

UNIEVANGÉLICA – CAMPUS CERES

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**DEIVID HENRIQUE GONÇALVES CORDEIRO
MATHEUS HENRIQUE ALVES DA SILVA**

**ANÁLISE TÉCNICA COMPARATIVA ENTRE LAJE TRELIÇADA PRÉ-
FABRICADA UNIDIRECIONAL E LAJE NERVURADA COM CUBA PLÁSTICA.**

PUBLICAÇÃO Nº: XXXXXX

**CERES / GO
2020**

**DEIVID HENRIQUE GONÇALVES CORDEIRO
MATHEUS HENRIQUE ALVES DA SILVA**

**ANÁLISE TÉCNICA COMPARATIVA ENTRE LAJE TRELIÇADA PRÉ-
FABRICADA UNIDIRECIONAL E LAJE NERVURADA COM CUBA PLÁSTICA.**

PUBLICAÇÃO Nº: XXXXX

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA.**

ORIENTADOR: JÉSSICA NAYARA DIAS

CERES / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

CORDEIRO, DEIVID HENRIQUE e SILVA, MATHEUS ALVES

Análise Técnica Comparativa Entre Laje Treliçada Pré-Fabricada Unidirecional E Laje Nervurada Com Cuba Plástica, 2020.

18P, 297 mm (UniEVANGÉLICA, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC - Unievangélica

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 1. Lajes | 2. Laje Treliçada |
| 3. Laje Nervurada | 4. Laje Unidirecional |
| I. ENC/UNI | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA (exemplo)

CORDEIRO, D. H. e SILVA, M. A. Análise Técnica Comparativa entre Laje Treliçada Pré-Fabricada Unidirecional e Laje Nervurada com Cuba Plástica, TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Ceres, GO, 18p. 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Deivid Henrique Gonçalves Cordeiro e Matheus Henrique Alves da Silva
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Análise Técnica Comparativa Entre Laje Treliçada Pré-Fabricada Unidirecional e Laje Nervurada com Cuba Plástica.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2020

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Deivid Henrique Gonçalves Cordeiro
75806-619 - Ceres/GO - Brasil

Matheus Henrique Alves da Silva
75806-619 - Ceres/GO - Brasil

**DEIVID HENRIQUE GONÇALVES CORDEIRO
MATHEUS HENRIQUE ALVES DA SILVA**

**ANÁLISE TÉCNICA COMPARATIVA ENTRE LAJE TRELIÇADA PRÉ-
FABRICADA UNIDIRECIONAL E LAJE NERVURADA COM CUBA PLÁSTICA.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

Professora Ma. Jéssica Nayara Dias

Orientadora – UniEVANGÉLICA Campus Ceres

Professor Me. Rodrigo Nascimento Portilho de Faria

Examinador interno – UniEVANGÉLICA Campus Ceres

Professor Me. Vilson Dalla Libera Junior

Examinador interno – UniEVANGÉLICA Campus Ceres

CERES/GO, 10 de dezembro de 2020

ANÁLISE TÉCNICA COMPARATIVA ENTRE LAJE NERVURADA TRELIÇADA PRÉ-FABRICADA UNIDIRECIONAL E LAJE NERVURADA COM CUBA PLÁSTICA.

Deivid Henrique Gonçalves Cordeiro¹

Matheus Henrique Alves da Silva²

Jéssica Nayara Dias³

RESUMO

Os elementos pré-fabricados vêm ganhando cada mais espaço na área da construção civil, uma vez que acarretam em um significativo aumento de produtividade e levam, conseqüentemente, a diminuição das perdas durante a obra. Estes elementos trazem agilidade na execução de obras, principalmente em se tratando de lajes. Existem vários sistemas estruturais que se utilizam de lajes. A pesquisa foi do tipo descritiva, onde o objetivo foi a análise dos dois tipos de lajes: as nervuradas treliçadas pré-fabricadas unidirecional e as nervuradas com cuba plástica. A partir desse estudo fez-se uma análise sobre os tipos de lajes, depois fez-se a comparação de ambas as lajes e por último analisou qual a melhor opção para um mesmo padrão de edificação, evidenciando as técnicas usadas entre as diferentes lajes informando qual a melhor, fazendo uso de teorias e estudos comparados. Ao se tratar de laje nervurada treliçada unidirecional que sua constituição tem vigotas pré-fabricadas treliçadas, com enchimento de material cerâmico ou isopor, Lajes formadas por vigotas pré-moldadas e treliçadas são muito utilizadas no Brasil e as lajes nervurada, que são compostas por nervuras principais longitudinais colocadas em uma direção única. A forma correta de se determinar qual é o melhor tipo de sistema construtivo, seja ele de qual natureza for, é através de uma pesquisa de campo, em que se relaciona as variáveis determinantes de projeto naquela localidade onde a obra acontecerá.

