

FACULDADE GALILEU
ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL PENNA

ESTUDO COMPARATIVO DO PROCESSO CONSTRUTIVO DE
LAJES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

BOTUCATU-SP

2020

FACULDADE GALILEU
ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL PENNA

**ESTUDO COMPARATIVO DO PROCESSO CONSTRUTIVO
DE LAJES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito
parcial à obtenção do título de
Bacharel, Especialista em
Engenharia Civil da Faculdade
Galileu.

Orientador: Prof. Diego Augusto
Valverde.

BOTUCATU-SP
2020

ESTUDO COMPARATIVO DO PROCESSO CONSTRUTIVO DE LAJES

Local, _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Diego Augusto Valverde

Afiliações

Prof. Juliana Zacarias Fabre Tebaldi

Afiliações

Dedico este trabalho
à minha família.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Diego Augusto Valverde, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Deixo aqui um agradecimento especial a Eliana Pereira da Silva, minha esposa, pelo apoio e companheirismo.

Ao meu pai, Cesar Roberto Penna.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, e todos os professores, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

A procura por liberdade e flexibilidade na construção civil, atualmente, é um ponto que precisa ser verificado e entendido, para que possam ser descobertas opções viáveis a demanda existente. Visando apresentar o desenvolvimento da construção, no presente artigo apresenta o histórico da usabilidade de concreto de forma objetiva, com enfoque maior nos métodos construtivos de lajes, demonstrando um comparativo das vantagens da laje maciça e a laje pré- moldada proporcionando ao leitor noções básicas dos procedimentos de construção. Espera-se que esse trabalho sirva como base para que novas técnicas possam ser desenvolvidas nos empreendimentos do país e do mundo.

Palavras-chave: Construção Civil. Métodos Construtivos. Laje.

ABSTRACT

The search for freedom and flexibility in civil construction, today, is a point that needs to be checked and understood, so that viable options can be discovered to the existing demand. In order to present the development of construction, this article presents the history of concrete usability in an objective way, with a greater focus on the construction methods of slabs, demonstrating a comparison of the advantages of the solid slab and the precast slab providing the reader with basic notions of construction procedures. It is hoped that this work will serve as a basis for new techniques to be developed in the enterprises of the country and the world.

Keywords: Civil Construction. Construction methods. Slab.

1. INTRODUÇÃO

Um ponto que necessita ser verificado e entendido, atualmente, é a procura por liberdade e flexibilidade na construção civil, para que possam ser inventadas e desenvolvidas opções viáveis à demanda. Por esse motivo, faz-se necessário assimilar o desenvolvimento da edificação e compreender a cognição predominante na realidade brasileira.

Segundo Caixeta (1998), as fixas e constantes condições da arquitetura atual e a crescente necessidade de diminuição de prazos e custos para a construção civil, fez de forma coercitiva, os construtores a procurar sistemas construtivos que priorizassem estas características citadas, e que garantissem uma estrutura rígida, mas ao mesmo tempo livre de vigas ou nervuras aparentes, lajes com maiores vãos, etc.

Atualmente é comum atinar em obras residenciais ou comerciais as lajes pré-moldadas treliçadas, com a sua grande importância e atuação no mercado da construção civil vem demonstrando sua utilidade e velocidade nas etapas construtivas.

Como aponta Flório (2004), quanto a funcionalidade de lajes pré-fabricadas, nos anos derradeiros, notou-se uma intensificação considerável. A princípio, foi implementada como uma solução para edificações de pequeno e médio porte, porém tornou replicável em obras de grande porte, como prédios de diversos andares, edificações de grandes vãos e grandes estruturas. Algo que justifica esse aumento considerável, quanto a usabilidade, é por conta da entrada no mercado de duas grandes siderúrgicas que fabricam treliças metálicas para laje com vigotas treliçadas.

Requeridas por grande parte dos projetistas de estruturas, soluções com elementos estruturais que tenham bom desempenho estrutural e sejam de rápida execução, tornaram-se tendências construções atuais a utilização de vãos livres maiores.

Segundo Medrano (2005) a ocupação de lajes unidirecionais com vigotas pré-moldadas para pequenos e médios vãos é uma solução muito econômica e racionalizada. Os sistemas estruturais que são executados com lajes pré-moldadas dispensam o uso de fôrmas e equipamentos especiais, são de fácil transporte, manuseio e montagem e requerem pouco escoramento, e devido a essas características têm sido cada vez mais utilizadas nas edificações.

Forni (2005) discorre que as características da laje pré-fabricada tornam esse método construtivo um item de muita relevância e grande utilização em edificações. Para empresas e construtoras que querem se manter no mercado, o estudo e o domínio dos custos envolvidos nas diversas etapas de execução de uma laje formada por vigotas treliçadas são fundamentais.

