



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
MATEUS RAMOS DA SILVEIRA

**ANALISE TÉCNICA COMPARATIVA ENTRE LAJES DE CONCRETO  
ARMADO DISPONÍVEIS E MAIS UTILIZADAS NO BRASIL**

LAGES-SC  
2021/1

MATEUS RAMOS DA SILVEIRA

**ANALISE TÉCNICA COMPARATIVA ENTRE LAJES DE CONCRETO  
ARMADO DISPONÍVEIS E MAIS UTILIZADAS NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Centro Universitário UNIFACVEST como parte  
dos requisitos para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador ME. Aldori Batista dos Anjos.

LAGES-SC

2021

MATEUS RAMOS DA SILVEIRA

**ANALISE TÉCNICA COMPARATIVA ENTRE LAJES DE CONCRETO  
ARMADO DISPONÍVEIS E MAIS UTILIZADAS NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Centro Universitário UNIFACVEST como parte  
dos requisitos para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador ME. Aldori Batista dos Anjos.

Lages, SC \_\_\_/\_\_\_/2021. Nota \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Prof. Msc.

Aldori Anjos, coordenador do curso de Engenharia Civil.

LAGES-SC

2021

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de laje maciça.....	9
Figura 2 - Planta de forma de laje nervurada .....	10
Figura 3 - Laje nervurada com nervuras aparentes.....	11
Figura 4 - Detalhamento lajes lisas e cogumelos.....	12
Figura 5 - Armação treliçada .....	14
Figura 6 - Nervura da laje treliça.....	15
Figura 7 - Laje com vigotas treliçadas de concreto.....	15
Figura 8 - Detalhamento vigota de concreto.....	16
Figura 9 - Desenho técnico de um painel treliçado.....	17

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
1.1	Justificativa .....	4
1.2	Objetivos .....	5
1.2.1	Objetivo geral .....	5
1.2.2	Objetivos específicos .....	5
1.3	Metodologia utilizada .....	6
<b>2</b>	<b>REVISAO DE LITERARURA .....</b>	<b>7</b>
2.1	Definição .....	7
<b>3</b>	<b>CLASSIFICAÇÕES DE LAJES.....</b>	<b>8</b>
3.1.1	Lajes maciças .....	8
3.1.2	Lajes nervuradas.....	10
3.1.3	Lajes cogumelos e lisas.....	12
3.2	Lajes pré-fabricadas .....	13
3.2.1	Lajes treliçadas .....	13
3.2.2	Vigotas de concreto.....	16
3.2.3	Painéis treliçados.....	16
<b>4</b>	<b>COMPARATIVO ENTRE OS MODELOS.....</b>	<b>18</b>
4.1	Laje Maciça .....	18
4.1.1	Vantagens:.....	18
4.1.2	Desvantagens: .....	18
4.2	Laje Cogumelo .....	18
4.2.1	Vantagens:.....	18
4.2.2	Desvantagens: .....	19
4.3	Laje Nervurada .....	19
4.3.1	Vantagens:.....	19
4.3.2	Desvantagens: .....	19
4.4	Laje treliçada .....	20
4.4.1	Vantagens:.....	20
4.4.2	Desvantagens: .....	20
4.5	Laje de painéis treliçados .....	20
4.5.1	Vantagens:.....	20

4.5.2	Desvantagens: .....	20
<b>5</b>	<b>MELHOR ALTERNATIVA EM CADA CASO.....</b>	<b>21</b>
5.1	Moldadas in loco .....	21
5.2	Pré-fabricadas .....	21
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>23</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Justificativa

A evolução da construção civil vem crescendo cada vez mais nos últimos anos. Melhores técnicas construtivas, melhor aproveitamento de materiais e inovações tecnológicas estão fazendo com que se busque, sempre, um menor custo nas construções, mantendo os padrões de segurança, conforto e qualidade.

Com a busca de novas soluções, foram surgindo novos sistemas estruturais de lajes com maior capacidade de vencer grandes vãos. Com várias opções disponíveis no mercado, encontrar o sistema mais adequado para cada caso é fundamental.

Mas, para encontrarmos, precisamos primeiramente, conhecer melhor os sistemas e as características disponíveis.