Palavras-chave: Laje Treliçada; Laje Nervurada; Laje Unidirecional; Análise Técnica.

¹ Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: deivid_henrique@hotmail.com

² Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: matheushenrique2013@hotmail.com

³ Mestra, professora do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: jessicadias.engenharia@gmail.com

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 METODOLOGIA.....	6
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
3.1 O elemento estrutural laje	6
3.2 Laje nervurada com cuba plástica	7
3.3 Laje nervurada treliçada unidirecional com enchimento de isopor	8
3.4 Comparação entre os tipos de lajes.....	10
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	12
REFERÊNCIAS	14

1 INTRODUÇÃO

O ramo da construção civil é considerado no Brasil, de acordo com Ferreira (2013), a área mais atrasada em relação aos outros segmentos da indústria. Os motivos deste atraso estão ligados principalmente ao grande índice de desperdício, pouca produtividade, falta de mão de obra qualificada, e, principalmente, a demora na entrega das obras tornando-se ineficiente no controle de qualidade (FERREIRA, 2013).

Existe no setor uma exigência referente ao comportamento estrutural de um edifício e as relações de custo e benefício, o que acaba sendo um grande desafio aos engenheiros. De acordo com Ferreira (2013), a quantidade de problemas econômicos enfrentados pelos brasileiros afeta tanto o engenheiro quanto a obra no momento de produção do projeto, por falta de recurso monetário. Deste modo uma solução alternativa para problemas relacionados a questão monetária deve ser estudada e trazida a público, para que seja garantido a segurança e promoção da economia em obra.

Os elementos pré-fabricados vêm ganhando cada mais espaço na área da construção civil, uma vez que acarretam em um significativo aumento de produtividade e levam, conseqüentemente, a diminuição das perdas durante a obra. Estes elementos trazem agilidade na execução de obras, principalmente em se tratando de lajes (SERRA; FERREIRA; PIGOZZO, 2005).

De acordo com Lopez e Bono (2013), existem vários sistemas estruturais que se utilizam de lajes de concreto armado, como é o caso das lajes nervuradas pré-fabricadas ou moldadas no local, entre outras. As lajes nervuradas treliçadas e com cubas plásticas são as com mais uso nas edificações, o que gera uma análise mais detalhada como pontua Carvalho (2012), de maneira que destaque vantagens e desvantagens na construção civil.

Segundo Spohr (2008), mesmo havendo trabalhos isolados a respeito de sistemas estruturais ligados principalmente a Lajes, existe uma falta de conteúdo técnico de comparação entre elas, que deste modo poderia servir para que os profissionais e acadêmico tivessem uma real noção estrutural. Nesta perspectiva, o estudo comparativo das lajes pré-fabricadas em relação a produzida com cuba plástica torna-se fundamental para estimar os seus respectivos desempenhos de acordo com as etapas de aplicação na obra de elementos construtivos. A investigação desse tema colabora com os estudos sobre controle tecnológico e de qualidade e a necessidade de complementar as normas vigentes, com o objetivo de elevar a confiança sobre as propriedades, qualidade e segurança das estruturas de duas variadas lajes e seu custo final em obra.