Explica Aragão (2007) que, já que esse sistema estrutural, formado por vigotas e elementos de enchimento pré-fabricados, é um sistema que serve de forma para a capa de concreto que é moldada no local da obra, além de ser um sistema de fácil montagem, e consumir um número menor de apoios, faz com que as lajes pré-moldadas sejam itens construtivos muito utilizados em alguns tipos de moradia de interesse social.

Sua confecção necessita um mão de obra um pouco mais qualificada nesse processo, mantendo uma atenção maior nessa etapa que será executada a montagem.

O presente trabalho tem por objetivo trazer ao conhecimento do leitor uma noção básica de conhecimento sobre o concreto, concreto armado, pré-moldado, com enfoque nas lajes, apresentando sua execução e benefícios, permitindo assim agregar valor aos profissionais da área que tem interesse no método construtivo abordado.

Até pouco tempo atrás, as lajes pré-fabricadas com vigotas de concreto, especialmente as treliçadas, embora muito empregadas em construções eram pouco estudadas.

De acordo com Carvalho et al (2005) no início dos anos 90 anos, se desejasse um profissional da engenharia criar um projeto de lajes pré-fabricadas com vigotas de concreto não contaria com literatura para se embasar. O que era possível encontrar em português eram catálogos de fabricantes, com pouco conteúdo técnico. Os profissionais agiam de forma empírica, embora os catálogos da época tivessem a intenção de informar as etapas que deveriam ser usados durante a execução.

Segundo Botelho e Marcheti (2011), nos dias atuais cerca de 90% das obras executadas ou em processo de construção no Brasil, são de pequeno e médio porte, como prédios de até quatro andares, e menos de 10% são de edifícios de alto padrão ou outros empreendimentos.

De acordo com Van Acker (2002), quando se traça um paralelo entre os métodos de construção tradicionais e outros métodos de construção, no sistema pré-moldado, encontra-se muitas características positivas. A adaptabilidade, instalação rápida, qualidade maior devido ao controle industrial e uso otimizado de materiais, flexibilidade no uso, eficiência estrutural e menor tempo de execução, são as vantagens de agir de forma industrializada na construção.

Chegou a conclusão Aragão (2007) de que existe uma falta de certeza quanto ao tipo de laje a escolher para execução em edifícios, após consultar e se informar com pessoas envolvidas com execução de lajes como engenheiros, donos de construtoras, empreiteiros, sendo comumente optado o mais familiar ao projetista, engenheiro ou executor da mesma, o que nem sempre é a mais vantajosa para a construção.

2. ESTRUTURAS

2.1. CONCRETO

O concreto moderno, empregado nos dias atuais, para a construção dos mais diversos tipos de estrutura é produto do trabalho de inúmeros homens, que ao longo da história observaram a natureza e por aperfeiçoar materiais, técnicas, teorias e formas estruturais.

De acordo com Santos (2006) o concreto dá a possibilidade ser trabalhado em seus mais variados formatos por ser um material plástico e moldável. É agrupado por agregado miúdo, agregado graúdo e uma pasta de areia, água e cimento que é o aglomerante. Na sua criação empregado apenas em embarcações e tubulações hidráulicas, a partir de fins do século XIX o concreto armado passa a ser utilizado também em edificações.

Na história, segundo Kaefer (1998), o concreto é trabalhado desde o início da civilização humana, com maior usabilidade no Império Romano a partir do século II a.C., como demonstra as figuras 1 e 2. Entretanto, o concreto utilizado na atualidade, feito com cimento portland, produto da queima de calcário e argila, finamente moídos e misturados sob altas temperaturas, surge em 1824, desenvolvido pelo inglês Joseph Aspdin.

