

INVESTIGAÇÃO DAS VANTAGENS E DESVANTAGENS QUE RATIFICAM A UTILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS EM CONCRETO

João Victor da Cunha Oliveira ¹; Leila Soares Viegas Barreto Chagas ²; Raniely Leite do Nascimento Pessoa ³; Frankslale Fabian Diniz de Andrade Meira ⁴

¹ Instituto Federal da Paraíba (IFPB), joavictorwo@gmail.com;

² Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSPE), leila_viegas@hotmail.com;

³ Faculdade Internacional da Paraíba (FPB), ranielyleite@hotmail.com;

⁴ Instituto Federal da Paraíba (IFPB), frankslale.meira@ifpb.edu.br

Resumo: A aplicação de novas tecnologias que proporcionem racionalização do canteiro de obras torna-se uma prática frequente na esfera da construção civil. Transformar as estruturas convencionais moldadas *in loco* em peças pré-fabricadas acarreta em uma maior rapidez na execução da edificação, aliada à redução significativa de resíduos sólidos gerados dentro do canteiro. As estruturas pré-fabricadas podem ser descritas como os elementos convencionais que passam a ser produzidos fora do canteiro de obras, e que somente depois de prontas, são levadas até o local da construção para serem posicionadas conforme o projeto estrutural. Para tal, este trabalho objetiva avaliar as vantagens e desvantagens dentro do processo construtivo que utiliza peças pré-fabricadas de lajes, vigas e pilares, no qual tem-se com objeto de estudo o projeto intitulado Escolas do Amanhã, executado na Cidade do Rio de Janeiro em todas as unidades educacionais. Dentre as vantagens pode-se dar ênfase para um menor prazo de execução e menor custo de mão-de-obra e manutenção, atrelados ao papel sustentável na redução significativa dos resíduos de construção e demolição, respeitando as etapas de planejamento e otimização do trabalho, além do maior controle tecnológico mediante as normativas técnicas que respaldam a conformação de peças estruturais pré-fabricadas. As desvantagens identificadas remetem ao cuidado dedicado às etapas de fabricação, transporte e montagem dos elementos estruturais com ênfase na conexão entre cada peça. Nota-se que a aplicação de estruturas pré-fabricadas em concreto possibilita maior flexibilidade no desenvolver de uma obra, trazendo potencialidade para maior difusão desse método construtivo que acata propostas arquitetônicas variadas e controle tecnológico rigoroso, contemplando assim o dinamismo característico da construção civil.

Palavras-chave: Estruturas pré-fabricadas; Vantagens; Desvantagens; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Durante muitos anos houve uma acomodação por parte da indústria da construção civil por tratar-se de forma artesanal suas atividades desenvolvidas, sendo considerada cautelosa a inserção de novos sistemas construtivos. Conforme El Debs (2000), a construção civil apresenta características de uma indústria atrasada, quando comparada a outros setores industriais, por apresentar, de maneira geral, baixa produtividade, grande desperdício de materiais, morosidade e baixo controle de qualidade. Tais citações são justificadas pelas muitas resistências que aparecem para a inserção de novas tecnologias, mas paulatinamente elas vêm sendo superadas.

Nos dias atuais, a redução dos custos e os prazos de execução, bem como o aumento das margens de lucro, são os objetivos principais dos donos de empresas que compõem essa

indústria, onde na grande maioria dos empreendimentos, a rapidez na construção e o emprego de novas tecnologias são exigências de mercado, o que o torna mais competitivo.

De acordo Sabbatini (1989), evoluir no sentido de aperfeiçoar-se como indústria é um caminho natural do setor da construção civil. Cada vez mais, a tecnologia em projetos construtivos está aumentando, com a intenção de melhorar, facilitar, entre outros, que para os engenheiros e arquitetos corroboram qualidades muito vantajosas.

Para aliar a qualidade e um bom acabamento e ainda apresentar todas as características acima citadas é preciso que sejam adotadas tecnologias para aprimorar os sistemas construtivos definidos pelas empresas para a execução dos empreendimentos. Para atender esses requisitos surgiram as estruturas e elementos pré-fabricados em concreto.