Seguindo o exposto, o presente artigo tem como objetivo principal analisar dois diferentes tipos de lajes, as nervuradas com cubas plásticas e as nervuradas treliçadas, e apresentar qual a melhor alternativa para um mesmo padrão de edificação levando em consideração aspectos técnicos e econômicos para a escolha de qual a melhor alternativa para um mesmo padrão de edificação.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho constitui-se de uma revisão bibliográfica sobre a análise de dois tipos de lajes: as nervuradas treliçadas pré-fabricadas unidirecional e as nervuradas com cuba plástica. A partir desse estudo fez-se uma análise sobre os tipos de lajes, depois fez-se a comparação de ambas as lajes e por último analisou qual a melhor opção para um mesmo padrão de edificação, evidenciando as técnicas usadas entre as diferentes lajes informando qual a melhor, esclarecendo conceitos utilizados, sua aplicação, fazendo uso de teorias e estudos comparados. A pesquisa foi realizada em literatura já publicada em forma de livros, artigos, normas técnicas e teses e dissertações, sendo estes últimos todos publicados em repositórios institucionais de credibilidade, tendo como foco o processo de execução dos elementos estruturais. Deste modo, levantadas as considerações finais a respeito da metodologia, a verdadeira intenção é esclarecer sobre a melhor técnica de uso.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 O elemento estrutural laje

Segundo o Decreto Federal nº 23569, Artigo 28, de 11 de dezembro de 1933, “O engenheiro é responsável também pelo método construtivo e pela segurança da referida construção”. Tendo em vista a sua responsabilidade, é de suma importância o conhecimento técnico e científico, para que sejam projetadas e executadas estruturas seguras para cada tipo de obra. No que se refere a laje, por exemplo, o profissional deve escolher o tipo certo para cada tipo de obra e conhecer os processos para o correto dimensionamento.

As lajes são elementos considerados estruturais planos laminares, ou seja, aqueles que apresentam diferentes tipos de dimensões sendo uma ou duas dimensões, com largura, comprimento e espessura. As lajes são classificadas de acordo com Bastos (2015) como placas ou elementos de superfície, que tem finalidade de receber cargas variadas, seja de pessoas, móveis, paredes ou qualquer outro tipo de carga pela qual foi projetada para resistir, sendo essas cargas concentradas, distribuídas de maneira linear ou sendo distribuídas por área. Os esforços sofridos pelas lajes são levados para as vigas e depois para os pilares, deste modo traz equilíbrio para estrutura.

Existem diversos modelos construtivos de lajes, de acordo com Vizoto e Lens (2010), cada uma delas é utilizada de acordo com a necessidade e a viabilidade existente do projeto, logo, antes de começar a construção, é necessário um estudo para que possa ser definido qual o melhor tipo de laje para ser empregado no projeto. Os principais tipos de lajes para cobrir grandes espaços são: lajes nervuradas treliçadas pré-fabricadas e as lajes Nervuradas com cuba plástica.

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), “As lajes nervuradas são 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”. Segundo Carvalho (2014) as lajes treliçadas pré-fabricadas, trazem alívio na estrutura de grandes construções, pelo fato de, em sua composição, existir o isopor. O isopor tem por função preencher o espaço existente entre as nervuras, local onde a laje não sofre nenhum esforço, o que traz maior leveza

e economia de concreto na sua composição, possibilitando a estrutura alcançar maiores distancias sem perder resistência. (SOUZA, 2019)

Os elementos usados na superfície são muito utilizados também na construção civil, as lajes, de acordo com Sales (2014) são frequentemente utilizadas em pisos de grandes edificações, o que absorve os esforços que são direcionados a eles. As lajes desempenham a função de ligação entre os pilares e os pórticos de parede o que contribui para a estabilidade depois de realizada a análise de estabilidade total. Giongo (2010) afirma que todos os pórticos e pilares de parede que contribuem para o contraventamento e estabilidade são interligados através de barras equivalentes as lajes.

Deste modo, de acordo com Vizzoto (2010) para que as lajes desempenhem função rígida, as mesmas precisam ter a capacidade de absorver esforços, devendo assim ter função membrana, pois só executam a função de membranas as lajes cujo as ações impostas sobre ela como o peso, podem ser absorvidas. Demonstrando assim, que o comportamento geral do prédio edifício tem influências ligadas ao sistema de lajes pelo qual escolheu empregar na obra.

