

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC ITAQUERA II
Técnico em Edificações

Bruna Pereira de Jesus
Davi Edson Santana Monção
Juliana Barbosa Santos
Luana Neves Vieira Lima
Vitória Kimberly Matos

TIPOS DE LAJES RESIDENCIAIS MAIS UTILIZADOS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL

São Paulo

2023

Bruna Pereira de Jesus

Davi Edson Santana Monção

Juliana Barbosa Santos

Luana Neves Vieira Lima

Vitória Kimberlly Matos

**TIPOS DE LAJES RESIDENCIAIS MAIS UTILIZADOS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Edificações da Etec Itaquera II, orientado pelo Profº. Engº Civ Vicente H. C. R Sabaneeff como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Edificações.

São Paulo

2023

RESUMO

A Construção Civil está sempre em busca de tecnologias que proporcionem soluções construtivas mais eficientes, visando o melhor desempenho das edificações, segurança, qualidade e menor custo. Neste contexto os diversos tipos de lajes possuem características variáveis, que influenciam o comportamento durante a vida útil das edificações. Em função disso, este trabalho tem como objetivo analisar os tipos de lajes mais comuns utilizados em projetos residenciais na construção civil, e por sua finalidade definir qual tipo de laje mais vantajosa que se enquadre aos diferentes tipos de residência, priorizando a praticidade e velocidade de desenvolvimento através da montagem e execução. Dessa forma, definir critérios que possam auxiliar uma escolha de modelo mais vantajoso impactando de maneira positiva diretamente a questão econômica da obra.

Palavra-chave: Lajes. Montagem. Execução.

ABSTRACT

Civil Construction is always looking for technologies that provide more efficient constructive solutions, aiming at better performance of buildings, safety, quality and lower cost. In this context, the different types of slabs have variable characteristics, which influence the behavior during the useful life of the buildings. As a result, this work aims to analyze the most common types of slabs used in residential projects in civil construction, and for its purpose to define which type of slab is most advantageous that fits the different types of residence, prioritizing practicality and speed of development through assembly and execution. In this way, defining criteria that can help choose the most advantageous model has a direct positive impact on the economic issue of the work.

Keyword: Slabs. Toppings. Structure. Edification.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Laje convencional maciça | 11 |
| Figura 2– Painel treliçado..... | 16 |
| Figura 3 – Painel treliçado maciço - 25 | 17 |
| Figura 4 – Painel treliçado maciço - 40 | 17 |
| Figura 5 – Painel treliçado maciço - 100 | 18 |
| Figura 6 – Concretagem..... | 19 |
| Figura 7 - Cura..... | 19 |
| Figura 8 – Acabamento Interior | 20 |
| Figura 9 - Elementos laje treliçada pré-moldada..... | 21 |
| Figura 10 - Laje treliçada com cerâmica..... | 22 |
| Figura 11 - Tamanhos diferentes de lajota cerâmica..... | 23 |
| Figura 12 - Esquema de vigotas treliçadas | 24 |
| Figura 13 - Lajes pré-moldadas com blocos cerâmicos..... | 25 |
| Figura 14 - Linha de escoras de madeira | 26 |
| Figura 15 - Escoramento laje cerâmica..... | 27 |
| Figura 16– Espaçamento entre escoramentos | 27 |
| Figura 17 - Contra flecha..... | 28 |
| Figura 18 - Montagem laje cerâmica | 29 |
| Figura 19 - Preparação do beiral | 29 |
| Figura 20 - Placas de EPS..... | 33 |
| Figura 21– Lajotas de EPS | 34 |
| Figura 22 - Laje treliçada bidirecional com EPS | 37 |
| Figura 23 - Laje treliçada unidirecional com EPS | 38 |
| Figura 24 – Instalação hidráulica e elétrica em laje EPS..... | 39 |
| Figura 25 - Conduites para instalação elétrica em laje EPS..... | 40 |
| Figura 26 - Concretagem de laje EPS | 41 |
| Figura 27 - Concretagem de laje EPS..... | 41 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------------|--|
| a/C | Água/Cimento |
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| EPS | Expanded Polystyrene |
| FCK | Feature Compression Know “Resistência Característica do Concreto à Compressão” |
| IN LOCO | no Próprio Local |
| NBR | Norma Brasileira |
| SINAPROCIM | Sindicato Nacional da Indústria de Produto de Cimento |
| SLUMP | determina à consistência do concreto a medida do seu abatimento |

SUMÁRIO

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 | LAJES..... | 9 |
| 2.1 | Laje maciça..... | 10 |
| 2.1.1 | Execução | 10 |
| 2.1.2 | Colocação da ferragem..... | 11 |
| 2.1.3 | Armaduras positivas e negativa principais a depender do projeto estrutural | 12 |
| 2.1.4 | Armaduras positivas e negativa secundárias a depender do projeto estrutural | 12 |
| 2.1.5 | Espaçadores..... | 12 |
| 2.1.6 | Lançamento do concreto, adensamento e nivelamento | 13 |
| 2.1.7 | Cura do concreto..... | 13 |
| 2.1.8 | Desforma | 13 |
| 2.2 | Laje com Painel Treliçado Maciço | 15 |
| 2.2.1 | Execução | 16 |
| 2.2.2 | Preparação da base | 16 |
| 2.2.3 | Instalação das vigotas treliçadas..... | 16 |
| 2.2.4 | Instalação dos painéis..... | 17 |
| 2.2.5 | Concretagem | 18 |
| 2.2.6 | Cura | 19 |
| 2.2.7 | Acabamento..... | 20 |
| 2.3 | LAJE TRELIÇADA PRÉ-MOLDADA..... | 21 |
| 2.3.1 | Laje Treliçada Pré-Moldada Com Blocos Cerâmicos (Lajotas) | 22 |
| 2.3.2 | Lajotas | 22 |
| 2.3.3 | Vigota Treliçada..... | 23 |
| 2.3.4 | Etapas de Execução prática das lajes pré-moldadas com Blocos Cerâmicos | 25 |
| 2.3.5 | Escoramento com escora de madeira..... | 25 |
| 2.3.6 | Contra Flecha | 27 |
| 2.3.7 | Montagem..... | 28 |
| 2.3.8 | Instalações..... | 30 |
| 2.3.9 | Ferragem (armadura de distribuição) | 30 |
| 2.3.10 | Limpeza e Preparos | 30 |
| 2.3.11 | Concretagem | 31 |
| 2.3.12 | Secagem e Retirada de escoramento | 31 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.4 | LAJES PRÉ-MOLDADAS COM ENCHIMENTO EPS..... | 33 |
| 2.4.1 | Escoramento..... | 35 |
| 2.4.2 | Montagem da laje (EPS)..... | 36 |
| 2.4.3 | Instalação elétrica e hidráulica..... | 39 |
| 2.4.4 | Concretagem | 40 |
| 3 | CONCLUSÃO..... | 42 |
| | REFERÊNCIAS | 43 |

1 INTRODUÇÃO

Visando a qualidade na construção civil, no que se diz respeito às questões de segurança, conforto dos ambientes e durabilidade dos materiais, a busca por novas técnicas construtivas vem se tornando cada vez mais comum e se somando as existentes, fazendo com que as etapas em uma obra tenham suas mais variadas formas de execução. Pode-se tomar como exemplo, a utilização de lajes, podendo ser usada como estrutura, cobertura, ou até mesmo piso caso seja idealizada para essa função.

Lajes são elementos planos, em geral horizontais, com duas dimensões muito maiores que a terceira. Sua principal função é receber as cargas atuantes no andar e transferi-los para as vigas, que transmitem para os pilares, que por sua vez transfere os esforços para a fundação.

Existindo diversos tipos de lajes, essa monografia tem como objetivo elencar os tipos de lajes mais usadas em residências na construção civil, uma vez que dentre as diversas opções os profissionais precisam optar por um determinado tipo, que se adeque às condições do projeto, priorizando a eficiência da laje para as características exigidas e considerando a montagem e execução a fim de diminuir o tempo de duração e os custos no orçamento da obra.

2 LAJES

As lajes também chamadas de placas, são classificadas como objetos de superfície planas e bidimensionais, ou seja, em duas direções (comprimento e largura) como direções principais que possuem as mesmas especificações de tamanho e são significativamente maiores que a terceira dimensão, a espessura. A laje é um elemento estrutural que é planejado durante o Projeto Arquitetônico e dimensionado em um Projeto Estrutural, recebem a maior parte das cargas que afetam o edifício, principalmente de pessoas, veículos, paredes, etc. Geralmente, essas cargas são transferidas para as vigas de apoio nas extremidades da laje, mas no caso de lajes lisas com ou sem capitéis, também podem ser transferidas diretamente para os pilares.