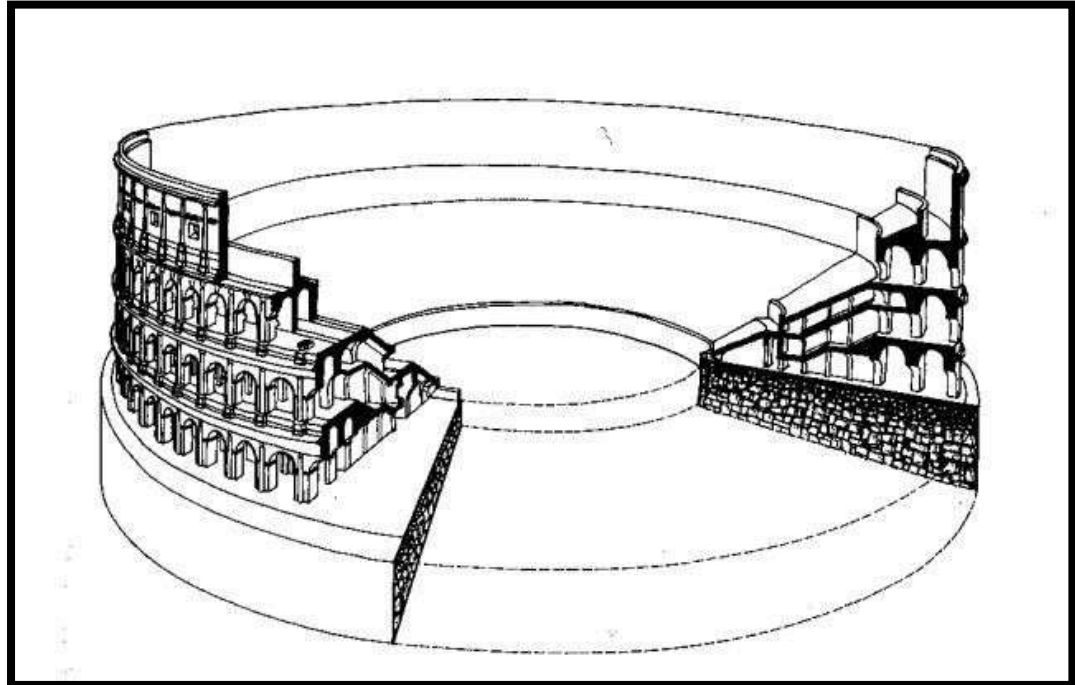


Figura 1. Coliseu (80 d.C.) superestrutura e fundações. (Fonte: KAEFER, 1998).

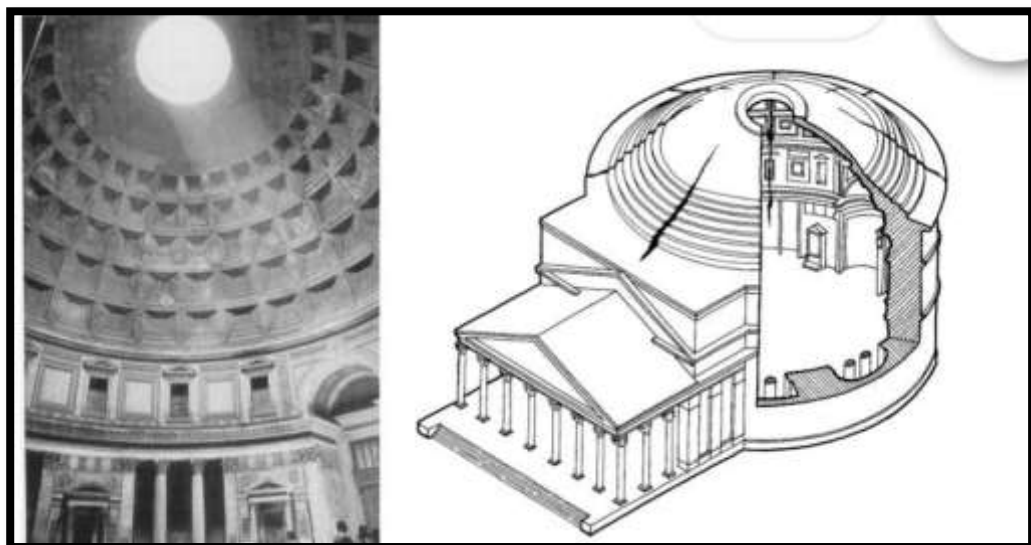


Figura 2. Panteon de Roma. (Fonte: KAEFER, 1998).

2.2. CONCRETO ARMADO

O concreto armado utilizado como processo construtivo, segundo Benevolo (1976), começa a ser utilizado em meados do século XIX. Esse se caracteriza pela junção do concreto à uma armadura de aço passiva, o êxito entre a fusão

desses elementos se deve a forma com que os dois materiais se complementam nos esforços sofridos.

Enquanto o concreto tem alta resistência quanto submetido à compressão e pouca quanto a tração o armadura de aço é agregada a estrutura trazendo maior resistência à essa última força, ocasionando em uma estrutura com maior resistência e ampliado as possibilidades de uso para que seja possível atingir vãos e alturas maiores do que eram possíveis na época.

A princípio era utilizado somente em embarcações e tubulações hidráulicas, somente ao final do século XIX passa a ser utilizado nas edificações. Um dos marcos dessa implementação do concreto armado nas construções esta o Ingalls Building (figura 3), primeiro arranha céu constituído em concreto armado inaugurado em 1903 no estado de Ohio nos Estados Unidos.



Figura 3. Ingalls Building, o primeiro arranha céu em concreto armado. (Fonte: KAEFER, 1998).

Segundo Kaefer (1998) até o fim século XIX poucas publicações dispunham de informações técnicas que viabilizassem o uso desse processo construtivo. Somente por volta do início do século XX começam a ser desenvolvidos melhores estudos que avançaram os conhecimentos teóricos e práticos possibilitando a

implementação do concreto armado.

Botelho (1976) alega que a associação entre o aço, vidro e o concreto armado constitui o portfólio dos denominados “novos materiais” da arquitetura moderna.