Para calcular uma estrutura composta por lajes, vigas e pilares é necessário, primeiramente, conhecer o tipo de pavimento ou de forro que será usado, para que seja possível determinar as cargas e, posteriormente, detalhar as vigas e os pilares. (Carvalho; filho, 2001, p.61)

No passado as estruturas de lajes eram muito limitadas no quesito de vãos, pois as construções utilizavam convencionalmente lajes maciças. Este tipo de laje precisa de grandes volumes de concreto, gerando um peso próprio maior, e por consequência, necessitando de vigas e pilares “maiores”, o que aumentava o custo da obra em um todo.

Segundo Costa (1997), a evolução do processo construtivo começa pela qualidade dos projetos, e entre os projetos elaborados para a construção civil, destaca-se o estrutural. A estrutura de uma edificação, individualmente, responde pela etapa de maior representatividade no custo total da construção (15% a 20% do custo total)

De acordo com Albuquerque (1999) uma redução de 10% no custo da estrutura pode representar, no custo total, uma diminuição de 2%. Em termos práticos, 2% do 15 custo total corresponde à execução de toda etapa de pintura ou a todos os serviços de movimento de terra, soleiras, rodapés, peitoris e cobertura juntos.

Aperfeiçoando os conhecimentos, encontrando as vantagens e desvantagens de cada tipo de lajes utilizadas no Brasil, pode-se acelerar o processo da construção além de conseguir um melhor controle e estruturação da obra.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Realizar um comparativo técnico, econômico e construtivo, entre lajes de concreto armado moldadas in loco e pré-fabricadas, relacionando as mesmas em diferentes situações de uso.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Conceituar diversos tipos de lajes, entendendo sua função estrutural.
- Conhecer mais sobre a classificação e suas características técnicas.
- Apresentar vantagens e desvantagens entre as opções disponíveis.
- Verificar qual é a melhor alternativa em cada caso.



### **1.3 Metodologia utilizada**

Esta pesquisa foi feita com base em livros, artigos científicos, monografias, sites e outros trabalhos acadêmicos.

Primeiramente foi realizado várias leituras sobre o tema específico para se obter um embasamento e uma boa fundamentação teórica. Após isso foi definido a questão problema, logo em seguida o objetivo geral, a partir dele surgiram os objetivos específicos, que guiaram a construção do trabalho.

Neste trabalho, em nenhum momento foi buscado mostrar cálculos e dimensionamentos, pois os mesmos são extremamente específicos de cada projeto.

## 2 REVISAO DE LITERARURA

### 2.1 Definição

As Lajes são estruturas laminares planas formadas por placas, que são solicitadas, predominantemente por cargas no seu plano médio, onde sua espessura é muito menor que suas outras dimensões.

Sob o ponto de vista estrutural, lajes são placas de concreto e estas últimas são elementos estruturais de superfície plana (elementos laminares simétricos em relação ao seu plano médio), em que a dimensão perpendicular à superfície, usualmente denominada espessura, é relativamente pequena comparada às demais (largura e comprimento), estando sujeitas principalmente a ações normais a seu plano. (Carvalho; filho, 2001, p.61)

Empregam a função, em uma situação de estruturas convencionais, de transmitir os esforços aplicados diretamente nos pisos, para as vigas. Em situações de utilização, como pórticos formados por pilares, ou paredes autoportantes, sua função é contraventar as estruturas.

Em um edifício comum a porcentagem de uso de concreto em lajes pode ser de até 50%.

De acordo com a NBR 6118, as placas são: “Elementos de superfície plana sujeitos principalmente ações normais a seu plano. as placas de concretos são usualmente denominadas lajes.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS, 2003, P.75)

### **3 CLASSIFICAÇÕES DE LAJES**

Basicamente, podemos classificar as lajes como moldadas in loco (executadas no canteiro de obras) e pré-fabricadas, que como o nome já diz, são previamente produzidas industrialmente.

Existem diferentes soluções os modelos no mercado de construções, cada modelo tem suas particularidades e oferece algumas vantagens e desvantagens, deve-se analisar o que é necessário em cada projeto, e utilizar o sistema mais adequado a cada situação. Alguns dos tipos disponíveis são mostrados a seguir:

#### **3.1.1 Lajes maciças**

De acordo com Bastos (2021, p1)

Laje maciça é aquela onde toda a espessura é composta por concreto, contendo armaduras longitudinais de flexão e eventualmente armaduras transversais, e apoiada em vigas ou paredes ao longo das bordas. Lajes com uma ou mais bordas livres são casos particulares de lajes maciças. (Bastos, 2021, p1)

Possuem espessuras que, na maioria das vezes, variam de 8 a 15cm, e são dimensionadas para edificações como edifícios de múltiplos pavimentos, muros de arrimo, escadas, entre outros.