As exigências de um projeto são a resistência a ruptura e a sua espessura considerável, pois mesmo que lajes finas seja bem resistente a ruptura elas causam insegurança devido à contra flecha grande e vibrações excessivas. Como os demais elementos de concreto, as lajes podem ser classificadas como moldadas no próprio local (in loco), pré-moldadas e pré-fabricadas entre outros tipos de lajes utilizadas na construção.

2.1 Laje maciça

Laje de concreto armado, moldada in loco. Refere-se a um tipo de laje com vigas que podem ser apoiadas em diversas direções, a partir de um sistema de formas planas, armadura e lançamento de concreto.

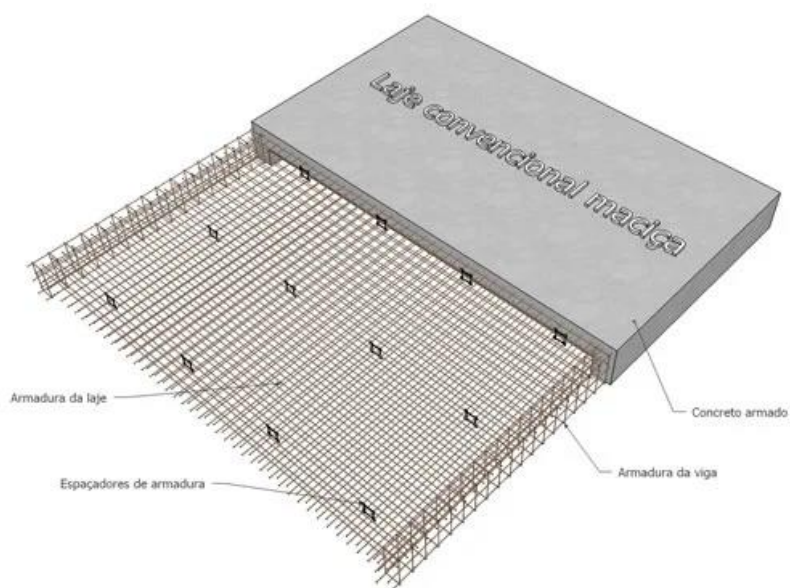
Estas informações são importantes durante a fase de preparação para a concretagem de uma estrutura.

2.1.1 Execução

As formas devem ser bem dimensionadas e posicionadas para garantir que o concreto fique com a forma desejada e não haja deformações ou desníveis. As escoras são utilizadas para dar suporte às formas e evitar que elas se deformem ou se movimentem durante a concretagem. O uso de escoras de madeira é comum, mas é importante garantir que elas estejam em bom estado de conservação e não apresentem falhas ou defeitos que possam comprometer a segurança da obra.

As escoras metálicas são uma opção mais resistente e durável, mas também mais cara. O uso de compensado como assoalho para a laje pode ajudar a garantir um acabamento mais uniforme e evitar que o concreto grude na superfície. É importante lembrar que todas as etapas da obra devem ser realizadas com segurança e seguir as normas técnicas e de segurança do trabalho.

Figura 1 - Laje convencional maciça



Fonte: Catálogo Digital de Detalhamento da Construção. 2012. Disponível em: <https://cddcarqfeevale.wordpress.com/2012/04/03/lajes-macicas-de-concreto-armado/>

2.1.2 Colocação da ferragem

A colocação da ferragem é uma etapa importante na construção de uma laje de concreto armado, pois as armaduras garantem a resistência e a durabilidade da estrutura. A seguir, estará descrito brevemente a colocação das armaduras principais, secundárias e dos espaçadores:

Segundo a NBR6118: 3.2.4.1 Lajes maciças. Nas lajes maciças devem ser respeitados os seguintes limites mínimos para a espessura: a) 5 cm para lajes de cobertura não em balanço; b) 7 cm para lajes de piso ou de cobertura em balanço.

2.1.3 Armaduras positivas e negativa principais a depender do projeto estrutural

São as barras de aço que são colocadas na direção do vão da laje, responsáveis por absorver as cargas principais que atuam na estrutura. Geralmente, são colocadas duas camadas de armaduras principais, uma na parte inferior e outra na parte superior da laje, e as barras são unidas por amarrações com arame recozido. É importante verificar a posição correta das barras de acordo com o projeto estrutural.

2.1.4 Armaduras positivas e negativa secundárias a depender do projeto estrutural

São as barras de aço que são colocadas na direção perpendicular às armaduras principais, com a finalidade de reforçar a laje em pontos onde há maior concentração de cargas. Essas barras são geralmente mais finas e são colocadas em uma única camada.

2.1.5 Espaçadores

São peças plásticas ou metálicas que são colocadas entre as armaduras principais e secundárias, com o objetivo de manter o espaçamento adequado entre elas e garantir o recobrimento mínimo de concreto especificado no projeto estrutural. O recobrimento é importante para proteger as armaduras da corrosão e garantir a durabilidade da estrutura.

Na fase de colocação da ferragem, também é possível adaptar a parte elétrica que estará presente na laje, como a instalação de conduítes, caixas de passagem e pontos de iluminação. É importante tomar cuidado para não danificar as armaduras

durante a instalação elétrica e garantir que as aberturas feitas na laje estejam de acordo com o projeto estrutural e as normas técnicas.

2.1.6 Lançamento do concreto, adensamento e nivelamento

O processo de concretagem, conforme a norma NBR 14931:2004, consiste em preparar as formas de maneira limpa e estanque, lançar o concreto nas formas, nivelar a superfície e deixar o concreto atingir a resistência adequada de acordo com o Feature Compression Know (FCK) “Resistência Característica do Concreto à Compressão” para garantir a qualidade e durabilidade da estrutura.

2.1.7 Cura do concreto

A cura do concreto deve ser fiscalizada até que esteja completamente endurecido. Infelizmente, em muitas obras de construção devido à falta de recursos financeiros ou fiscalização adequada, este passo é frequentemente negligenciado. No entanto, a cura e proteção adequadas do concreto são normalizadas pela Norma Brasileira (NBR) 14931:2004, e são fundamentais para garantir a qualidade e durabilidade da estrutura de concreto.

2.1.8 Desforma

Deve ser realizada quando o concreto atinge sua resistência mecânica, geralmente no 28º dia após a concretagem. A desforma é um processo importante que deve ser realizado com cuidado para evitar danos à estrutura de concreto recém-formada. A NBR 14931:2004 define específicos cuidados a serem tomados durante a

desforma, como evitar choques bruscos na estrutura e remover as formas com cuidado para não danificar a superfície do concreto.

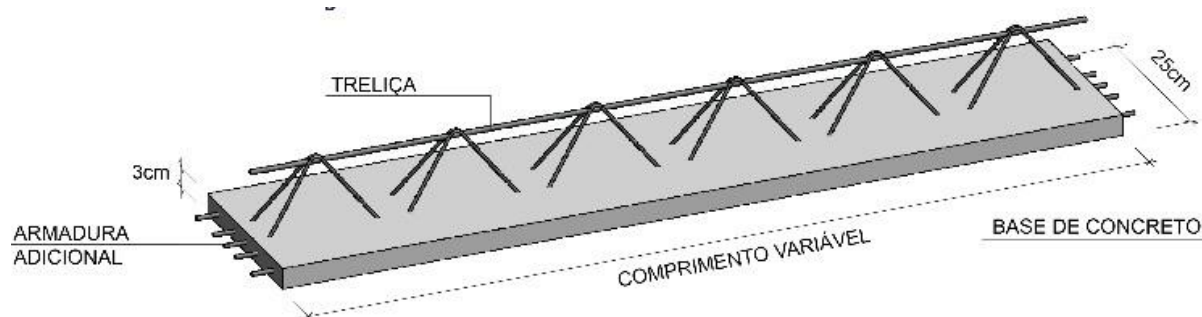
2.2 Laje com Painel Treliçado Maciço

A Laje Treliçada é um método construtivo europeu, surgiu como uma evolução das técnicas de construção e da busca por soluções mais eficientes e econômicas na construção civil. A laje treliçada ganhou conhecimento desde seu desenvolvimento, pois o uso de painéis treliçados começou a se popularizar como uma alternativa às lajes maciças convencionais. Com o avanço da tecnologia na fabricação de vigas de aço e concreto, foi possível produzir essas estruturas em larga escala, tornando-as mais acessíveis e amplamente utilizadas em residências e em demais construções.

