Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni - Dezembro de 2018

ESTUDO SOBRE TIPOS E EFEITOS DE MATERIAIS EM LAJES

STUDY ON TYPES AND EFFECTS OF LAY MATERIALS

Luranny Figueiredo Pereira
Graduado, Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: luranny@gmai.com

Adayr Freitas Bittencourt Neto

Especialista, Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: adayr@hotmail.com

Pedro Emílio Amador Salomão

Mestre, Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Acly Ney Oliveira Santiago

Mestre, Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: aclyney@gmail.com

Resumo

Com a evolução da construção civil, as lajes passaram por diversas modificações, aprimorando suas peculiaridades, bem como a sua execução. Existem na construção civil, a laje maciça e a laje pré-fabricada, sendo que a laje maciça é utilizada de forma habitual, costumeira, por assim dizer, todavia, a utilização de concreto, mão-de-obra e escoramentos mais elevadas. Por outro lado, existe a laje pré-fabricada, este que se subdivide em laje moldadas *in loco*, lajes com nervuras pré-moldadas, pré-laje, lajes alveolares. Nesse tipo de laje se utilizam materiais inertes para seu preenchimento e possui uma aplicação mais fácil, possuem menor peso próprio, tem a viabilidade de vencer grandes vãos e existe uma redução na utilização das formas. Contudo, para se escolher qual o tipo de laje será mais viável, deve-se observar o projeto proposto, pois assim, poderá se verificar o custo e beneficio ao final da construção. Entretanto, atualmente, a laje pré- fabricada tem sido a escolhida em virtude das suas peculiaridades positivas.

Palavras - chave: Laje; Laje maciça; Laje Pré-fabricada.

Abstract

With the evolution of the civil construction, the slabs underwent several modifications, improving their peculiarities, as well as their execution. There are in the civil construction, the massive slab and the prefabricated slab, being that the massive

slab is used in a usual way, customary, so to speak, however, the use of concrete, workmanship and higher shoring. On the other hand, there is the prefabricated slab, which is subdivided into slab molded in loco, slabs with pre-shaped ribs, pre-slab, alveolar slabs. In this type of slab, inert materials are used for their filling and have an easier application, have lower weight, have the viability to overcome large gaps and there is a reduction in the use of forms. However, in order to choose which type of slab will be more feasible, one must observe the proposed project, since, in this way, the cost and benefit can be verified at the end of construction. However, presently, the prefabricated slab has been chosen because of its positive peculiarities.

Keywords: Slab; slab; Slab Prefabricated.

1 Introdução

As lajes maciças são caracterizadas por ter forma retangular e são apoiadas sobre as quatro bordas, esse tipo de laje é mais utilizado nas construções de concreto armado.

Já as lajes nervuradas podem ser moldadas no local ou pré-moldadas e a zona de tração é formada por nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte.

Com as evoluções arquitetônicas, os vãos foram ganhando maiores proporções e, por conseguinte, os custos inerentes à construção se elevaram, tornando-se desfavorável a utilização das lajes maciças. Assim, surgiram as lajes nervuradas, como uma alternativa para reduzir os custos e a mão-de-obra aplicada. A utilização das lajes nervuradas propicia um menor peso próprio e um aproveitamento mais eficaz do aço e do concreto.

Diante da conjuntura, o objetivo geral deste trabalho é realizar uma análise qualitativa da laje maciça em relação à laje nervurada pré-fabricada em obras de concreto armado através de uma revisão bibliográfica, destacando-se as respectivas características e aplicações, bem como vantagens e desvantagens.

A relevância do presente tema consiste no fato de a literatura existente não condensa informações comparativas entre as respectivas lajes, verificando aspectos como isolamento acústico, conforto térmico, tempo de execução, e outros. Além disso, é importante apresentar a projetistas e executores uma literatura que auxilie qualitativamente a projetistas e executores na decisão sobre qual laje utilizar na edificação a ser construída, levando em consideração os aspectos mencionados.

O referente trabalho se dará coletando as informações relevantes na literatura existente, condensando as mesmas de acordo com o aspecto analisado, não tendo o mesmo a pretensão de exaurir o assunto abordado.

A referência possui uma variedade de bibliografias, visto que foi necessário fazer essa abordagem para ter um estudo mais apurado aos temas expostos, por isso, alguns doutrinadores devem ser citados: Paulo Sergio dos Santos Bastos, em sua obra Lajes de concreto; o doutrinador Américo Campos Filho, em sua obra Projeto de lajes maciças de concreto armado e Péricles Fusco, em sua obra Estruturas de concretos: solicitações tangenciais.

