CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
UNIPAC BARBACENA
ENGENHARIA CIVIL

RÔMULO ANTONINE NOGUEIRA NICODEMOS
THIAGO JOSÉ VIANA DE OLIVEIRA

LAJES PRÉ-FABRICADAS, UMA REVISÃO DE LITERATURA

BARBACENA/MG
2022

RÔMULO ANTONINE NOGUEIRA NICODEMOS

THIAGO JOSÉ VIANA DE OLIVEIRA

LAJES PRÉ-FABRICADAS, UMA REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Presidente Antônio Carlos – FUPAC como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Emanuel Bomtempo Matos

BARBACENA/MG
2022

NICODEMOS, Rômulo Antônine Nogueira; OLIVEIRA, Thiago José Viana de. **LAJES PRÉ-FABRICADAS, UMA REVISÃO DE LITERATURA.** Barbacena: ano 2022 20p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Centro Universitário Presidente Antônio Carlos.

Resumo: Esta pesquisa tem por finalidade apresentar as lajes pré-moldadas, sua origem e como vêm sendo utilizadas nos dias de hoje, uma vez que tem como vantagem ser um método construtivo que vem se aperfeiçoando e otimizando o tempo gasto na construção civil. Em vista disso, a revisão tem como objetivo apresentar e comparar as lajes pré-moldadas com destaque em seus métodos construtivos suas vantagens e desvantagens. A pesquisa inicialmente apresenta suas origens através da revisão de literatura, que expõe as características individuais dos métodos aplicados. Foram necessárias pesquisas em livros, consulta com empresas e engenheiros para se obter qualidade no objeto de estudo. Assim, tem-se que lajes treliçadas com lajotas e EPS são uma ótima escolha para construções de pequeno e médio porte, diferente das lajes pré-moldadas alveolares que são mais empregadas em construções de grande porte. No entanto, ambas se contrapõem as lajes pré-moldada com vigota “T”, sendo as mais utilizadas por serem tradicionais e apresentarem baixo custo comparado entre as outras lajes. Já as lajes pré-fabricadas de painel treliçado são especiais por vencerem grandes vãos, por conter armaduras adicionais necessárias ao projeto estrutural, contudo tem-se um custo maior em relação as demais, por exigir maior espessura da laje. Com isso, cria-se uma relação entre as lajes pré-moldadas.

Palavras-chave: Pré-moldados; Lajes pré-moldada; Planejamento; Implementação; Normas.

Abstract: This research aims to present precast slabs, their origin and how they are being used nowadays, since it has the advantage of being a constructive method that has been improving and optimizing the time spent in civil construction. In view of this, the review aims to present and compare precast slabs with emphasis on their construction methods, their advantages and disadvantages. The research initially presents its origins through a literature review, which exposes the individual characteristics of the applied methods. Research in books, consultation with companies and engineers were necessary to obtain quality in the object of study. Thus, lattice slabs with slabs and EPS are a great choice for small and medium-sized constructions, unlike precast hollow core slabs that are more used in large-scale constructions. However, both are opposed to precast slabs with “T” beams, being the most used because they are traditional and have a low cost compared to other slabs. The prefabricated lattice panel slabs, on the other hand, are special because they span large spans, because they contain additional reinforcement necessary for the structural project, however they have a higher cost compared to the others, because they require greater thickness of the slab. With this, a relationship is created between the precast slabs.

Keywords: Precast; Precast slabs; Planning; Implementation; Standards.

1. INTRODUÇÃO

Após a Segunda Guerra Mundial diante da necessidade de construir diversos tipos de edificações, da falta de materiais, da escassez de mão de obra e da necessidade de construção em grande escala, desenvolveram-se os elementos pré-moldados (EL DEBS, 2017).

Segundo Clímaco (2008), a laje pré-moldada é o elemento estrutural de uma edificação, responsável por transmitir as ações que nela chegam para as vigas de apoio e pilares que a sustentam, sendo um elemento estrutural bidimensional, caracterizada por ter espessuras menores que as outras duas dimensões e as ações são comumente perpendiculares ao seu plano médio.