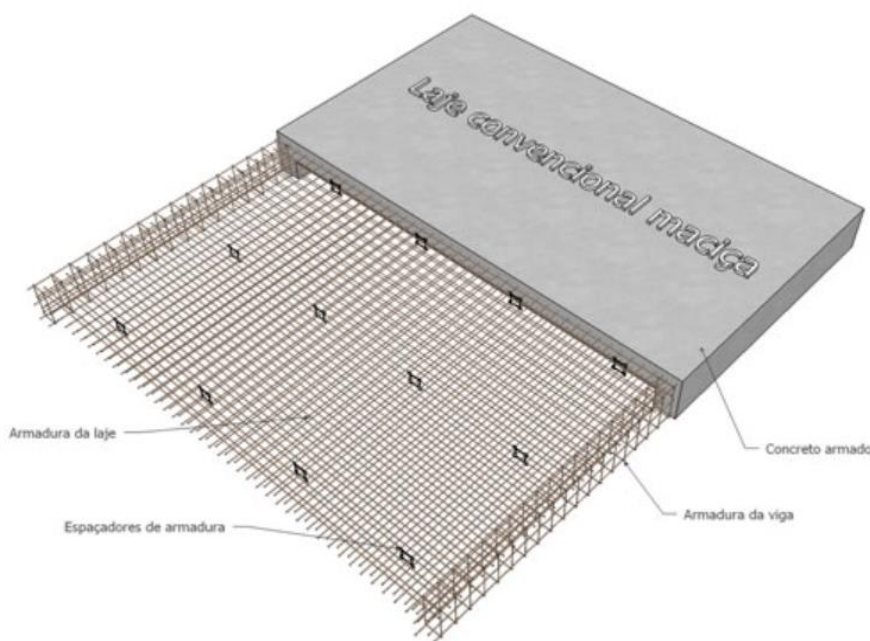
Uma das suas principais características é distribuir suas reações em todas as vigas de contorno.

Possui um método executivo de cálculo simplificado, e é um dos modelos mais utilizados no Brasil. É construída com uma malha de aço e concreto, com espessura dimensionada em projeto, é moldada in loco e para a execução é utilizado uma forma, normalmente de madeira.

Pode ser indicada em projetos de estruturas que necessitam de “bons travamentos”, por exemplo, marquises, construção onde existe balanço, pois a sua resistência e segurança é maior.

Em grandes vãos, para atender as flechas e solicitações, precisa-se trabalhar com espessuras mais elevadas, o que resulta em um maior consumo de concreto, e por consequência um aumento do peso próprio. A figura 1 mostra um corte de uma laje maciça com detalhes da armadura.

Figura 1 - Representação de laje maciça



Fonte: Vasconcellos, 2004 Concreto Armado, Arquitetura Moderna, Escola Carioca: levantamentos e notas

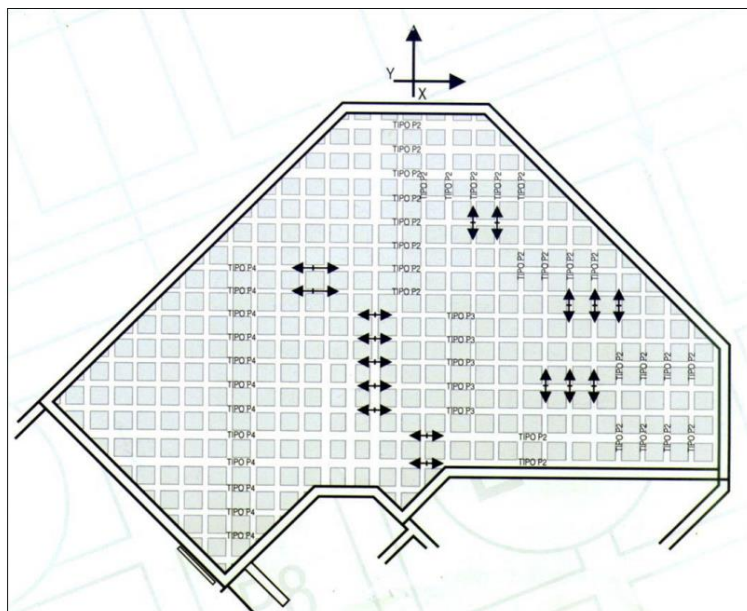
### 3.1.2 Lajes nervuradas

De acordo com a NBR 6118 (item 14.7.7) laje nervurada são definidas como as “lajes moldadas 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.”