Fabricados em escala industrial e proporcionam a execução de arranha-céus, pontes, silos, estações ferroviárias ou, em suma, aqueles novos objetos arquitetônicos característicos do cenário do mundo modernizado do século XX. Visível na figura 4.



Figura 4. As torres gêmeas. (Fonte: KAEFER, 1998).

De acordo com Santos (2006), mesmo com sua execução em países no mundo modernizado a técnica do concreto armado foi predominante utilizada no Brasil e ainda é o material estrutural mais utilizado nas construções das cidades brasileiras, sejam elas residências ou prediais.

2.3. PRÉ-MOLDADO

A norma NBR 9062 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado (ABNT, 2017) define como elemento pré-moldado “elemento moldado previamente

e fora do local de utilização definitiva na estrutura, conforme especificações estabelecidas(...)”, o controle de qualidade segue em condições menos rigorosas de controle de qualidade, inspecionados individualmente por lotes por inspetores do próprio consultor, da fiscalização do proprietário ou de organizações especializadas, dispensando-se a existência de laboratório e demais instalações análogas.

Incluso na norma NBR 9062 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado (ABNT, 2017) a definição do pré-fabricado é o “elemento executado industrialmente, em instalações permanentes a empresa destinadas para esse fim”, perante condições rigorosas de controle de qualidade, produzidos em instalações analogamente adequadas aos recursos para produção e que disponham de pessoal, organização de laboratório e demais instalações permanentes para o controle de qualidade, devidamente inspecionada pela fiscalização do proprietário.

Referindo-se aos pré-fabricados segundo a norma NBR 9062 este deve ser produzido apenas por mão de obra qualificada, possuir inspeção das etapas de produção, transporte e montagem, todas registradas por escrito em documento própria onde há identificação das peças, data de fabricação, tipo de aço e concreto utilizado, todos esses documentos assinados por inspetores responsáveis pela liberação de cada etapa.

Segundo Vasconcellos (2002), não se tem uma data exata de quando se iniciou os pré-fabricados. Porém é possível que se afirme que a pré-moldagem começou após a criação e aplicação do concreto armado visto que o início do uso desse ocorreu com a pré moldagem fora do local de uso. O início do uso do concreto armado ocorreu com a pré-moldagem de elementos, fora do padrão usual. Por conta disso, pode-se afirmar que a pré- moldagem começou após a criação e aplicação do concreto armado.

De acordo com Rivera, et al (2005), se tratando do Brasil, a primeira obra executada com elementos pré-moldados foi em 1926. Onde foi executado o Hipódromo da Gávea (figura 5) localizado na cidade do Rio de Janeiro

Dentre as soluções utilizadas na obra estão a utilização de estacas pré-moldadas nas fundações e cercas no perímetro do hipódromo.

Entretanto não foi muito vantajoso, visto que o valor para sua fabricação foi mais elevado e sua execução foi trabalhosa.



Figura 5. Hipódromo da Gávea. (Fonte: LAGES, 2020).

3. LAJE

Figueiredo Filho (1989) disserta descrevendo a laje como uma placa, folhas planas que sofrem em sua maior parte ações normais sendo composta por concreto, concreto armado ou protendido.

Segundo Souza e Cunha (1998) as classificações das lajes seguem os seguintes critérios: forma, natureza, tipo de apoio e tipo de armação. Como pode ser observado no quadro 1.

Classificação das Lajes.	
Forma	As lajes podem ser retangulares, quadradas, triangulares, em L, circulares, etc.
Natureza	Existem lajes maciças, nervuradas, mistas, em grelha, duplas e pré-fabricadas.
Tipo de apoio	As lajes podem ter apoio contínuo, discreto e em apenas um trecho de sua área;
Armação	Elas podem ser armadas ou em uma só direção ou em duas, também chamadas de armadas em cruz ou bidirecional.

Quadro 1. Classificação das Lajes. (Fonte: Adaptado de SOUZA e CUNHA, 1998).

“As lajes maciças e pré-fabricadas possuem diferenças na execução, isolamento acústico, isolamento térmico, deformações, maneira de transmissão das cargas para a estrutura”. (Brandalise e Wessling, 2015).

3.1. LAJES MACIÇAS

Pinheiro (2007) caracteriza as lajes como elementos planos horizontais com tres dimensões, sendo duas delas maiores do que a terceira, sendo denominada por espessura. Sua principal atribuição é receber as cargas distribuídas sobre ela decorrente da sua utilização, como as cargas permanentes, abrangendo seu peso próprio, revestimentos, paredes, entre outros e as cargas acidentais como pessoas, móveis, equipamentos, impactos, e etc, distribuir e transferir-las para a estrutura.