Ademais, foi realizada uma pesquisa de revisão sendo utilizada uma abordagem qualitativa sobre o tema em comento e o intervalo das publicações é de 1995 até a presente data.

2 Contexto histórico

Nas antigas construções, a pedra natural e a madeira foram os primeiros materiais a serem utilizados, pois estes eram disponíveis pela própria natureza. Com o passar dos anos, o ferro, o aço e o concreto foram inseridos na construção civil.

Para que um material seja considerado ideal para ser utilizado na construção civil, ele deve ter características relevantes como qualidade, resistência e durabilidade (CASSIMINHO, 1999).

Segundo o referido autor, constatou-se que os materiais até então utilizados nas edificações, apresentavam alguns pontos negativos. A pedra, por exemplo, possui uma alta resistência à compressão e durabilidade, entretanto, possui uma baixa resistência à tração. Já, a madeira tem uma durabilidade limitada e possui resistências razoáveis tanto à tração quanto à compressão. O ferro e o aço possuem características de terem uma resistência elevada à tração e compressão, porém, a sua durabilidade sofre limitações em relação à agressividade do ambiente no qual estiver sendo aplicado, visto que pode ocorrer a corrosão.

De acordo com Polião (2002) o concreto surgiu da formação de três fatores que através da violência do fogo se agregaram e uma única mistura, sendo que o elemento líquido foi absorvido por um deles e, por conseguinte, se aglutinaram e se enrijeceram, solidificaram de forma rápida, pela umidade, de modo que não flutuam ou dissolvem pela água.

Os produtos ou materiais que utilizam o cimento como base ou matéria prima, são denominados “cimentícios”. Com o uso dos referidos produtos, o homem passa a não utilizar apenas materiais provenientes da natureza, possibilitando a construção

de edificações como escolas, hospitais, teatros, edifícios de múltiplos pavimentos, entre outros (DIAS, 2003).

Polião (2002) aduz que, o surgimento do cimento se entrelaça com a história do concreto e assim, também tem suas semelhanças com o concreto armado. O concreto armado surgiu no ano de 1849, foi através das construções de tanques de cimentos reforçados com ferros que o Joseph Louis Lambot descobriu o concreto armado.

No entanto, o concreto armado ganhou força quando Joseph Monier substitui a utilização de vasos de madeira ou cerâmica por vasos feitos com o concreto armado (POLIÃO, 2002).

Devido à necessidade de se ter um material mais resistente e durável, surgiu o concreto armado, que possui as características de durabilidade, facilidade, rapidez e, evita que haja a corrosão (CLÍMACO, 2008).

3 Classificação dos elementos

A priori, são três os elementos que formam os sistemas estruturais, podendo estes serem utilizados de forma individual, bem como de forma conjunta, que é a mais aplicada na construção civil.

Existem os elementos lineares, bidimensionais e tridimensionais. Nos quais, Bastos (2006, p. 7) define da seguinte maneira:

> a) elementos lineares: são aqueles que têm a espessura da mesma ordem de grandeza da altura, mas ambas muito menores que o comprimento.
> b) elementos bidimensionais: são aqueles onde duas dimensões, o comprimento e a largura, são da mesma ordem de grandeza e muito maiores que a terceira dimensão (espessura). São os chamados elementos de superfície.
> c) elementos tridimensionais: são aqueles onde as três dimensões têm a mesma ordem de grandeza.

No que tange a construção de concreto armado, sendo essa de pequeno ou de grande porte, três elementos se destacam: os pilares, as vigas e as lajes. Estes são considerados os elementos mais importantes para a construção civil (FUSCO, 1995).

No que diz respeito aos pilares, ABNT (2013) estabelece, através da NBR 6118/2013, item 14.4.1.2, como: “os elementos lineares de eixo reto usualmente

dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes."

Os pilares possuem a finalidade de transmitir suas respectivas ações as fundações, bem como servir como elemento de apoio. Para a estrutura, os pilares são considerados como os elementos estruturais mais importantes (CHING, 2010).

Em relação a viga, sabe-se que estas são os elementos lineares em que a flexão é preponderante." Segundo a ABNT (2013) estabelece através NBR 6118/03, item 14.4.1.1. As vigas são conceituadas como barras, e geralmente são utilizadas de forma reta e horizontal. A finalidade da viga é receber as ações das lajes, de outras vigas, dentre outros. Assim, a viga é utilizada como apoio para as ações, normalmente dos pilares.

As vigas também integram a parte da estrutura de contraventamento que é responsável pela estabilidade global dos edifícios, no que tange as ações verticais e horizontais (CHING, 2010).