Modelo utilizado para vencer grandes vãos com um menor consumo de materiais, ou resistir a altos carregamentos e ações verticais. Ao vencer grandes vãos, a quantidade de pilares e vigas se tornam menores.

A figura 2 demonstra uma planta de forma, onde uma laje nervurada consegue vencer grandes vãos.

Figura 2 - Planta de forma de laje nervurada



Fonte: Bastos, 2001, Lajes de concreto armado.

É formada de nervuras que são interligadas por capa de compressão. Abaixo da capa, onde não é necessário o uso de concreto na região de tração, é utilizado material inerte, para que a mesma se mantenha plana. São moldadas in loco utilizando forma que moldam as nervuras, pode ter um forro liso ou manter as nervuras aparentes na parte inferior.

As armações de aço ficam concentradas nas nervuras, entre elas são colocados materiais de enchimento, que não possuem função estrutural (inertes).

Como parte do concreto é substituído pelo material de enchimento, que é mais leve, diminui o peso próprio.

Sua principal desvantagem é a necessidade de uma mão de obra especializada, o que inviabiliza em obras de pequenos portes.

As nervuras podem também ficar expostas ou aparentes, quando não são colocados materiais inertes entre elas (figura 3).

Figura 3 - Laje nervurada com nervuras aparentes



Fonte: Bastos, 2001, Lajes de concreto armado.

### 3.1.3 Lajes cogumelos e lisas

Segundo Bastos (2021 p.1)

A laje lisa e a laje cogumelo são também lajes maciças de concreto, porém, nessas lajes as cargas e outras ações são transferidas diretamente aos pilares, sem intermédio de apoios nas bordas. Por uma questão de tradição no Brasil é costume chamar a laje apoiada nas bordas como laje maciça. (BASTOS, 2021 P.1)

São consideradas lajes cogumelo as lajes contínuas quando as placas são apoiadas diretamente nos pilares. Quando o pilar possui um aumento de seção em sua volta, chamado de capitel, é denominada cogumelo, do contrário, chama-se laje lisa. Conforme figura 4.

Figura 4 - Detalhamento lajes lisas e cogumelos



Fonte: Bastos, 2001, Lajes de concreto armado.

## **3.2 Lajes pré-fabricadas**

Também conhecida como laje pré-moldada as Lajes pré-fabricadas são elementos estruturais produzidos em usinas ou em pistas de protensão, elas possuem a função de transmitir os carregamentos de peso do teto para as vigas e pilares da construção. Toda a sua estrutura pode ser feita por meio de processos industriais. Sua estrutura é composta por vigotas de concreto e outros materiais que proporcionam seu ligamento.

Estes elementos pré-moldados, são os responsáveis por resistir aos esforços, e são dimensionados para suportarem seu peso próprio, além dos revestimentos e uma carga acidental, para vãos.

Dependendo do material utilizado como enchimento, pode apresentar vantagens térmicas e acústicas

### **3.2.1 Lajes treliçadas**

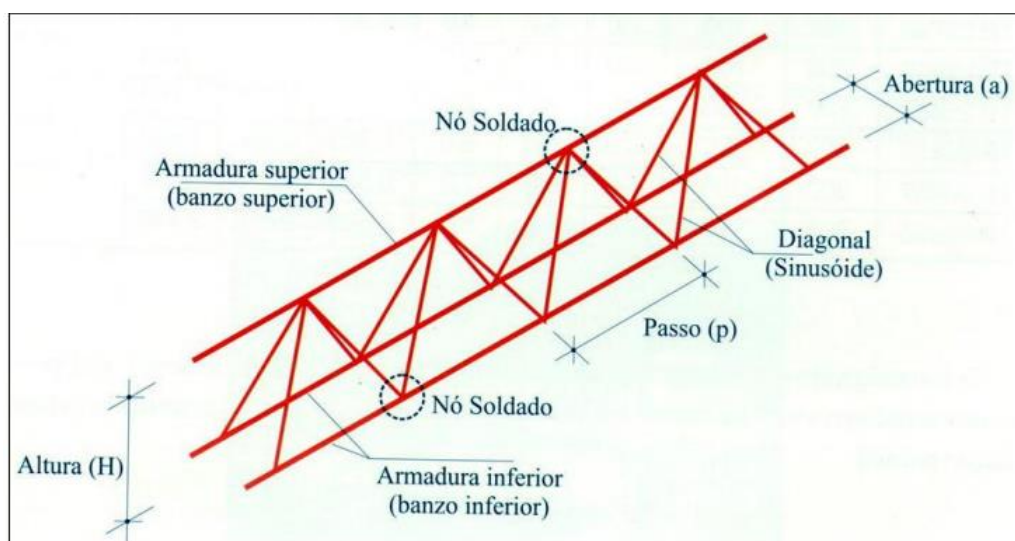
Lajes treliçadas são estruturas compostas por vigotas pré-fabricadas com armadura treliçada. A NBR 14859-1 define vigotas pré-fabricadas da seguinte forma:

