



**REVISTA METODISTA FACO ISSN 2764-8567**

**O processo construtivo de uma laje treliçada preenchida com EPS, e suas vantagens de desvantagens.**

Clarice A.Pavan Stefanello <sup>1</sup>

Valdivan Leonardo dos Santos<sup>2</sup>

**RESUMO**

A laje pré-moldada em treliças e com o preenchimento de EPS, tem suas grandes vantagens e com uma melhor trabalhabilidade na sua obra, deixando sua obra mais rápida reduzindo a quantidade de mão de obra no local, e o seu material de preenchimento reduz o seu próprio peso. O estudo se constituiu também de revisão de literatura considerando as contribuições de autores como CHAVES, Roberto (2012) e CUNHA, M. O (2012), e junto com análise de literatura publicada em artigos, livros, tcc, monografias e normas da ABNT as NBRs, (NBR 14859 – 1: *Laje pré-fabricada – requisitos – Parte e Lajes unidirecionais*; NBR 14931: *Execução de estruturas de concreto*; NBR 6118: *Projeto de estruturas de concreto*). O presente estudo tem como seu principal objetivo em mostra as sua característica, e junto com tudo isso, relatar de forma coerente e eficaz o processo construtivo de uma laje treliçada e preenchida com EPS. E ressaltando os seus principais problemas que geralmente ocorrem durante as etapas de execução, sendo que casa não seja executada de forma correta seguindo todos os parâmetros do projeto causara danos irreversíveis, e assim apresentando as suas principais vantagens. Com essa pesquisa foi possível perceber o quão vantajoso é o uso de lajes com vigota treliçadas.

**Palavras-chave:** Laje. Pré-fabricados. Treliça. Processo Construtivo.

**ABSTRAT**

The precast slab in trusses and with the filling of EPS, has its great advantages and with a better workability in your work, leaving your work faster reducing the amount of labor on site, and its filling material reduces the your own weight. The study also consisted of a literature review considering the contributions of authors such as CHAVES, Roberto (2012) and CUNHA, M. O (2012), and together with an analysis of literature published in articles, books, tcc, monographs and ABNT standards the NBRs, (NBR 14859 - 1: *Prefabricated slab - requirements - Part and unidirectional slabs*; NBR 14931: *Execution of concrete structures*; NBR 6118: *Design of concrete structures*). The present study has as its main objective to show its characteristic, and along with all this, to report in a coherent and effective way the constructive process of a lattice slab filled with EPS. And highlighting its main problems that usually occur during the stages of execution, and that the house is not executed correctly following all the parameters of the project will cause irreversible damage, and thus presenting its main advantages. With this research it was possible to perceive how advantageous is the use of slabs with lattice joist.

**Keywords:** Slab. Prefabricated. trellis. Constructive Process.

<sup>1</sup>Clarice A.Pavan Stefanello, Engenharia Civil formada pela Faculdade Metodista Conexional

<sup>2</sup>Professor de Engenharia nas Matérias de Fundações, Expressão Gráfica e Sustentabilidade, Pós Doutor em Engenharia Civil pela EBWU - Emil Brunner World University

## **DEFINIÇÃO DE LAJE PRÉ-MOLDADAS.**

As lajes treliçada estão ganhando mais espaço no mercado a cada dia que passa, pois é uma estrutura pré-fabricada, assim tendo uma grande praticidade e agilidade em seu processo construtivo, e sua característica principal é sua economia.

Segundo a NBR 6118 (2004) no item 14.7.7, diz “que as lajes pré-moldadas são as lajes moldadas no local ou com nervuras pré-moldadas, cuja zona de tração para momentos positivos está localizada nas nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte”. Este tipo de laje nervurada teve sua origem a partir de 1854, pelo William Boutland Wilkinson onde ele patenteou o sistema, que era composto por concreto armado de pequenas vigas regularmente espaçadas, e sua montagem obtinham vazias onde como nervuras esses vazios foram preenchidas por moldes de gesso, é revestido por uma fina camada de concreto, se tornando mais leve, causando uma grande economia de concreto.

Com o passar dos tempos os modelos arquitetônicos teve grandes mudanças, como ambientes mais amplos sem pilares nos meios dos vão, as lajes maciças foram ficando para trás, pois além de usarem uma quantidade maior de concreto, precisava se de lajes mais leves, para não haver sobre cargas nos elementos estruturais, assim tendo um baixo custo. E assim vem como uma solução, as lajes nervuradas, onde se resultada eliminação do concreto, e com tudo isso elas proporcionam uma grande redução no peso próprio e assim causando melhor aproveitamento do aço e do concreto. A resistência à tração é concentrada nas nervuras, e os materiais de enchimento têm como função única substituir o concreto, sem colaborar na resistência.