As lajes são consideradas como os elementos planos que tem como finalidade receber a grande parte das ações aplicadas em uma construção. Essas ações são geralmente perpendiculares ao plano da laje. (FUSCO, 1995)

Essas ações podem ser divididas como: forças concentradas, distribuídas na área e distribuídas linearmente. Geralmente, as ações são transmitidas para as vigas de apoio, que ficam nas bordas da laje, no entanto, também há a possibilidade de serem transmitidas diretamente aos pilares. (FUSCO, 1995)

4 Lajes Maciças

As lajes maciças de concreto têm a sua espessura definida entre 7 a 15 cm, sendo mais utilizadas em edifícios com vários pavimentos e em construções de grande porte, como escolas, hospitais e dentre outros. Esse tipo de laje não tem a sua aplicabilidade, de modo geral, em construções residenciais ou de porte pequeno, visto que nesses tipos de construção as lajes pré-fabricadas possuem características mais relevantes nos aspectos custo e facilidade de construção (BASTOS, 2015).

A laje maciça também pode ser classificada como protendida, ou seja, laje de concreto protendido, e a sua principal diferença está relacionada às suas armações, visto que, as lajes maciças protendidas são armadas com cordoalhas que são

consideradas mais resistentes em relação as tensões, do que as lajes em concreto armado (BASTOS, 2015).

Para a construção de um pavimento em que serão utilizadas lajes maciças de concreto armado, se faz necessário o emprego de uma estrutura auxiliar que sirva de forma, visto que este é constituído por um tablado horizontal e que na maioria das vezes, se tem o uso de compensados de madeira, tendo também como necessidade a utilização do cimbramento, sendo este em madeira ou metálico (BASTOS, 2006).

A ABNT (2014) estabelece através da NBR 6118/2014, item 13.2.4.1, os limites mínimos para a espessura:

> Nas lajes maciças devem ser respeitados os seguintes limites mínimos para a espessura: a) 7 cm para cobertura não em balanço; b) 8 cm para lajes de piso não em balanço; c) 10 cm para lajes em balanço; d) 10 cm para lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30 kN; e) 12 cm para lajes que suportem veículos de peso total maior que 30 kN; f) 15 cm para lajes com protensão apoiadas em vigas, com o mínimo de 42 para lajes de piso biapoiadas e 50 para lajes de piso contínuas; g) 16 cm para lajes lisas e 14 cm para lajes-cogumelo, fora do capitel.

Dessa forma, os limites devem ser respeitados respectivamente para a sua finalidade.

4.1 Classificação das lajes maciças

As lajes maciças classificam-se de diversas formas, tais como: quanto à forma geométrica, dos tipos de vínculos nos apoios, quanto à direção e dentre outros (CAMPOS FILHO, 2014).

As formas geométricas possuem diversificação quanto às possibilidades, contudo, a forma retangular é a mais utilizada nos casos práticos. Com o avanço dos programas computacionais, tem-se a possibilidade de calcular e dimensionar quaisquer formas geométricas e seus respectivos carregamentos (BASTOS, 2015).

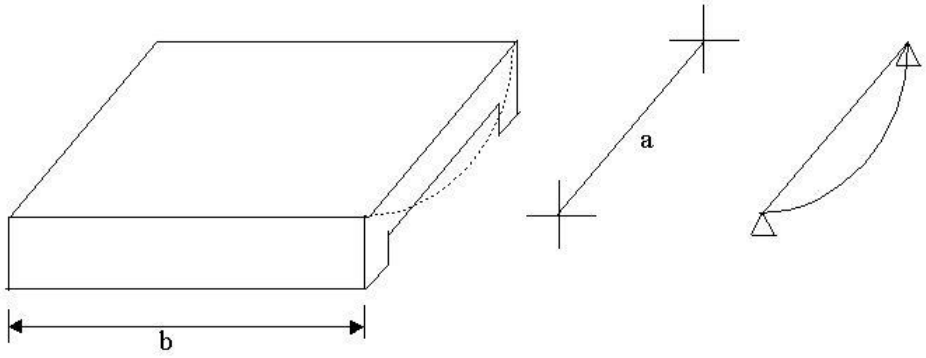
A classificação das lajes maciças quanto a sua direção ou as direções da armadura principal é considerada como a mais importante (BASTOS, 2006).

4.1.1 Laje armada em uma direção

Segundo Bastos (2006, p. 2) “a laje armada em uma direção tem relação entre o lado maior e o lado menor superior a dois”. Conforme demonstra a Fig.1 abaixo:

/

Figura 1: Laje armada em uma direção



Fonte: BASTOS, 2006.