Segundo Carvalho e Pinheiro (2009) as principais vantagens das lajes maciças consistem em; sua execução simples, o fato de apresentar pouca deformação e esforços relativamente pequenos. Além disso, para pequenos vãos, pelo menos no estado limite último, boa parte do concreto da laje maciça pouco contribui na resistência á flexão, pois geralmente a linha neutra tem pequena profundidade, resultando em concreto tracionado.

Vizotto e Sartorti (2010) afirma que é o sistema estrutural de lajes mais utilizado e conhecido no meio técnico. A execução dessa é montada com uma estrutura de

formas e cimbramentos, posicionando também as armaduras que devem ser executadas com o auxílio de espaçadores.

Segundo Lopes (2012) apresenta uma lista de vantagens que as lajes maciças comuns apresentam ao uso;

- Oferece funções de placa e membrana (chapa);
- Bom desempenho em relação à capacidade de redistribuição dos esforços;
- Adequada a situações de singularidade estrutural (por exemplo: Um, dois ou três bordos livres);
- A existência de muitas vigas, por outro lado, forma muitos pórticos, que garantem uma boa rigidez à estrutura de contraventamento;
- Foi durante anos o sistema estrutural mais utilizado nas construções de concreto, por isso a mão de obra já é bastante treinada;
- Menos suscetível a fissuras e trincas, uma vez que, depois de seco, o concreto torna-se um monobloco que dilata e contrai de maneira uniforme.

Com o intuito de análise Vizotto e Sartorti (2010) também apresenta as vantagens e desvantagens, desse método construtivo:

Vantagens:

- Oferece funções de placa e membrana;
- Pode ser considerada uni ou bidirecional;
- Bom desempenho em relação à capacidade de redistribuição dos esforços;
- Adequada a situações de singularidade estrutural (ex: Um, dois ou três bordos livres).

Desvantagens:

- Elevado consumo de fôrmas, escoras, concreto e aço;
- Elevado peso próprio implicando em maiores reações nos apoios (vigas, pilares e fundações);
- Elevado consumo de mão-de-obra referentes as atividades dos profissionais carpinteiro, armador, pedreiro e servente;
- Grande capacidade de propagação de ruídos entre pavimentos;
- Limitação quanto a sua aplicação a grandes vãos por conta da demanda de espessura média de concreto exigida para esta situação;
- Posicionamento de armaduras por meio de espaçadores;
- Custo relativamente elevado.

Segundo Brandalise e Wessling (2015) os tipos de lajes maciças de concreto armado mais habituais de são: Laje Maciça Simples; Laje Cogumelo; Laje Mista; Laje Nervurada (grelha ou cruz, aparente ou com enchimento); Laje Fundação (radier).

3.1.1. EXECUÇÃO DE LAJE MACIÇA SIMPLES

A execução pode ser dividida basicamente em sete etapas baseadas na NBR 6118:2014.

- Confeção da forma de madeira e escoras;
- Colocação das armaduras;
- Instalação de caixas, tubos e eletrodutos;
- Preparação e lançamento do concreto;
- Adensamento do concreto;
- Cura do concreto;
- Retirada das fôrmas e escoras.

Segundo Brandalise e Wessling (2015) a fôrma tem como objetivo dar a sustentação e a forma necessária para que o concreto da laje atinja a resistência necessária. Na maior parte dos casos essas são construídas por madeiras compensadas plastificadas ou chapas de aço no assoalho acompanhado do cimbramento feito através das escoras, longarinas e travessas conforme a figura 6. O escoramento, conforme a Figura 7, utilizando escoras de madeiras espaçadas normalmente de 60cm a 80cm ou seguindo as necessidades do projeto, as escoras são realizadas sob as fôrmas e são apoiadas sobre caixas de areia ou cunhas para nivelarem as formas. As barras de aço exemplificadas na figura 8 devem possuir as dimensões de comprimento e dobramento que atendem as indicações do projeto da estrutura sempre respeitando suas tolerâncias.



Figura 6. Fôrmas de laje maciça simples, com escoras longarinas e travessas aparentes . (Fonte: BRANDALISE e WESSLING, 2015).



Figura 7. Escoramento de forma. (Fonte: BRANDALISE e WESSLING, 2015).



Figura 8. Escoramento de forma. (Fonte: BRANDALISE e WESSLING, 2015).

Dando continuidade a execução, na etapa seguinte começa a ser posicionado os eletrodutos, caixas de passagem, esperas de isopor para futura passagem de encanamento com função hidráulica e de esgoto ou tubos de dimensões maiores vedados para passagem dos tubos do sistema posteriormente. Segue exemplo na Figura 9. É necessário observar que durante a concretagem, deve haver cautela quanto as armaduras para evitar o deslocamento da mesma, das ancoragens e das fôrmas. O momento de lançamento do concreto pode ser observado na figura 10.



Figura 9. Eletrodutos e caixas de passagem na fôrma. (Fonte: BRANDALISE e WESSLING, 2015).



