



CONCRETO PRÉ-MOLDADO: CARACTERÍSTICAS, BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES EM SUA UTILIZAÇÃO

MATVIJENKO JUNIOR, Jorge
Faculdade de Ciências Agrárias e Sociais de Itapeva

ESTEVES, Hugo Cardoso
Faculdade de Ciências Agrárias e Sociais de Itapeva

RESUMO

O setor da construção civil segue em constante evolução tecnológica, buscando oferecer sistemas e técnicas que possibilitem otimizar etapas nos processos construtivos. Com base nesta evolução e na necessidade de redução do tempo de execução, custo, desperdício de materiais e a possibilidade de se obter melhor controle de qualidade e economia, opta-se por utilizar o sistema de construção com estruturas pré-moldadas de concreto, suprimindo grande parte dessas necessidades de maneira mais organizada e com maior controle de qualidade. Este artigo apresenta as principais características da utilização deste sistema, assim como tipos de estruturas, a história de seu surgimento, alguns benefícios e limitações que devem ser analisados antes da escolha de sua utilização.

Palavras-chaves: Construção, Pré-moldados, Estrutura, Concreto Armado;

ABSTRACT

The civil construction sector is in constant technological evolution, seeking to offer systems and techniques that make it possible to optimize stages in the construction processes. Based on this evolution and the need to reduce the execution time, cost, waste of materials and the possibility of obtaining the best quality control and economy, the option is to use the construction system with precast concrete structures, supplying most of these needs in a more organized way and with greater quality control. This article presents the main characteristics of the use of this system, as well as types of structures, the history of its appearance, some benefits and limitations that must be before choosing its use.

Keywords: Building, Precast, Structure, Reinforced Concrete;

1. INTRODUÇÃO

Com o constante crescimento da indústria da construção civil, surgiu a necessidade de agilizar as etapas no processo construtivo de edifícios.

Buscando entre alternativas e métodos capazes de suprir esta necessidade, atualmente observa-se grande destaque para um desses métodos, que é o sistema de construção com estruturas pré-moldadas de concreto.

“Evoluir no sentido de aperfeiçoar-se como indústria é o caminho natural da construção civil” (SABBATINI, 1989).

“A industrialização das estruturas pré-moldadas de concreto está relacionada ao conceito de produção em série e organização no setor da construção civil, produzindo cada vez mais e em menos tempo, possibilitando executar obras de diversos tamanhos com economia, agilidade, qualidade, segurança e durabilidade. Em princípio, o seu emprego aumenta com o grau de desenvolvimento tecnológico e social do país, pois acarreta as seguintes condições favoráveis: valorização da mão de obra e maior oferta de equipamentos” (EL DEBS, 2017).

Neste artigo, busca-se mostrar as principais características sobre a utilização das estruturas de concreto pré-moldadas, assim como os tipos existentes, os elementos que compõem a estrutura, histórico, benefícios e limitações, com informações obtidas através de pesquisas bibliográficas baseadas em obras de autores especialistas no assunto.

O levantamento de dados teve início no ano de 2019 e foi obtido através de pesquisas bibliográficas, onde foram utilizadas referências de obras de autores especialistas no tema descrito neste artigo. Houve o acompanhamento de algumas obras em andamento neste período de tempo, onde foi possível observar a execução de obras em diversas fases. Foi feito o uso de pesquisas na internet, os quais foram anotados manualmente e em seguida digitados com o uso de um computador.

A obra acompanhada está localizada na cidade de Itapeva-SP, a qual encontra-se em andamento. A empresa G Côrtes, localizada na cidade de Itararé-SP, executou a fabricação e montagem da estrutura da obra citada nos registros fotográficos deste artigo.

2. DESENVOLVIMENTO

Debs (2000) afirma que o elemento pré-moldado é uma peça de concreto armado protendido ou não que é feito fora do local que irá ficar definitivamente.

“A pré-moldagem é caracterizada como um processo de construção em que a obra, ou parte dela, é moldada fora de seu local de utilização definitivo”. (DEBS, 2000).