Constituídas por concreto estrutural, executadas industrialmente fora do local de utilização definitivo da estrutura ou mesmo em canteiros de obra, sob rigorosas condições de controle de qualidade. Englobam total ou parcialmente a armadura inferior de tração, integrando parcialmente a seção de concreto da nervura longitudinal.



A estrutura da armação treliçada é formada por barras de aço soldados em duas treliças planas inclinadas e unidas pelo banzo superior, como demonstrado na figura 5:

Figura 5 - Armação treliçada

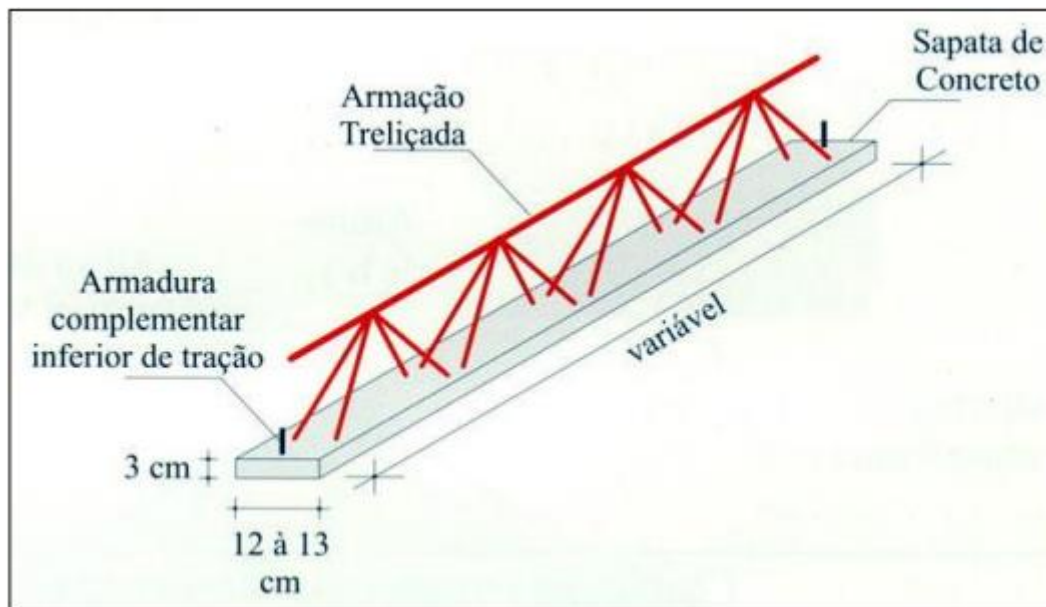


Fonte: Bastos, 2001, Lajes de concreto armado.

O vértice superior (banzo superior) pode colaborar na resistência do momento fletor negativo, também atua nos esforços de compressão no processo de montagem e concretagem da laje. As transversais agem nas forças cortantes e também na aderência entre o concreto pré-moldado da vigota e o concreto de capeamento. Os banzos inferiores (armaduras inferiores) em conjunto com capa de concreto (ou mesa), resistem a forças de tração resultantes do momento fletor positivo.

As vigotas treliçadas constituem as nervuras principais (vigas) da laje treliçada, detalhe na figura 6.