Dessa forma, a evolução construtiva das edificações e das atividades da engenharia civil nas próximas décadas será influenciada pelo desenvolvimento do processo de informação, pela comunicação global, pela industrialização e pela automação. Já existe bastante desta realidade sendo implementada na Europa. Entretanto, há muito mais para ser implementado, especialmente com respeito à eficiência dos processos construtivos atuais, desde o projeto da edificação até o seu acabamento.

Breve histórico acerca das Estruturas pré-fabricadas em Concreto

A arte de projetar e construir sempre foi e será um desafio ao homem. Um dos maiores desafios na história das construções era o de vencer vãos e suportar cargas. De início, utilizavam-se os materiais naturais como a madeira e a pedra. As pedras eram cortadas e adaptadas a seus apoios e a madeira era limitada às suas dimensões naturais.

De acordo com Bruna (1976), a industrialização está essencialmente associada aos conceitos de organização e de produção em série, os quais devem ser entendidos, analisando de forma mais ampla as relações de produção envolvidas e a mecanização dos meios de produção. A história da industrialização identifica-se, num primeiro tempo, com a história da mecanização, isto é, com a evolução das ferramentas e máquinas para a produção de bens. Essa evolução pode ser dividida em três grandes fases: a primeira, que assinala os primórdios da era industrial, assiste ao nascimento das máquinas genéricas ou polivalentes. Estas, pelo fato de poderem ser reguladas livremente, reproduzem de certa maneira as mesmas ações artesanais anteriormente executadas, diferindo destas pelo fato de serem movidas por uma energia diversa daquela muscular ou natural localizada, como uma queda de água

A segunda fase, conforme Bruna (1976), assiste à transformação dos mecanismos no sentido de ajustá-los à execução de determinadas tarefas. A máquina “motorizada e regulada”

substitui o homem na capacidade de repetir um ciclo sempre igual. Neste período, o trabalho manual foi dividido em atividades unitárias mais simples; o operador da máquina repete continuamente determinadas operações físicas, limitando sua sensibilidade e seu raciocínio, antes essenciais na verificação de sua regulação.

Finalmente a terceira fase, segundo Bruna (1976), inicia-se em torno dos anos 50 do século XX e dá origem ao processo que alguns autores chamam de Segunda Revolução Industrial. Nesta fase assiste-se de forma gradual à substituição das atividades que o homem exercia sobre e com a máquina, por mecanismos: a diligência, a avaliação, a memória, o raciocínio, a concepção, a vontade, etc.,

Segundo Vasconcelos (2002), não se pode aferir de forma exata a data em que começou a pré-fabricação de elementos estruturais pré-fabricados.

Já Ordonéz (1974) afirma que 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.

Verifica-se que para que se possa entender de forma coesa o progresso da pré-fabricação em concreto é necessário compreender o surgimento, a história e a evolução da industrialização no mundo.

A sustentabilidade da indústria de pré-fabricados

Em relação aos assuntos relacionados à sustentabilidade na indústria da construção civil, alguns cuidados devem ser tomados para que o tema não resulte apenas em uma distorção de leitura romântica e permaneça na esfera de discussão teórica, com pouca aplicabilidade nas condições reais das empresas que precisam sobreviver numa economia de competitividade nacional.

Nessa direção, segundo Fujihara (2003) a visão sobre sustentabilidade de um empreendimento é a perenidade do mesmo (empresarial ou social) através da remuneração do capital e/ou continuidade do cumprimento da missão ao longo do tempo. Além disso, a integração da sustentabilidade à estratégia de negócios pode resultar em benefícios para uma companhia como valor, crescimento, boas práticas gerenciais e comprometimento. Dessa forma, o autor adiciona aos conceitos básicos de sustentabilidade outros instrumentos de gestão: governança corporativa, ética e cultura, gestão de riscos, indicadores de sustentabilidade e fatores críticos de sustentabilidade.

A sustentabilidade como prática na indústria da construção civil tem o objetivo de utilizar os eco materiais e soluções inteligentes, que promovam a redução da poluição, o bom uso e economia de água e de energia, seja no processo produtivo (construção) ou de ocupação (manutenção e operação), gerando conforto aos usuários, ocasionando o menor impacto da edificação no meio ambiente, durante sua utilização e desmonte pós uso.