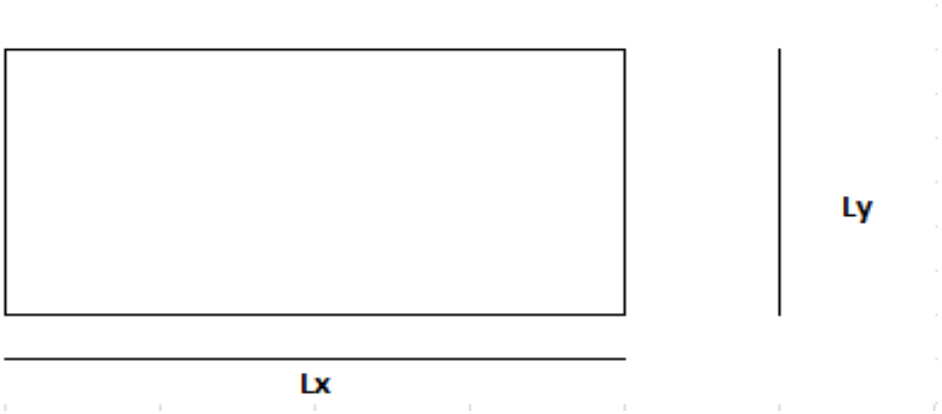
Assim, em relação ao maior vão, deve ser adotada uma armadura mínima de distribuição. (CAMPOS FILHO, 2014)

4.1.2 Lajes armadas em duas direções

As lajes armadas em duas direções são aquelas que de forma simplificada considera-se a carga da parede uniformemente distribuída na área da laje. (BASTOS, 2015)

O autor complementa, afirmando que esse tipo de laje apresenta duas direções ou em cruz: quando as curvaturas paralelas aos lados são valores comparáveis entre si, são lajes apoiadas em todo seu contorno e com lados não muito diferentes entre si ($1 < Ly / Lx < 2$), conforme FIG.2 abaixo:

Figura 2: Laje armada em duas direções



Fonte: BASTOS, 2006.

Dessa forma, o dimensionamento deve ser realizado nas duas direções (X e Y) (CAMPOS FILHO, 2014).

4.2 Características de lajes maciças

A laje maciça possui algumas características positivas tais como: aumento na rigidez da estrutura, devido à maior quantidade de vigas; o concreto armado é o sistema estrutural mais utilizado nas construções, por conseguinte, há mão-de-obra altamente treinada e a utilização do concreto é elevada, tendo em vista ao consumo das lajes maciças, bem como a alta resistência ou alto desempenho (CLIMACO, 2008).

Dentre as características negativas se destacam que a mesma não é apropriada para vencer grandes vãos, sendo necessário apresentar uma grande quantidade de vigas, impactando negativamente na produtividade da construção e no reaproveitamento das formas (CIOCCHI, 2003).

Ainda em relação aos pontos negativos, sabe-se que existe a possibilidade de surgir fissuração inerente à baixa resistência à tração. A fissuração tem o seu início no processo de moldagem das peças, ocasionado pela retração do concreto e pode persistir por toda a vida útil da estrutura (CLIMACO, 2008).

O custo da laje maciça está intrinsicamente ligado a espessura da laje, sendo assim, qualquer tipo de alteração tem consequência considerável no volume de concreto e assim, o peso próprio também será alterado, impactando diretamente no custo com as fundações (BASTOS, 2006).

Cumpre salientar que as lajes com espessuras pequenas são mais econômicas, entretanto, possui pontos negativos, quais sejam: vibração, pouco isolamento acústico e podem sofrer deformações (BASTOS, 2006).

As lajes nos edifícios de vários pisos respondem por elevada parcela de consumo de concreto. No caso de lajes maciças, essa parcela chega usualmente a quase dois terços do volume total do concreto da estrutura. (FRANCA, 1997)

O processo construtivo no sistema convencional de lajes maciças devem seguir alguns passos para a produção da estrutura, no entanto, já deve se considerar que os pilares já estejam concretados. Para Barros e Melhado (2006) os passos para o processo construtivos são: “montagem das formas de vigas e lajes; colocação das armaduras nas formas de vigas e lajes; concretagem das vigas e lajes e desforma”.

5 Lajes nervuradas

As lajes nervuradas podem ser subdivididas como lajes moldadas no local ou lajes com nervuras pré-moldadas.

5.1 Tipos de lajes nervuradas

5.1.1 Lajes moldadas no local

As lajes moldadas no local necessitam do uso de formas e de escoramentos, bem como do material de enchimento. É válida a utilização de fôrmas para substituir os materiais inertes. Tais fôrmas podem ser encontradas em polipropileno ou em mental, com as dimensões moduladas, sendo necessário de desmoldantes, sendo estes, os mesmos utilizados nas lajes maciças (CAMPOS FILHO, 2014).

