WENDERSON MATRICARDI RODRIGUES

A UTILIZAÇÃO DO PRÉ-MOLDADO EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Campo Grande
2018

WENDERSON MATRICARDI RODRIGUES

A UTILIZAÇÃO DO PRÉ-MOLDADO EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UNIDERP, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Civil.

Orientador: Larissa Toyohara

Campo Grande
2018

WENDERSON MATRICARDI RODRIGUES

A UTILIZAÇÃO DO PRÉ-MOLDADO EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UNIDERP, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Campo Grande, 10 de dezembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me abençoado me dando forças durante todo este percurso e colocando pessoas certas no meu caminho.

Agradeço ao meus pais, Orlando que já mora com o senhor e Rosa, que não mediram esforços para dar a melhor educação, me fizeram ser um homem com princípios, valores e caráter e sempre me apoiaram ao longo de todo período da faculdade.

Agradeço aos professores da graduação que abriram meus horizontes, com seus conhecimentos e experiências.

MATRICARDI, Wenderson. **A utilização do Pré-moldado em edificações residenciais**. 2018. 41 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso Engenharia Civil – UNIDERP, Campo Grande, 2018.

RESUMO

A Construção civil brasileira quando comparada com outros países e a outros ramos industriais é considerada atrasada, e devido à grande necessidade que o mercado da construção civil impõe quanto a edificações qualificadas e de baixo custo, percebeu-se então a necessidade de promover pesquisas onde é imprescindível a busca por processos construtivos que tem demostrado alta capacidade de racionalização de materiais, redução do tempo da execução de obra, controle de qualidade e alto nível organizacional da produção. Considerando esta conjuntura elaborou-se este trabalho através de pesquisas bibliográficas, com a pretensão de apresentar as características dos processos construtivos convencional e do pré-moldado com foco nas vantagens e desvantagens de cada método construtivo e trazendo os percentuais de custo dos mesmos. Por fim, realizou uma avaliação para obter informações considerando a execução de um projeto residencial em estrutura convencional e em estrutura de pré-moldados. A partir desses estudos conclui-se que os custos de vigas e pilares de pré-moldado tende a ser 30% mais barato em relação aos componentes produzidos em canteiro de obra, já com revestimentos verticais ou pinturas são 70% mais barato comparado ao método convencional. Compreendeu-se também que o pré-moldado tende a ter custos menores principalmente pela redução do tempo, como na execução de paredes de alvenaria que leva quatro vezes o tempo da execução das paredes de pré-moldado, e da eliminação de serviços artesanais dentro do canteiro de obra, como as montagens de formas. Uma característica quase que particular deste método é a redução de geração de entulhos que diminuem serviços de retirada e descarte de resíduos e seus devidos custos, contribuindo com o meio ambiente e caminhando para construções ecologicamente corretas.

Palavras-chave: Construção Civil; Pré-moldado; Viabilidade; Residencial.

MATRICARDI, Wenderson. **The use of pre-molded in residential buildings**. 2018. 41 pages. Course Completion Work Civil Engineering – UNIDERP, Campo Grande, 2018.

ABSTRACT

Brazilian civil construction compared to other countries and other industrial sectors is considered to be delayed, and due to the great need that the construction market imposes on qualified and low-cost buildings, it was then realized the need to promote research where it is indispensable the search for constructive processes that have demonstrated high capacity of rationalization of materials, reduction of the time of execution of work, quality control and high organizational level of production. Considering this situation, this work was elaborated through bibliographical researches, with the pretension to present the characteristics of the conventional and precast molding processes, focusing on the advantages and disadvantages of each constructive method and bringing the cost percentages of the same. Finally, it carried out an evaluation to obtain information considering the execution of a residential project in conventional structure and precast structure. From these studies it is concluded that the costs of precast beams and columns tend to be 30% cheaper in relation to the components produced in the construction site, since vertical coatings or paints are 70% cheaper compared to the conventional method. It was also understood that precasting tends to have lower costs mainly due to the reduction of time, such as the execution of masonry walls, which takes four times the time of the precast walls, and the elimination of artisanal services within the such as assemblies of shapes. An almost particular feature of this method is the reduction of waste generation that reduces waste collection and disposal services and their costs, contributing to the environment and moving towards ecologically correct buildings.

***Keywords*:** Civil Construction; Pre-molded; Viability; Residential.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Percentual de cimento destinado a pré-fabricados e pré-moldados.....17
Figura 2 – Gráfico: Consumo de cimentos em pré-fabricado no Brasil (ano x 1000 ton.) 17
Figura 3 – Gráfico: Participação do pré-moldado no consumo de cimento no Brasil (ano x porcentagem) 18
Figura 4 – Bloco de fundação e viga baldrame 19
Figura 5 – Bloco de fundação com três estacas.....20
Figura 6 – Vigas protendidas.....20
Figura 7 – Pilares 21
Figura 8 – Laje treliçada 22
Figura 9 – Laje alveolar 22
Figura 10 – Viga principal da escada 23
Figura 11 – Escada pré-moldada 23
Figura 12 – Drenagem com caixa Pré-moldada 24
Figura 13 – Estrutura pré-fabricada tipo esqueleto.....24
Figura 14 – Sistema aporticado.....25
Figura 15 – Painel de fechamento em edificações.....25
Figura 16 – Painéis estruturais.....26
Figura 17 – Escada pré-moldada 29
Figura 18 – escada tipo jacaré 30
Figura 19 – escada içada 30
Figura 20 – Paredes portantes de pré-moldados 31
Figura 21 – Quadro de custos dos sistemas construtivos 36
Figura 22 – Quadro de custo por metro quadrado.....37
Figura 23 – Diagrama comparativo dos custos 37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificações dos pré-moldados.....18
Quadro 2 - Vantagens dos pré-faricados.....32
Quadro 3 - Pré-moldado versus concreto convencional.....35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agencia Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
NETPRE	Núcleo de Estudo e Tecnologia de Pré-moldado
SETOP	Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas de Minas Gerais
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13

2. PRÉ-MOLDADO E PRÉ FABRICADO 15

2.1 O SURGIMENTO DOS PRÉ-MOLDADOS 15

2.2 PRÉ-MOLDADOS NO BRASIL 16

2.3 CLASSIFICAÇÕES 18

2.4 TIPOS DE PEÇAS PRÉ-MOLDADAS 19

2.5 SISTEMAS ESTRUTURAIS 24

3. VANTAGENS DOS PRÉ-MOLDADOS 27

4. PRÉ-MOLDADO VERSUS METODO CONVENCIONAL 33

4.1 COMPARATIVO DE UMA RESIDENCIA COM OS DOIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS 36

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 39

REFERÊNCIAS 40

1. INTRODUÇÃO

Na construção civil há constantes evoluções, o que lhe permite algumas alternativas na sua forma de edificar, entre elas, a utilização das estruturas de pré-moldado na produção de pequenas residências, que será objeto de estudo neste trabalho. Sendo assim, vale destacar que os pré-moldados possibilitam a otimização no processo construtivo.

O crescente aumento de profissionais da construção civil em busca por formas de construção mais viáveis, economicamente e sustentáveis para a execução de projetos é uma constante no panorama brasileiro. Uma das possíveis soluções poderia ser a utilização de pré-moldado, tanto em larga escala quanto individualmente.