“A forma mais efetiva de industrializar o setor da construção civil é transferir o trabalho realizado nos canteiros para fábricas permanentes e modernas. A produção numa fábrica possibilita processos de produção mais eficientes e racionais, trabalhadores especializados, repetição de tarefas, controle de qualidade, etc”. (VAN ACKER, 2002).

A ABNT NBR 9062, define pré-moldado como sendo “elemento moldado previamente e fora do local de utilização definitiva na estrutura”, e define pré-fabricado como “elemento pré-moldado executado industrialmente, em instalações permanentes de empresa destinada para esse fim”.

“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.” (ORDONEZ, 1974).

Conforme afirma Debs (2000) “A primeira construção com o emprego de elementos pré-moldados foi, provavelmente, o cassino de Biarritz, na França, em 1891, na qual as vigas foram pré-moldadas”. O emprego do concreto armado associado a aplicação de elementos pré-moldados existe a mais de um século.

“No Brasil, a primeira grande obra com utilização de elementos pré-fabricados, ocorreu em 1926, foi o hipódromo da Gávea, no Rio de Janeiro. A empresa construtora dinamarquesa Christiani-Nielsen, com sucursal no Brasil, executou com diversas aplicações de elementos pré-fabricados, dentre eles, pode-se citar as estacas nas fundações e as cercas no perímetro da área reservada ao hipódromo”. (VASCONCELOS, 2002).

A padronização é muito utilizada na fabricação dos elementos pré-moldados, onde os fabricantes adotam uma variação de formatos geométricos, detalhes e dimensões nas seções transversais das peças, sendo que cada geometria será apropriada para um componente e suas utilizações, aplicando esta padronização a vigas, pilares, lajes de piso, entre outros.

ROSSO (1966), define a padronização como a aplicação de normas à um ciclo de produção ou à um setor industrial completo com objetivo de estabilizar o produto ou o processo de produção.

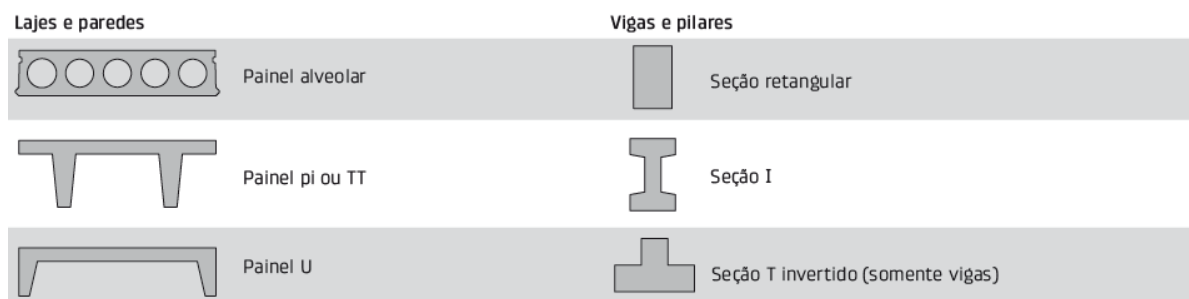


Figura 01: Exemplos de padrões de seções transversais

Fonte: (Acker, 2002)

De acordo com Van Acker (2002), considerando a indústria de pré-moldados, existe, aparentemente, um grande número de sistemas e soluções técnicas para as construções pré-moldadas. Entretanto, todos estes fazem parte de um número limitado de sistemas estruturais básicos, onde os princípios do projeto são semelhantes.



“Os tipos mais comuns de sistemas estruturais de concreto pré-moldados são:

Estruturas em Esqueleto: Constituídas de pilares, vigas e lajes, utilizadas em edificações de alturas médias e baixas, e com um número pequeno de paredes de contraventamento para estruturas altas. As estruturas em esqueletos são indicadas, principalmente, para construções de escritórios, escolas, hospitais, estacionamentos, entre outros. Este sistema possibilita maior liberdade no planejamento e disposição das áreas do piso, sem obstrução de paredes internas ou por um grande número de pilares internos.

Estruturas aporticadas: São constituídas por pilares e vigas de fechamento, estas estruturas possibilitam a utilização de grandes vãos, alcançam grande espaços abertos dispensando a interferência de paredes, característica muito importante para construções industriais, estacionamentos, shoppings, armazéns, centros esportivos, entre outros.