Com tudo isso, toda essa redução causa uma grande economia em matérias, e ainda mais em mão-de-obra e de fôrmas, e junto simplificando o sistema construtivo assim aumentando a produtividade na construção. Já CHAVES (2012), diz que as lajes pré-moldadas são constituídas por vigas pré-fabricadas de concreto armado, nas quais se apoiam elementos de material leve. Esses elementos podem ser lajotas de concreto, de cerâmica ou a

mais utilizada de EPS. Sobre as vigas pré-fabricadas e os elementos de material leve, aplica-se uma camada de concreto, de modo a cobri-los completamente. Geralmente, são usadas para reduzir tempo e mão de obra na edificação, pois esse modo de construção é um processo construtivo rápido e econômico. A laje treliçada é constituída por uma parte pré-fabricada de concreto armado, que são treliças com uma camada de concreto, que são mais conhecidas por vigotas, e os elementos de enchimento podem ser blocos cerâmicos ou poliestireno expandido-EPS, com uma camada de concreto estrutural. Cunha (2012) diz que os elementos de enchimento podem ser de blocos de concreto, blocos cerâmicos ou blocos de poliestireno expandido. Já os elementos pré-fabricados podem ser encontrados em concreto armado, concreto protendido e em forma de treliça.

### **Desenvolvimento**

A laje pré-moldada em treliças e com o preenchimento de EPS, tem suas grandes vantagens e com uma melhor trabalhabilidade na sua obra, deixando sua obra mais rápida reduzindo a quantidade de mão de obra no local, e o seu material de preenchimento reduz o seu próprio peso, com tudo isso ela vem cada vez mais ganhando espaço no mercado por suas grandes vantagens.

### **Vantagens das lajes com armação treliçada**

- ✓ Diminuição do peso da laje sendo assim aliviando o seu peso sobre as fundações;
- ✓ Redução significativa de formas causando uma economia de madeiramento e evitando desperdícios;
- ✓ Sensível redução do escoramento das lajes, já que se recomenda apenas a colocação de escoras com travessas entre 1.05 m e 1.90 m, dependendo do tipo de escoramento (metálico ou madeira), durante a fase de cura do concreto;
- ✓ Diminuem custos de mão de obra de ferreiros e carpinteiros evitando gastos muita mão de obra;
- ✓ Reduzem-se os prazos de execução de obras tendo mais agilidade e rapidez;

- ✓ O fato de ter poucas vigas faz com que a estrutura não interfira muito na arquitetura.
- ✓

### **Material de Enchimento**

Como já vimos há cima, a principal característica das lajes nervuradas é a diminuição da quantidade de concreto, assim podendo usar algum tipo de material de enchimento, para a fim de reduzir o consumo de concreto, e com tudo isso causando um alívio do peso próprio. Sendo que esse material que for utilizar para preencher os espaços deve ser mais leve que o possível, sendo que no calculo não se considera a resistência do material de enchimento. Portando podem ser utilizados diversos tipos de materiais de enchimento, com os quais dentre outros são: blocos cerâmicos, blocos vazados de concreto e blocos de EPS (poliestireno expandido), também conhecido como isopor. Esses blocos podem ser substituídos por vazios, obtidos com fôrmas constituídas por caixotes reaproveitáveis.

### **Blocos De EPS**

Os blocos de EPS vêm ganhando espaço na execução de lajes nervuradas, sendo utilizados principalmente junto com as vigotas treliçadas pré-moldada. As principais características desses blocos são:

- Permite execução de teto plano;
- Facilidade de corte com fio quente ou com serra;
- Resiste bem às operações de montagem das armaduras e de concretagem, com vedação eficiente;
- Coeficiente de absorção muito baixo, o que favorece a cura do concreto moldado no local;
- Baixo módulo de elasticidade, permitindo uma adequada distribuição das cargas;
- Isolante termo acústico.

### **Vigotas Com Armação Treliçada**

Conforme a NBR 14859-1, item 3.1.1, diz que as vigotas “são 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 seção de concreto da nervura longitudinal.