Figura 6 - Nervura da laje treliça

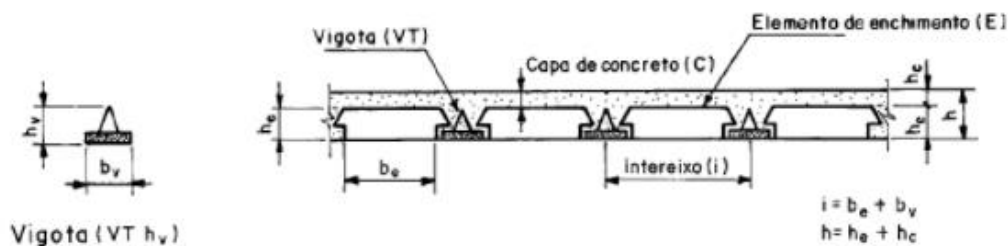


Fonte: Bastos, 2001, Lajes de concreto armado.

A classificação da NBR 14859-1 como lajes treliçadas é dada:

“com seção de concreto formando uma placa, com armadura treliçada (conforme NBR 14862), parcialmente englobada pelo concreto da vigota. Quando necessário, deverá ser complementada com armadura passiva inferior de tração (fat) totalmente englobada pelo concreto da nervura; utilizadas para compor as lajes treliçadas (LT).” Vide figura 7:

Figura 7 - Laje com vigotas treliçadas de concreto

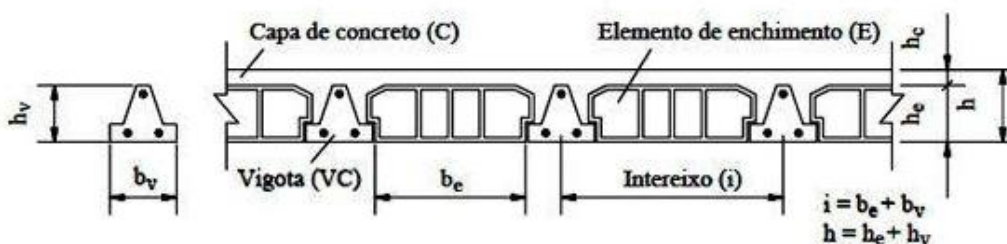


Fonte (NBR 14859-1)

### 3.2.2 Vigotas de concreto

São construídas industrialmente, com a utilização de formas metálicas que permitem a variação do comprimento das peças. Possuem uma seção em formato de “T” invertido, onde são apoiados os elementos de enchimento, conforme mostra a figura:

Figura 8 - Detalhamento vigota de concreto



Fonte: ABNT NBR 14859-1 (2002)

Estas vigotas não possuem estribos, limitando seu campo de aplicação, por possuir menor resistência ao cisalhamento.

Como sua superfície superior é lisa, dificulta a aderência entre o capeamento das vigotas.

### 3.2.3 Painéis treliçados

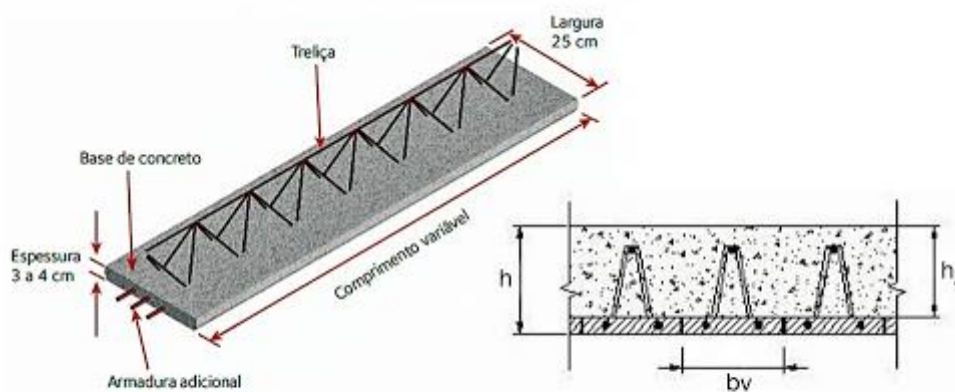
É uma laje muito semelhante a treliçada, são colocados painéis um ao lado do outro, com ou sem a utilização de enchimentos, o que diferencia das lajes treliçadas é que estes painéis são produtos pré-fabricados que possuem entre 25 a 40cm de base possui os trilhos de 20 a 40cm.

O item 4.1.4 da NBR 14859-1 o define como:

Elemento pré-fabricado estrutural, com largura até 400 mm, constituído de concreto estrutural e uma ou duas armaduras treliçadas eletrossoldadas, conforme ABNT NBR 14859-3, capaz de alojar, quando necessário, armadura principal passiva inferior de tração (telas ou fios ou barras) (...)