Conforme Helene (2005) os elementos estruturais pré-fabricados em concreto permitem construir estruturas mais resistentes e duráveis, com menos ruído e esforço físico dos operários. Nas últimas duas décadas, a deterioração das estruturas de concreto tem sido um dos grandes problemas e também um grande desafio para a construção mundial.

Diante da realidade atual, a utilização de sistemas de estruturas pré-fabricas têm uma grande possibilidade de crescimento na indústria da construção civil, pois o uso do concreto deverá ser otimizado para reduzir o impacto ambiental e econômico, e a construção pré-fabricada atende estas características uma vez que os elementos estruturais industrializados são fabricados com controle de qualidade, maior consumo de cimento e garantia da espessura de cobrimento das armaduras o que resulta em maior durabilidade das estruturas, menor desperdício na produção, menor variabilidade de características das estruturas como resistência, dimensões, entre outros.

Entraves para inserção de novas tecnologias de sistemas construtivos no Brasil

No Brasil, apesar das inúmeras evoluções na área tecnológica, existem muitos entraves em se aplicar novas tecnologias de sistemas construtivos que promovam qualquer forma de execução na construção civil que seja diferenciada dos sistemas construtivos tradicionais. Alguns deles são:

- a) Preconceito: certos materiais (como estruturas em concretos pré-fabricados) estão arraigados na mente da grande maioria das pessoas como material de difícil execução e com mão-de-obra escassa;
 - b) Não foram ainda tão pesquisados como os materiais convencionais – de fato, enquanto outros tipos de sistemas construtivos, tais como os convencionais vêm sendo estudados e utilizados há muitas décadas;
 - c) Os materiais que são considerados tecnológicos não estão inseridos nos cursos convencionais de engenharia e arquitetura (com poucas exceções), de forma que os profissionais saem da universidade com pouca ou sem a menor visão sobre eles;
 - d) Faltam técnicos para executá-los corretamente – consequência do item anterior.
- Soma-se a isto a enorme inércia dos organismos estatais, de mentalidade muito bitolada,

avessos a qualquer mudança que incomode seu “status quo” e que lhe ameace fazer pensar e desenvolver algum esforço referente à algum novo produto.

Projeto Escolas do Amanhã

A proposta para o projeto Escolas do Amanhã surgiu a partir da necessidade de melhorar a educação em áreas vulneráveis do Rio de Janeiro e aumentar a frequência nas salas de aula, onde a Secretaria Municipal de Educação o criou em 2009, que desenvolve ações nas áreas de Educação, Saúde, Assistência Social, Esporte, Arte e Cultura em escolas do município. Cento e cinco mil estudantes participam atualmente de mais de 50 atividades, entre elas, reforço escolar, laboratórios de ciência, esporte e informática e perdura até os dias atuais sendo ainda executado nos municípios da Cidade.

Além de promover a melhoria nos estudos, as Escolas do Amanhã possuem ações de integração com a comunidade do entorno e os alunos também são encaminhados para as Clínicas da Família que atendem a região onde estudam. Até 2009, o Rio de Janeiro ocupava o 9º lugar entre as capitais no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Sem o projeto Escolas do Amanhã, as crianças e adolescentes de áreas de risco da cidade não tinham alternativas de atividades educacionais após as aulas.

Após a criação do projeto, a cidade está entre as cinco melhores capitais do país, com melhoria de 33% na avaliação do IDEB, Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. Desde o lançamento do Programa, as Escolas do Amanhã vêm melhorando seu desempenho de forma expressiva. Entre 2008 e 2013, a evasão escolar nas Escolas do Amanhã apresentou redução de 25,1%, saindo de 5,04% para 3,77%.

Para a ampliação do projeto houve a necessidade da execução de mais unidades educacionais, onde as empresas vencedoras do processo licitatório optaram por construir todas as unidades em estruturas pré-fabricadas de concreto.

As empresas chegaram à conclusão de que o sistema construtivo contribuiria para facilitar a entrega das unidades educacionais devido à agilidade que o sistema proporciona e ainda proporcionaria uma melhor qualidade final das obras devido à um melhor controle de qualidade oriundo do uso do sistema em estruturas pre-fabricadas, para tanto utilizou-se uma das obras de tal projeto como objeto de estudo para identificar os aspectos técnicos e econômicos que se fizeram presentes e que estão relacionados às obras que vêm sido executadas no Rio de Janeiro, onde ao todo serão executadas duzentos e cinquenta unidades educacionais.

