m³ nas suas unidades de São Paulo e São José do Rio Preto, para atender principalmente os setores de logística, industrial e de comércio.

A empresa adota em sua linha de produção o concreto de alto desempenho e o concreto autoadensável. Há alguns anos, implementou o BIM (*Building Information Modeling*) no seu processo de produção (caminha para a quinta dimensão), para aumentar sua produtividade e reduzir erros. E é certificada com o selo ABCIC.

O Selo de Excelência da ABCIC é um programa de certificação das empresas do setor quanto à qualidade, segurança e gestão ambiental. As empresas são avaliadas quanto ao projeto, produção e montagem das obras em que participam por organismo de terceira parte, como o Instituto Falcão Bauer da Qualidade.

Além disso, a empresa mantém estreita relação com o IBRACON. O Prof. Vasconcelos, fundador e consultor na empresa, foi um ativo participante dos eventos do IBRACON desde sua fundação, em 1972, tendo também atuado na sua diretoria e Conselho por muitos anos, chegando ao cargo de vice-presidente.

Segundo Alves, "em praticamente todos os eventos do setor, em especial, os promovidos pelo IBRACON, a empresa envia profissionais para adquirir conhecimentos e se atualizar sobre as melhores práticas e aplicações do mercado".

PRECON (60 ANOS)

A história da empresa repete o padrão já exposto, com pequenas variações. Ela foi o resultado da parceria entre o engenheiro Milton Vianna Dias, que era acionista da Cimento Cauê, e seu ex-professor na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), José Zamarion Ferreira Diniz, que acabara de concluir sua pós-graduação na

Professores José Zamarion e Augusto Vasconcelos, precursores e indutores do desenvolvimento da indústria de pré-fabricados no Brasil, recebem homenagem da ABCIC na presença da sua presidente-executiva, Íria Doniak, em 2008

Universidade da Flórida, nos Estados Unidos, sobre a ligação entre o concreto pré-moldado e o moldado no local.

Com financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a empresa foi montada em Pedro Leopoldo, em Minas Gerais, em 1963, numa área de 20 mil m². Nela foi construída uma pista de protensão de 150 m de comprimento, com cabeceiras de ancoragem nas extremidades.

Augusto Carlos de Vasconcelos, fundador e responsável técnico da Protendit, e Paulo Lorena, fundador da Sobraf (Sociedade Brasileira de Fundações), únicas empresas com pistas de protensão na época, deram consultoria para construção da pista da Precon, cujos macacos hidráulicos foram adquiridos da firma do engenheiro Rudloff, no Ipiranga, em São Paulo.

Nesta fase inicial, a empresa produzia cochos, mata-burros, galpões leves e vigas para ponte, sendo seus principais clientes pequenos fazendeiros na região. Logo depois, a Precon, visando clientes no setor comercial e industrial, projetou, calculou e produziu estacas protendidas de seção quadrada, com quatro fios de protensão, um em cada canto, e postes de seção variável, que não se mostraram lucrativos, sendo sua produção posteriormente abandonada.

A produção girava em torno de 1000 toneladas por mês, principalmente por conta do descrédito dos construtores brasileiros em relação à construção industrializada. Já se falou aqui do debate entre os profissionais em torno de se incentivar o emprego da pré-fabricação ou de manter a construção convencional. Como vimos a industrialização da construção era aplicada em poucas obras no Brasil, geralmente as que demandavam uma construção rápida, com cronograma curto. "O início da empresa foi muito difícil, até os clientes perceberem as vantagens de comprar uma obra com qualidade conhecida e custo conhecido", acrescenta Bruno Simões Dias, diretor da Precon Pré-Fabricados.

O concreto produzido para atender à fabricação das peças neste período era de 25 MPa e a empresa foi privilegiada por sua localização geográfica: ela está situada no maior polo cimenteiro do Brasil.

Segundo Simões Dias, desde seu início a empresa contou com central de concreto e laboratório próprio de controle tecnológico do concreto, realizando ensaios de resistência do concreto, módulo de elasticidade e início e fim da pega.

José Zamarion foi responsável técnico na empresa por muitos anos e participou ativamente das atividades do IBRACON desde sua fundação, tendo sido seu presidente nas gestões de 1993-1995 e 1995-1997.