Com isso nesta pesquisa procura-se investigar a viabilidade do uso do pré-moldado nas construções residências individuais. Haja vista o grande desperdício de recursos naturais no processo construtivo em alvenaria convencional, que é o mais utilizado pela população.

A busca por novas tecnologias e métodos que ofereça maior qualidade, segurança e também economia é um grande desafio para os profissionais de qualquer área, na construção civil não é diferente. Diante disso o uso do pré-moldado as chamadas construções secas é viável economicamente para construção de edificações residenciais individuais?

Este trabalho tem como objetivo investigar as vantagens e desvantagens da utilização do pré-moldado com o foco nas edificações residenciais individuais comparadas com o método de construção com alvenaria tradicional. E como objetivo específicos: Conceituar o termo pré-moldado na construção civil; investigar os benefícios de método de pré-moldado para o usuário, projetista, engenheiros e arquitetos com foco nas edificações residenciais individuais e confrontar os benefícios e desvantagens dos métodos construtivo em alvenaria e pré-moldado de forma a encontrar o método mais viável.

Neste estudo realizado por meio de pesquisas de revisões de literatura, na qual se investigou a viabilidade do uso do pré-moldados nos processo construtivos de casas. Com este intuito foi realizado leitura, seleção e coleta de dados referentes ao objeto de estudo selecionados através de busca nas seguintes base de dados na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP, Banco de Teses Digital da CAPES

e no acervo da Biblioteca da UNIDERP. O período dos artigos pesquisados dos trabalhos são de 2010 à 2018.

Neste trabalho, inicialmente haverá um breve estudo histórico da origem do pré-moldado. No qual será apresentado seus conceitos. A seguir se demonstrará as vantagens do método para a construção de casas individuais.

2. PRÉ-MOLDADO E PRÉ FABRICADO

Segundo a NBR 9062 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2006) - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado, define e diferencia o pré-moldado do pré-fabricado, sendo o pré-moldado como todo elemento executado fora do local definitivo na estrutura permanente, esta execução será realizado no próprio canteiro de obra. Já o pré-fabricado e definido sendo como todo o elemento executado em um lugar específico como uma fábrica ou em instalações temporárias dentro do canteiro de obra, neste caso se trabalha um produto final com controle de qualidade rigorosa. Neste trabalho será utilizado o termo genérico de pré-moldados para as duas tipologias.

Segundo Daldegan (2016), uma estrutura de pré-moldado é aquela em que as vigas, pilares, lajes alveolares, escadas entre outros elementos estrutural de concreto que são moldadas fora da sua posição permanente da estrutura, sendo esta moldagem no próprio canteiro de obra ou em uma fábrica, que passa a se chamar pré-fabricado.

A pré-fabricação, segundo Ordonez (1974) “é uma fabricação fora do canteiro, de partes da construção, capazes de serem utilizadas mediante ações posteriores de montagem”. Quando esses elementos são produzidos em grandes series, por métodos de produção em massa montados no canteiro da obra, ou seja em um método industrial de produção passa a ser chamado de pré-fabricação. Este método necessita da utilização de equipamentos específicos e dispositivos de elevação.

2.1 O SURGIMENTO DOS PRÉ-MOLDADOS

Conforme Ordonez (1974), o surgimento do pré-moldado se deu em um momento de pós guerra na Europa, onde havia escassez de materiais, ausência da mão de obra especializado, a necessidade da reconstrução com menor tempo e em larga escala, surgindo assim uma “manifestação mais significativa da industrialização na construção”.

Segundo Vasconcelos (2002), enquanto no Brasil, a segunda guerra mundial não chegou a causar devastações como foi nos países da Europa, mas havia preocupações assim como naquela região quanto a racionalização de materiais e a industrialização dos sistemas construtivos.

Conforme Vasconcellos (2002), não é possível afirmar se uma data precisa em que começou a utilização deste método construtivo de pré-moldagem no Brasil, mas pode se afirmar que a realização de estruturas com concretagem *in loco* foi realizado posteriormente a este acontecimento e que o concreto armado surgiu com o pré-moldado. A grande obra ocorreu em um hipódromo da Gávea, Rio de janeiro em 1962 onde a empresa dinamarquesa Christiani-Nielesen executou nas fundações e as cercas perimetrais com elementos de pré-moldado.

2.2 PRÉ-MOLDADOS NO BRASIL

Conforme Doniak (2014), os pré-moldados possibilitou que os estádios da copa de 2014 fossem concluídos a tempo dos jogos, demostrando que teve um papel essencial para a realização desses projetos.

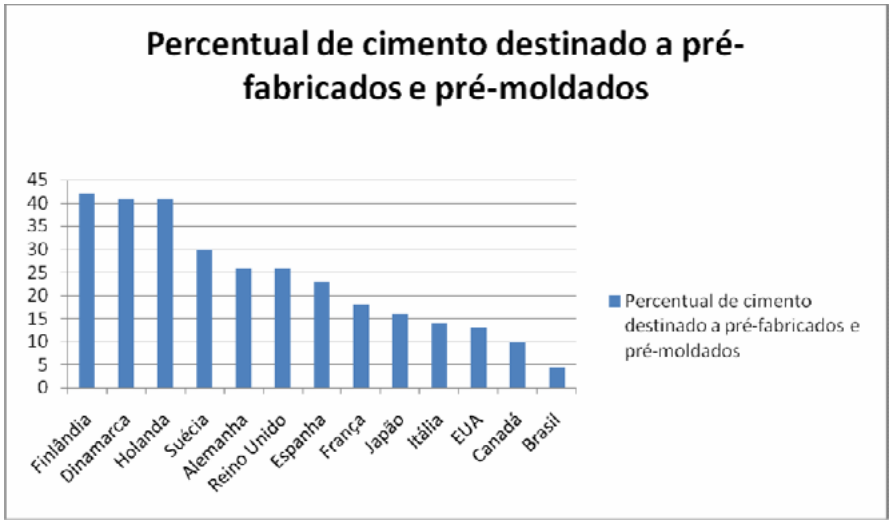
> Em praticamente todas elas, as estruturas pré-moldadas de concreto foram largamente empregadas nas diferentes fases das obras, da fundação à estrutura, passando por estacas, pilares, vigas e lajes alveolares. A opção pelo uso do pré-moldado nas arenas foi uma decisão estratégica dos projetistas e engenheiros, em função da urgência que se tinha para que os estádios estivessem prontos para a Copa, sem que houvesse qualquer comprometimento da qualidade. (DONIAK, 2018, s/p.)

Conforme Dahl (2015), afirma que o segmento tem um potencial de crescimento no Brasil, uma vez que é feita com essa solução de engenharia em países como a Dinamarca e que resulta em de 80% das construções possibilita também o uso de materiais isolantes no interior o que resulta em um conforto térmico maior. Após uma semana de visitas em Universidade de São Paulo e ao Núcleo de Estudo e Tecnologia de Pré-moldado (NETPRE) destaca o rigor na fabricação desses componentes de pré-moldado desde o concreta a armadura.

> O Brasil é um país com um grande potencial de desenvolvimento, a industrialização da construção é de fundamental importância no que diz respeito à evolução, pois está diretamente ligada com os conceitos de produtividade e qualidade. (DAHL, 2015 p. 8.)