CUNHA (2012) diz que as vigotas são formadas pela armação treliçada e pela base de concreto, podendo ainda inserir armadura adicional dependendo do carregamento e dimensionamento da laje. Ela irá ser o produto final que deverá ser entregue pelo fabricante ao cliente, juntamente com os blocos de enchimento e um projeto de montagem. Ela é dimensionada não somente para resistir aos esforços após a concretagem da laje, mais também deve ter a rigidez para resistir ao transporte e montagem.

### **Armação Treliçada**

Segundo o Manual Técnico de Lajes Treliçadas, “a armação treliçada é uma estrutura metálica espacial prismática em que se utilizam fios de aço (CA60), soldados por eletro fusão ou caldeamento, de modo a formar um elemento rígido composto de duas treliças planas, inclinadas e unidas pelo vértice superior”.

As armações são fabricadas em três tamanhos padrões: 8 10, e 12 metros, assim com esses valores tem a possibilidade de obter os comprimentos dos vão em projetos. Por isso precisa ser consultada a tabela com as treliças padronizadas.

As armações que compõem as treliças têm função de resistirem à tração inferior, e a compressão superior, e servir de base para os apoios dos elementos (EPS), que por sua vez, as diagonais proporcionam grande rigidez aos elementos de enchimento e facilitam as condições de transporte e manuseio.

### **Armaduras Complementares**

As armaduras complementares são adicionadas e dimensionadas na obra conforme o projeto, elas são posicionadas na capa de concreto em duas direções transversal e longitudinal, sendo assim com seção de no mínimo  $0,9 \text{ cm}^2/\text{m}$  para aços CA 50, CA 60, contendo três barras por metro e tela

soldada. Esse tipo de armadura tem como funções: combater os efeitos da retração, consolidação da estrutura com a capa, efetuar o controle de abertura de fissuras e efetivar a distribuição das cargas pontuais; Longitudinais: utilizada quando da impossibilidade de fazer a integração de toda a armadura passiva na pré-laje;

Transversais: são armaduras que irão compor as armaduras inferiores das nervuras transversais de travamento (caso haja necessidade);

## **Capa**

Conforme NBR 14860-1 (2002) diz que capa é “placa superior da laje cuja espessura é medida a partir da face superior do elemento de enchimento, formada por concreto complementar”.

## **Concreto Complementar**

Segundo a NBR 14859-1 (2002) diz que o concreto complementar é o concreto adicionado na obra, com a resistência, trabalhabilidade e espessuras especificadas de acordo com o projeto da laje e as especificações de execução. Deve ser:

Complementação das pré-lajes para a formação das nervuras e das nervuras transversais;

## **O Seu Processo Executivo**

O processo executivo das lajes treliçadas tem uma norma a seguir da NBR 14931 de execução do concreto igualmente o de laje maciça simples e junto se utiliza as normas da NBR 9062 de execução de pré-moldados.

Sendo assim a seguir vamos ver como se dá às etapas da sua execução, onde é feita toda a sua montagem no local da obra.

### **Etapa 01: processo de fabricação das vigotas treliçadas**

As vigotas geralmente são produzidas em uma indústria de pré-moldados ou alguma empresa especializada, aonde o cliente vai até a empresa para fazer o pedido do produto pré-fabricado, e tendo uma maior agilidade no processo de montagem elas podem ser produzidas in loco. E caso o cliente optar pode ser feita a fabricação no local da obra, sendo assim precisa-se de uma mão de

obra especializada para este serviço, onde a racionalização do uso de matérias e transporte pode se obter uma boa economia.

Para realizar essa etapa, são necessários as armações treliçadas, as formas metálicas, concreto, óleos desmoldastes e espaçadores. O processo se dá início com a aplicação de óleo desmoldastes nas formas metálicas, para facilitar na hora que for desinformar e ele é uma das coisas que faz com que sua peça fique com o acabamento de qualidade.

Após passar o desmoldaste à forma está preparada para receber o concreto, aonde irá concretar a treliça na forma, a resistência característica do concreto é definida pelo projeto estrutural. Sendo exigida no mínimo classe C20. O concreto da classe C20 corresponde à resistência característica à compressão aos 28 dias, de 20 Mpa. Assim sendo, a resistência característica utilizada está dentro dos padrões estabelecidos nas normas.

Segundo a NBR 14859-1 (2002), diz que o concreto que compõe as vigotas pré-moldadas deve atender às especificações das NBR 6118, NBR 8953, NBR 12654 e NBR 12655.