Diferente das estruturas pré-fabricadas que pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 9062, 2017) são executadas em instalações temporárias e canteiros de obras, as estruturas pré-moldadas são executadas fora do local de utilização definitiva na estrutura, com controle de qualidade dos elementos produzidos em condições menos rigorosas de controle de qualidade. Devem ser inspecionadas individualmente ou por lotes, através de inspetores do próprio construtor, da fiscalização do proprietário ou de organizações especializadas, dispensando-se a existência de laboratório e demais instalações congêneres próprias (ABNT NBR 14931, 2004; ABNT NBR 12655, 2006).

No Brasil, no final da década de 50, devido ao contínuo aumento populacional de centros urbanos e, consequentemente, o crescimento do déficit habitacional, foi criado em 1966 o Banco Nacional de Habitação – BNH, com finalidade de amenizar e impulsionar o setor da construção civil que detinha 5% do PIB do país, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1987).

Contudo, houve um desestímulo em relação ao pré-moldado, pois era de suma importância a geração de emprego e apenas a partir da segunda metade dos anos 70 o BNH reestruturou suas diretrizes, passando então a incentivar, ainda que timidamente, a introdução de novas tecnologias, entre elas as de pré-fabricação. Dentre outros incentivos, destaca-se o patrocínio de pesquisas de desenvolvimento de processos construtivos e a implementação de canteiros de obras (DEBS, 2017).

Devido à sua importância na construção civil, pela sua facilidade de montagem e confiabilidade de segurança, este artigo busca apresentar uma revisão

de literatura, a fim de apresentar os tipos de lajes pré-fabricadas utilizadas no Brasil, expondo suas vantagens e desvantagens, podendo ser o presente trabalho um avaliativo para a escolha do tipo construtivo de lajes de uma construção.

2. DESENVOLVIMENTO

0.1. Tipos de Lajes pré-fabricadas

0.0.1. Lajes Treliçadas

A laje treliçada é muito utilizada devido a sua praticidade de montagem. Esse tipo de laje é considerado uma laje nervurada, além de suportarem grandes cargas, reduzem mão de obra no momento da execução e geram menos entulhos. Possuem as vigotas pré-fabricadas, com armaduras de aço formadas por treliças e necessitam de um tempo maior para execução, pois são montadas com mais cautela uma vez que seu posicionamento é montado de peça em peça, priorizando uma mão de obra especializada (FIG.1). Esse modelo de laje é utilizado principalmente para vencer vãos de até 12 metros de comprimento, conforme Araújo (2014).

Figura 1: Treliça de aço para fabricação das lajes treliçadas

Fonte: Arcellor Mittal (2022)

[1]Disponível em: https://brasil.arcelormittal.com/produtos-solucoes/construcao-civil/trelicas-nervuradas. Acesso em 13 de out de 2022.

0.0.0.1. Laje pré-moldada treliçada com lajota

Esse é o principal modelo usado nos dias atuais, amplamente utilizado em vãos amplos. De acordo com a NBR 14859-1 (ABNT, 2002), possuem as vigotas (pequenas vigas), que servem como um pequeno apoio para as lajotas, além de dois tipos de armaduras: armadura complementar e armadura de distribuição, cujas funções são combater efeitos de retração e aumentar a resistência da laje, segundo Marcelli (2007) (FIG. 2). Esse tipo de laje também precisa receber uma camada de concreto para unir toda estrutura.

Figura 2: Laje treliçada com lajota

Fonte: Manturi (2022)[1]

Como vantagem do método, declara-se que o custo final do projeto é baixo, tendo assim um bom aproveitamento, além disso, possibilita uma total aderência ao revestimento, impedindo infiltrações, redução de fôrmas e colocação de tubulações elétricas entre a capa de concreto e a base de concreto pré-moldado (DALBEN BRIDI, 2015).