Como se observa o gráfico da figura 1 em comparação também demostra enquanto outros países tem um percentual de quase 10 vezes maior em relação ao Brasil que tem um por volta de 4,5%.

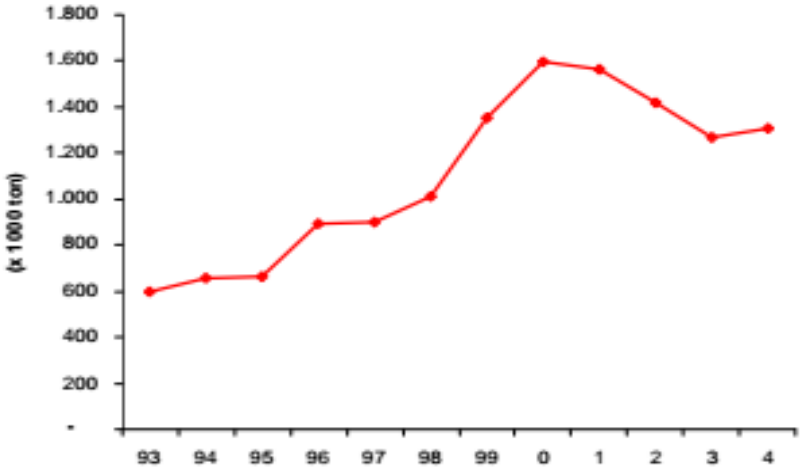
Figura 1 - Percentual de cimento destinado a pré-fabricados e pré-moldados



Fonte: Agencia Brasileira de Desenvolvimento Industrial. (2014 s/p.)

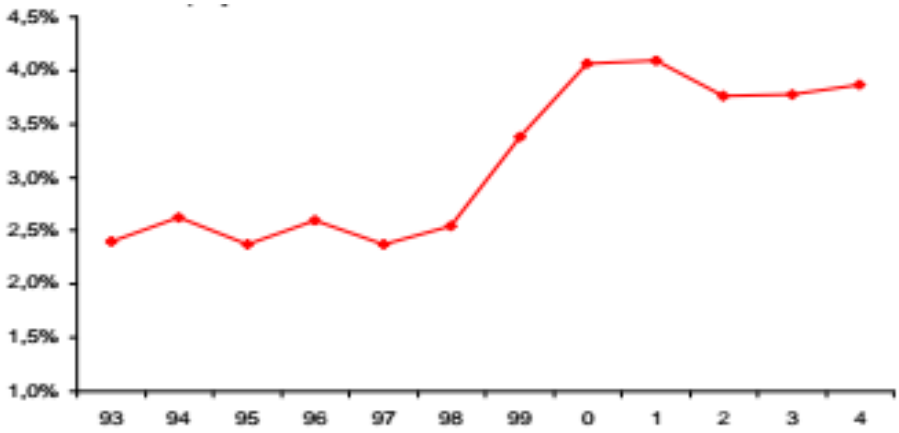
Porem mesmo os valores serem ainda muito baixos quando comparados a Dinamarca os próximos gráficos das figuras 02 e 03 demostram um aumento gradual.

Figura 2 – Gráfico: Consumo de cimentos em pré-fabricado no Brasil (ano x 1000 ton.)



Fonte: Agencia Brasileira de Desenvolvimento Industrial. (2014 s/p.)

Figura 3 – Gráfico: Participação do pré-moldado no consumo de cimento no Brasil (ano x porcentagem)



Fonte: Agencia Brasileira de Desenvolvimento Industrial. (2014 s/p.)

2.3 CLASSIFICAÇÕES

A classificação dos pré-moldados se dá por quanto a sua função estrutural, seção transversal e processo de execução. Como mostra o quadro 1.

Quadro 1 – Classificações dos pré-moldados

Local de produção	Fábrica	Canteiro de obra
Categoria do peso	“Pesada”	“Leve”
Desempenhado pela aparência	Concepção normal	Concepção arquitetônica
Seção	Estrutura de seção completa	Estrutura de seção parcial

Fonte: Dioni O. Brumatti (2008 p. 18.)

Segundo El Debs (2000), pré-moldado leve é todo aquele em que no transporte e montagem pode ser manual ou com improviso de equipamentos não havendo a necessidade de equipamentos especiais.

Rodrigues (1989), os blocos de alvenaria, lajes mistas, placas de vedação, meio fio etc, são classificados como pré-moldados leves por manuseado com facilidade, não dependendo de equipamentos mecânicos para seu deslocamento.

Gradjean (1961) explica que um operário tem a capacidade máxima para levantamentos de cargas, segundo as recomendações da organização nacional do trabalho, de 50 kg.

2.4 TIPOS DE PEÇAS PRÉ-MOLDADAS

Conforme Andrade (2014), o pré-moldado tem estado presente desde edifícios de alto padrão, prédios comerciais e industriais, inúmeros modelos de casas modernas, populares e modernas de forma sustentável ao redor do mundo preservando o meio ambiente. Os pré-moldados possuem diversas maneiras de utilização, seus elementos mais utilizados são estacas, vigas, pilares painéis de fechamento, entre outros.

Segundo Pereira (2018), a fundação é responsável de transferir todas as cargas provenientes do de peso da estrutura para o solo sem causar a este danos ou rupturas, o solo é o elemento que define qual o tipo de fundação ser a utilizada. Solos firmes se emprega normalmente fundações rasas, diretas ou superficiais onde a escavação é menor que 2,5 metros, são utilizadas sapatas, blocos sobre estacas e vigas baldrames. Conforme figura 4.

Conforme Andrade (2014), os solos de pouca resistência a compressão na superfície e que o solo firme se encontra a mais de 6 metros de profundidade o mais indicado ser a fundação profunda ou indiretas utilizando-se estacas. As estacas podem ser de madeira, concreto, aço ou ferro.

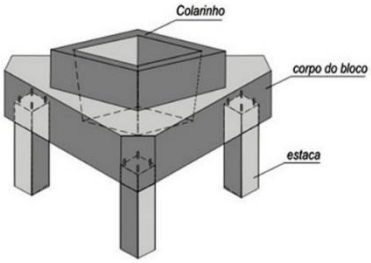
Figura 4 – bloco de fundação e viga baldrame

Fonte: Leonardi Soluções de engenharia. (2016 s/p.)

Conforme Pereira (2018), os blocos de fundação tem como objetivo transferir as cargas dos pilares e das vigas baldrames para fundação profunda (estacas),

podendo ser caracterizada pelo número de estacas definida para transferir os esforços normais (uma estaca), as forças normais e de momentos (duas estacas) e os esforços normais de maior intensidade e de momentos em duas direções (três estacas). Conforme figura 5.