Foi nos anos de 1970 que Zamarion projetou vigas pré-fabricadas com vãos de 30 m para galpões industriais, para suportar pontes rolantes com capacidade de 200 toneladas. Segundo ele, em entrevista concedida para a revista CONCRETO & Construções nº 53, "pela primeira vez, as estruturas de aço no Brasil em obras dessa finalidade tiveram a concorrência do concreto, o que mostrou as verdadeiras

BANCO DE IMAGENS DA ABCIC

A arena MRV, concluída em 2022, em Belo Horizonte, adotou o sistema construtivo em pré-fabricados de concreto em sua estrutura principal, fornecida pelo PRECON

possibilidades do material do ponto de vista econômico e técnico".

Hoje, a empresa usa o concreto de alto desempenho em toda sua linha de produção, como estacas de concreto armado e protendido, dormentes de concreto protendido, painéis de fachada, galpões industriais e elementos para passarelas, pontes, viadutos e edificações. Ela faz uso também do concreto autoadensável em peças pré-fabricadas muito armadas, que requerem um concreto mais fluido e sem necessidade de adensamento. O BIM está em fase de implantação na empresa.

A empresa se destaca por fazer obras pré-fabricadas por encomenda. "Hoje somos uma empresa de soluções, fazendo qualquer tipo de obra pré-fabricada sob encomenda. Acabamos de entregar a Arena MRV, uma das maiores obras de engenharia no Brasil", complementa Dias.

A Arena MRV é o novo estádio do Atlético Mineiro, com área construída de 192 mil m². Sua estrutura é formada por pórticos mistos de pré-fabricados de concreto e estruturas metálicas, sendo composta por 21 mil peças, sendo 2,7 mil peças de arquibancada com sete tipologias diferentes, 400 vigas com 35 toneladas, com 21 m de comprimento e balanço de 7 m, montadas sobre pilares em formato H.

A geometria das peças exigiu o desenvolvimento de moldes, dispositivos de içamento, transporte e montagem, bem como processos de fabricação diferenciados.

O projeto e construção usou BIM para desenvolver as interfaces entre os sistemas, o acompanhamento das etapas de produção e a montagem e monitoramento do cronograma.

A obra usou 38 mil m³ de concreto, que utilizou areia de refinamento da Vale como agregado miúdo, e foi entregue no começo de maio deste ano.

Hoje, a empresa, que possui o Selo da Excelência da ABCIC, tem uma produção mensal de 12 mil toneladas de pré-fabricados, fornecendo principalmente para supermercados, shoppings, escolas, centros de distribuição e obras de infraestrutura.

CASSOL PRÉ-FABRICADOS (58 ANOS)

A desapropriação parcial da área ocupada pela Madeireira Cassol, fundada por Ernesto Cassol, para a construção da Via Expressa (BR 282), em Florianópolis, em 1965, foi o impulso para a aquisição de uma área em São José — Santa Catarina, onde seria construída a primeira unidade de pré-fabricados de concreto da empresa.

Bruno Dias, diretor da Precon Pré-Fabricados, recebe homenagem da Abcic pelos 50 anos de empresa

Dada a necessidade de uma construção rápida, Ademar, filho de Ernesto e formado em arquitetura, sugeriu a Adroaldo, seu irmão e sócio no negócio, construir os galpões no novo terreno com estrutura pré-moldada. Um desses galpões, com 60 m x 120 m, foi destinado à fabricação de elementos pré-fabricados.

Os primeiros clientes da Cassol Pré-Fabricados foram as próprias lojas de materiais de construção do grupo (hoje com 30 lojas no sul do país), nas quais foram usadas estacas pré-fabricadas. Depois vieram uma unidade industrial de beneficiamento de pescados, onde foram instaladas as primeiras telhas W protendidas de concreto, com 20 metros de vão, industrias

Os irmãos Adroaldo e Ademar Cassol confraternizam com Augusto Carlos Vasconcelos na ocasião da homenagem prestada pela Abcic pelos 50 anos da empresa

ceramistas como a Porto Belo, estádios de futebol do Figueirense e do Avaí e alguns edifícios da Universidade Federal de Santa Catarina, bem como o fornecimento de vigas pré-tensionadas e lajes de pontes para o governo e prefeituras da região.