Como possível desvantagem, o modelo não é totalmente resistente e, assim sendo, dificulta a possibilidade de furos e aberturas, tendo os deslocamentos transversais maiores que as lajes maciças (Melo, apud BRANDALISE e WESSLING, 2015).

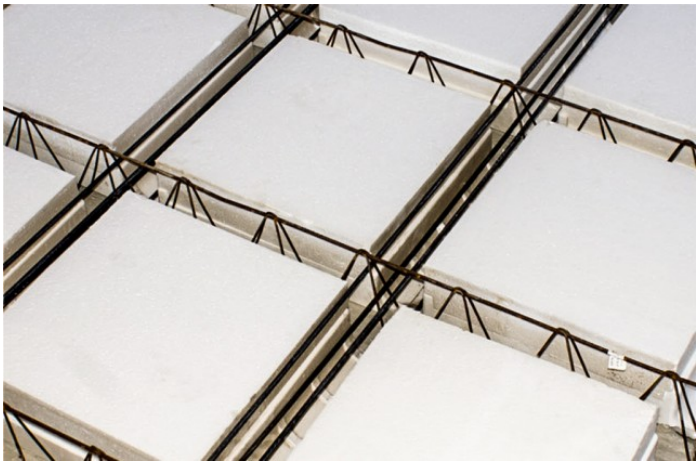
---

[2] Disponível em: https://www.manturi.com.br/produtos/lajes-pre-moldadas/. Acesso em 13 de out de 2022.

0.0.0.2. Laje pré-moldada treliçada em eps (isopor)

Sua principal diferença da “laje treliçada com lajotas”, conforme ABNT classificação PI (NBR 11752), se deve ao fato de o revestimento ser constituído por isopor, deixando a laje bem mais leve, facilitando no momento da montagem e na instalação de alguns materiais, além de ser muito utilizada como isolamento acústico. Depois de pronto o suporte para sustentação do isopor, são encaixadas as placas que formam a base da laje. Após o encaixe, o vão que fica entre laje e telhado é preenchido com concreto (FIG. 3).

Figura 3: Laje treliçada com EPS



Fonte: Lajes Jundiaí (2022)[2]

A facilidade de transporte e manuseio é uma vantagem de utilização deste método, já que a leveza das placas permite carregamento maior no caminhão e melhor manuseio das mesmas, além da economia, pois as placas permitem variados cortes em diferentes formatos, diminuindo assim a chance de perda com cortes errados (BASTOS, 2015).

A pequena diferença no quesito valor em relação à laje cerâmica, e a necessidade de uma boa circulação de ar no local com janelas expostas à luz solar a fim de equilibrar a temperatura do ambiente e manter o clima agradável, tornam o método de laje pré-moldada treliçada com EPS um pouco menos vantajosa (BASTOS, 2021).

---

[3] Disponível em: http://www.lajesjundiai.com.br/produtos/laje-trelicada-isopor. Acesso em 13 de out de 2022.

0.0.0.3. Laje pré-moldada alveolar

Com a estrutura formada por painéis de concreto protendido vazado com alvéolos longitudinais (FIG. 4) para reduzir o peso da peça no sistema, esse tipo de laje apresenta elevada resistência à compressão, sendo, portanto, muito utilizada em construções grandes como comércios, hospitais, shoppings, universidades e demais estabelecimentos. Segundo Melo (2004), devido ao fato de as peças serem protendidas, elas possuem um limite de comprimento mínimo visando o efeito e a segurança.

Entende-se por elemento protendido, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014, p.4) por

> Aqueles nos quais parte das armaduras é previamente alongada por equipamentos especiais de protensão com a finalidade de, em condições de serviço, impedir ou limitar a fissuração e os deslocamentos da estrutura e propiciar o melhor aproveitamento de aços de alta resistência no estado limite último (ELU).

Devido ao peso e tamanho dos painéis, deve ser transportada até o local de instalação por meio de guindastes.(EL DEBS, 2017).