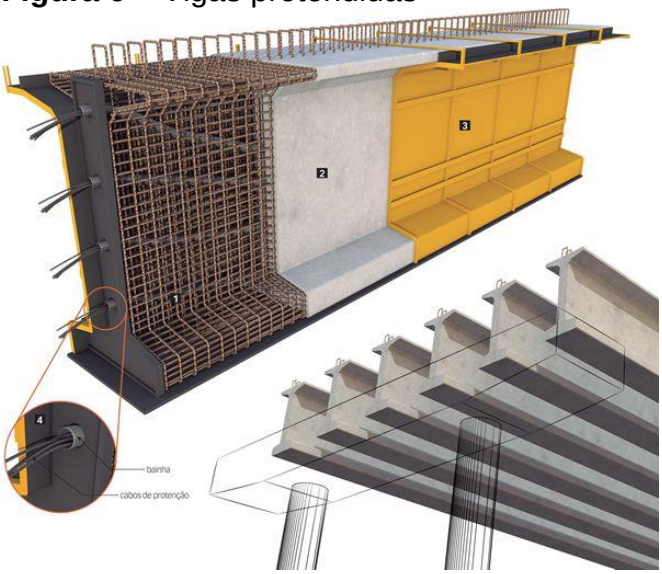
Figura 5 - Bloco de fundação com três estacas



Fonte: CONSPRÉ. (2014 s/p.)

Segundo Andrade (2014), as vigas apresentam-se em formatos retangulares, “I”, “L”, “T” ou invertido. Podem ser armadas ou protendidas, neste caso possuem elementos de proteção barras ou fios que tem por finalidade de produzir tensões previas melhorando sua resistência e comportamento mediante as cargas, é comum sua utilização em pontes pela necessidade de vencer grandes vãos. Conforme a figura 6.

Figura 6 – Vigas protendidas

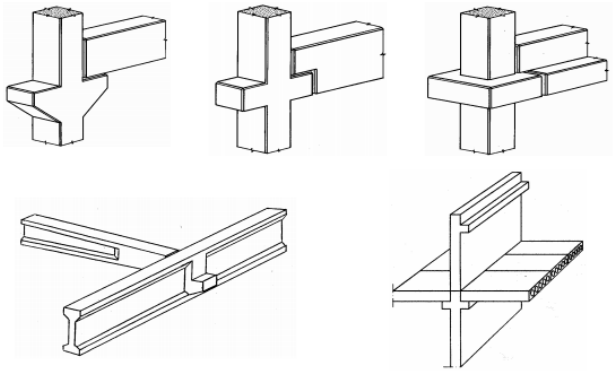


Fonte: Daniel Beneventi (2016 s. p.)

Conforme Pereira (2018), as vigas é um dos elemento mais usados de concreto armado para execuções de construções de edifícios, galpões entre outros edifícios. Geralmente são utilizadas no sistema laje-viga- pilar a fim de transmitir todos os esforços verticais recebidos das lajes para os pilares

Conforme Van Acker (2002), Os pilares são os elementos que apresentam menor padrão, sendo mais detalhada, e com nível superior de dificuldade de execução principalmente por conta dos consoles que se faz necessário para apoio com outras peças. Conforme a figura 7.

Figura 7 – Pilares



Fonte: Van Acker (2002 s. p.)

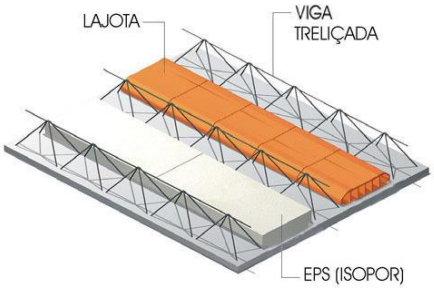
Conforme Pereira (2018), lajes são estruturas apoiadas em vigas e estas apoiam em pilares, são responsáveis de transmitir as ações que nela chega para as vigas. Realiza a interface entre pavimentos formando o contra piso e ou teto de uma edificação. As principais são as lajes maciças, lajes de nervuras, lajes de cogumelos, laje alveolar e laje treliçada.

Segundo Pereira (2018), as lajes maciças é empregada em residências ondes esforços a compressão são baixos a fim de vencer pequenos vãos. Estacionamentos por exemplo possuem grandes vãos, havendo a necessidade de valores mínimo de 15cm de espessura, conforme valores normativos e volumes alto de concreto e necessidade de reforço no resto da estrutura, neste caso a solução são outras alternativas de lajes como a laje de cogumelo que apresentam apenas a presença de pilares e capiteis ou lajes de nervuras.

Conforme Pereira (2018), as lajes treliçadas é um sistema constituído por vigotas em concreto no formato de treliça, unidirecional, onde as vigotas treliçadas

são intercaladas com elementos inertes sendo estas de lajotas cerâmicas, de concreto ou placas de isopor (EPS), conforme a imagem 8, em conjunto a uma capa de concreto sobre estas.

Figura 8 – Laje treliçada



Fonte: Minas Pré-moldados (2016 s/p.)

Conforme Mizumoto (2013 p. 2), define laje alveolares como “painéis de concreto com seção transversal com altura constante e alvéolos longitudinais responsáveis pela redução do peso próprio e da quantidade de concreto empregada no elemento” Conforme observa na figura 9.

Figura 9 – Laje alveolar

Fonte: R4 Tecnologia aplicada (2014)

As lajes moldadas *in loco* são executadas no canteiro de obra, com espessura que normalmente variam de 7 a 15cm. Conforme sua fôrmas obtém formatos variados onde o concreto é despejado sobre a armadura.

Segundo Brumatti (2008), As escadas são dispositivos que possibilitam um meio de circulação vertical não mecânico com o proposito para que o ser humano

possa chegar entre planos de níveis diferentes dentro de uma edificação. As escadas pré-moldadas são compostas por vários elementos (conforme Figura 10) ou uma única peça grande monolítica apoiadas diretamente em vigas ou lajes (conforme imagem 11).

Figura 10 - viga principal da escada

Fonte: ArchiEXPO (2018 s/p.)

Figura 11 – escada pré-fabricada

Fonte: ArchiEXPO (2018 s/p.)

Segundo Brumatti (2008), os pré-moldados estão presente também em obras de aterros sanitários, tuneis, pontes, ferrovias, muro de arrimos, drenagem pluvial e de condução de esgoto. Conforme imagem 12.

Figura 12 – Drenagem com caixa Pré-moldada

Fonte: Nova Era – Pré-moldados (2018 s/p.)

2.5 SISTEMAS ESTRUTURAIS

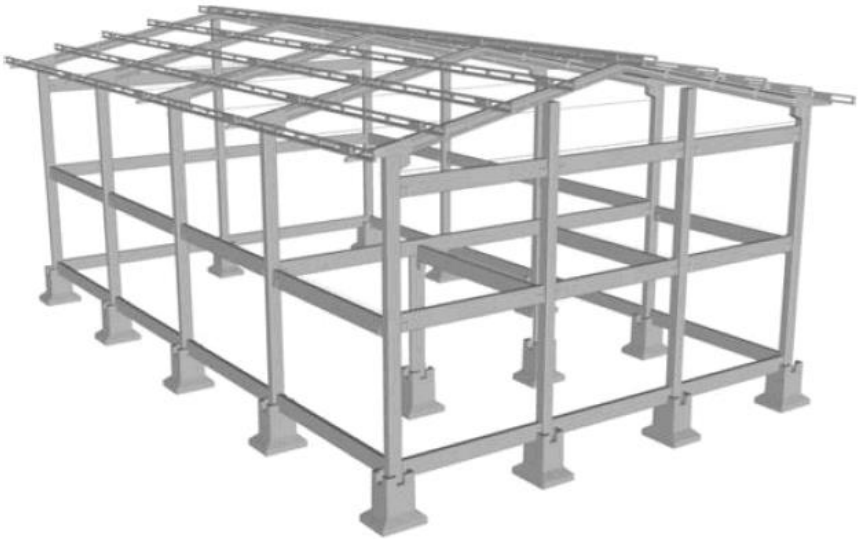
Conforme Van Acken (2002), os sistema esqueleto são unicamente formado por pilares, vigas e lajes. Tem grande utilidade para edificações de escolas, estacionamentos, escritórios, hospitais etc. por apresentar maior liberdade sob o aspecto arquitetônico, no planejamento e disposição das áreas do piso, pois possibilita a concepção de projetos com grandes vãos sem a obstrução de pilares internos ou paredes internas portantes, estes vãos podem estar associadas a diferentes sistemas de fechamento. Como observado na figura 13.