As lajes com painel treliçado oferecem vantagens e desvantagens significativas. Algumas de suas vantagens é o menor consumo de concreto e aço em comparação com as lajes maciças, facilidade de montagem, menor peso próprio da estrutura, rapidez na instalação e redução nos custos de construção. E suas desvantagens são, necessidade de escoramento temporário, isolamento térmico e acústico, e sensibilidade à corrosão.

A pré-moldagem em painéis treliçados é uma técnica utilizada na construção civil para produzir lajes pré-fabricadas. Essas lajes são compostas por uma treliça metálica com formato de T, que é preenchida com concreto pois segundo a ABNT NBR 14859-2 (2016) os elementos de enchimento são constituídos de peças inertes maciças ou vazadas, dispostos de forma intercalada entre as vigotas ou painéis, eles reduzem o volume de concreto e conseqüentemente o peso próprio da laje, além de servirem como forma para o concreto e a ABNT NBR 6118 (2014) cita que as placas de concreto são habitualmente conhecidas como lajes, elas constituem de elementos de superfície plana, sujeitos principalmente a ações normais em seu plano. Está capa de concreto de ter 25cm para a formação do painel. Essa treliça é utilizada para fornecer suporte e resistência à laje, distribuindo as cargas aplicadas sobre ela de maneira eficiente.

Figura 2– Painel treliçado



Fonte: Laje Treliçada painel. Lajes Hertel. Disponível em:
<https://www.lajeshertel.com.br>

2.2.1 Execução

A execução da laje pré-moldada de painéis treliçados é um processo relativamente simples que envolve os seguintes passos:

2.2.2 Preparação da base

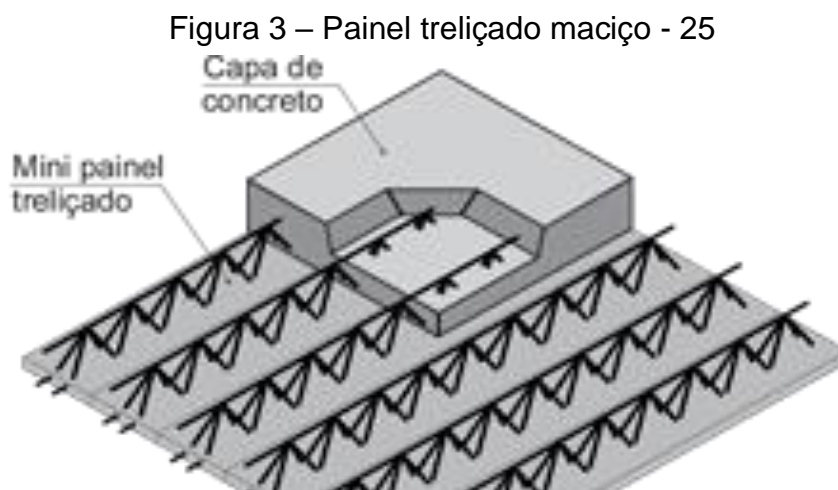
A base da laje deve estar limpa, nivelada e com uma boa aderência para receber a laje pré-fabricada.

2.2.3 Instalação das vigotas treliçadas

As vigotas treliçadas são as peças principais da laje pré-fabricada e são colocadas lado a lado, formando uma grade. Elas são fixadas na base com barras de aço e espaçadores, de forma a garantir a estabilidade e o alinhamento correto.

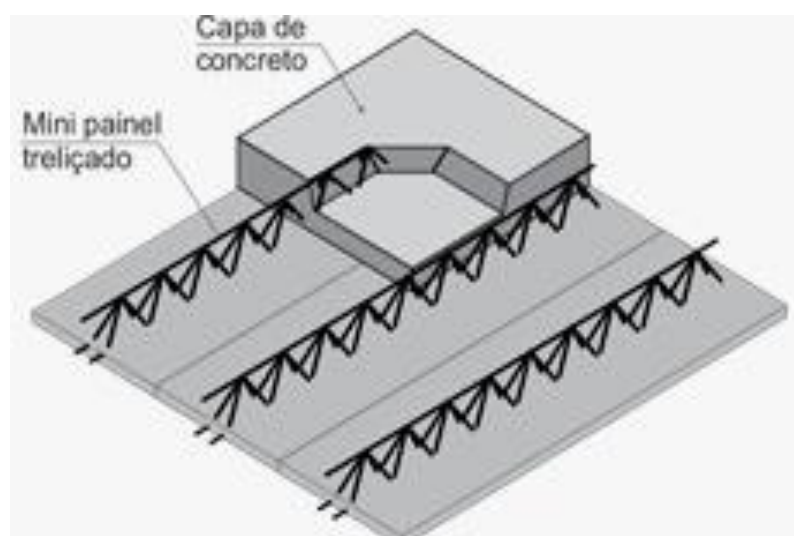
2.2.4 Instalação dos painéis

Os painéis são peças planas que são encaixadas entre as vigotas treliçadas. Eles são fixados nas vigotas com conectores metálicos ou por meio de solda, de forma a garantir uma boa aderência entre as peças.



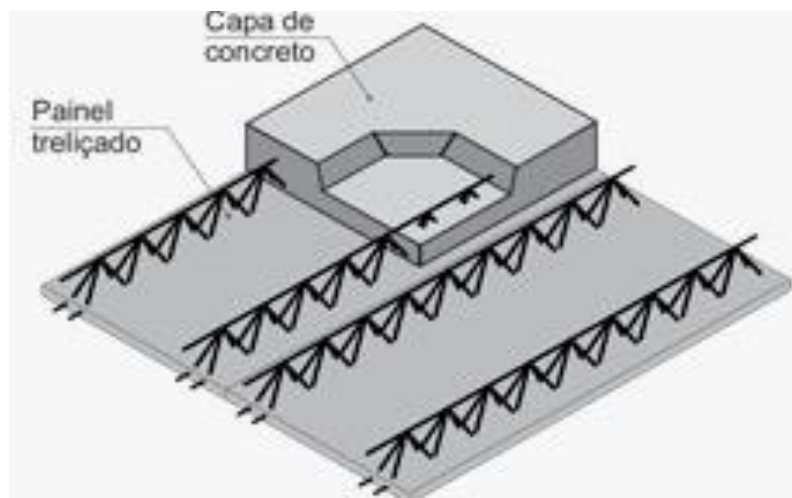
Fonte: Painel Treliçado Maciço. Salema Pré Fabricados. Disponível em:
<https://www.salemaprefabricados.com>

Figura 4 – Painel treliçado maciço - 40



Treliçado maciço. Salema Pré Fabricados. Disponível em:
<https://www.salemaprefabricados.com>

Figura 5 – Painel treliçado maciço - 100



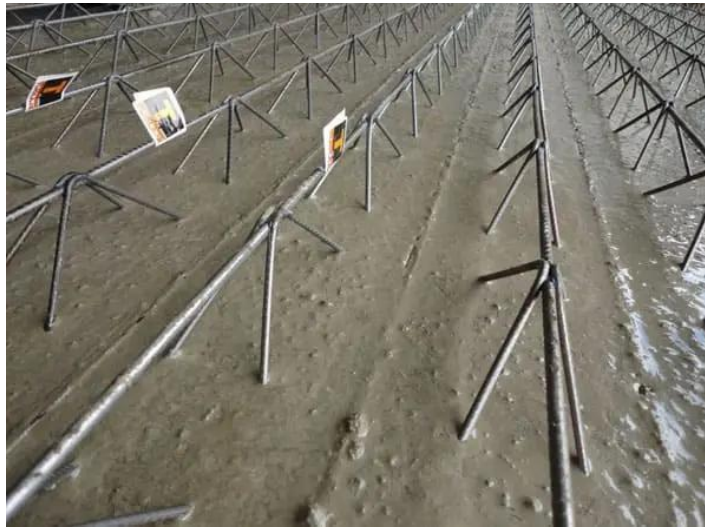
Treliçado maciço. Salema Pré Fabricados. Disponível em:

<https://www.salemaprefabricados.com>

2.2.5 Concretagem

Após a instalação dos painéis, o concreto é lançado sobre os painéis e preenche os espaços entre eles. É importante que o concreto seja lançado de forma uniforme e em quantidade adequada, de modo a garantir a resistência e a durabilidade da laje.