Desta forma, este trabalho vem abordar a execução de obras utilizando estruturas pré-

fabricadas em concreto identificando as vantagens e desvantagens desse método construtivo. Como objetivo, a pesquisa se propõe a identificar as vantagens e desvantagens que viabilizam o uso das estruturas pré-fabricadas, tendo como objeto de estudo o projeto intitulado Escolas do Amanhã, executado em várias Cidades do Rio de Janeiro, onde optou-se pelo uso das estruturas pré-fabricadas para a construção de todas as unidades educacionais.

METODOLOGIA

Este trabalho é de natureza exploratória, por se tratar de um levantamento das principais informações acerca dos impactos econômicos e técnicos oriundos da opção quanto ao uso do sistema de estruturas pré-fabricadas apresentando os benefícios e as dificuldades enfrentadas durante o processo de execução da obra escolhida como objeto de estudo visando abordar vantagens e desvantagens quanto ao uso do sistema com o intuito de se alcançar o objetivo geral, bem como os objetivos específicos propostos.

Para realizar o estudo, utilizou-se como objeto de estudo uma das obras do projeto Escolas do Amanhã, especificamente uma das obras do projeto localizada no Rio de Janeiro que utiliza estruturas pré-fabricadas em concreto como sistema construtivo. A análise realizada será subsidiada por meio de: Descrição da obra; apresentação do processo construtivo; entrevistas realizadas com os donos das empresas envolvidas no processo de execução; entrevistas com trabalhadores envolvidos no processo de execução; execução de registro fotográfico da obra como um todo e de detalhes construtivos e a descrição de outras características que forem pertinentes dentro do processo construtivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A obra do projeto Escolas do Amanhã escolhida como objeto de estudo está localizada na zona Oeste no Rio de Janeiro. Durante as etapas do processo de execução participaram 430 funcionários, dentre eles engenheiros civis e engenheiros de produção, encarregados, estagiários, pedreiros, operários, carpinteiros, encanadores, topógrafos, operadores das máquinas e motoristas das mesmas, ajudantes e ferramenteiros.

Para execução de elementos em estruturas pré-fabricadas tais como pilares, que tanto nas definições de projeto como na execução são peças com maior dificuldade de executar e as mais complexas, as mesmas são projetadas individualmente sendo as peças menos padronizadas do sistema pré-fabricado, definidos pelas suas medidas mínimas que nunca poderão ter menos que 20 cm de largura em uma das faces (Figura 01).



Figura 01 – Pilares pré-fabricados na obra do projeto Escolas do Amanhã. Fonte: Autores (2015).

As vigas de um modo geral são elementos estruturais aos quais para aplicar um carregamento, sofrem flexão, diferentemente dos pilares que, por sua vez, sofrem compressão. No sistema pré-fabricado, existem vigas armadas e protendidas que podem ser retangulares ou em formato “T”. As vigas armadas apresentam qualquer dimensão, sendo que, as medidas são múltiplas de 10 cm possuem para melhor aproveitamento da fôrma (Figura 02).



Figura 02 – Vigas pré-fabricadas na obra do projeto Escolas do Amanhã. Fonte: Autores (2015).

Nas estruturas em concreto pré-fabricados, as ligações são partes importantes no comportamento e execução dos elementos, pois, dessa maneira é que se diferencia o concreto pré-fabricado do concreto moldado no local. As lajes alveolares são compostas por painéis de concreto protendido, que dispensam a utilização de escoramentos.

Os painéis são caracterizados por seções transversais com alturas constantes e alvéolos longitudinais, responsáveis pela redução do peso da peça. Na indústria da construção civil, em relação às estruturas pré-fabricas, as lajes alveolares têm ganho um grande destaque, pois apresentam características que atendem de acordo com a relação sobrecarga/vão (Figura 03).



Figura 03 – Lajes alveolares pré-fabricadas na obra do projeto Escolas do Amanhã. Fonte: Autores (2015).

Vantagens

Em relação ao uso de estruturas pré-fabricadas, uma das vantagens quanto ao uso dos pré-fabricados é a execução da obra em curto prazo, com baixo custo na mão de obra e manutenção. O uso de estruturas pré-fabricadas gera uma obra sustentável, barata, prática e eficiente com um canteiro de obras limpo quando comparado com as obras que utilizam sistemas construtivos convencionais (Figura 04).