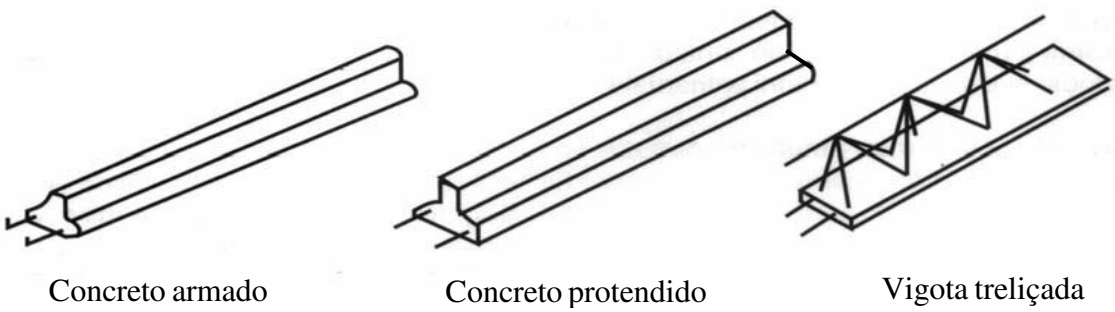
A ABNT (2003, p. 86), estabelece através da NBR 6118, item 14.7.7 que “as lajes no local ou com nervuras pré-moldadas, cuja zona de tração para momentos positivos esteja localizada nas nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte”. Não é levada em consideração, a resistência do material destinado ao enchimento, isto é, não interfere no aumento de resistência da laje em comento.

Quando há a necessidade de vencer grandes vãos ou resistir a altas ações verticais, a laja nervurada é a mais indicada. Tendo sido vencidos os grandes vãos, as vigas e pilares resultam em quantidade menor (BASTOS, 2015).

5.2 Lajes com nervuras pré-moldadas (ou pré-fabricadas)

As lajes com nervuras pré-moldadas são compostas de vigotas pré-moldadas, e não necessitam do uso de tabuleiro da fôrma tradicional. As vigotas utilizadas possuem a capacidade de suportar o seu respectivo peso, bem como as ações de construção, necessitando apenas de cimbramentos intermediários. Faz-se uso também dos elementos de enchimento, os quais são colocados sobre os elementos pré-moldados, utilizando-se o de concreto moldado no local. Existem três tipos de vigotas, conforme FIG.3:

Figura 3



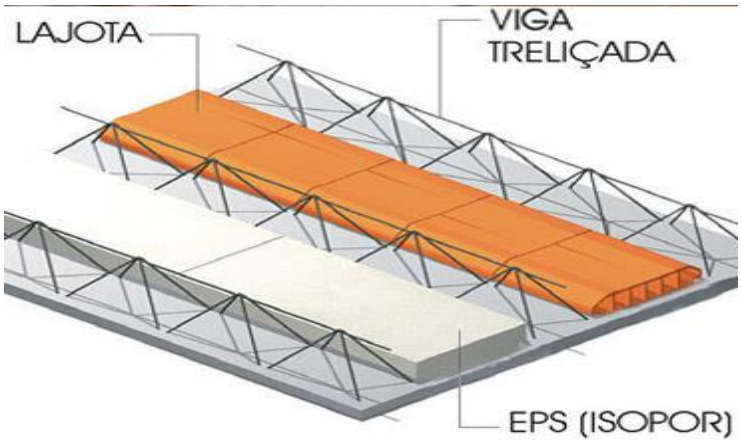
Fonte: PINHEIRO; RAZENTE, 2003.

As lajes pré-fabricadas podem ser definidas como: laje pré-fabricada unidericional; laje pré-fabricada bidirecional, pré-laje e laje alveolar protendida (BASTOS, 2015).

5.2.1 Laje pré-fabricada unidirecional

A laje pré-moldada unidirecional possui nervuras que são dispostas em uma única direção, sendo que na direção ortogonal as vigotas tem-se apenas a capa de concreto, conforme FIG. 4

Figura 4: Laje pré-moldada unidirecional



Fonte: PINHEIRO; RAZENTE, 2003.

Os elementos de enchimento podem ser de variados materiais, como por exemplo: bloco cerâmico furado, bloco de concreto, bloco de concreto celular autoclavado, isopor e dentre outros. Ressalta-se que as nervuras também podem ficar aparentes, quando não é colocado nenhum material inerte entre elas (BASTOS, 2015).