Estruturas de painéis estruturais: seu uso é direcionado para fechamentos internos e externos, caixas de elevadores, etc. São utilizados para construção de residências de grande e pequeno porte, como edifícios e casas, possui superfície lisa dos dois lados, prontos para receber pintura. Este sistema se enquadra nas técnicas de construções abertas, onde a arquitetura é livre para criar o projeto conforme as exigências do cliente. A utilização deste sistema possibilita alterar o projeto no futuro, sem maiores custos.

Estruturas para piso: São formadas por vários tipos de elementos de lajes como painéis maciços de concretos, painéis nervurados (seções T ou duplo T) e vigotas pré-moldadas, as estruturas de laje são montadas para formar uma estrutura do piso capaz de distribuir a carga concentrada e transferir as forças horizontais para os sistemas de contraventamento. As vantagens são a rapidez da construção, a ausência de escoramento, a diversidade de tipos, a alta capacidade de vencer vãos e a sua economia.

Sistemas para fachadas: São constituídos por painéis maciços ou também de painéis sanduiches, com ou sem função estrutural. Este sistema apresenta todos os tipos de formatos e execuções, desde o simples fechamento até os mais requintados painéis em concreto.

Sistemas Celulares: São compostos por células de concreto pré-moldado e, algumas vezes, utilizados para blocos de banheiros, cozinhas, garagens, etc. A vantagem deste sistema é a rápida fabricação e o processo de montagem pode ser feito completamente dentro da fábrica, porém, possui desvantagens como as limitações para o transporte das peças e o fato de que a arquitetura não pode ser modificada.” (VAN ACKER, 2002).

O projeto, fabricação, estocagem e manuseio de estacas pré-moldadas devem ser realizados de acordo com a NBR 16258:2014 - Estacas pré-fabricadas de concreto - Requisitos.

As vigas de concreto pré-moldado podem ser armadas ou protendidas. No segundo caso, os elementos conseguem vencer vãos maiores em comparação a modelos de concreto armado convencional. (ABCIC, 2015).



Para pilares de concreto pré-moldado, Acker (2002) recomenda uma seção mínima de 30x30 centímetros, por motivos de manuseio e acomodação das ligações viga-pilar. Além disso, pilares com essa seção possuem uma boa resistência ao fogo, podendo ser aplicado em edificações de diferentes usos.

“As lajes pré-moldadas de concreto são vantajosas principalmente por dispensar escoramentos e apresentar rapidez na montagem. Além disso, as lajes apresentam um alto desempenho mecânico, conseguindo vencer grandes vãos livres, e possuem acabamento final satisfatório, não havendo necessidade de se utilizar material adicional na face inferior do elemento.” (ACKER, 2002).

A utilização de painéis pré-moldados possibilita uma construção rápida e industrializada, além de apresentar uma superfície lisa, pronta para receber a pintura, e ter boas propriedades térmicas, acústicas e de resistência ao fogo (ACKER, 2002).

De acordo com Acker (2002), escadas pré-moldadas de concreto possuem um custo razoável e qualidade de acabamento, podendo variar de superfícies lisas regulares até concreto polido.

“As escadas pré-moldadas são divididas em duas categorias. A primeira é formada pelas escadas retas, que são compostas por lances individuais de escadas, podendo haver patamares entre elas. A segunda categoria é composta por escadas monobloco, as quais podem ter curvas e mudanças de direção na mesma estrutura.” (ACKER, 2002).

“As pontes construídas em sistemas pré-fabricados, muitas vezes são em concreto protendido, por causa de sua necessidade de vencer grandes vãos livres. Os processos e tecnologia construtivos para as construções de pontes em pré-moldado são diversos. É comum o uso de estruturas auxiliares para a montagem das pontes. Dentre os sistemas de montagem das pontes pré-moldadas, destacam-se montagem pelo solo, por balsa, por lançamento e por balanços sucessivos.” (ROSENBLUM, 2009).