Figura 04 – Canteiro de obras limpo utilizando Estruturas pré-fabricadas na obra do projeto Escolas do Amanhã.

Fonte: Autores (2015).

Entre as vantagens do pré-fabricado estão a garantia em curto prazo do retorno por investimento. É possível também fazer o planejamento para definir o processo, e após definido, otimiza-se as etapas da execução. Outra vantagem do pré-fabricado é a fabricação das partes de concreto simultaneamente com a terraplanagem e fundação da obra, economizando tempo e consequentemente dinheiro. A durabilidade do material é assegurada pela obediência rigorosa das Normas Técnicas Brasileiras, produção em unidade fabril, matérias-primas normalizadas, especificações,

procedimentos e controles rígidos com averiguação em todas as etapas do processo.

Outra vantagem é a geração da flexibilidade no projeto e na produção, pois ambas respeitam a solução arquitetônica proposta pelo cliente, incluindo a integração com outros sistemas construtivos e futuras ampliações.

As vantagens em relação ao uso de estruturas em concreto pré-fabricado serão potencializadas se a estrutura for concebida de acordo com uma filosofia específica do projeto. Os projetistas devem considerar possibilidades e as restrições, para que as vantagens do concreto pré-fabricado sejam avaliadas em relação à produção, transporte e montagem, antes de finalizar um projeto estrutural.

Mais uma vantagem contida quanto à opção pelo uso de estruturas pré-fabricadas é a certeza da existência de investimento permanente em inovações tecnológicas pela qual o produto passa, pois com o crescimento de seu uso há o aumento de pesquisas que tendem a gerar cada vez mais a racionalização das soluções construtivas.

Desvantagens

Em relação as desvantagens quanto ao uso de estruturas pré-fabricadas utilizando como objeto de estudo dados oriundos da execução da obra do projeto Escolas do Amanhã, apesar de todas as vantagens apresentadas, deve-se salientar que o uso da pré-moldagem implica, também, na utilização de equipamentos de transporte (Figura 05) e de montagem, além da dificuldade de se efetuar as ligações entre os elementos.

Relativamente quanto às desvantagens do uso de elementos pré-fabricados, pode-se apontar a necessidade de uma atenção especial nas fases de fabricação, de transporte, de montagem e de desempenho, sendo isto uma desvantagem, pois qualquer erro pode colocar em risco a qualidade final dos elementos estruturais pré-fabricados.



Figura 05 – Necessidade de utilização de transporte no canteiro de obras utilizando Estruturas pré-fabricadas na obra do projeto Escolas do Amanhã. Fonte: Autores (2015).

De fato, um grande entrave existente em relação à opção pelo uso de estruturas pré-fabricadas está na exigência de bons acessos nos canteiros que permitam o trânsito dos meios que transportam os componentes para a obra.

Em relação a mão de obra para a execução das estruturas pré-fabricadas, a mesma necessita de treinamento e alguns empresários acreditam que o treinamento e a capacitação dos funcionários é um desperdício, pois quando um empregado sair da empresa o valor investido será perdido, o que pode ser considerado um aspecto negativo em relação à opção pelo uso do sistema.

Na indústria da construção civil, acerca da utilização de estruturas pré-fabricadas, ainda têm-se grandes desafios para vencer que envolvem desde o desenvolvimento de alguns elos da cadeia, tais como fornecedores de fôrmas, mão de obra, equipamentos, transporte, até o entendimento como um todo voltado para a execução e para os projetos.

Na escolha do processo construtivo mais adequado deve-se considerar todos os fatores envolvidos na execução do projeto, analisando vantagens e desvantagens do concreto moldado no local e do concreto pré-fabricado.

Aspectos relacionados à sustentabilidade

A opção quanto ao uso de sistemas de estruturas pré-fabricadas para a execução do projeto Escolas do Amanhã exerce um papel fundamental principalmente em ganhos sociais em países em desenvolvimento como o Brasil, pois interfere diretamente nos quesitos de minimização de perdas, eficiência e durabilidade dos produtos.