Figura 13: Estrutura pré-fabricada tipo esqueleto

Fonte: REVISTA TÉCHNE, Projetos ed. 140, 2008)

Van Acken (2002), Sistema aporticados é unicamente formado por pilares e vigas. Tem grande utilidade para construções de galpões industriais, instalações comerciais como centros de distribuição etc por vencer grandes vãos alcançam sem a interferência de paredes internas. Conforme figura 14.

Figura 14 – Sistema aporticado



Fonte: AMAC Pré-moldados (2018)

Os painéis de fechamento apresentam-se como sistemas estruturais (conforme figura 15) ou apenas para fechamento de residências, edifícios de apartamentos, galpões entre outros. Como mostra na figura 16.

Figura 15 - Painel de fechamento em edificações

Fonte: Gerolla, REVISTA TÉCHNE (2007)

Figura 16 – Painéis estruturais

Fonte: REVISTA TÉCHNE, Projetos ed. 140, 2008)

Consistindo de componentes de painéis portantes verticais de lajes, os painéis estruturais são usados para fechamentos internos e externos podendo ser apenas de vedação, possuem superfície lisas pronta para receber a pintura. É um sistema flexível o que permite a criação de projetos de acordo com as exigências do cliente.

3. VANTAGENS DOS PRÉ-MOLDADOS

Segundo Daldegan (2016), a utilização do pré-moldado e o aprimoramento da tecnologia em sua produção tem resultado inúmeras vantagens para a construção civil. Os elementos de pré-moldado seguem um rigoroso controle de qualidade e obediência às normas em todo processo de execução resultando em um produto de grande durabilidade e segurança.

> O sistema de controle de produção da fábrica consiste em procedimentos, instruções, inspeções regulares, testes e utilização dos resultados dos equipamentos de controle, matéria-prima, outros insumos, processos de produção e produtos. Os resultados da inspeção são registrados e ficam disponíveis aos clientes. (Van ACKEN, 2002, p.4)

Conforme Daldegan (2016), o pré-moldado quando comparado com outras formas de construção, como a alvenaria convencional, tende a se destacar com suas vantagens, proporciona uma maior economia, produzindo-se mais com menos custo e em menor tempo sendo importante o planejamento da entrega e da fabricação dos elementos. Destacas alguns motivos da viabilidade do pré-moldado:

1 - Redução do prazo de obra: A fabricação dos elementos é controlada conforme o andamento da obra e logo após a sua fixação no local permanente pode-se utilizá-los.

2 - Eliminação de diversos serviços: neste processo são dispensados serviços de carpintaria com montagens de formas e de escoras, armação das ferragens, concretagem, alvenaria e podendo ser estender a parte elétrica e hidráulica.

3 – Construção limpa: redução de produção de entulhos; redução de serviços de limpezas e bota fora; melhor aproveitamento do espaço do canteiro de obra e maior qualidade no ambiente de trabalho; redução da agressão ao meio ambiente, do uso da agua e de matérias como a madeira.

4 – Redução de custos: significativa em alguns casos, por conta da redução de mão de obra no canteiro e de eliminar diversos custos fixos como administração da obra.

Conforme Stuchi (2014), os pré-moldado são utilizados nos EUA, passam ser de interesse das construtoras brasileiras por poder oferecer rapidez na execução das obras, menor custo, menor impacto no meio ambiente, maior segurança dos

trabalhadores e usuários, além da qualidade final e da durabilidade. Ele destacou a possibilidade de aplicação de diferentes sistemas construtivos e ressaltou que as estruturas pré-fabricadas de concreto devem ser sempre consideradas como uma alternativa nos estudos de viabilidade.

Segundo Daldegan (2016), as casas de pré-moldadas é uma das alternativas que tem chamado a atenção do mercado brasileiro, surgindo assim várias empresas com opção de modulações para a construção das residências. A industrialização agrega muito valor às obras e garantem maior qualidade, acabamento aos elementos que por vez apresentam se padronizados o que garante o reaproveitamento das formas por ser um processo industrializado.

> Produtos feitos na fábrica: a forma mais efetiva de industrializar o setor da construção civil é transferir o trabalho realizado nos canteiros para as fábricas permanentes e modernas. A produção numa fábrica possibilita de processos mais eficientes e racionais, trabalhadores especializados, repetição de tarefas, controle de qualidade. (Van ACKEN, 2002, p. 2)

Conforme Dalgegan (2016), cabe ressaltar que o pré-moldado produzido em canteiro de obra pode ter algumas dessas vantagens comprometidas por conta dos ambientes temporários de produção. As vantagens da pré-fabricação em campo é a produção de peças de maiores portes por conta de não haver a necessidade de transporte da fábrica até o canteiro de obra, portanto o projeto se torna menos limitado.

Conforme Andrade (2014), as vigas pré-moldadas tem um aumento de qualidade superior de execução desde a limpeza e controle de geométrico das formas, posicionamento e cobrimento das formas, evitando falhas de armação, montagens de formas e possíveis falhas de traços de concreto. Por conta da repetição tem a tendência de facilitar a produção das mesmas, reduzindo a perda de concreto, racionalização da armadura

Conforme Dalgegan (2016), as estacas de pré-moldadas (como mostra na imagem 17), propõe alta qualidade dos elementos de fundação. Possuem formatos diversos facilitando a inserção da mesmo no solo; maior resistência e durabilidade em relação as estacas de madeiras; custo baixo quando comparado a outros tipos de estacas; execução simples e prática. São excelentes opções para execução de fundação em solos moles e com lençol freático próximo ao nível de solo

Figura 17 – Estacas de pré-moldados

Fonte: JL Fundações e sondagens (2015 s/p.)

Conforme Prado (2018), “Economia, praticidade e rapidez são pontos fundamentais para garantir que a obra não ultrapasse o orçamento estabelecimento no início do cronograma. E nesses pontos, são muitas as vantagens das lajes pré-moldada ou pré-fabricadas.” Destaca os excelentes resultados quanto ao conforto térmico e acústico e para a solução de cobrir ou estruturar o piso das edificações.

Conforme Mizumoto (2013 p. 2), as lajes alveolares trazem muitos benefícios na construção, dentre elas, capacidade de vencer grandes vãos, baixo peso próprio e capacidade de produção em série, possuem grande eficiência estrutural e menor custo, se destacam no mercado e são totalmente industrializadas.