Figura 10. Lançamento e regularização do concreto. (Fonte: BRANDALISE e WESSLING, 2015).

Atingindo a etapa da cura do concreto segundo Bocchi Júnior e Giongo (2010), para que esta ocorra de maneira correta é necessário que a água esteja presente no concreto, para haver o endurecimento, lembrando que parte dessa água se perde pela evaporação no ambiente, sendo necessário garantir que não se perca essa água com o umedecimento da superfície para que a reação ocorra corretamente, mantendo-se uma lâmina d'água sobre a laje, desta maneira assegurando a qualidade do concreto durante o período de cura.

Brandalise e Wessling (2015) ressaltam que o profissional responsável pela execução do projeto deve ser informado através do responsável pelo projeto da estrutura, que com conhecimento da resistência à compressão e do módulo de elasticidade mínimo com que o concreto se auto suportará sem as fôrmas, quando realizar a retirada das fôrmas e do escoramento.

3.2. LAJES PRÉ-MOLDADAS

Explicam Medrano et al (2005) que o aumento crescente da exigência de padronização e industrialização da construção civil e o uso de grandes vãos livres com carregamentos variados têm levado a busca por sistemas que ofereçam os mesmos desempenhos dos tradicionais com soluções mais econômicas e racionalizadas. As lajes nervuradas pré-moldadas se inserem nesse contexto, pois apresentam um baixo custo de produção, simples execução e segurança aos executores.

Magalhães (2001) aponta que as lajes maciças apresentam um melhor comportamento estrutural, pois além de trabalhar nas duas direções distribuindo melhor os carregamentos nas vigas de contorno, tem menores deslocamentos.

Porém, segundo Buiate (2004) a funcionalidade em grandes vãos proporciona à utilização de espessuras grandes, o que aumenta o peso próprio e a torna não econômica, pois grande parte de sua capacidade resistente é consumida para resistir aos esforços devido ao peso próprio.

Segundo Carvalho e Figueiredo filho (2004), passou-se a utilizar nervuras pré-moldadas, compostas geralmente por trilhos ou treliças, nas edificações de pequeno e médio porte para ter ganho em produtividade e reduzir custos, ao invés de outras formas de construir, como a laje maciça.

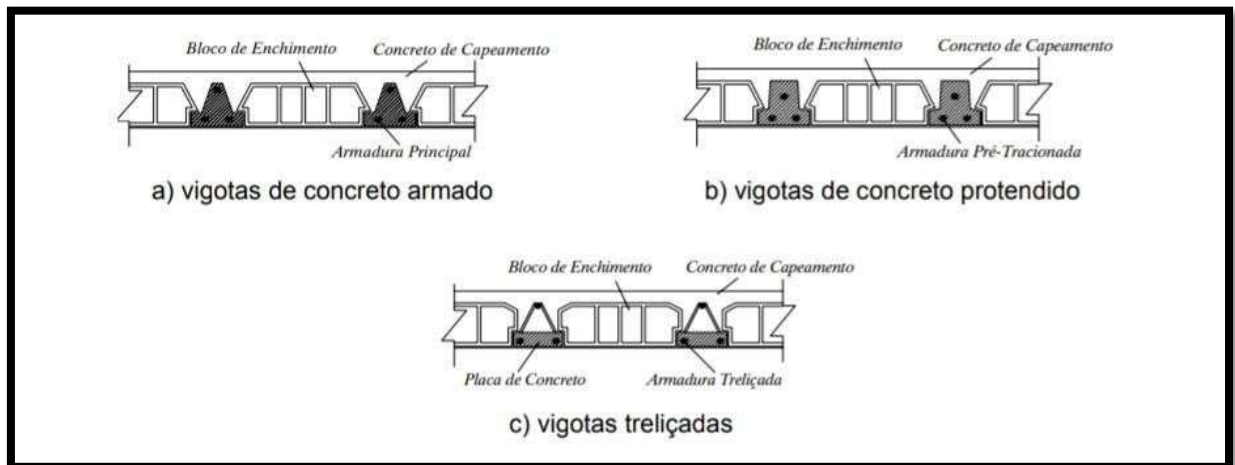


Figura 11. Seções transversais de lajes pré-moldadas. (Fonte: MEDRANO et al., 2005).

Vizotto e Sartorti (2010) apresenta as seguintes vantagens e desvantagens, desse método construtivo:

Vantagens:

- Oferece funções de placa e membrana;
- Deve ser considerada bidirecional;
- Bom desempenho em relação à capacidade de redistribuição dos esforços;
- Vence grandes vãos;
- Reduz forma e escoramento;
- Reduz tempo de execução;
- Estrutura monolítica;
- Facilidade de transporte, içamento e montagem;
- Maior eficiência ao combate ao esforço cortante;
- Teto liso com dispensa de forro falso;
- Alívio nas reações da estrutura;
- Reduz mão-de-obra em geral;
- Baixa propagação de ruídos;
- Altura otimizada devido à flexibilidade na produção de treliças e enchimento;
- Reduz custo final.