Quando uma obra é iniciada, independente de suas características ou sistemas construtivos utilizados, em seu entorno já acontece um impacto não favorável ao meio ambiente. Afinal, haverá uma mudança expressiva naquele local, pois muitas vezes há a utilização não racional de recursos naturais, muito desperdício na produção, poluição (ambiental e sonora) e desrespeito com a natureza.

Quando em uma obra há a opção pelo uso de estruturas pré-fabricadas de concreto há um uso reduzido de materiais, e conseqüentemente, de energia, favorecendo com que a obra se torne uma construção menos agressiva à natureza. As peças que compõem seus sistemas são moldadas em fôrmas metálicas, dispensando o uso de placas, tábuas e ripas de madeira, com um concreto altamente controlado objetivando a racionalização e consumo de material (água, areia, pedra e cimento), promovendo uma redução substancial do desperdício no canteiro de obras.

A adoção quanto ao uso do sistema de estruturas pré-fabricadas também faz com que o

ambiente empresarial da indústria da construção civil seja mais competitivo e lucrativo, pois gera a entrega de obras e estruturas com maior satisfação para com os consumidores e usuários, provocando respeito e consideração pelos envolvidos na cadeia pelo fato de existir a necessidade da constante melhoria no processo de execução dos elementos estruturais, bem como gera a proteção do meio ambiente natural e a minimização do impacto de consumo de energia e recursos naturais, por isso optou-se por tal sistema construtivo para a execução do projeto. Tais fatores citados foram de grande influência para a escolha do uso de estruturas pré-fabricadas para a execução do projeto Escolas do Amanhã.

CONCLUSÕES

Através deste estudo realizado nas unidades educacionais do projeto Escolas do Amanhã, localizado na cidade do Rio de Janeiro, pode-se observar que as estruturas pré-fabricadas em concreto quando comparadas ao método convencional de moldagem *in loco* de lajes, vigas e pilares, denotam diversas vantagens no que diz respeito a um resultado final de maior acurácia e rigor tecnológico.

O custo-benefício de uma construção prima pelo melhor e mais barato método de uso, e quando compara-se o método pré-fabricado com outros sistemas construtivos existentes, observa-se que existe semelhança quanto ao custo final de execução, todavia em termos de agilidade de confiabilidade é perceptível que o sistema pré-fabricado apresenta vantagens técnicas e econômicas, além de resultado final satisfatório em relação aos outros sistemas existentes.

As vantagens apontadas dentro deste estudo de caso viabilizam a aplicação em maior escala dessa técnica construtiva, uma vez que o custo-benefício sobressai-se positivamente quando os aspectos técnicos, econômicos e de tempo são atendidos prontamente para uma melhor otimização nas etapas iniciais e finais da obra, trazendo também, maior confiabilidade.

Percebe-se também que, as desvantagens trazem à tona temas que possuem fundamental importância, como por exemplo, a preocupação com as etapas de fabricação, transporte e montagem das peças. Os equipamentos utilizados nesses processos demandam de espaço para manuseio, bem como de treinamento dos funcionários para que se possa melhor interpretar toda a fase de execução dentro do canteiro, e muitos empresários consideram o investimento com capacitações um gasto dispendioso.

Utilizar nos dias de hoje novas maneiras de se construir promove uma maior diversificação de aplicações para obras de finalidades distintas, que devido a competitividade

da indústria da construção, alavanca-se o objetivo de se ter no mercado propostas para se denotar melhores e eficientes condições de trabalho, produzidos por meio dos avanços tecnológicos de novos sistemas e processos construtivos.

REFERÊNCIAS

- BRUNA, P. **Arquitetura, Industrialização e Desenvolvimento**. São Paulo, 1976.
- EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos, 2000.
- FUJIHARA, M.A. (2003). **Sustainability**. PricewaterhouseCoopers. EUA, 2003.
- HELENE, P.R. **Evolução histórica do concreto como material de construção**. São Paulo, 2005
- ORDONÉZ, J. A. F. **Pre-fabricación: teoría y práctica**. Editores Técnicos Asociados. Volume I. Barcelona, 1974.
- VASCONCELOS, A. C. **O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. Volume III. Studio Nobel. São Paulo, 2002.
- SABBATINI, F. H., **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma tecnologia**. São Paulo, 1989.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal da Paraíba – Campus Campina Grande pelo apoio financeiro.