A NBR 9062 (2006) prevê a utilização de diferentes tipos de ligações:



“Para ligações solicitadas predominantemente por compressão, caso de elementos pré-moldados apoiados entre si ou sobre concreto moldado no local, pode-se utilizar: juntas à seco, juntas com argamassa de assentamento, juntas de concreto local, dispositivos metálicos e almofadas de elastômero. No caso de ligações solicitadas predominantemente por tração, a força de tração deve ser resistida exclusivamente pela armadura, podendo-se utilizar dispositivos especiais. No caso da solidarização de elementos, como vigas, lajes, pilares, pórticos e arcos, visando sua continuidade, a ligação pode ser realizada por protensão, solda, dispositivos metálicos ou mediante concretagem local.

As ligações pilar-fundação têm a função de transmitir forças verticais, horizontais e momentos atuantes nos pilares, para as estruturas de fundação.

A ligação entre pilares pode ser realizada de diferentes formas. Uma opção é utilizar chapas metálicas com pinos e furos de centralização ou junta macho fêmea e aplicar solda em todo o contorno das chapas metálicas, que devem estar adequadamente ancoradas no concreto. Nesse caso, deve-se verificar a atuação do momento fletor no local da emenda.

Para as ligações entre lajes, devem ser utilizadas alternativas que impeçam deflexões diferenciais devidas a cargas acidentais não uniformes aplicadas nas juntas. Além disso, deve-se verificar os esforços cisalhantes a serem resistidos pela ligação, no caso da existência de cargas pontuais ou linearmente distribuídas paralelamente às juntas. As ligações poderão ser realizadas através de juntas concretadas ou grauteadas, ligações soldadas, capeamento com armadura transversal, ou ainda da associação de dois ou mais tipos de ligações citados.” (ABNT NBR 9062, 2006).

As ligações entre vigas e pilares, lajes e vigas, ou, em alguns casos, lajes e pilar são usualmente realizadas por meio consolo, dispositivo incorporado ao elemento estrutural que servirá de apoio para o elemento adjacente (SENDEN, 2015).

“A industrialização dos processos executivos da construção civil e a utilização do concreto pré-moldado são uma forte tendência. O grande número de obras realizadas nos Estados Unidos e Europa atestam a viabilidade econômica, técnica e estética do sistema.” (MUNTE, 2004).

Entre alguns dos benefícios estão:

- Rapidez na execução:



“A agilidade e alta produtividade são obtidas abandonando-se processos artesanais e aumentando progressivamente a industrialização. Com isso, consegue-se reduzir o tempo da obra para um terço, fazendo com que a utilização de pré-moldados ganhe cada vez mais mercado em obras de edifícios de escritórios, hotéis e shopping centers, onde se necessita da construção rápida para que se comece a obter um retorno financeiro.” (MOREIRA FILHO, 2000).

- Redução do desperdício:

“A análise prévia dos detalhes durante a produção das peças, reduzindo adaptações e improvisações em obra e a utilização de formas metálicas auxiliam na redução do desperdício, executando-se uma obra mais limpa e sustentável.” (GIL, 2000);

- Qualidade dos materiais:

“O rigoroso controle na produção do concreto, com dosagens precisas, a montagem da armadura, a utilização de formas metálicas e a maior eficácia na mistura do concreto resultam em peças com maior precisão dimensional e qualidade. Além disso, pode-se obter peças com alta resistência através do uso de concreto de alto desempenho e protensão em vigas e lajes.” (ACKER, 2002);

- Durabilidade:

“Na indústria, obtém-se concretos com menor tempo de cura e alta resistência inicial. Ademais, em um processo mais controlado consegue-se reduzir o valor água/cimento, produzindo concretos menos permeáveis e, conseqüentemente, com maior durabilidade.” (MUNKELT, 2010);

- Material resistente ao fogo:



“Normalmente, as estruturas em concreto armado e protendido apresentam resistência ao fogo de 60 a 120 minutos ou mais. Para edificações comerciais, todos os tipos de componentes pré-moldados sem nenhuma medida especial de proteção atingem a exigência de resistência ao fogo de 60 minutos. Para outros tipos de edificações, a resistência ao fogo de 90 a 120 minutos é conseguida aumentando o cobrimento da armadura.” (ACKER, 2002);