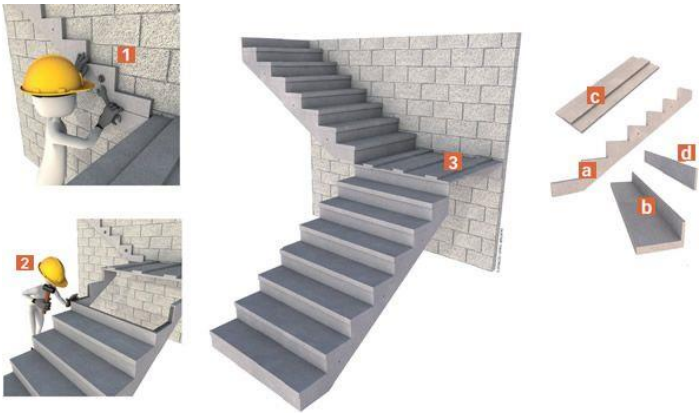
Conforme Ferreira (2016), as escadas moldadas no local requer um tempo considerável da obra em sua execução que tem uma dificuldade proporcionada pela sua geometria irregular, visando minimizar o tempo e os transtornos consequente de sua execução. As escadas pré-moldadas surgem com alternativa podendo ser elas composta por várias peças ou por uma única peça. Umas das vantagens é a liberação dos acessos definitivos para o transporte vertical imediatamente após a instalação em seu local permanente.

Segundo Nishida (2016), “Além da fácil instalação, deixam o ambiente moderno, valorizam o espaço e aceitam todo tipo de acabamento”.

Conforme Ferreira (2016), As escadas compostas por várias peças por se tratar de elementos menores a simplificação e economia são características particular a esta escada que apresentas as vantagens quanto ao manuseio, por ser compostas de peças leves pode se eliminar a utilização de equipamentos para içamento e execução rápida resumida em fixar os componentes no local previsto. A redução do peso

proporcionada pela espessura reduzida traz economia de armadura. É comum seu uso quando sua estrutura também é pré-moldada, porem suas vantagens já são percebidas em outros sistemas construtivos como em lajes maciças. Conforme figura 18.

Figura 18 - escada tipo jacaré



Fonte: REVISTA TÉCHNE, 2011)

Conforme Ferreira (2016), as fôrmas mais comuns são; J, L, U, reta e jacaré. Nas residências a preferência pelos clientes são as no formato de caracol por ocupar um espaço reduzido no ambiente, as retas são de preferencias em edifícios por permitir o transporte vertical de grandes volumes.

Segundo Ferreira (2016), as escadas compostas por peças grande ou peça monolítica de grande dimensão, por questão de peso impossibilita de ser transportado manualmente, havendo assim a necessidade de içamento por equipamentos específicos. Conforme mostra a figura 19.

Figura 19 – escada içada

Fonte: REVISTA TÉCHNE, 2011)

Conforme Prado (2018), os painéis de fechamento de pré-moldados oferecem alto controle de qualidade desde do cobrimento da armadura, lançamento do concreto, Sequência e montagem dos painéis em canteiro de obras (ligação com fundação, travamento e alinhamento dos painéis, soldas, tratamento das juntas, interfaces com lajes, acabamentos e interfaces com esquadrias e demais componentes, colocação das golas e realização de acabamentos externos As faces externas dos painéis podem receber pintura ou textura acrílica. As faces internas podem receber pintura ou revestimento cerâmico, aplicados conforme normas técnicas pertinentes.

Figura 20 – Paredes portantes de pré-moldados

Fonte: REVISTA TÉCHNE, 2011)

Conforme Van Acken (2002), A concepção da utilização do método de pré-moldado deve ser desde o do projeto preliminar, por ter função determinante de viabilidade e através deste considera as possibilidades, as limitações e a viabilidade do concreto pré-moldado, bem como sua caraterísticas de produção, transporte, montagem e estado de serviço.

Com base nas informações do autores citados neste trabalho, o quadro 2 demostra vantagens exclusivas do pré-fabricado.

Quadro 2 – Vantagens dos pré-fabricados

Vantagens
Canteiro mais organizado e limpo.
Atividades Reduzidas no canteiro de obra
Materiais controlados e sem desperdícios
Maior segurança dos colaboradores
Cronograma acelerado, redução de prazos e custos
Precisão dimensional e superfícies lisas
Área útil construída ampliada

Fonte: Baseado nas informações deste trabalho

Conforme Ferreira (2016), em geral não precisa ter cuidados com construções de pré-moldados, mas é sempre recomendado verificar no recebimento das peças de pré-moldado as possíveis patologias causadas no transporte.

4. PRÉ-MOLDADO VERSUS METODO CONVENCIONAL

Conforme Daldegan (2016), o sistema de construção do pré-moldado tem suas desvantagens em relação a construção convencional como a limitação arquitetônica, uma vez que a maioria das indústrias já possuem seus *portfolio* prontos em catálogos; limitação para futuras alterações ou mudar o layout de uma casa de pré-moldado e a necessidade de alto investimento inicial na fabricação dos painéis enquanto em construções convencional é possível construir de pouco a pouco.

Segundo Schwarz (2016), o método de construção convencional possuem menos limitações arquitetônicas quando comparado com o método de pré-moldado: por não se tratar de uma parede portante, é possível fazer vãos maiores para janelas e portas, o que traz uma valorização na estética, da ventilação e da iluminação do ambiente.

> O sistema convencional nos permite trabalhar no projeto sem limitantes, como a altura do edifício. Outra coisa que considero muito importante é que as construções de alvenaria tradicional são atemporais, pois podemos realizar reformas: retirar paredes, mudar ou acrescentar tomadas e interruptores etc. (SCHWARZ, 2016, p. 3).

Segundo Van Acker (2002), as solicitações dos arquitetos e construtores pode ser facilmente adaptadas para quase todo tipo de edificação, dentro de um contexto de pré-moldagem aberta onde não se usa mais a industrialização em larga escala para unidades idênticas, ou seja, o projeto não está restrito ao padrão de elementos de concretos produzidos em série. Não há contradição entre elegância arquitetônica e variedade e eficiência, permitindo um projeto arquitetônico com menos limites e sem custos extras para este fim.

Conforme Schwarz (2016), a desvantagem do método convencional gera muito resíduos no canteiro de obras uma vez que as paredes são rasgadas para receber as tubulações e partes elétricas, gerando prejuízo em mão de obras e materiais de 20 a 30%.

Segundo Daldegan (2016), este método se torna inviável em locais distantes das industrias por conta do transporte das peças, mesmo com a ampliação do mercado brasileiro a este tipo de construção ou por conta das condições de acesso

dos equipamentos não são adequadas e por serem transportes especiais. Tornando algumas localidades impossível de fazer por este sistema construtivo.

Conforme Mokk (1964, p. 13), “Porém a desvantagem da fabricação na usina é que as peças devem ser transportadas de onde elas são produzidas até o local de aplicação final na obra”

Na opinião de Souza (2000), “não há sentido em se falar em qualidade na obra ou produtividade no processo construtivo quando não se tem planejado o local onde os serviços da construção acontecem”. O pré-moldado exige um maior planejamento das atividades para montagem dos elementos estruturais quando comparado com a logística das atividades para concretagem dos elementos in loco, pois há a necessidade de se prever com precisão desde o tempo de montagem, rotas de transporte e o espaço dentro do canteiro de obra onde os guindaste vão operar.