5.2.2 Laje pré-fabricada bidirecional

A laje pré-moldada bidirecional apresenta nervuras resistentes em duas direções ortogonais entre si. Sua formação consiste em nervuras principais em uma direção e por nervuras transversais na outra direção. Cumpre salientar que esse tipo de laje é melhor executada quando utiliza-se o uso da vigota treliçada, visto que estas permitem a passagem ou a colocação de armadura na direção transversal. (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2004).

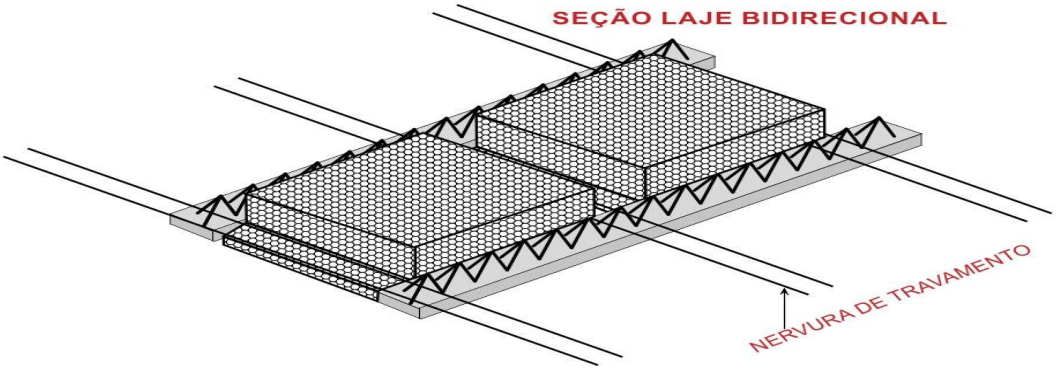
Existem dois tipos de montagem referentes as lajes nervuradas, quais sejam: a formada por vigotas pré-moldadas e a formada por nervuras transversais. A laje pré-fabricada por vigotas pré-moldadas são mais indicadas para serem aplicadas em edifícios residenciais, comerciais, pontes, viadutos e dentre outros.

Os elementos constantes na laje pré-moldada tem a capacidade de suportar seu próprio peso, bem como os dos elementos de enchimento. Assim a utilização de escoramentos e fôrmas tradicionais é bem reduzida quando comparadas com as lajes maciças (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2004).

No que tange a laje formada por nervuras transversais, esta possui um elemento montado no espaço entre os elementos de enchimento, tendo uma armadura, na qual deve ser lançado o concreto do capeamento moldado *in locol.* A execução de nervuras transversais somente pode ser realizada com a utilização de

vigotas treliçadas, e em relação ao elemento de enchimento deve ser utilizado os blocos de isopor ou canaletas cerâmicas, bem como plaquetas de concreto. A utilização de blocos próprios para a execução de nervuras transversais tem o seu manejo mais fácil e sua execução também (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2004**).**

Figura 5: **Laje pré-fabricada bidirecional**



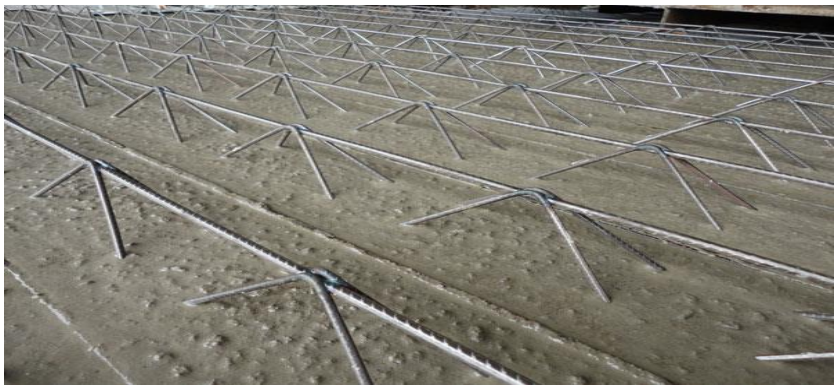
FONTE: CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2004

5.3 Pré-laje

Esse tipo de laje é composto por painéis de concreto, com uma largura maior do que as vigotas, utilizadas nos outros tipos de laje, e na realização da sua montagem, os painéis devem ficar encostados uns nos outros, formando assim, a própria forma para o concreto. Com esse tipo de laje pré-fabricada existe a possibilidade que vão maiores seja vencido (CAMPOS FILHO, 2014).