Desvantagens:

- Necessidade de uso de aditivo para chapisco do EPS.

3.2.1. EXECUÇÃO DE LAJE PRÉ-MOLDADA

Como descreve Aragão (2007):

Os elementos pré-moldados, nas fases de montagem e concretagem, são elementos resistentes do sistema, e possuem a capacidade de suportar, além de seu peso próprio, a ação dos elementos de enchimento, do concreto da capa e de uma pequena carga acidental. Dessa maneira, o escoramento necessário para executar uma laje desse tipo não requer um grande número de pontaletes ou escoras. Além disso, para executar a concretagem da capa não é necessário o uso de fôrmas, como é o caso das lajes maciças de concreto, pois o elemento de enchimento possui essa função.

Como é possível observar nas figuras 12a, 12b e 13 a seguir.

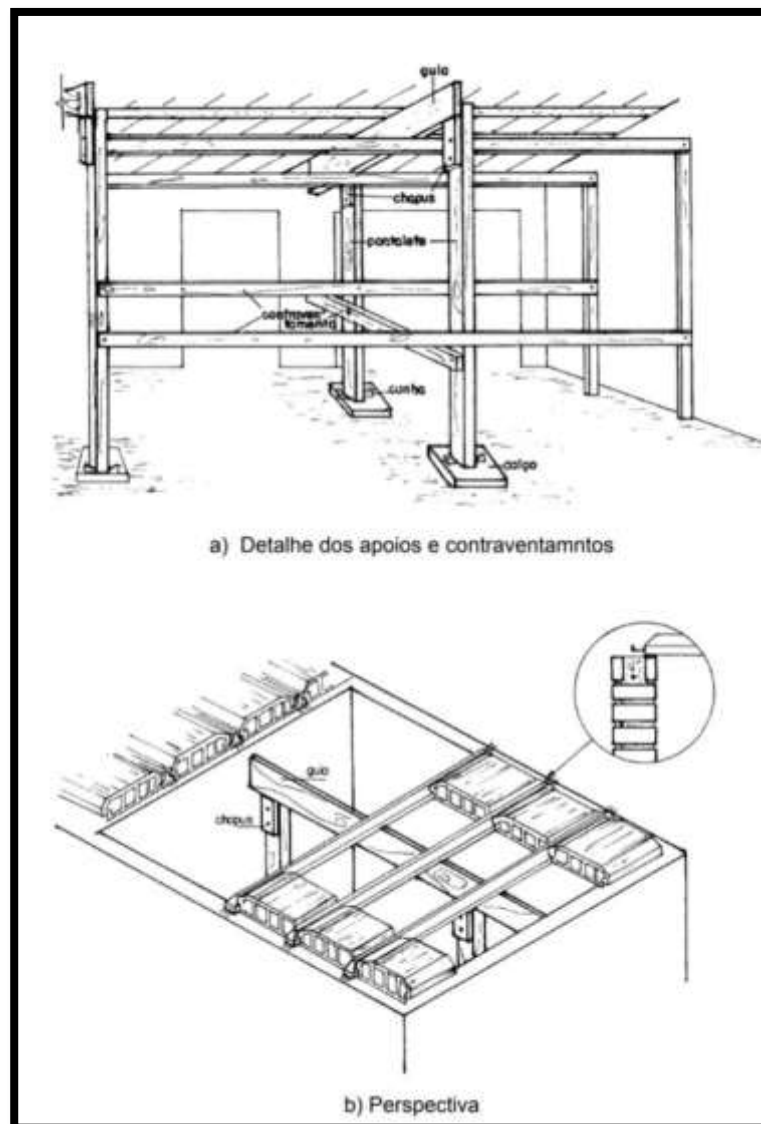


Figura 12. Representação esquemática do escoramento de uma laje pré-moldada (Fonte: ARAGÃO, 2007).



Figura 13. Escoramento de lajes pré-moldadas. (Fonte: ARAGÃO, 2007).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entender a origem, propriedades e execução dos materiais e métodos construtivos é um ponto muito importante a ser considerado, para a instrução e uma boa performance dos engenheiros civis. Principalmente quando esse elemento ou técnica tem impacto direto no dia a dia do profissional.

A laje maciça simples e laje pré-fabricadas apresentam custos, execução e durações de atividades, em geral, diferentes entre si. A laje pré-moldada apresenta grandes vantagens em termos de agilidade e rapidez com um melhor aproveitamento de tempo durante a execução da laje

Visto que o exposto é uma noção básica a respeito do assunto, espera-se que os profissionais, busquem mais informações técnicas para uma melhor compreensão do assunto. E que esse trabalho sirva como base para que novas técnicas possam ser desenvolvidas nas obras pelo Brasil e mundo.

5. REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – procedimentos. Rio de Janeiro. ABNT, 2014.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro. ABNT, 2017.
- ARAGÃO, H. G. Análise estrutural de lajes pré-montadas produzidas com concreto reciclado de construção e demolição. Maceió, Al. UFAL. 2007.
- BENEVOLO, Leonardo. História da arquitetura moderna. São Paulo: Perspectiva, 1976.
- BOCCHI JÚNIOR, C. F.; GIONGO, J. S. Concreto armado: projeto e construção de lajes nervuradas. Universidade de São Carlos. São Carlos, 2010.
- BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. Concreto armado eu te amo –Volume 2. 3ª Edição. São Paulo: Blucher, 2011.
- BRANDALISE, G. M.; WESSLING, L. I. Estudo comparativo de custo entre laje maciça simples e laje de vigotas pré-fabricadas treliçadas em edifícios de até quatro pavimentos no município de Pato Branco, Paraná, Brasil. Pato Branco, PR. UTFPR. 2015.
- BUIATE, M. Estudo do comportamento de lajes nervuradas formadas por vigotas de concreto com armação tipo treliça e vigas de borda. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2004.
- CAIXETAA, D. P. Contribuição ao estudo de lajes pré-fabricada com vigas treliçadas. / Delma Pereira Caixeta.—Campinas, SP: [s.n.], 1998.
- CARVALHO, R.C. e FIGUEIREDO FILHO, J.R. (2004). Cálculo e Detalhamento de estruturas Usuais de Concreto Armado. São Carlos. EdUFSCar – 2º Edição.
- CARVALHO, R. C.; PARSEKIAN, G. A.; FIGUEIREDO FILHO, J. R.; MACIEL, A. M. Estado da Arte do Cálculo das Lajes Pré-fabricadas com Vigotas de Concreto. 1º Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto pré-moldado. São Carlos, SP. 2005.
- CARVALHO, R. C.; PINHEIRO, L. M. Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado – Volume 2. São Paulo: Pini, 2009
- FIGUEIREDO FILHO, J. R. Sistemas estruturais de lajes sem vigas: subsídios para o projeto e execução. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1989.
- FLÓRIO, M. C. Projeto e execução de lajes unidirecionais com vigotas em concreto armado / Márcio Cardozo Flório. -- São Carlos : UFSCar, 2004. 213 p.
- FORNI, D. Custos de lajes formadas por vigotas treliçadas considerando a produção, o transporte, a montagem e a concretagem / Daniel Forni. - Uberlândia, 2005.
- KAEFER, L. F. A evolução do concreto armado. PER 5707- Concepção, Projeto e Realização das estruturas: aspectos históricos – 1998.3. São Paulo, SP. 1998.

LAGES, L. E. Quatro imagens majestosas do Hipódromo da Gávea. Rio de Janeiro, RJ. 2020. Disponível em: <<http://luizeduardolages.com/coluna4.htm>>. Acesso em: 14 de Jun. de 2020.

LOPES, A. F. O. Estudo técnico comparativo entre lajes maciças e nervuradas com diferentes tipos de materiais de enchimento. Tese de TCC. Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru, 2012.

MAGALHÃES, F. L. Estudo dos momentos fletores negativos nos apoios de lajes formadas por elementos pré-moldados tipo nervuras com armação treliçada. Dissertação (Mestrado). EESC. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2001.

MEDRANO, M. L. O.; FIGUEIREDO FILHO, J. R.; CARVALHO, R. C. Estudo de Pavimentos de Lajes Formados por Vigotas Pré-Moldadas: Influência de Nervuras Transversais. 1º Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto pré-moldado. São Carlos, SP. 2005.

PINHEIRO, L. M. Fundamentos do concreto e projetos de edifícios. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Engenharia de Estruturas. Universidade de São Carlos. São Carlos, 2007

RIVERA, A. F.; GOMES, C. A.; AFONSO, M. d'A.; GOBBI, T. L. Sistema tilt-up. Tese de Mestrado. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

SANTOS, R. E. dos. A cultura do concreto armado no Brasil: educação e deseducação dos produtores do espaço construído. Anais do IV Congresso Brasileiro de História da Educação. Universidade Católica de Goiânia. Goiânia, GO. 2006.

SOUZA, V. C. M.; CUNHA, A. J. P. Lajes em concreto armado e protendido. 2ª Edição. Niterói: EDUFF, 1998.

VAN ACKER, A. Manual de sistemas pré-fabricados de concreto. Tradução por Marcelo de Araújo Ferreira. São Paulo: ABCIC, 2003.

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

VIZOTTO, I; SARTORTI, A. L. Soluções de lajes maciças, nervuradas com cuba plástica e nervuradas com vigotas treliçadas pré-moldadas: análise comparativa. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.15, p.19-28, Abril, 2010