3.2 Laje nervurada com cuba plástica

De acordo com Carvalho (2012), as lajes nervuradas são utilizadas, para vencer grandes vãos com amplitudes maiores que 8 metros, sua aplicação é feita especialmente em edificações residenciais multifamiliares e grandes escritórios. Esse sistema de construção pode ser definido de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), como lajes moldadas no local ou com nervuras, em que a zona relacionada a tração esteja estabelecida nas nervuras das quais se permite colocar material. Este sistema construtivo utiliza-se de cubas plásticas reutilizáveis. Existem dois modos de instalar as cubas de acordo com Nakamura (2015), no primeiro as cubas são dispostas sobre uma superfície de madeira ou metálica chamada tablado, e apoiados a vigas e escoras, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Processo de escoramento das cubas



Fonte: Adaptado de CORREA (2011).

O segundo método é a pratica do apoio direto das cubas nas vigas fazendo com que o tablado não seja necessário, entretanto nesse método deve haver a locomoção correta dos obreiros durante a concretagem e montagem para que seja evitado escorregamentos das cubas

e até possíveis acidentes. Cada cuba média contém de massa 3,3 kg resiste a uma carga de concreto em estado fresco, armadura, equipamentos pequenos e operários encima delas, como demonstrado na Figura 2 abaixo demonstrada (VIZZOTO, 2010).

Figura 2 – Processo de apoio das cubas direto nas vigas



Fonte: Adaptado de GOMES (2018).

Após posicionar a cuba aplica-se um desmoldante para que permita a fácil retirada da mesma, deste modo, esta torna-se reaproveitável. Para que seja feito o posicionamento das armaduras é necessário o auxílio de equipamentos chamados espaçadores, que se tratam de material que distancia as cubas ABNT (NBR 14931:2004). De acordo com Vizoto e Lens (2010), as melhores características destas lajes são, oferecer função de placa e membrana, bom desempenho relacionado à capacidade de distribuição dos esforços e um possível reaproveitamento de cubas e fôrmas.

Como desvantagens deste tipo de laje pode-se citar o gasto exagerado de cubas plásticas, escoras e fôrmas, a necessidade de mão-de-obra qualificada, elevado consumo de concreto e aço, obrigação do uso de capa de concreto com maior espessura para manter o cobrimento da tela, espaçadores em dobro para serem usados nas armaduras, altura na maiorias da formas que são limitadas pela padronização das cubas, e por fim acabamento com forro falso na face inferior (DALBEN, 2015).

3.3 Laje nervurada treliçada unidirecional com enchimento de isopor

Ao se tratar de laje nervurada treliçada unidirecional pode-se observar, de acordo com Vizoto e Lens (2010), que sua constituição tem vigotas pré-fabricadas treliçadas, com enchimento de material cerâmico ou de isopor, assim como mostrado a Figura 3. Segundo os autores, tanto o isopor quanto a cerâmica têm capacidade de resistir as altas cargas de trabalho, como o concreto fresco sobre eles, e armaduras preexistente e complementares. As armaduras complementares nada mais são que outras armaduras inferiores com nervuras de travamento e de distribuição, e por fim conta ainda com armadura superior de tração, tendo possível função de controlar a fissuração, e oferecer isolamento térmico e acústico, (ABNT, 2002).

Para que se estabeleça uma nervura transversal é necessário o distanciamento entre elementos de enchimento e a inserção de uma tábua na posição horizontal que exercera a função

de fôrma, ou também a colocação de canaletas que desempenhem assim função de fôrma e de vedar os espaços existentes nas lajotas através das paredes laterais o que impede assim que ocorra derramamento do concreto fresco. A altura da armadura treliçada faz-se de acordo com a altura do elemento de enchimento, e esta altura de relevante interesse técnico e construtivo (NAKAMURA, 2015).

Figura 3 – Laje Nervurada Treliçada Unidirecional com enchimento de isopor



Fonte: Adaptado de NS Pré-Moldados (2015).