Essas lajes são formadas com pré-lajes treliçadas e com elementos de enchimento em EPS, tradicionalmente chamado de “isopor”, como pode ser observado na FIG. 4. A formação dessas lajes é realizada por elementos pré-fabricados dispondo lado a lado, denominados como pré-lajes ou painéis treliçados e são formados por uma placa de concreto e de uma armadura na forma de treliça (FERREIRA, 2015).

Figura 6: Pré-laje



Fonte: CAMPOS FILHO, 2014

Devido a resistência dos painéis, utiliza-se em menor quantidade o material necessário para o escoramento, bem como não é necessário realizar nenhum tipo de acabamento por baixo da laje, tendo em vista o bom acabamento prévio, não necessitando assim de nenhum outro procedimento. A diferença presente é que a utilização do elemento enchimento é feito por cima da vigota. O custo de execução da referida laje é um pouco mais elevado quando comparado com as lajes pré-fabricadas tradicionais, todavia, a qualidade também é superior (FERREIRA, 2015).

Ressalta-se que a diferença presente é que a utilização do elemento enchimento é feito por cima da vigota.

5.4 Lajes Alveolares

As lajes alveolares não são usadas em residências, de forma significativa, visto que são compostas por grandes painéis, que na maioria das vezes são constituídos por cabos de aço de alta resistência, tracionados e ancorados no próprio concreto, sendo utilizados em relação a vãos considerados grandes (FERREIRA, 2015), conforme pode ser observado na FIG. 6:

Figura 7: Lajes Alveolares



Fonte: CAMPOS FILHO, 2014

6 Características das lajes nervuradas pré-moldadas

As lajes nervuradas pré-moldadas têm como característica fundamental a dispensa das formas na fase construtiva da obra, podendo ser essa dispensa total ou parcial. Ressalta-se que nas lajes com elementos de enchimento, existe uma redução no consumo de concreto e uma redução no peso da laje. Nesse tipo de laje também pode ser verificado uma maior celeridade na montagem, maior segurança no canteiro e a redução da mão-de-obra (FERREIRA, 2015).

Algumas vantagens referentes as lajes nervuradas são citadas por Bastos (2015), tais como o menor peso próprio, menor consumo de concreto, redução de fôrmas, maior capacidade de vencer grandes vãos e maiores planos lisos (sem vigas).

As treliças pré-moldadas são muito utilizadas, visto que possuem uma fácil aplicação, bem como maior disponibilidade, pois a produção dos elementos das treliças é realizada em escala industrial. São habitualmente mais usadas em estruturas consideradas mais simples (BASTOS, 2015).

Para que se possa ter a execução da laje pré-fabricada *in loco*, se faz necessário a utilização de fôrmas e de escoramentos, bem como de material de enchimento. Observa-se que as fôrmas podem ser substituídas por materiais inertes e deve se utilizar os demoldantes, da mesma forma que são utilizados nas lajes maciças. As nervuras devem ser transportadas e colocadas sobre os cimbramentos, estes que são as formas das vigas e os apoios intermediários temporários (FERREIRA, 2015).

No que tange aos pontos negativos é necessário ressaltar que se não houver um planejamento correto, pode acarretar um aumento no custo da construção, pois deve-se reservar uma área para servir de estocagem, sendo que o transporte do material impõe limitações relacionadas à logística no canteiro de obras (FERREIRA, 2015).

7 Laje maciça x Laje pré-fabricada em obras de concreto armado

Levando em consideração as informações prestadas pelos autores supracitados, a tabela 1 apresenta em resumo, a comparação nervurada pré-fabricada, e as lajes maciças.

Tabela 1: Tabela comparativa

Aspecto analisado	Laje Maciça	Laje pré-fabricada
Isolamento acústico	Possui isolamento acústico e térmico	Com o uso de isopor para o preenchimento, há isolamento acústico. Entretanto, a com a lajota não há isolamento acústico.
Procedimento executivo	Exige maior atenção e complexidade	Menor complexidade, pois sendo pré- moldada não precisar verificar a ferragem.
Uso da madeira quanto ao escoramento e forma	Muito escoramento e forma	Menos escoramento vigota já esta pronta não utiliza forma
Custo para Construção	Tende a ser mais caro	Tende a ser mais barata, já que dispensa o uso de forma

Mão de obra	Quantidade de mão de obra e serviço durante a execução são maiores	Como os elementos já estão prontos tende a gastar menos
Utilização do concreto	Tende a utilizar muito concreto, espessura elevada de 8 a 15	Tende a utilizar menos concreto que a laje maciça, visto que a quantidade de concreto é reduzida.
Vão	Geralmente são utilizadas em vãos menores (residências)	Geralmente são utilizadas para vencer grandes vãos.
Espessura	Varia de 7 a 15 cm	Varia de 3 a 5 cm

Diante do quadro acima, verifica-se que apesar dos pontos negativos apresentados: propensão a trincas e a dificuldade no transporte e na estocagem. A laje pré-moldada possui características que suprem os demais pontos desfavoráveis.