De acordo com Doniak (2002), no caso de a laje ser montada com juntas longitudinais preenchidas, é necessário que seja avaliado anteriormente se as peças estão niveladas na parte de baixo e, caso não estejam, deve ser feito um torniquete, que são pequenas taliscas de madeira utilizadas para equalização das lajes passando pela chaveta, ou seja, pelas conexões longitudinais. Além do posicionamento dos itens, é imprescindível verificar se o apoio atende a previsão do projeto. As lajes serão apoiadas em vigas, sendo que a principal necessidade nessa etapa é seguir o comprimento mínimo de apoio, que precisa estar de acordo com o projeto, já que não existe nenhum tipo de reforço.

Com a utilização dos alvéolos longitudinais, consegue-se reduzir tanto o peso da laje quanto a utilização de caibramento, o que gera uma redução de custos. Por se tratar de um elemento único, que chega pronto para utilização na obra, a laje alveolar apresenta transporte e armazenamento extremamente simples, sem ocupar espaço no canteiro de obras (SIRTOLI, 2016).

Contudo, apesar da simplificação, o transporte exige um cuidado especial e muitas das vezes é necessário o uso de guindaste devido ao peso e tamanho da estrutura. Uma outra desvantagem é a inflexibilidade da laje, que não pode ser utilizada em todos os tipos de obras. (EL DEBS, 2017).

Figura 4: Detalhes dos alvéolos da laje pré-moldada alveolar

Fonte: Scielo (Gregory Lee Pinheiro, 2017)

A FIG. 5 abaixo exemplifica a utilização da laje pré-moldada alveolar.

Figura 5: Laje pré-moldada alveolar

Fonte: Leonardi (2021)

---

[4] Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/XS7tN49fZff4XXnMbYwTgrv/?lang=pt> Acesso em 13 de out de 2022.

0.0.2. Laje pré-moldada com vigota “T”

Esse tipo de laje é considerado o mais tradicional no mercado, sendo composto por vigotas de concreto e tavelas (blocos utilizados para o fechamento da laje), feitos com material de concreto ou cerâmico. Nesse modelo, as vigotas são definidas como trilhos maciços com seção transversal “T” (FIG. 6). Dessa forma, as vigotas servem de encaixe para as tavelas que, após a instalação das vigotas de “T”, são encaixadas, sendo lançada uma camada de concreto para unir todas as peças.(ARAÚJO, 2014).

Apresenta-se como uma opção com baixo custo quando comparada a outros tipos de laje. Pelo sistema simplificado de montagem, não é necessária mão de obra especializada. É muito utilizada em projetos residenciais de baixo custo, já que permite economia material e rapidez durante o processo de construção. Por outro lado, como esse tipo é dimensionado apenas para ser utilizado como laje de piso ou de teto, não deve receber sobrecargas que não foram visualizadas durante o projeto para que não aconteçam fissuras, trincas ou outros danos estruturais (DROPPA,1999). A FIG. 7 ilustra o sistema construtivo por lajes com vigota “T”.

Figura 6: Laje pré-moldada com viga “T”

Fonte: Academia de Engenharia (2018).

[6]Disponível em: <https://www.acad.eng.br/viga-t-laje-pre-moldada/ >Acesso em 13 de out de 2022.

Figura 7: Sistema construtivo em Laje pré-moldada com vigota “T”

Fonte: Lajes Carioca (2018)

0.0.3. Laje pré-fabricada de painel treliçado

O painel treliçado pode ser considerado uma pré-laje e sua formação principal é uma placa de concreto armado. Além disso, tem incorporado a ferragem positiva, que é uma armadura adicional necessária ao projeto situada na parte inferior das lajes e vigas, responsável por resistir à tração proveniente dos momentos negativos, seguindo os cálculos estruturais. Utilizando o painel treliçado em determinada obra, o resultado é semelhante a uma laje maciça em todos os âmbitos. Nesse tipo de laje não se utiliza nenhum tipo de material fixo, tem-se apenas a base treliçada onde é despejado o concreto de capeamento até a altura estabelecida no projeto (DROPPA,1999).