Conforme Van Acker (2002), É de extrema importância a organização da equipe de projeto e definição das rotinas, o conhecimento de informações referentes ao processo de produção pelo engenheiro responsável, arquiteto, demais projetistas e técnicos envolvidos. “Os projetistas devem considerar as possibilidades, as restrições e vantagens da utilização do concreto pré-moldado, seus detalhes, produção, transporte, montagem e estados de serviço antes de completar o projeto”.

Segundo Mokk (1964), o pré-moldado produzido a céu aberto no canteiro de obra ou em barracões temporários tem a tendência de ter a mesma qualidade das peças *in loco*, pois seus laboratórios são provisórios, seus operários podem ter razoável experiência, o maquinário limita a automação, o clima influencia a produção tornando-se prejudicial durante os tempos chuvosos e os recursos são limitados quando comparados aos laboratórios permanentes das fabricas de pré-moldado.

Conforme Van Acker (2002), quanto a viabilidade das opções de sistemas construtivo a utilizar, é essencial verificar os pontos que trazem benefícios e desvantagens. Atentando se as vantagens financeiras, além dos projetos e execução o que vem a demonstrar se o projeto é viável ou não. Conforme as informações extraída dos autores citado neste trabalho, apresentam uma comparação entre os concretos mais utilizado no Brasil e os pré-moldados no quadros 3 que mostram as vantagens e desvantagens de ambos os sistemas.

Quadro 3 – pré-moldado versus convencional

Pré-moldado	Concreto convencional
Menor tempo, fator de redução de custo de modo a atender rigorosamente os prazos.	Maior tempo, maior o custo com mão de obra no canteiro.
Menor probabilidade de imprevistos.	Imprevistos, e influência do clima no local da obra.
A produção de entulhos é mínima.	Produz muito entulho e desperdício de materiais.
Poucos fornecedores, mão de obra escassa.	Muitos fornecedores, mão de obra fácil de encontrar.
Limitação arquitetônica por contas dos padrões de peças.	Sem restrição à liberdade de concepção de projetos.
A automatização na produção dos elementos construtivos assegura a qualidade, durabilidade e o racionalização.	Grande quantidade de material utilizado nas fôrmas, posteriormente descartadas
Pesos e dimensões dos elementos pré-moldados são limitados devido à necessidade de transporte e içamento.	Não há necessidade de transporte poe contas das lajes, vigas, pilares serem moldadas no local permanente

Fonte: Baseado nas informações deste trabalho

Conforme Demétrio (2018), uma casa pré-fabricada carece das mesmas autorizações e trâmites imobiliários que uma casa convencional precisa, o que significa dizer que vai se submeter à mesma burocracia legal**.** Mas, em compensação há uma redução do tempo para aquisição de licenças por seguir modelos e padrões pré-fabricados, será mais rápida a redação dos documentos e solicitações ao Executivo municipal para liberar licenças e fazer vistorias no local, reduzindo-se um pouco o tempo de entrega de alvarás e afins.

4.1 COMPARATIVO DE UMA RESIDENCIA COM OS DOIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Conforme Demétrio (2018), para poder comparar entre dois sistemas construtivos, pré-molda e alvenaria convencional, a partir dos projetos arquitetônico, estrutural, de fundação, elétrico e hidrossanitárias referentes ao Residencial Pequis, Uberlândia-MG. Foi elaborado as planilhas de custos através de um levantamento dos serviços com o auxílio das planilhas da SETOP MG e SINAPI e o cálculo estrutural dessa unidade utilizando o *software Eberick*, a fim de obter os quantitativos em alvenaria convencional. Conforme mostra a figura 21.

Figura 21: Quadro de Custos dos sistemas construtivos

ITENS	Paredes de Concreto	Alvenaria Convencional
Paredes	R$ 7.215,01	R$ 2.556,86
Fundação e Laje	R$ 4.378,81	R$ 4.671,69
Vigas e Pilares	-	R$ 18.489,43
Esquadrias	R$ 6.475,36	R$ 6475,35
Revestimento	R$ 1.863,36	R$ 7878,57
Pavimentação	R$ 3.313,89	R$ 3286,73
Pintura	R$ 4.108,97	R$ 4.220,26
Cobertura	R$ 4.513,84	R$ 4.513,84
Instalações hidráulicas e sanitárias	R$ 3.134,93	R$ 3.134,93
Instalações elétricas, tomadas e iluminações	R$ 6.972,48	R$ 6.972,48
Serviços Finais	R$ 378.00	R$ 378,00
TOTAL	**R$ 42.354,65**	**R$ 61.180,12**

Fonte: Demétrio (2018 p. 21)

Conforme Demétrio (2018), é possível observar um custo mais alto, cerca de 80%, das paredes de concreto em relação a uma mesma parede de alvenaria convencional, resultado por conta do custo dos blocos cerâmicos que possui o custo inferior ao custo o concreto utilizado.

Por outro lado, Demétrio (2018), diz que ao analisar os custos com vigas e pilares. O sistema de pré-moldado tem menor custo, cerca de 30% do valor total da obra, por ser uma parede portante. Quanto as revestimento, a alvenaria estrutural necessita da execução de chapisco, emboço e reboco para então ser plicado o

revestimento verticais ou pinturas resultando em um valor de 70% mais caro que a parede de pré-moldado que necessita apenas de limpeza com jato d'agua e fechamento de furos existentes.

Segundo Demétrio (2018), É importante ressaltar, que nos dois métodos fez se a exclusão aos serviços preliminares e movimentação de terra e os projetos, elétricos, hidráulicos, fundações e coberturas não foram alterados, assim como os serviços finais. No figura 22 mostra-se os custos e área de cada unidade habitacional (42,95m²), obteve-se o preço por metro quadrado para cada sistema construtivo.

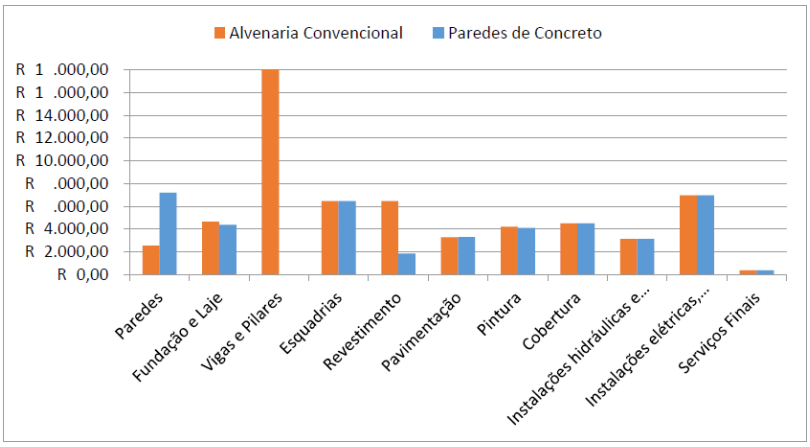
Figura 22: Quadro de custo por metro quadrado

ITENS	Paredes de Concreto	Alvenaria Convencional
Paredes	R$ 167,99	R$ 59,53
Fundação e Laje	R$ 101,95	R$ 108,77
Vigas e Pilares	-	R$ 430,49
Esquadrias	R$ 150,77	R$ 150,76
Revestimento	R$ 43,38	R$ 183,44
Pavimentação	R$ 77,16	R$ 76,52
Pintura	R$ 95,67	R$ 98,26
Cobertura	R$ 105,10	R$ 105,10
Instalações hidráulicas e sanitárias	R$ 72,99	R$ 72,99
Instalações elétricas, tomadas e iluminações	R$ 162,34	R$ 162,34
Serviços Finais	R$ 8,80	R$ 8,80
TOTAL	**R$ 986,14**	**R$ 1424,45**

Fonte: Demétrio (2018 p. 21)

Conforme Demétrio (2018), Os valores do sistema de alvenaria convencional do sistema de paredes são maiores que do sistema de pré-moldado por metro quadrado. Ressalta que a alvenaria convencional gastam quatro vezes mais tempo que o processo construtivo de paredes de concreto.Com dados retirados dos quadros das figuras 21 e 22, foi possível realizar um diagrama, conforme figura 23.