Figura 6 – Concretagem



Cruz, Talita. O que é Treliça? Conheça os 4 Tipos Mais Usados na Construção Civil. Viva Decora, 2023. Disponível em: <https://www.vivadecora.com>

2.2.6 Cura

Após a concretagem, a laje deve ser curada adequadamente, o que envolve a manutenção da umidade e temperatura do concreto de 14 a 28 dias para o período do tempo de cura.

Figura 7 - Cura



O QUE É CURA DE CONCRETO E COMO FAZER UMA CURA EFICIENTE?. Grupo Tecnosil, 2022. Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br>

2.2.7 Acabamento

Está laje não necessita de acabamento pois os painéis já estão prontos para a aplicação de impermeabilizantes, revestimentos, pinturas e outros materiais, porém pode variar de acordo com as especificações do projeto.

Figura 8 – Acabamento Interior



Laje Painel. Lajes Patagônia. Lajes Patagônia Indústria e Comércio, 2023.

Disponível em: <https://www.lajespatagonia.com>

É importante mencionar que a evolução e o desenvolvimento contínuo das técnicas construtivas resultaram em diferentes tipos de lajes treliçadas, como as lajes treliçadas com enchimento cerâmico, lajes treliçadas com blocos de EPS (poliestireno expandido) e outras variações que visam atender às necessidades específicas de cada projeto.

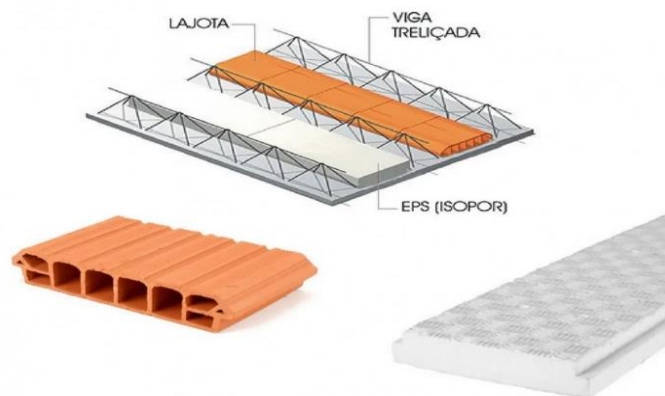
2.3 LAJE TRELIÇADA PRÉ-MOLDADA

As Lajes Trelaçadas podem ser utilizadas em diversos tipos de obras, porém os mais comuns e representativos são obras residenciais de pequeno porte. Uma laje pré-moldada é formada por vigotas, peças de enchimento podendo ser Expanded Polystyrene (EPS) ou cerâmica, armadura e concreto que fará a união de todas essas partes formando um sólido. A utilização das lajes pré-moldadas traz grandes vantagens, como a redução da quantidade de fôrmas. Há uma redução do volume de concreto e armadura, se comparado às lajes maciças. Diante destes fatores, encontrasse uma maior economia de materiais e tempo de execução

A elaboração do projeto estrutural de lajes trelaçadas deve primeiramente atender aos critérios da ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto.

“A trelaçada consegue competir técnica e economicamente com todos os tipos de lajes onde os vãos têm, no máximo, 12 m”.

Figura 9 - Elementos laje trelaçada pré-moldada



Fonte: Laje Trelaçada. Cerâmica Mônaco. Disponível em:
<https://ceramicamonaco.com.br/blog/laje-trelaçada/>

2.3.1 Laje Treliçada Pré-Moldada Com Blocos Cerâmicos (Lajotas)

As Lajes Treliças com blocos cerâmicos é um modelo de laje pré-fabricada constituída por armadura de ferro em forma de treliça (daí o seu nome) é preenchida com cerâmica nos vãos entre as vigotas. As lajotas cerâmicas atuam como guias, medindo a distância entre as vigas da laje e conseguem estruturá-las antes de preenchê-las com concreto, as vigotas servem como suportes para as treliças metálicas, garantindo a forma e resistência das lajes treliçadas e assim possibilitam a distribuição de paredes sobre a laje, reduzem e eliminam as vigas do sistema estrutural, oferecendo maior facilidade para embutir tubulações e eliminando forros falsos. Sua leveza reduz as reações nos apoios e aumenta a eficiência da laje, proporcionam a utilização diretamente em estrutura de concreto armado e estruturas metálicas.

Figura 10 - Laje treliçada com cerâmica

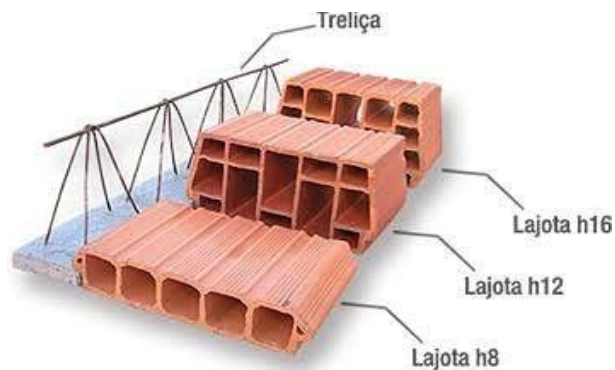


Fonte: CARLUC. 2022. <https://carluc.com.br/elementos-construtivos/laje-trelicada/>

2.3.2 Lajotas

As lajotas cerâmicas, também conhecidas como lajes de tijolo ou lajota, são guias para medir a distância entre vigotas e estruturam as lajes antes de preenchê-las com concreto. As vigotas servem de suporte para as treliças metálicas, garantindo a forma e resistência.

Figura 11 - Tamanhos diferentes de lajota cerâmica



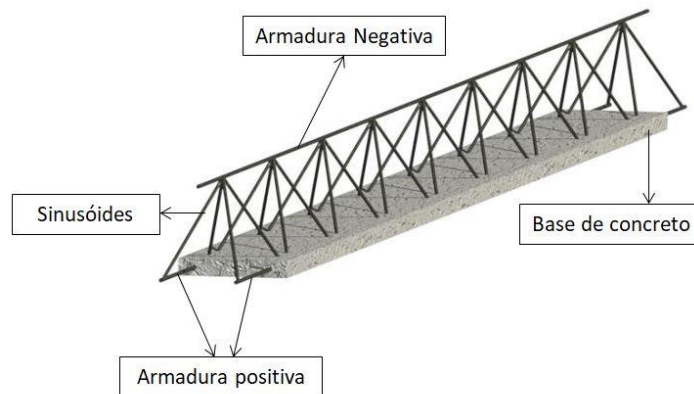
Fonte: Construindo para Morar. Disponível em:
<https://construindoparamorar.com.br/laje-pre-moldada/>

2.3.3 Vigota Treliçada

As lajes pré-moldadas treliçadas consistem em vigotas de concreto que suportam os demais componentes da laje. O preenchimento desse tipo de painel pode ser feito com EPS, concreto ou telhas cerâmicas especiais. Por outro lado, o que diferencia esse tipo de painel em termos de resistência é a estrutura que compõe as vigas.

O preenchimento com telhas cerâmicas ou concreto apenas fixa o concreto e não afeta sua resistência. A altura da treliça é o fator mais importante. Como essa altura dá mais resistência à laje, ela pode suportar mais peso e vencer mais vãos.

Figura 12 - Esquema de vigotas treliçadas



Fonte: Laje Treliçada. Nelson Schneider. 2020. Disponível em:

<https://nelsoschneider.com.br/laje-trelicada/>

As dimensões das vigas são geralmente formadas em forma de chapa em uma fábrica de pré-moldados, e a espessura da camada de concreto é de cerca de 3 a 4 cm. A largura (base) pode variar de 12 a 14 cm e o comprimento (L) é determinado de acordo com a necessidade de cada projeto. A altura (H), a distância entre a base inferior e a base superior, varia entre 8 e 30 cm.

Em geral, o modelo de 8 cm é o mais utilizado. Isso ocorre porque eles são baratos e podem suportar vãos relativamente grandes para a maioria dos padrões domésticos. A desvantagem é que vãos maiores requerem reforço de vergalhões e altura de concreto, o que pode ser antieconômico.