Após o processo de concretagem, as vigotas passaram por um procedimento de cura que consiste inicialmente em receber hidratação com água nas primeiras 24 ou 36 horas. Em seguida a vigota foi desformada e armazenada para concluir o seu processo de cura.

## **Etapa 02: O processo de escoramento de uma laje treliçada**

O processo de escoramento é usado escoras que podem ser de madeira ou metálicas, as de madeiras são mais econômicas, e mais fáceis para a utilização. O primeiro passo é o nivelamento do local e a compactação do terreno, para a realização do nivelamento das escoras, e que permita que ficassem condições ideais para realizar a construção das escoras, sem que ocorresse a inconveniente situação dos afundamentos dos pontaletes no solo mal compactado. Para esse último caso usa-se cunhas de madeira como base para os pontaletes a fim de garantir a estabilização do mesmo.

Com tudo isso, com o solo todo nivelado e compactado se dá o início de montagem das escoras realizando todos os processos de contraventamento e travamentos dos pontaletes, impedindo qualquer deslocamento que venha a ser gerado durante a concretagem da laje, também é ideal deixar uma

altura adicional dos escoramentos com a possibilidade de execução de contra flechas.



### **Etapa 03: Como posicionar as vigotas treliçadas e os blocos de enchimento**

O próximo passo será a colocação das vigotas que devem ser apoiadas na linha de escoramento, as colocações das vigotas devem seguir a risca o projeto seguindo as especificações e sinalização do projeto, assim com os espaçamentos e o sentido de locação em relação ao vão.

Muitas vezes utilizam-se materiais de enchimento como o EPS, para obter um gabarito. Conforme se coloca as vigotas vem preenchendo com

o enchimento após terminado as primeiras fiadas de blocos de EPS se inseri uma outra vigota, que no mesmo instante vai iniciado a colocação de outra fiada, e assim segue a colocação da primeira fiada de cada carreira de mais uma vigota correspondente ao vão até que o pano de laje seja completo por vigotas espaçadas pelos blocos de enchimentos.



#### **Etapa 04: Como é feito a instalação das armaduras de distribuição e negativas**

Após todo o processo de montagem das vigotas e dos enchimentos, parte para o processo de instalação das armaduras de distribuição e as ferragens negativas, onde nessa etapa tem que seguir o que foi estipulado pelo projeto a risca, por isso precisa se dar grande atenção ao projeto para não colocar as armaduras erradas, por que caso não haja o cumprimento das orientações pode ocasionar projetos irreversíveis para a laje.

O elemento estrutural que irá compor a mesa da nervura de maneira a resistir aos esforços de compressão da laje em serviço e também em distribuir as cargas nas nervuras. Deve ter, no mínimo, 3 cm de altura, e em edifícios de múltiplos andares, utilizando uma altura mínima de 5 cm, este elemento pode absorver esforços de vento dando maior rigidez à estrutura. A laje deve ser colocada uma armadura posicionada nas duas direções, denominada de armadura de distribuição, com seção de no mínimo  $0,9 \text{ cm}^2 / \text{m}$  para aços CA 25 e de  $0,6 \text{ cm}^2 / \text{m}$  para os aços CA 50, CA 60, contendo 3 barras por metro e tela soldada. As funções desta armadura são: 1 – Combater os efeitos da retração 2 – Consolidar a estrutura da nervura com a capa 3 – Efetuar um controle da abertura de fissuras 4 – Efetivar a distribuição das cargas pontuais.

O seu processo de montagem se consistiu em colocar as ferragens no sentido transversal às vigotas, assim tendo apenas o seu devido cuidado em posicionar as telas de modo que fiquem no meio da capa, para evitar o máximo do possível para que elas não sejam amarradas ao fio superior da treliça.



### **Etapa 5: O processo de concretagem da laje**

Nesta etapa é onde irá analisar toda a montagem está correta conforme o projeto, o ideal é que antes da concretagem o engenheiro se certifique que tudo está certo para não haver erros, é muito importante se certificar que (FCK) está conforme o indicado no seu projeto. Essa etapa é praticamente todo o encerramento do processo de montagem por isso a importância de se certificar que tudo foi executado conforme o indicado.

Após tudo conferido é hora da concretagem, o mesmo é espalhado por toda a superfície preenchendo todos os espaços vazios principalmente nos encontros entre as vigas e os blocos de enchimento (EPS) garantindo a solidez do conjunto. Nessa etapa é indispensável o uso do vibrador, pois ele garantiu o total adensamento do concreto na laje.