Figura 23– Diagrama comparativo dos custos



Fonte: Demétrio (2018 p. 21)

Conforme Stuchi (2014), Os pré-moldado são utilizados nos EUA, passam ser de interesse das construtoras brasileiras por poder oferecer rapidez na execução das obras, menor custo, menor impacto no meio ambiente, maior segurança dos trabalhadores e usuários, além da qualidade final e da durabilidade. Ele destacou a possibilidade de aplicação de diferentes sistemas construtivos e ressaltou que as estruturas pré-fabricadas de concreto devem ser sempre consideradas como uma alternativa nos estudos de viabilidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo construtivo de pré-moldado que basicamente se junta uma parte a outra como um quebra cabeça tem se tornado fundamental na construção civil. As aplicação mais recorrentes deste método construtivo no Brasil ainda são em edificações industriais e esportivas.

Desta forma, para os profissionais da área, as obras de pré-moldado se destacam principalmente pela velocidade de execução, fator determinante na redução dos custos com mão de obra no canteiro, por seguir uma linha de sustentabilidade, por não haver desperdícios na execução e montagem e por permitir um rígido controle de qualidade reduzindo as aparições de futuras patologias.

Assim sendo, pode se verificar que a baixa difusão no Brasil é culturalmente motivadas principalmente pela escassez de fornecedores, da carência de mão de obra especializada, da dificuldade por conta da logística para transportes de peças e para sua estocagem, com tudo, percebe se que a flexibilização da combinação com outros métodos construtivos conhecido como métodos híbridos tem feito com que haja maior interesse por parte dos profissionais da área.

Neste contexto, o sistema construtivo com pré-moldado em geral apresenta um valor próximo ao sistema convencional. Em termos de planejamento controle, durabilidade e agilidade não há dúvida tem resultados mais satisfatório. O que determina que as expectativa da utilização deste método não apenas para obras grande mas para as de pequeno porte venha a crescer no Brasil.

Em síntese, como pode se ver a escolha de optar por este método construtivo pode trazer muitos benefícios para uma obra, entretanto sua viabilidade depende de diversos aspectos, tudo deve ser colocado em uma balança para averiguar o que será melhor na relação entre custo e benefício para a sua construção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (2006). **NBR 9062** - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro.

ANDRADE, Carlos. **Construindo com vigas de concreto pré-moldado**. Premonta Brasilia DF 16 nov/2014. Disponível em: < http://premonta.com.br/construindo-com-vigas-de-concreto-pre-moldado/>. Acesso em 11 de Março de 2018 às 13:30.

BRUMATTI, Dioni. **Uso de pré-moldados – estudo e viabilidade**. 20 nov/2008. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/35121146/estudo-de-viabilidade-de-estruturas-pre-moldadas>. Acesso em 21 de mar de 2018 às 20:00.

DALDEGAN, Eduardo. **Casas pré-moldada de concreto: Principais vantagens e desvantagens**. Engenharia Concreta São Paulo 27 set/2016. Disponível em: <https://www.engenhariaconcreta.com/casas-pre-moldadas-de-concreto-principais-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em 23 de Março de 2018 às 19:00.

DAHL, Kare K. B. **Revista Industrializar em concreto, nº 6** (ABCIC) Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto São Paulo Dez/2015. Disponível em: <http://abcic.org.br/revista_industrializar/IC%2001.pdf.>. Acesso em 16 de ago. de 2018 às 13:22.

DEMETRIO, Bruna Moraes. **Comparação de Custos de unidades habitacionais**. Parana 14 abr/2014. Disponível em: < https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22275/2/Compara%C3%A7%C3%A3oCustosUnidades>. Acesso em 14 de ago de 2018 às 17:00.

DONIAK, Iria lucia Oliva. **Pré-moldado foi decisivo nas obras das arenas da copa**. Parana 14 abr/2014. Disponível em: < http://engefield.com.br/index.php?p=pre-moldado_de_concreto_foi_decisivo_nas_obras_das_arenas_da_copa>. Acesso em 14 de ago de 2018 às 15:00.

El DEBS, Mounir Khalil. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=7Ls6DwAAQBAJ&pg=PT33&lpg=PT33&dq=ao+Adolescente+(conhecidos+pela+sigla+Ciac+e+depois+Caic),+em+n%C3%ADvel+nacional,+d)>. Acesso em 06 de abr. de 2018 às 19:15.

FERREIRA, Andreia; NISHIDA Domingos **Alvenaria convencional e estrutural: qual é mesmo a diferença**. São Paulo 30 jun/2016. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/escadas-premoldadas-conferem-agilidade-as-obras_11519_10_0>. Acesso em 21 de mar de 2018 às 20:53.

MIZUMOTO, Camilo, MARIN, M. C., SILVA, M. C. **Aspectos técnicos referente a sistemática de controle e produção da laje alveolar de concreto pré-fabricado**, 2013. Disponível em: <http://www.leonardi.com.br/resources/pdf/artigo-3enppp.pdf> Acesso em: 21 de mar. de 2018 às 20:00.

ORDONEZ, J. A. F. et al (1974). **Prefabricacion: teoria y práctica**. Barcelona, Editores Técnicos Associados. 2v.

PEREIRA, Caio. **Laje: O que é e principais tipos.** Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/laje/>. Acesso em: 11 de outubro de 2018.

SCHWARZ, Francine **Alvenaria convencional e estrutural: qual é mesmo a diferença**. São Paulo 30 jun/2016. Disponível em: <http:www.construtorasilvacampos.com.br/blog/2016/06/30/alvenaria-convencional-e-estrutural-qual-e-mesmo-a-diferenca-2/>. Acesso em 21 de mar de 2018 às 20:53.

SOUZA, U.E.L. **Projeto e implantação do canteiro**. Editores o nome da rosa. São Paulo jan 2008.

STUCHI, Fernando **Revista Industrializar em concreto, nº 1** (ABCIC) Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto São Paulo Maio/2014. Disponível em: <http://abcic.org.br/revista_industrializar/IC%2001.pdf.>. Acesso em 19 de mar de 2018 às 18:43.

VAN ACKER, Arnold, FERREIRA M. de A. **Manual de Sistemas Pré-Fabricados de Concreto**, 2002. Disponível em: <http://www.ceset.unicamp.br/~cicolin/ST%20725%20A/mpf.pdf> Acesso em: 26 abr. 2018.

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