A figura a seguir mostra o detalhamento de um painel treliçado:

Figura 9 - Desenho técnico de um painel treliçado



$h_c$  = altura da capa de concreto

$h$  = altura total do painel, contando com a capa de concreto

$bv$  = largura da vigota

Fonte: ABNT NBR 14859-1 (2002)

## **4 COMPARATIVO ENTRE OS MODELOS**

Ao realizar um projeto arquitetônico, os profissionais se deparam com várias opções de processos construtivos disponíveis, com diferentes aspectos como estético, econômico e mão de obra que estará disponível.

Por isso o projetista deve conhecer as principais vantagens e desvantagens de cada uma delas.

### **4.1 Laje Maciça**

#### **4.1.1 Vantagens:**

Comumente empregada em construções de pequeno a médio porte – residencial e comercial, as fôrmas são integralmente preenchidas por concreto junto à armação metálica, de acordo com alturas definidas por cálculo estrutural.

O sistema ainda permite, além dos desenhos planejados, formatos tridimensionais e fluídos. Apresenta ainda alto grau de resistência a trincas e a fissuras.

#### **4.1.2 Desvantagens:**

Pela grande quantidade de material utilizado nas fôrmas, posteriormente descartadas, há custo elevado no valor total da obra e maior geração de resíduos.

Destaca-se ainda que por conter maior volume de concreto e conseqüentemente, maior peso, os outros elementos da estrutura também devem ser reforçados, o que leva a um aumento material usado na estrutura.

### **4.2 Laje Cogumelo**

#### **4.2.1 Vantagens:**

Apesar de não ser adotada com tanta frequência, se comparada a outros sistemas, este modelo de laje permite vencer grandes vãos.

Pela ausência de vigas, que gera descontinuidade na execução das fôrmas e armações, permite fácil execução, principalmente se comparada a outros tipos de laje moldadas in loco, como a nervurada, por exemplo.

#### **4.2.2 Desvantagens:**

Apesar de utilizada para grandes vãos, a principal desvantagem está no custo da obra, dado que a mesma exige maior espessura das lajes e, conseqüentemente, alto consumo material de concreto e aço, que em muitos casos, pode inviabilizar sua aplicação no projeto.

O modelo também exige mão de obra especializada.

### **4.3 Laje Nervurada**

#### **4.3.1 Vantagens:**

Comparada à laje maciça, a laje nervurada apresenta maior economia, dado que suas nervuras atuam como vigas, o que possibilita se vencer maiores vãos, proporcionando mais liberdade de layout arquitetônico na sua superfície.

Para vãos acima de 7,0 metros vale a pena investir na possibilidade do uso da laje nervurada. Para perímetros quadrados ou próximos deste, é indicado o uso da grelha em duas direções.

Já em casos de plantas muito retangulares, se indica o uso das nervuras em apenas uma direção, sendo está sempre disposta no sentido do menor vão.

#### **4.3.2 Desvantagens:**

Pela necessidade da elaboração precisa das nervuras e da colocação da armadura, esse sistema exige mão de obra especializada e maior volume de material para a execução das fôrmas.

Estruturalmente, aumentam a altura das construções, e pelo desenho, apresenta maior dificuldade na compatibilização com outras etapas de projeto, como sistemas de instalações prediais – elétrica e hidráulica, por exemplo.

#### **4.4 Laje treliçada**

##### **4.4.1 Vantagens:**

Com baixo valor de comercialização, o sistema permite rapidez construtiva, dispensa mão de obra especializada e apresenta leveza.

A adoção deste tipo de laje também ajuda na garantia do isolamento térmico, propiciando equilíbrio na temperatura interna, sem absorver calor.

##### **4.4.2 Desvantagens:**

Pelo tipo de material utilizado, fica difícil se fazer furos ou aberturas na parte inferior e torna-se necessário a aplicação de materiais aderentes, chapisco ou gesso, para se executar o revestimento da parte inferior.

#### **4.5 Laje de painéis treliçados**

##### **4.5.1 Vantagens:**

Com resistência superior aos dois casos anteriores, ainda apresenta maior velocidade comparada aos mesmos, pelo menor número de elementos.

O processo executivo exige menor uso de escoramento e madeira no canteiro de obras.

##### **4.5.2 Desvantagens:**

Apesar de vantagens aos dois casos anteriores, apresenta maior custo, devido uso de 30% a mais de concreto.