A unidade de beneficiamento de pescados foi adquirida pelo estaleiro de iates Schaffer, após 35 anos abandonada. Ao verificar a integridade da estrutura, a Cassol Pré-Fabricados constatou que não havia nenhuma manifestação patológica nas telhas, que ficaram expostas a um ambiente altamente agressivo (ao lado da ponte Hercílio Luz). Apesar da surpresa, Felipe Cassol, presidente da empresa e quarta geração da família, justifica o bom estado de conservação das peças pré-fabricadas: " Este fato é devido ao baixíssimo fator de água/cimento de peças extrusadas e ao uso de cimento com pozolana, que é comum em Santa Catarina, aliados aos rigorosos procedimentos de recobrimento e qualificação de materiais adotados na indústria".

A vinda de indústrias multinacionais no final da década de 1970 contribuiu também para o uso mais intensivo da pré-fabricação no Brasil, pois "os estrangeiros não admitiam levar muito tempo para construir suas fábricas e exigiam rigoroso nível de qualidade", conta Felipe Cassol.

É deste período, a execução de um conjunto de edifícios habitacionais, no bairro Kobrassol, que inicialmente era um loteamento com participação do grupo, para o qual a Cassol forneceu painéis auto-portantes de parede dupla. Mais recentemente uma avaliação feita nos edifícios constatou não haver manifestações patológicas 40 anos depois.

Após uma viagem de Murilo Cassol, filho de Adroaldo, à Finlândia, no final dos anos 1980, onde conheceu e adquiriu, numa feira, máquinas que produziam lajes alveolares por extrusão, a Cassol equipou sua fábrica em São José e inaugurou outra fábrica em Araucária, no Paraná, de maneira que as lajes alveolares em concreto protendido passaram a ser o principal produto da empresa.

A implementação de pistas com as máquinas extrusoras requereu um estudo da curva granulométrica dos agregados a serem usados no concreto, para assegurar a qualidade das lajes e o menor desgaste dos equipamentos. "Este desenvolvimento contou com o apoio técnico da Votorantim, por meio da Cimento Rio Branco e da Enga. Íria Doniak, que à época era assessora técnica na Votorantim Cimentos", explica Felipe.

Íria Doniak, hoje presidente-executiva da ABCIC, posteriormente através de sua empresa, participou como consultora da gestão de Murilo Cassol como presidente da Cassol Pré-Fabricados, durante o plano de expansão da indústria, estruturando os processos, P&D e laboratórios das fábricas. Este trabalho possibilitou importante apoio à estruturação do Selo de Excelência ABCIC junto à entidade, que contou com um comitê das empresas associadas, da atualização da norma técnica ABNT NBR 9062, então datada de 1987 e da consultoria do CTE (Centro de Tecnologia de Edificações).

Felipe enfatizou a importância do controle e desenvolvimento tecnológico do concreto para a indústria de pré-fabricados, "que é por onde passa a competitividade do sistema construtivo, para liberar as peças das fôrmas ou da protensão em tenra idade, às vezes com menos de 24 horas, com 21 MPa" de acordo com as altas exigências normalizadas. "É necessário um controle bem estruturado para implementação dos concretos especiais e, em especial, do UHPC (concreto de ultra alto desempenho), que nos permitirá produzir estruturas mais leves, de fundamental importância considerando a logística do nosso sistema. Além disso, temos muitas peças em concreto aparente que, juntamente com os misturadores de alta eficiência e automação das centrais, precisam garantir não somente resistência, mas estética e desvio padrão de 3,5 MPa como normalizado para indústria", complementa.

O concreto de alto desempenho é inerente ao processo de produção das indústrias de uma maneira geral, considerando que a própria resistência de liberação das peças das formas e protensão, já citada anteriormente, é especificada em norma ou projeto para suportar os esforços de movimentação e transporte.

Felipe reconheceu também a participação dos professores Tuing Ching Chang, José Luiz Prudêncio (UFSC) José Zamarion Ferreira Diniz e Augusto Carlos de Vasconcelos, "cujas consultorias foram fundamentais para estabelecer princípios fundamentais de projeto e nas suas interfaces com a montagem, bem como no controle tecnológico da empresa. "Estes renomados profissionais estiveram conosco como consultores em momentos decisivos"

Hoje, a Cassol Pré-Fabricados tem uma capacidade instalada de 20 mil m³ por mês, em suas filiais em São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná. A antiga unidade de São José funciona atualmente como Centro de Distribuição e Logística da Cassol Centerlar. A holding do grupo está instalada no edifício

BANCO DE IMAGENS DA ABCIC

Edifício São José da Terra Firme, executado pela Cassol no final da década de 90, com 14 pavimentos adotando vigas e lajes pré-fabricadas de concreto protendido

São José da Terra Firme, em São José — SC, edifício de 14 pavimentos e dois subsolos, cujo núcleo rígido e pilares foram executados moldados no local e vigas protendidas pré-fabricadas de concreto e lajes alveolares protendidas fornecidas pela Cassol. Foi um importante case de múltiplos pavimentos no final da década de 90 e publicado na revista CONCRETO & Construções.