6 Considerações finais

A partir das abordagens doutrinárias expostas no desenvolvimento do presente trabalho, puderam-se observar os conceitos e as características inerentes da laje maciça e da laje pré- fabricada.

A laje maciça é bastante utilizada nas construções civis nas construções de concreto armado e a laje pré-fabricada é moldada *in loco* ou ser pré-moldada. Observa-se que a utilização da laje vai depender do tipo de construção a ser executado.

Apesar da utilização da laje maciça ser a mais utilizada para as construções de concreto armado, a mesma apresenta aspectos negativos que podem causar danificações a construção.

Com isso, se tem a possibilidade de utilizar a laje pré-fabricada que atualmente, apresenta características mais vantajosas na sua utilização, como por exemplo: a redução da mão-de-obra e da utilização do concreto. Havendo assim, uma redução do custo final bem significativa.

A laje maciça é caracterizada por ter um peso mais elevado, utilizando a madeira de forma mais abundante e por isso, se tem um custo final mais elevado.

De acordo com Bastos (2015) as lajes pré- fabricadas são consideradas como as viáveis para as construções residenciais ou de pequeno porte, visto que tem como características relevantes em relação ao custo e facilidade.

No entanto, Ciocchi (2003) aduz que a laje maciça não é apropriada para vencer grandes vãos, pelo fato de se ter que utilizar uma quantidade maior de vigas.

Com base no quadro comparativo e o resumo, a laje pré- fabricada tende a ser mais eficiente e propicia dado a dispensa das formas na fase construtiva da obra, esta pode ser parcial ou total; o seu peso é reduzido; a utilização do concreto é menor; tem a capacidade de vencer grandes vãos e sua aplicação tem menor complexidade.

O custo e benefício de cada tipo de laje irão variar de acordo com o projeto estabelecido, sendo assim, não há como se mensurar de forma fixa os valores e benefícios a serem estabelecidos.

Cumpre salientar que o objetivo principal do estudo foi alcançado, tendo em vista as explanações realizadas de acordo com cada tipo de laje, entretanto, existe uma precariedade literária no que tange as características, devendo assim ser mais estudadas e pesquisas para que se tenha um conceito mais viável para cada tipo de laje.

Por fim, diante do exposto, a utilização da laje pré-fabricada cada vez mais ganha espaço na construção civil, devido as facilidades inerente a sua aplicabilidade e a utilização de concreto reduzido.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto** – Procedimento, Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto** – Procedimento, Rio de Janeiro, 2014.

BARROS, Mercia Maria Silva.; MELHADO, Silvio Burrattino. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <http://pcc2435.pcc.usp.br/textos%20técnicos/estrutura/apostilaestrutura.PDF>.Acesso em: 15 nov. 2016.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Lajes de concreto**. Apostila. Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Bauru, 2006.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Lajes de concreto**. Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Lajes.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2016.

CAMPOS FILHO, Américo. **Projeto de lajes maciças de concreto armado**. Projeto. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia, 2014.

CARVALHO, R.C.; FIGUEIREDO FILHO, J.R. (2004). **Cálculo e Detalhamento de estruturas Usuais de Concreto Armado**. São Carlos. EdUFSCar – 2º Edição

CASSIMINHO, Ana Laura. Felkl. **Modelização dos convexos representativos das fases de plasticidade em vigas de concreto armado submetidas à flexão composta desviada**. Santa Maria: UFSM. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Santa Maria, 1999.

CHING, Francis. **Técnicas de construção ilustradas**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

CLÍMACO, João Carlos Teatini de Souza. **Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação**. 2. ed. revisada. Brasília: Editora Universidade de Brasília: Finatec, 2008.

DIAS, R.H. **Análise numérica de pavimentos de edifícios em lajes nervuras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

FERREIRA, Rafael Martins. **Laje nervurada unidirecional com pré-laje treliçada e elemento de enchimento. Projeto de Graduação ao Curso de Engenharia Civil.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2015.

FRANÇA, A.B.M. As lajes nervuradas na moderna construção de edifícios. São Paulo, Afala & Abrapex, 1997.

FUSCO, Péricles. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1995

FUSCO, Péricles. **Estruturas de concreto: solicitações tangenciais**. São Paulo: Pini Ltda, 2008.

GUIMARÃES, J. E. P. **A Cal: Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil.** São Paulo: Pini, 1997.