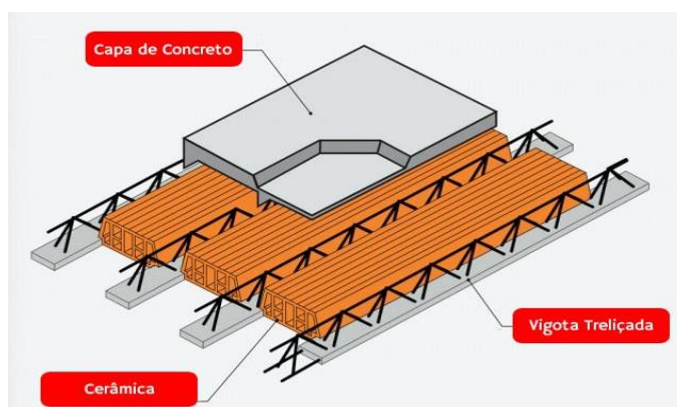
A maioria dos fornecedores de lajes pré-fabricadas possui técnicos que podem dar uma ideia da melhor opção para o seu caso específico.

As vigotas podem ser encontradas em diversos comprimentos, no entanto elas devem ser entregues na obra conforme o projeto da casa.

2.3.4 Etapas de Execução prática das lajes pré-moldadas com Blocos Cerâmicos

Lajes pré-moldadas são aquelas compostas por elementos pré-moldados como vigotas, seguido de lajotas cerâmicas para fechamento com uma capa de concreto.

Figura 13 - Lajes pré-moldadas com blocos cerâmicos



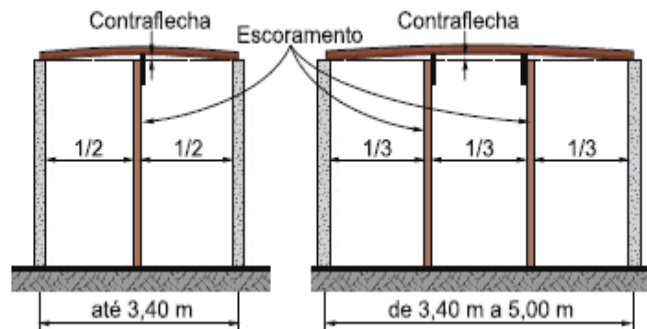
Fonte: Ideal Consultoria Jr. 2021. Disponível em: <https://www.idealjr.com/post/lajes-pre-moldadas-tudo-que-voce-precisa-saber>

2.3.5 Escoramento com escora de madeira

Partindo desse princípio irá distribuir as linhas de escoramento no sentido oposto da treliça, uma parte muito importante pois será o escoramento que será usado para apoiar a estrutura de concreto até que este adquira resistência própria suficiente de projeto.

O escoramento deve ser feito antes da colocação das vigas colocá-las em um subsolo, de preferência no contra piso que ficará apoiada as escoras de madeira ou metálica, nunca deixando um vão superior a 1,30 m sem as linhas de escoras.

Figura 14 - Linha de escoras de madeira

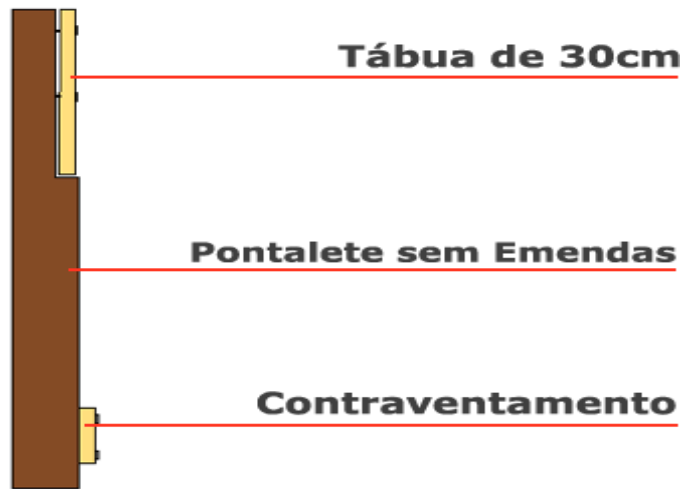


Fonte: Fundamentos da Construção. Disponível em:

<http://fundamentosdaconstrucao.blogspot.com/2015/04/cimbramento-flecha-e-contra-flecha.html>

- Nivelar as travessas (tábuas de 20 cm posicionadas em espelho), recorrendo a pequenas cunhas de madeira sob os pontaletes para garantir que a peça não vai ceder quando receber as cargas da montagem das lajes e do concreto.
- Fixar as tábuas de apoio das vigotas, são usadas na base do escoramento, o seu tamanho dependerá do projeto, desde que distribua de maneira eficiente a carga que irá vim dos pontaletes.
- Posicionar os pontaletes, a distância máxima entre eles deve ser de 1,30 m no eixo, caso o pé direito supere os 3 m, essa distância será no máximo de 1 m para ter segurança.
- Após posicionar os pontaletes, irá colocar a tábua espelho, essa tábua é recomendada que o tamanho da largura seja de 20 a 30 cm, é posicionada em sentido oposto da treliça e devem ser travadas.
- Caso o pé direito supere de 3 m de altura é obrigatório o uso do contraventamento para evitar a flambagem da escora, as tábuas devem ser apoiadas em sarrafos para que não cedam com o peso do concreto.
- O escoramento deve ser apoiado em ambos os lados para evitar deslocamento lateral em estruturas.

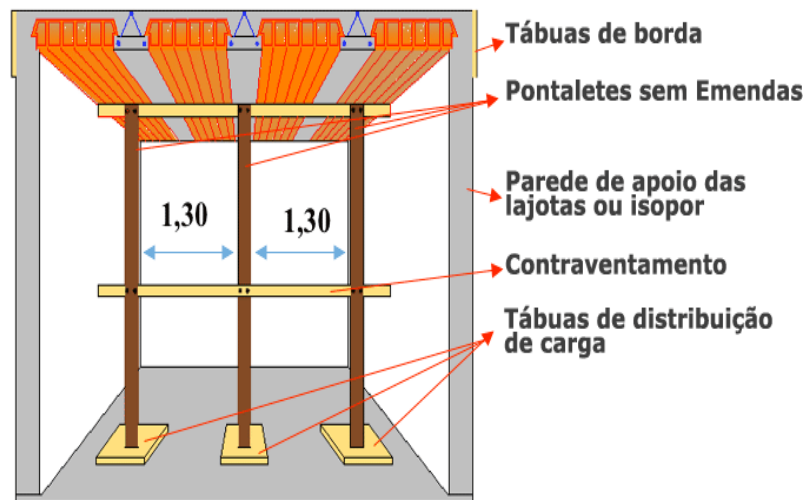
Figura 15 - Escoramento laje cerâmica



Fonte: Manual Técnico. Lajes Martins. Disponível em:

<http://www.lajesmartins.com.br/manual-tecnico/>

Figura 16– Espaçamento entre escoramentos



Fonte: Manual Técnico. Lajes Martins. Disponível em:

<http://www.lajesmartins.com.br/manual-tecnico/>

2.3.6 Contra Flecha

Quando necessário, não podemos esquecer das contra flechas (uma pequena curvatura de compensação no sentido contrário ao peso da laje). A contra flecha nada

mais é do que uma elevação na linha central, serve como um auxílio para compensar as consequências indesejáveis da deformação da laje treliçada. Adotar escoras de maior comprimento ou calços mais altos nos apoios intermediários, obedecendo as cotas estabelecidas.

Figura 17 - Contra flecha

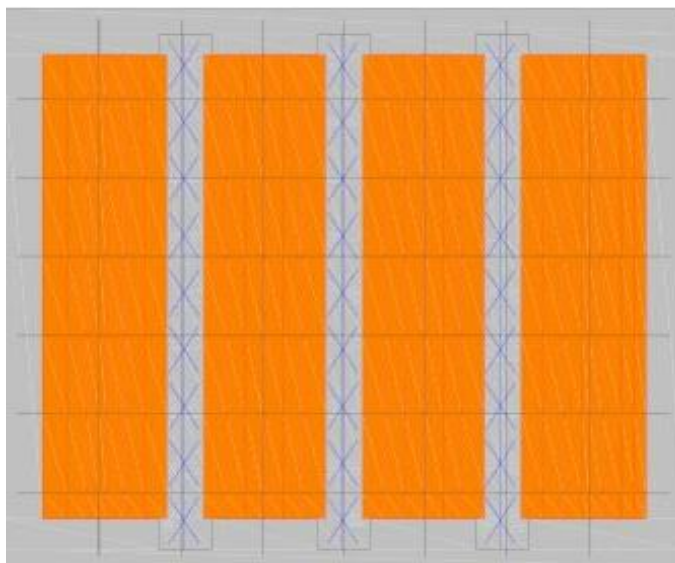


Fonte: Lajes Agapeama. Disponível em:
<https://lajesagapeama.com.br/servicos/>

2.3.7 Montagem

- a) Colocação das vigotas treliçadas: Após a execução do escoramento, apoie as vigotas, atentando para o espaçamento e paralelismo entre as elas. Use as próprias lajotas para determinar o espaçamento entre as vigotas.
- b) As vigotas treliçadas devem manter apoio nas paredes ou vigas de extremidade com pelo menos 6 cm, conforme especificado pelo projeto ou engenheiro responsável.