- Menor dependência das condições meteorológicas:

“Como parte da produção será realizada em fábrica, reduz-se o tempo de execução no canteiro de obras e a interação com a natureza, o que faz com que a produção não seja demasiadamente afetada por chuvas, dias de calor excessivo e outras condições adversas do clima.” (ACKER, 2002);

- Flexibilidade no Uso:

“Certos tipos de construções são frequentemente devem ser adaptáveis para satisfazer as necessidades dos usuários, como é o caso de escritórios, onde a solução mais apropriada é criar um grande espaço interno livre sem nenhuma restrição para possibilitar a adaptação de possíveis subdivisões com divisórias.” (ACKER, 2002);

- Flexibilidade arquitetônica:

“Ao contrário do pensamento generalizado que a pré-fabricação está ligada a peças iguais e retas, hoje em dia há uma diversidade de painéis, estruturas e acabamentos, com diferentes formas, texturas e cores.” (MOREIRA FILHO, 2000);

- Redução no uso de formas:



“Na fabricação dos elementos, há uma grande reutilização das fôrmas, um dos grandes motivos para a diminuição de custos e perdas de materiais.” Reduzir custos quando se aplica técnicas em elementos pré-moldados é a principal meta que se procura alcançar na elaboração e execução do projeto.” SIRTOLI (2015);

- Sustentabilidade:

“No contexto de uma relação mais amigável ao meio ambiente, a indústria do concreto pré-moldado apresenta-se como uma alternativa viável: com uso reduzido de materiais até 45%; redução do consumo de energia de até 30%; diminuição do desperdício com demolição de até 40%. Muitas fábricas estão reciclando o desperdício do concreto, tanto o endurecido quanto o fresco, e futuramente as indústrias de pré-fabricados funcionarão como um sistema de produção fechado, onde todo material gasto é processado e utilizado novamente.” (ACKER, 2002);

O uso dos elementos pré-moldados também pode apresentar algumas limitações ou desvantagens, como por exemplo:

- Transporte das peças:

“O tamanho das peças é restringido pelo tipo de transporte a ser utilizado. Além disso, o transporte de peças prontas é mais caro e exige um maior cuidado que o transporte de matéria-prima para a execução tradicional. Esses fatores podem inviabilizar o uso de pré-moldados no caso da necessidade de um longo deslocamento até o canteiro de obra.” (DEBS, 2000)

- Mão de obra especializada:

“A montagem das peças, execução as juntas e travamentos exigem um conhecimento diferente do necessário para a execução de concreto moldado in loco. De forma geral, não se encontra operários qualificados nessa área, o que gera a necessidade de treinamentos e fiscalização mais rígida.” (DEBS, 2000);

- Alto investimento inicial:

“No uso de peças pré-moldadas o investimento inicial, tanto financeiro quanto em planejamento e detalhamento dos projetos, é muito alto, maior do que nas obras convencionais, quando escolhe-se trabalhar com CPM, um projeto bem planejado e bem elaborado é essencial.” (ABCIC, 2015);

No decorrer do desenvolvimento deste artigo, foram feitos alguns registros fotográficos de uma obra em andamento, a qual foi projetada para receber o sistema de concreto pré-moldado em sua estrutura.

A foto abaixo representa uma residência de alto padrão na fase de montagem da estrutura, composta por pilares e vigas de concreto pré-moldado.



Foto 02 – Residência de alto padrão na cidade de Itapeva-SP (Residencial Ouroville)
Fonte: Do autor

A próxima imagem representa a mesma residência, agora na fase de fechamento, onde foram utilizados blocos de concreto e cerâmicos por opção do proprietário da obra. Nota-se que, devido a alterações de projeto, também foram utilizadas algumas vigas e pilares de concreto moldado in-loco para executar uma ampliação que não estava prevista no projeto inicial.



Foto 03 e foto 04 – Residência de alto padrão na cidade de Itapeva-SP (Residencial Ouroville)
Fonte: Do autor

As imagens à seguir mostram a mesma obra, desta vez, em fase de pré-acabamento, onde já foi executado o reboco, molduras e estava sendo executada a instalação de um portão metálico.