A facilidade e rapidez de montagem, a capacidade em vencer vãos de até 12 metros ou mais, de acordo com os cálculos realizados, além da economia em cerca de 30% de concreto quando comparado com outros tipos de painéis, são alguns benefícios da utilização desse tipo de laje (CARVALHO, 2005).

A principal desvantagem está no custo total da obra, já que exige maior espessura das lajes e, consequentemente, alto consumo de material, que em muitos casos inviabiliza sua aplicação no projeto, além de exigir mão de obra especializada (SILVA, 2005).

[7] Disponível em:https://www.lajescarioca.com.br/solucoes/lajes-pre-moldadas-comum/ Acesso em 13 de out de 2022.

A FIG. 8 exemplifica o método de laje pré-fabricada por painel treliçado.

Figura 8: Laje pré-fabricada de painel treliçado

Fonte: Lajes Itaim (2020)

[8]Disponivel em: https://www.lajesitaim.com.br/painel-trelicado-macico Acesso em 13 de out de 2022.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa revisão de literatura visou apresentar as características técnicas das lajes pré-moldadas com intuito de demonstrar os processos construtivos e a viabilidade de construção, podendo direcionar o tipo de laje ao tipo de obra pretendida.

As lajes treliçadas necessitam de um tempo maior para execução, pois são montadas com mais cautela uma vez que seu posicionamento é montado de peça em peça, priorizando uma mão de obra especializada. Tem como principal utilidade vencer grandes vãos, sendo utilizadas em casas habitacionais e estabelecimentos comerciais. A laje pré-moldada alveolar apresenta uma resistência maior à compressão, podendo ser utilizada em estruturas que necessitam de maior resistência como shoppings, estacionamentos, supermercados e instituições. No caso da laje pré-moldada com vigota em T, a mesma não pode receber cargas que não foram visualizadas durante o projeto, pois isso pode ocasionar fissuras ou trincas, no entanto, mesmo diante desse fato, são de ótima utilidade em projetos residenciais, oferecendo uma economia maior e rapidez na sua fase de construção.

Por fim, tem-se a laje pré-fabricada de painel treliçado, que não necessita de nenhum tipo de material fixo, tendo apenas a base treliçada a uma compensação de montagem, além de uma economia maior comparada com os outros tipos de painéis. Contudo, ela não necessita de reboco, podendo ser feita apenas uma pintura com verniz, e acaba perdendo um pouco devido sua espessura necessitar de uma camada maior de concreto.

Conclui-se, portanto, que a utilização da pré-fabricação na construção civil proporciona uma melhora imprescindível na velocidade construtiva, na economia de recursos e otimização dos gastos. É um assunto que faz parte do cotidiano do engenheiro civil, sendo muito importante para a formação do profissional. Diante deste tema, cada tipo de laje apresentado nesse artigo tem uma finalidade e um papel importante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Academia De Engenharia Disponível em: <https://www.acad.eng.br/viga-t-laje-pre-moldada/ >Acesso em 13 de out de 2022.

ALENCAR, R. S. A.; BELOHUBY, M. **Tecnologia do concreto pré-fabricado**: Inovações e aplicação. In: Manual Munte de projetos em pré-fabricados de concreto. 2° ed., 2007.

ARAÚJO, José Milton de. **Curso de Concreto Armado**. 4. ed. Rio Grande: Dunas, 2014. 4 v.

AS PRÉ-LAJES DE CONCRETO, sem dúvida, são muito competitivas, tanto do ponto de vista tecnológico como operacional. Dr. Resolve, 30 ago. 2017. **.** Disponível em: < https://blog.doutorresolve.com.br/2017/01/pre-lajes-de-concreto/>. Acesso em: 12 mai. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA – ABCI – A história dos pré-fabricados e sua evolução no Brasil. São Paulo, 1980. Manual **técnico de alvenaria**. Projeto/PW. São Paulo: Editores Associados, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCINAS - ABNT. **NBR 6118:** Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

BASTOS, P. S. S. **Estruturas de concreto** – notas de aula: Lajes de concreto. Bauru, SP: UESP, 2015.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Lajes de concreto armado**. 2021. 109f. - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2021. Disponível em: http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Lajes.pdf . Acesso em: 01 julho 2022

CARVALHO, R. C.; PARSEKIAN, G. A.; FIGUEIREDO FILHO, J. R.; MACIEL, A. M. **Estado da arte do cálculo dês lajes pré-fabricadas com vigotas de concreto**. In: 1ºEncontro Produção-Projeto-Pesquisa, São Carlos, 2005.