Figura 18 - Montagem laje cerâmica



Fonte: Manual Técnico. Lajes Martins. Disponível em:
<http://www.lajesmartins.com.br/manual-tecnico/>

- c) Verifique o alinhamento e esquadro das vigotas, apoiando as lajotas entre vigotas garantindo a justaposição, para evitar vazamentos durante a concretagem;
- d) Durante as operações de montagem, os trabalhadores devem caminhar sobre as tábuas apoiadas na armadura superior das treliças de aço, nunca pisando diretamente nas lajotas.

Figura 19 - Preparação do beiral



Fonte: Laje treliçada. PP Painéis. Disponível em: <https://www.lajes.com.br/laje-trelica-h8/>

2.3.8 Instalações

Instalação de tubulações elétricas, caixas de passagens. Na maioria das vezes a tubulação de elétrica a ser usada são os eletrodutos rígidos; deixar a previsão da parte hidro sanitária.

Quando há um encontro entre lajota e parede, a mesma pode ficar diretamente sobre a parede e a outra parte sobre a vigota.

2.3.9 Ferragem (armadura de distribuição)

1. Posicionar as armaduras de distribuição em toda a laje, no sentido transversal às vigotas;
2. A ferragem e a sua distância devem ser determinadas seguindo expressamente o projeto estrutural.
3. A armadura negativa deve ser amarrada a armadura de distribuição.

2.3.10 Limpeza e Preparos

1. Limpeza da área que será concretada, sempre evitando areia, pó, óleo ou outras substâncias que possam isolar o concreto, prejudicando a transferência de esforços.
2. Umedecimento da área a ser concretada, pouco antes do lançamento do concreto. Não poderá ser muito molhado para não interferir no fator Água/Cimento (a/c) do concreto.

2.3.11 Concretagem

- a) Antes de lançar o concreto, a lajotas cerâmica deve ser umedecida o suficiente para que a lajotas cerâmica não absorva água durante a mistura do concreto;
- b) O adensamento do concreto vazado a ser lançado pode ser feita com um motor ou um vibrador elétrico para que o concreto penetre na junta laje-viga. Tenha cuidado para não vibrar muito para evitar que os agregados de concreto se separem;
- c) Despeje o concreto uniformemente sobre toda a estrutura;
- d) Fazer um medidor (cano ou cabo de vassoura) para monitorar e verificar a espessura mínima do concreto. O cobrimento mínimo do concreto é de 4 cm, mas recomenda-se 5 cm predefinidos na NBR 6118;
- e) O trabalho de acabamento é feito por especialistas que fazem concreto. É normal que o concreto não fique 100% uniforme. No caso da laje do segundo pavimento, o nivelamento é feito através do contrapiso. Os tetos não precisam ser nivelados.
- f) A cura após a lançamento do concreto é concluída molhando suficientemente a superfície do concreto por 3 dias. Alguns fabricantes usam areia grossa ou lonas para reduzir a perda de umidade durante o processo e evitar rachaduras.

2.3.12 Secagem e Retirada de escoramento

Enquanto a superfície não atingir endurecimento satisfatório, executar a cura do concreto com água potável;

Promover a retirada dos escoramentos somente quando o concreto atingir resistência suficiente para suportar as cargas conforme NBR 14931:2004, que deve ser feita de forma progressiva, e sempre no sentido do centro para os apoios. A retirada do escoramento deve ocorrer aproximadamente após 14 dias a 28 dias do lançamento do concreto.

Em casas de mais de um pavimento, o escoramento do piso inferior não deve ser retirado antes do término da laje imediatamente superior.

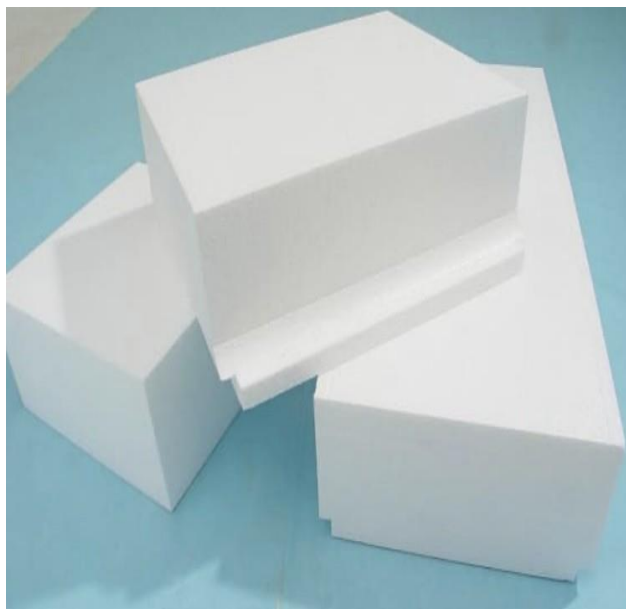
2.4 LAJES PRÉ-MOLDADAS COM ENCHIMENTO EPS

O poliestireno expandido utilizado na construção civil é fabricado de maneira diferente daquele utilizado em embalagens. Ele passa por um processo de fabricação que envolve a adição de agentes expansões que fazem com que o material expanda e forme células fechadas, tornando-o mais resistente e durável.

Além disso, o EPS utilizado em lajes possui uma espessura maior do que aquele utilizado em embalagens, o que garante maior resistência e estabilidade à estrutura. O EPS utilizado em construção civil também é tratado para resistir à umidade e a agentes químicos, o que garante sua durabilidade e longevidade.

O uso do EPS em lajes oferece diversas vantagens em relação às lajes tradicionais de concreto ou cerâmica, como a redução do peso e, conseqüentemente, a diminuição da carga exercida sobre a estrutura e fundações, além do conforto térmico proporcionado pelo material isolante. Isso faz com que essa opção seja mais procurada na construção civil.

Figura 20 - Placas de EPS



Fonte: GRENCO. Disponível em: <https://usegreenco.com.br/blogs/pense-mais-verde/isopor-produto-util-mas-ainda-perigoso-para-todos>

Figura 21– Lajotas de EPS



Fonte: AECWEB. Grupo Isorecort. Disponível em:

<https://www.aecweb.com.br/especiais/grupoisorecort/materia/laje-de-eps-e-indicada-para-diferentes-tipos-de-construcoes/18944>

As Lajotas de EPS são um elemento inerte utilizado em lajes nervuradas, atuando como uma alternativa mais econômica e eficiente em relação às peças cerâmicas ou agregados de concreto leve. O uso do EPS resulta em uma economia de materiais, como concreto, madeira e aço, além de reduzir o peso total da laje, diminuindo a carga exercida sobre as estruturas e fundações.

Uma das vantagens das lajotas de EPS é que elas não quebram durante o transporte e montagem, facilitando a sua utilização em obras. Além disso, possíveis adaptações das peças podem ser realizadas por meio de cortes com o serrote. Outra característica importante é a reutilização das lajotas, tornando-se um material ecologicamente correto, pois os resíduos de cortes podem ser encaminhados para usinas que os transformam em novos itens.

As lajotas de EPS podem ser utilizadas em qualquer tipo de construção, seja ela residencial, comercial ou industrial. Elas são empregadas em imóveis mais baixos por facilitar o içamento e a montagem, sendo muito utilizadas na construção de lajes em residências, lojas e pequenos galpões, dispensando o uso de fôrmas de madeira. Com as lajotas de poliestireno expandido, é possível projetar tanto estruturas

unidirecionais quanto bidirecionais. Elas também colaboram para a segurança do trabalhador, já que, ao cair de grandes alturas, o EPS não cria estilhaços. Por seu peso reduzido, possibilitam maior eficiência tanto no transporte quanto na execução da obra.

O perfil da obra é o ponto principal para escolher se será utilizada a laje de EPS. É importante consultar um projeto para avaliar qual a melhor opção de laje para a construção em questão, levando em consideração as condições do terreno, a estrutura da construção e outros fatores relevantes.