Foto 05 e foto 06 – Residência de alto padrão na cidade de Itapeva-SP (Residencial Ouroville)
Fonte: Do autor

A imagem abaixo apresenta a obra na fase final, já acabada. Esta obra teve início no segundo semestre do ano de 2019, e o último registro fotográfico foi realizado no mês de agosto de 2020.



Foto 07 – Residência de alto padrão na cidade de Itapeva-SP (Residencial Ouroville)
Fonte: Do autor

5. CONCLUSÃO

Concluiu-se à partir das pesquisas realizadas, que a utilização do sistema de estruturas pré-moldadas de concreto oferece muitos benefícios em sua utilização, pois é possível executar uma obra com mais rapidez, segurança, organização e economia, alcançando maiores possibilidades, como vãos e alturas maiores do que em um sistema estrutural convencional. Um exemplo é, enquanto as peças são fabricadas pode-se realizar outros tipos de serviço in loco, como a limpeza do terreno e a terraplanagem, possibilitando que a entrega dos elementos estruturais seja realizada no final do preparo do terreno, porém, esta programação dependerá do gerenciamento da obra, definição do projeto para a execução e logística. É necessário que o profissional faça uma análise sobre a viabilidade do uso deste sistema, pois, como citado neste artigo, além de benefícios e vantagens, também há limitações, que podem apresentar inviabilidade no uso do concreto pré-moldado.

Dentre os resultados alcançados, o mais importante é o conhecimento adquirido sobre o sistema de construção com estruturas pré-moldadas de concreto, pois é um assunto de extrema importância na formação de um profissional da Engenharia Civil. Certamente é um assunto que faz e fará parte



do cotidiano de qualquer engenheiro civil, pois é um método muito utilizado atualmente, porém, além do conhecimento adquirido no assunto de estruturas pré moldadas de concreto, é necessário, também, adquirir conhecimento e experiência na questão de gerenciamento de obras e logística, para obter sucesso total no emprego deste sistema quando for necessária a utilização deste método construtivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKER, ARNOLD VAN. **Manual de sistemas de pré-fabricados de concreto**. FIP 2002, Tradução Marcelo Ferreira, ABCIC 2003.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Curso Pré-fabricados de Concreto**. Salvador, 2014. Disponível em:
<http://www.abcic.org.br/pdfs_curso_basico/SALVADOR-13-05-2014.pdf>
Acesso em: 18 jan. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.258: Estacas pré-fabricadas de concreto - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2014.

EL DEBS, MOUNIR KHALIL. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos: EESC-USP, 2000.

GIL, Laércio. **Pré-fabricados de concreto dão mais velocidade e qualidade e rapidez a construção civil**. 2000.

MOREIRA FILHO, Milton. **Pré-fabricados de concreto dão mais velocidade e qualidade e rapidez a construção civil**. 2000. Disponível em:
<<http://www.siaobahia.com.br/noticias01.htm>> Acesso em: 31 jul. 2019.

MUNKELT, Gary. K. **Durable precast concrete: the long-term solution for above-ground and below-ground application**. 2010. Disponível em:
<<http://precast.org/2010/05/durability-in-the-precast-product/>>. Acesso em: 31 jul. 2019.

MUNTE. **Manual Munte de projetos em pré-fabricados de concreto.** São Paulo: Pini, 2004.

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

ROSENBLUM, Anna. **Pontes em estruturas segmentadas pré-moldadas protendidas: análise e contribuições ao gerenciamento do processo construtivo.** Dissertação (mestrado em estruturas) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia, Rio de Janeiro: 2009.

ROSSO, T. **Pré-fabricação, a coordenação modular: teoria e prática.** São Paulo, Instituto de Engenharia, 1966.

SABBATINI, F. H.; AGOPYAN, V. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia.** São Paulo, 1989.

SENDEN, Henry Osório Teixeira. **Sistemas construtivos em concreto pré-moldado.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SIRTOLI, Alex S. Couto. **Industrialização da Construção Civil: Sistemas Pré-Fabricados de Concreto e Suas Aplicações.** 2015. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro de Tecnologia Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

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