## **5 MELHOR ALTERNATIVA EM CADA CASO.**

### **5.1 Moldadas in loco**

Devem ser utilizadas as lajes maciças quando a construção não seguir um formato regular, pois as mesmas permitem trabalhar com diversas formas de projeto, além disso elas são recomendadas quando o objetivo for resistir a patologias, como rachaduras, pois elas são menos suscetíveis a trincas e fissuras

Também conseguem permitir maior facilidade nas instalações elétricas e hidráulicas

Por outro lado, deve-se evitar a utilização quando não é possível a execução de vigas e pilares mais resistentes, pois possuem uma alta rigidez e seu peso é elevado, por este mesmo motivo tendem a utilizar vãos menores também está diretamente relacionado seu custo elevado por utilizar grandes quantidades de concreto e formas.

As lajes nervuradas são uma excelente alternativa, pois possuem as próprias nervuras que atuam como vigas, um fator que diminui o custo no final da obra e permite o desenho de maiores vãos, diferentes layouts, pés-direitos de 7 metros à 10 metros e espaços mais abertos.

Deve se ter atenção e evitar o uso quando não se possui mão de obra e especializada o que também as tornam mais caras.

### **5.2 Pré-fabricadas**

As lajes com painéis treliçados devem ser utilizadas quando se busca uma execução ainda mais rápida, pois já chegam à construção com peças prontas, no entanto, precisam de mais concreto, cerca de 30%, por isso não saem tão baratas.



Já as lajes treliçadas podem ser utilizadas em qualquer obra pois são mais baratas, leves e permitem construções rápidas em alguns casos quando não se necessita de grande resistência a cargas tem capacidade de vencer vãos maiores, outro ponto a se destacar é que elas possuem menor peso próprio e também podem ajudar na economia na quantidade de madeiramento da sustentação.

Um dos principais motivos que devem ser considerados negativamente é a dificuldade de se fazer furos, por isso deve ser projetado com o preenchimento adequado. Em razão das treliças e difícil aderência de produtos utilizados como revestimentos. Sua Instalação precisa ser bem realizada, caso contrário podem ocorrer fissuras e trincas.

## **6 CONCLUSÃO**

No Brasil existem diversos modelos de lajes disponíveis, tanto pré-fabricadas como moldadas in loco. Conhecendo melhor suas características, bem como, vantagens e desvantagens é possível encontrar a que se encaixa no projeto desejado.

Este trabalho visou alcançar este conhecimento, para que na hora de se projetar, se encontre a melhor estrutura de laje, analisando e empregando as vantagens e desvantagens dos modelos.

Conclui-se que em cada caso, cada obra, cada projeto arquitetônico e estrutural, necessita de um dimensionamento específico, e para chegar nele deve-se analisar o formato, o vão, a resistência, o tipo de acabamento, o custo com a quantidade de material utilizado, além do tempo que deve ser concluída.

Após a criação deste, pode-se seguir a comparar e analisar qual método é mais eficaz, com melhor custo-benefício, de acordo com suas características.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, R. C.; FILHO, J.R.F **Cálculo e detalhamento de estruturas de concreto armado**. 3. Ed. EdUFSCar, 2001.

COSTA, O.V. **Estudo de alternativas de projetos estruturais em concreto armado para uma mesma edificação**. Fortaleza. Dissertação (Mestrado) – UFC, 1997.

ALBUQUERQUE, A.T. **Análise de alternativas estruturais para edifícios em concreto armado**. 1999.100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Lajes pré-fabricadas de concreto. Parte 3: Armadura treliçadas eletrossoldadas para lajes pré-fabricadas - Requisitos, **NBR 14859-3**. ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14862** - Armaduras treliçadas eletrossoldadas – Requisitos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Lajes pré-fabricadas de concreto. Parte 1: Vigotas, minipainéis e painéis - Requisitos, **NBR 14859-1**. ABNT, 2016, 8p.

Matheus Pereira. "**Tipos de lajes de concreto: vantagens e desvantagens**" 30 Out 2019. ArchDaily Brasil. Acessado 30 Jul 2021.

<<https://www.archdaily.com.br/br/889035/tipos-de-lajes-de-concreto-vantagens-e-desvantagens>> ISSN 0719-8906

BASTOS, P. S. **Lajes de concreto armado**. Bauru. (Artigo) Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2021.

VASCONCELLOS, Juliano Caldas de. **Concreto Armado, Arquitetura Moderna, Escola Carioca: levantamentos e notas**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PROPAR), 2004 313p