CLÍMACO. **Estudo teórico e experimental de lajes pré-moldadas em painéis treliçados.** Santa Cruz do Sul, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/1731/1/Rodrigo%20Gerhard.pdf> Acesso em 14 de out de 2022>.

DONIAK, I. L. O. (2015) Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/laje-alveolar-proporciona-isolamento-termoacustico-e-rapidez-a-construcao/12034> Acesso em 10 de out de 2022.

DROPPA, A. **Análise estrutural de lajes formadas por elementos pré-moldados tipo vigota com armação treliçada**. São Carlos ufscar, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de São Carlos, 1999.

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-Moldado**: fundamentos e aplicações. 382 f, 2017.

FERREIRA, R.M**. Laje nervurada unidirecional com pré-laje treliçada e elemento de enchimento.** Rio de Janeiro UFRJ, 2015. Projeto de graduação –Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

LACERDA, L. S. S. **Concreto Pré-Fabricado**. Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2009 Carlos: Universidade de São Paulo, 2000.

Lajes Pré-Moldadas - Disponível em: <https://www.manturi.com.br/produtos/lajes-pre-moldadas/. Acesso em 13 de out de 2022>.

Lajes Carioca - Disponível em:<https://www.lajescarioca.com.br/solucoes/lajes-pre-moldadas-comum/> Acesso em 13 de out de 2022.

Lajes Itaim - Disponível em: <https://www.lajesitaim.com.br/painel-trelicado-macico> Acesso em 13 de out de 2022.

Maurício Marcelli - São Paulo: Pini, 2007

MELO, apud BRANDALISE E WESSLING. **Viabilidade o uso de lajes pré-moldadas e pré-fabricadas em obras de pequeno, médio e grande porte.** Disponível em: https://repositorio.pgsskroton.com/bitstream/123456789/29105/1/Tiago+Goncalves+Lima.pdf Acesso em 11 de out de 2022.

MELO, C. E. E. (2004). **Manual Munte de projeto em pré-fabricados de concreto.** São Paulo: Pini.

NBR 9062 **Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado**, Rio de

Janeiro, p.45 2005.

Nervuradas treliçadas: análise comparativa. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/5036> Acesso em 14 de out de 2022.

ORDONÉZ, J. A. F. **Pre-fabricacion: teoría y prática**. Barcelona: Editores Técnicos Associados. v.1, 1974.

Painéis Treliçados Disponível em: <https://engelaje.com/laje-trelicada/> Acesso em 13 de out de 2022.

SciELO – **Lajes alveolares pré-fabricadas** - Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/XS7tN49fZff4XXnMbYwTgrv/?lang=pt> Acesso em 13 de out de 2022.

SILVA, M. A. F. **Projeto e construção de lajes nervuradas de concreto armado**. 2005.242f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SIRTOLI, A. S. C**. Industrialização da construção civil, sistemas pré-fabricados de concreto e suas aplicações**. 2015. 75f. Trabalho de conclusão de curso. (Graduação em engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, São Carlos, 2015.

SOUZA, A. L. R., Melhado **Projeto e execução de lajes racionalizadas de concreto armado** · Livro · Português · O Nome da Rosa, 2002.

Treliças Nervuradas Disponível em: <https://brasil.arcelormittal.com/produtos-solucoes/construcao-civil/trelicas-nervuradas>. Acesso em 13 de out de 2022.

Viga T com laje pré-moldada Disponível em: <https://www.acad.eng.br/viga-t-laje-pre-moldada/> Acesso em 12 de out de 2022.