2.4.1 Escoramento

O escoramento de madeira é uma técnica comum na construção civil para fornecer suporte temporário a estruturas durante a construção. É feito utilizando peças de madeira posicionadas estrategicamente para suportar elementos como lajes e vigas. A madeira deve ser de boa qualidade e dimensionada corretamente. É importante fixar as peças adequadamente e realizar inspeções regulares. O escoramento de madeira deve seguir as normas de segurança e recomendações do projeto estrutural.

No escoramento, tanto as pontaletes quanto as linhas de escoras devem manter distâncias iguais, determinadas por cálculos específicos para cada projeto. Normalmente, as linhas de escoras são posicionadas a uma distância de 1,30 metro de eixo. No entanto, em casos de lajes altas, é recomendado que a distância seja reduzida para até 1,00 metro.

É essencial dar atenção especial à base do escoramento, que deve ser sólida para garantir a segurança durante todos os procedimentos de construção. Uma base sólida é fundamental para suportar as cargas e evitar o deslocamento ou colapso das estruturas temporárias. Portanto, é importante dedicar cuidado e atenção aos detalhes da base para manter a estabilidade e a segurança do escoramento.

A contra flecha é uma técnica utilizada no escoramento para criar uma elevação na linha de escora central. Ela desempenha um papel importante na nivelção da laje e na prevenção e compensação de deformações durante a construção.

Ao aplicar a contra flecha, a linha de escoras central é ligeiramente elevada em relação às extremidades, criando uma curvatura na estrutura temporária. Isso é feito levando em consideração o efeito da carga e da retração do concreto na laje, que tendem a causar deformações e curvaturas indesejadas.

Com a contra flecha, é possível compensar essas deformações previstas, garantindo que, após o processo de cura e remoção do escoramento, a laje fique nivelada e dentro dos padrões desejados.

Portanto, é altamente recomendado utilizar a técnica da contra flecha durante o escoramento, pois ela permite nivelar a laje e contribui para a prevenção e compensação de deformações, proporcionando um resultado final mais adequado e seguro.

2.4.2 Montagem da laje (EPS)

Para montar uma laje de isopor é necessário seguir alguns passos importantes para garantir a segurança e o bom desempenho do conjunto. Primeiramente, é preciso transportar as lajotas em caminhões baús para evitar danos durante o trajeto. Ao chegar no canteiro de obras, é importante seguir as orientações do fabricante, que entregará uma planta de montagem com detalhes sobre a altura ideal dos blocos, escoramento, espaçamento entre as escoras e tempo de permanência da laje escorada.

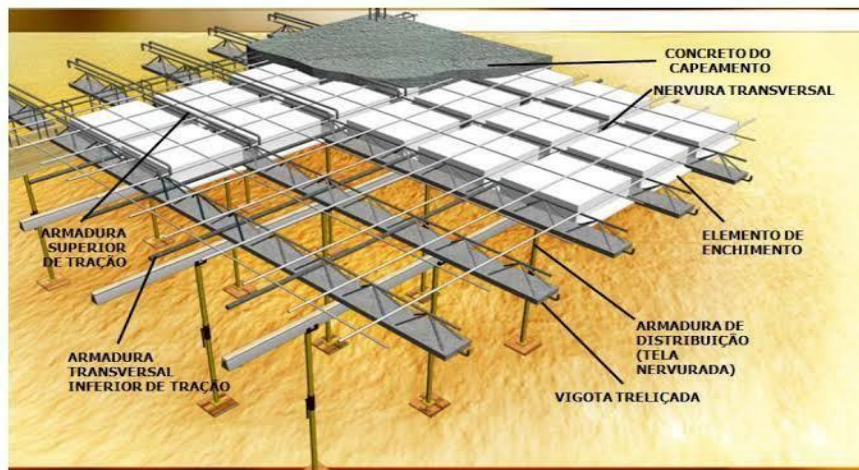
A montagem das lajotas de EPS deve ser feita seguindo rigorosamente as especificações do fabricante. As lajotas são encaixadas nas vigotas de concreto que servirão de apoio para a disposição das placas EPS. É importante ressaltar que, assim como qualquer laje de concreto armado, a laje de isopor precisa de uma malha de ferro e vergalhões previamente montados para garantir a segurança da estrutura.

Para garantir a estabilidade e segurança da laje, é necessário fazer um

escoramento adequado. O espaçamento entre as escoras deve seguir as orientações do fabricante e levar em consideração o peso das lajotas e o tempo de permanência da laje escorada. Uma montagem bem-feita é essencial para evitar acidentes com operários e deformações do sistema.

Além disso, a laje de isopor oferece vantagens como economia de tempo e materiais, redução de peso na estrutura, facilidade de manuseio e transporte, além de contribuir para o conforto térmico do ambiente interno. No entanto, é importante ressaltar que a escolha sobre usar ou não laje de isopor deve ser feita levando em consideração o perfil da obra e as especificações técnicas necessárias para garantir a segurança e a qualidade da estrutura.

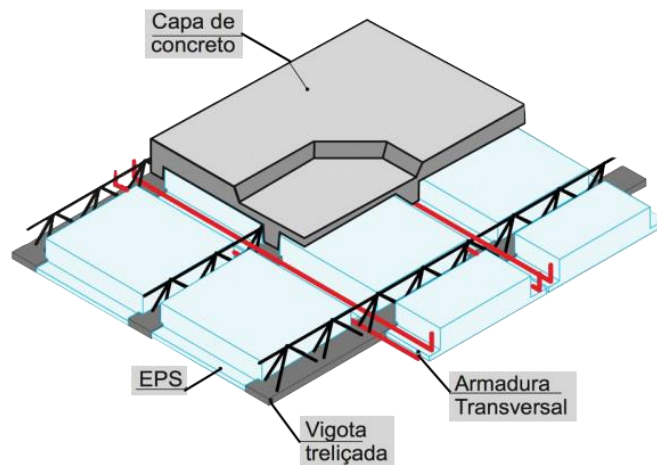
Figura 22 - Laje treliçada bidirecional com EPS



Fonte: Lajes – Tipos de Lajes. PUC – Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Goiás. 2017. Disponível em: <https://shre.ink/lr4x>

Figura 23 - Laje treliçada unidirecional com EPS



Fonte: Ideal Consultoria Jr. 2021. Disponível em: <https://www.idealjr.com/post/lajes-pre-moldadas-tudo-que-voce-precisa-saber>

Além disso, é importante garantir que as escoras e os espaçadores estejam bem alinhados e nivelados, para evitar deformações na laje. Durante a concretagem, é recomendável utilizar vibradores de imersão para garantir uma boa compactação do concreto e evitar vazios ou bolhas de ar na estrutura. Após a concretagem, a laje deve permanecer escorada pelo tempo indicado pelo fabricante, de acordo com a espessura das lajotas e a temperatura ambiente.

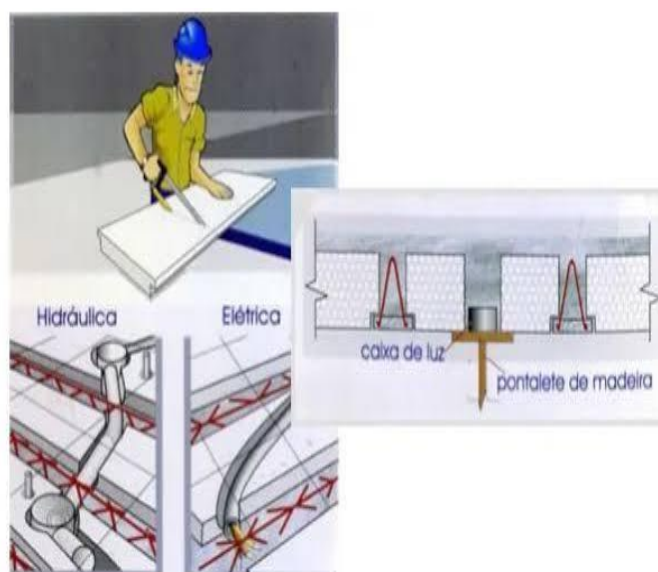
Após a retirada das escoras, é importante evitar cargas pontuais na laje durante os primeiros dias, até que o concreto atinja a resistência adequada. Caso seja necessário fazer adaptações nas lajotas, como cortes para encaixe em cantos ou na presença de tubulações, é recomendável utilizar um serrote de dentes finos e limpos, para evitar que o EPS se desfaça ou se quebre. Os resíduos de corte podem ser recolhidos e encaminhados para usinas especializadas em reciclagem de EPS contribuindo para a sustentabilidade da obra.