Segue algumas indicações abaixo que é fundamental para que a concretagem da laje seja executada sem a ocorrência de problemas:

- ✓ O devido cuidado no lançamento do concreto para que não ocorram sobrecargas na laje em pontos isolados.
- ✓ Nunca pisar diretamente sobre os blocos, evitando possíveis acidentes com a quebra dos EPS.
- ✓ Colocar tábuas sobre as vigotas no sentido transversal para auxiliar no trânsito sobre a laje.

- ✓ Verificar na medida do possível o Slump do concreto, para que ele esteja sempre atendendo a resistência característica solicitada pelo projeto e que esteja com uma boa trabalhabilidade para a concretagem.



### **Etapa 06: Cura do concreto**

Após a concretagem da laje se inicia o processo de cura, onde é um processo de hidratação do concreto com o seu objetivo de diminuir os de uma evaporação prematura, onde caso não seja feita a hidratação tem como consequência o surgimento de fissuras e trincas.

A hidratação é fundamental ser feita nos primeiros sete dias de cura, sendo que precisa ser realizada de 2 á 3 vezes por dias para que haja uma boa hidratação é não haja o ressecamento, após tudo isso é só esperar a cura total da laje para realizar a desinformação da mesma. Segundo a norma NBR 6118, pode durar de 18 a 28 dias. Contados a partir da data de concretagem.

A desforma não pode ser feita antes dos dias indicado pelo engenheiro. A NBR 14931 (2004), diz que enquanto não atingir o endurecimento satisfatório, o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais para:

evitar a perda de água pela superfície exposta, assegurar uma superfície com resistência adequada e assegurar a formação de uma capa durável. A norma NBR 14931 (2004) fala também que para elementos estruturais de superfície como as lajes, a cura deve ocorrer até que o concreto alcance a resistência à compressão igual ou superior a 15 MPA.



## **Conclusão**

Com tudo isso, esse estudo teve seu principal objetivo em apresentar e explorar o processo construtivo de uma laje pré-moldada treliçada e revestida com EPS, e junto analisar suas grandes vantagens em que esse método construtivo que vem ganhando mais espaço no mercado, o que ele pode proporcionar. Onde em seu primeiro momento mostrou a sua definição, e de forma generalizada como alguns conceitos fundamentais referentes a lajes. Em que foram expostos que lajes pré-moldadas são constituídas por vigas pré-fabricadas de concreto armado, nas quais se apoiam elementos de material leve.

A laje que foi apresentada em forma de estudo foi uma laje pré-moldada com vigotas treliçadas. E com toda via foram definido neste trabalho, que nada mais que um tipo de laje formada por uma vigota com armação treliçada, e preenchida por blocos de EPS, e composta por armadura de distribuição e negativa e, e por fim uma capa de concreto em sua etapa final.

Esse método construtivo está cada vez mais ganhando seu espaço no mercado, pois é um tipo de laje que é considerado um método construtivo totalmente vantajoso e revolucionário, pois apresentam grandes características de agilidade e economia de mão de obra e madeiramento onde mostra seus grandes benefícios a obra e para o cliente como um todo.

Com tudo isso, fica constatado no fim desta pesquisa, que esse método construtivo apresentado mostrou a melhor solução técnica e econômica para esta modalidade, por apresentar as maiores vantagens, facilidades construtivas e economia.

## **Bibliografia**

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14859 – 1: *Laje pré-fabricada – requisitos – Parte e Lajes unidirecionais*. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

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

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: *Projeto de estruturas de concreto – procedimentos*. Rio de Janeiro. ABNT, 2007.

CHAVES, Roberto. *Manual do construtor: para engenheiros, mestres de obras e profissionais de construção em geral*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos, 2012.

CUNHA, M. O. *Recomendações para projetos formados por vigotas com armação Treliçada*. 2012. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

*Manual Técnico de Lajes Treliçadas*. Disponível em: <<http://longos.arcelormittal.com.br/pdf/produtos/construcao-civil/outros/manual-tecnico-trelicas.pdf>>. Acesso 19.09.2020.

*Estudo comparativo da viabilidade econômica entre laje maciça e laje treliçada*. Araújo, Vitor Gonçalves e Caldeira, Michael Vinicius Martins. Tocantins, Brasil. : Universidade de Gurupi/UnirG.