O processo de implementação do BIM tem sido contínuo para avançar em todas as suas dimensões, sendo usada como ferramenta de projetos e controle, pois permite o acompanhamento em todas as etapas do processo.

Apesar de haver venda de componentes, como lajes e estacas, mais de 80% da produção atual da empresa se destina a estruturas e fachadas montadas na obra. O portfólio de produtos inclui: sistemas compostos por pilares, vigas, lajes alveolares, painéis portantes ou de vedação, estacas e peças armadas e protendidas. A Cassol atende a todos os segmentos industriais, varejo, shoppings, infraestrutura, edifícios comerciais e residenciais, arenas e agronegócio. Recentemente, participou de obras de expansão dos terminais dos aeroportos de Brasília, Campinas, Florianópolis e Vitória, e da Arena de Tênis e outros equipamentos no parque Olímpico em 2016.

A composição de uma obra pode ser atendida por peças de diferentes unidades fabris. "Utilizamos a logística e ocupação das plantas a favor do cronograma das obras e também otimizando a nossa produção, o que, por vezes, aumenta a produtividade e traz economia de energia, transporte e recursos humanos", pontua Filipe Cassol, que atualmente preside o Conselho da ABCIC, que tem um planejamento estratégico para o estabelecimento de Declarações Ambientais de Produto no setor, pauta também do CT 101 — Comitê Técnico IBRACON/ABECE/ABCIC de Sustentabilidade do Concreto.

Arena do Tênis, em fase de montagem. Obra executada pela Cassol e concluída em 2016 no Parque Olímpico RJ

"O IBRACON tem contribuído com o setor de pré-fabricados por meio do CT 304 Comitê Técnico ABCIC/IBRACON de Pré-Fabricados, que lançou recentemente a Prática Recomendada ABNT NBR 9062: 2017 Comentários e Exemplos. A propósito: tivemos significativa contribuição do Prof. Paulo Helene na revisão da ABNT NBR 9062, no que tange o controle tecnológico e critérios de desempenho", comenta Felipe sobre o papel do IBRACON no desenvolvimento do setor.

Na visão dos empresários das três empresas retratadas, a industrialização da construção no Brasil é um caminho sem volta e que deve avançar ainda mais nos próximos anos, devido aos benefícios de produtividade, qualidade, inovação e personalização trazidos pelo sistema de pré-fabricados, mas, sobretudo, por ser uma solução em relação à escassez de mão de obra na construção civil, que tem tido dificuldades de atrair e reter jovem nos canteiros de obras por se tratar de uma geração mais voltada à tecnologia, e aos grandes desafios visando a neutralidade de carbono nas próximas décadas.

"Diferentemente do mercado imobiliário "real estate" e de outros segmentos, onde o custo x benefício de uma obra pronta em 50% do tempo, com qualidade assegurada, redução de custos de manutenção e menor risco de passivos por insegurança jurídica suplantam eventuais diferenças tributárias e longos financiamentos, o nosso desafio ainda reside na construção habitacional como o "Minha Casa Minha Vida". Apesar de inciativas do governo em suas distintas esferas, há muito a ser feito ainda no âmbito das políticas públicas", sustenta Doniak.

▶ REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] DEBS, L.M.E. Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações. São Carlos: Rima, 2000

[2] DONIAK, I.L.O. e GUTSTEIN, D. Concreto Pré-Fabricado. In: TUTIKIAN, B.F et al. Concreto: Ciência e Tecnologia. São Paulo: IBRACON, 2022

[3] KAEFER, L. F. A evolução do concreto armado. São Paulo: Concepção, projeto e realização de estruturas — aspectos históricos, 1998.

[4] SILVA, M.A.C.R. Equilíbrio estrutural e industrialização da construção: primeira experiência em pré-moldados na UnB. Brasília: Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 2020.

[5] VASCONCELOS, A.C. O concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos e fundações. São Paulo: Studio Nobel, 2002