2.4.3 Instalação elétrica e hidráulica

No que diz respeito à instalação elétrica, é necessário passar os eletrodutos sob as ferragens e pelas caixas de energia que vêm no isopor para evitar problemas nos tubos durante a concretagem e alcançar a caixa de distribuição.

Para a parte hidráulica, é fundamental planejar cuidadosamente os cômodos com saída de água e posicionar os canos nos espaços apropriados na laje, levando em conta os pontos de ralo, pia, vaso sanitário, chuveiro e outros dispositivos. É importante lembrar que é difícil fazer mudanças nessas instalações após a concretagem.

Figura 24 – Instalação hidráulica e elétrica em laje EPS



Fonte: AECweb. Disponível em:

<https://www.aecweb.com.br/especiais/grupoisorecort/materia/aprenda-o-passo-a-passo-da-montagem-de-laje-com-lajotas-em-eps/22516>

Figura 25 - Conduites para instalação elétrica em laje EPS



Fonte: Laje de Isopor. Viva Decora. 2020. Disponível em:
<https://www.vivadecora.com.br/pro/laje-de-isopor/>

2.4.4 Concretagem

A técnica de concretagem utilizada em lajes com lajotas em EPS é similar à aplicada em lajes convencionais, porém, é importante ter alguns cuidados específicos. A resistência do concreto (FCK) e a sua fluidez (slump) devem ser definidas pelo engenheiro calculista da obra ou pelo fabricante de laje (caso não haja um projeto estrutural específico), visando assegurar uma concretagem adequada e uma performance eficaz do conjunto; A utilização de armadura de distribuição na capa (como tela metálica ou similar) sobre as lajotas em EPS é fundamental em todas as lajes de concreto; O lançamento do concreto deve ser feito a uma altura máxima de 15 cm para evitar danificar o EPS; Deve-se evitar acumular concreto em uma área pequena, especialmente em lajotas com espessura inferior a 12mm, distribuindo-o uniformemente e em pequenas quantidades; Após a cura (secagem) do concreto, é necessário remover as vigas de escoramento utilizadas na laje de isopor. Em geral, o tempo de secagem do concreto leva cerca de 14 a 28 dias.

Figura 26 - Concretagem de laje EPS



Fonte: Fort Mix Concreto e Lajes. Disponível em:
<https://www.fortmixconcreto.com.br/index.php?link=concreto>

Fonte: Laje de Isopor. Viva Decora. 2020. Disponível em:
Figura 27 - Concretagem de laje EPS



<https://www.vivadecora.com.br/pro/laje-de-isopor/>

3 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram apresentados tipos de lajes, explanados os tipos de lajes mais usados na construção civil, dando assim a possibilidade de escolha mais eficaz para os profissionais da indústria da construção civil, fazendo com que decidam entre o melhor tipo, buscando otimizar o custo final do projeto e o tempo e priorizando a qualidade.

Neste estudo de caso visamos apresentar aos profissionais da indústria da construção que possam vir a escolher o melhor tipo de laje, sempre se baseando na finalidade e no projeto de estruturas, levar em consideração seu uso final é crucial para que possam vir a escolher qual laje será empregada, existindo uma diversidade de escolhas é impossível um modelo padrão, assim é de suma importância entender suas opções para uma escolha assertiva, buscando um melhor desempenho, segurança, qualidade e sempre se lembrando das vantagens e desvantagens de cada opção.

Considerando que nenhum conhecimento é finito recomenda-se um maior aprofundamento e pesquisa na área da construção civil, com vista em identificar novas opções e técnicas mais modernas, fazendo com que o processo de construção venha a ser o mais eficiente possível.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT, NBR 6118. Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. 2014. p.74. 13.2.4.1. Acesso em: 21. Março. 2023. (https://www.galaxcms.com.br/up_arquivos/1149/NBR61182014-20190807180913.pdf)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931: Execução de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2004.

Cimbramento, flecha e contra flecha. Fundamentos da Construção. 2015. Disponível em: <http://fundamentosdaconstrucao.blogspot.com/2015/04/cimbramento-flecha-e-contra-flecha.html> Acesso em: 12. Abril. 2023.

CRUZ, Talita. O que é Treliça? Conheça os 4 Tipos Mais Usados na Construção Civil. Viva decora. 2023. Disponível em: <https://www.vivadecora.com>.

DIENE, Elisandra. Lajes pré-moldadas: tudo que você precisa saber. Ideal Consultoria Jr. 2021. Disponível em: <https://www.idealjr.com/post/lajes-pre-moldadas-tudo-que-voce-precisa-saber> Acesso em: 03. Maio. 2023.

EREIRA, Matheus. Tipos de lajes de concreto: vantagens e desvantagens. Archdaily. 2022. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/889035/tipos-de-lajes-de-concreto-vantagens-e-desvantagensv>. Acesso em: 29.Abril.2023

Escoramento de laje: Tudo que você precisa saber durante a obra. Loxam Degraus. 2018. Disponível em: <https://degraus.com.br/escoramento-de-laje/> Acesso em: 02. Abril. 2023.

RODRIGUES, Denilson. Aprenda o passo a passo da montagem de laje com lajota em EPS. AECWEB. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/especiais/grupoisorecort/materia/aprenda-o-passo-a-passo-da-montagem-de-laje-com-lajotas-em-eps/22516> Acesso em: 23. Maio. 2023.

BARBOSA, Enio. Laje de EPS é indicada para diferentes tipos de construções.

AECWEB. Disponível em:
<https://www.aecweb.com.br/especiais/grupoisorecort/materia/laje-de-eps-e-indicada-para-diferentes-tipos-de-construcoes/18944A> Acesso em: 23. Maio. 2023.

CRUZ, Talita. Laje de isopor: confira como funciona e as vantagens para seu projeto. Viva Decora Pro. 2020. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/laje-de-isopor/amp/> Acesso em: 12. Abril. 2023.

FORNI, Daniel. Custos de lajes formadas por vigotas treliçadas UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Faculdade de engenharia civil. Programa de pós-graduação em engenharia civil. Uberlândia. 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14106/1/CustosLajesFormadas.pdf> Acesso em: 09. Março. 2023.

INSON, Nathalia. Laje pré-moldada: o que é, tipos, preço e vantagens. Viva Decora Blog. 2020. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/revista/laje-pre-moldada/> Acesso em: 30. Abril. 2023.

Lajes Hertel. Disponível em: <https://www.lajeshertel.com.br> Acesso em: 26. Maio. 2023.

LAJE PAINEL TRELIÇADO MACIÇO. Mix Lajes. disponível em: <https://mixlajes.com.br>

Laje treliçada: benefícios, projeto e execução. Cerâmica Mônaco. Disponível em: <https://ceramicamonaco.com.br/blog/laje-trelicada/> Acesso em: 20. Março. 2023.

LEONHARDT, F.; MÖNNIG, E. Construções de concreto. Interciência. v.1-4. Rio de Janeiro, 1997.

Manual Técnico de laje Treliçadas. Disponível em: <http://www.lajesvенеza.com.br>

Manual técnico. Lajes Martins. Disponível em: <http://www.lajesmartins.com.br/manual-tecnico/> Acesso em: 11. Abril. 2023.

O que é e quando usar Laje Treliçada? 2023. Disponível em: <https://grupolajes.com.br> Acesso em: 15. Maio. 2023.

O que é e quando usar laje treliçada? Grupo lajes. 2021. Disponível em: <https://grupolajes.com.br>

Painel treliçado agiliza processo de montagem e diminui em 30% o uso de concreto. AEC web, 1999 - 2023. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br>

Painel treliçado maciço. Lajes Veneza, 2017. Disponível em: <http://www.lajesvенеza.com.br>

SILVA, A. R. Análise comparativa de custos de sistemas estruturais para pavimentos de concreto armado. Dissertação de mestrado em Engenharia de Estruturas. Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2002.

SILVA, L. P. Estudo comparativo entre lajes nervuradas e maciças em função dos vãos entre apoios. Trabalho de Diplomação. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

SILVA, Paulo. Laje pré-moldada: guia completo. Construindo para morar. Disponível em: <https://construindoparamorar.com.br/laje-pre-moldada/> Acesso em: 17. Março. 2023.