Deste modo, Vizoto e Lens (2010) garantem que a armadura de distribuição fique apoiada sobre a armadura treliçada não necessitando do uso de espaçadores. Para garantir que as partes diagonais da armadura treliçada possam trabalhar de forma eficaz como estribos, ligando as zonas uma com a outra.

As lajes nervuradas treliçadas unidirecionais são formadas por vigotas pré-moldadas e treliçadas e que são muito utilizadas no Brasil, como pontuado por Cunha (2012). Estas lajes podem ser definidas, conforme a NBR 14860 (ABNT, 2016), como laje nervurada, que são compostas por nervuras principais longitudinais colocadas em uma direção única. Além disso, a norma mencionada estipula que podem ser utilizadas nervuras transversais perpendiculares as principais.

Segundo Merlin (2006), os elementos compositores das lajes nervuradas treliçadas, são: elementos pré-moldados as nervuras colocadas em uma direção, elementos de enchimento entre as nervuras e a capa de concreto. Após serem feitas, as treliças são levadas até a obra e posicionadas de modo que fiquem apoiadas. Depois de posicionadas, as treliças ganham apoios provisórios que são os escoramentos, para que não ocorra inicialmente a deformação (MERLIN, 2006). Logo após esse processo, coloca-se os elementos de enchimento entre as treliças e pode-se começar a concretagem, assim como pode ser observado na Figura 4. O escoramento somente será retirado no momento em que o concreto atingir a resistência objetivada em projeto.

Figura 4 – Laje nervurada treliçada pronta para receber o concreto.



Fonte: Adaptado de PAVEZI (2015).

Para Sartorti (2015), tal sistema construtivo traz vantagens e desvantagens que estão elencadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Vantagens e Desvantagens das Lajes Nervuradas Treliçadas

Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do próprio peso, levando a menos carga nas fundações; • Possibilidade de inserção de tubulação elétrica entre a capa de concreto e a base das treliças; • Redução maior do número de fôrmas; • Continuidade das lajes utilizando armadura entre os apoios, sem ocorrer problemas de fixação; • Reduz a quantidade de matérias e pessoas na obra, além de uma maior produtividade; • Reduz o prazo de execução da obra.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de realizar instalações prediais; • Deslocamentos transversais maiores que com a laje nervurada com cuba plástica; • Carregamento em apenas uma direção nas vigas de contorno.

Fonte: Adaptado de DALBEN (2015).

3.4 Comparação entre os tipos de lajes

A forma correta de se determinar qual é o melhor tipo de sistema construtivo, seja ele de qual natureza for, é através de uma pesquisa de campo, em que se relaciona as variáveis determinantes de projeto naquela localidade onde a obra acontecerá. Os custos envolvidos, como mão-de-obra e materiais, devem ser pesquisados na região para que se consiga um orçamento adequado para a obra de destino.

De modo geral, os custos das lajes nervuradas com cuba plástica e das lajes nervuradas treliçadas unidirecionais com enchimento de isopor são 0,8% e 19,0% mais econômicas respectivamente que as lajes comuns (maciças), conforme pontua Vizoto e Lens (2010) em seu trabalho. A laje nervurada treliçada é considerada 18,5% mais econômica que a laje nervurada com cuba plástica. Essa diferença se dá entre as lajes nervuradas pelo fato de que na laje treliçada o pré-moldado junto ao elemento de enchimento torna o sistema mais rápido reduzindo

assim mão-de-obra, e compra e/ou fabricação de novas fôrmas. (SARTORTI, 2015). O Quadro 2 apresenta uma análise comparativa entre os dois sistemas de lajes em relação às importantes variáveis de projeto.

Quadro 2 – Comparativo entre Laje Nervurada Treliçada Pré-Fabricada Unidirecional e Laje Nervurada Com Cuba Plástica.

Laje Nervurada Treliçada Pré-Fabricada Unidirecional com enchimento de isopor	Laje Nervurada Com Cuba Plástica
Diminuição de escoramento e eliminação de fôrmas.	Fácil execução uma vez que as vigas são inseridas nas lajes.
Redução do tempo de execução da obra.	Agilidade no processo construtivo.
Diminuição do peso da Laje.	Bom desempenho na distribuição do peso.
Possibilita reforço com armadura adicional.	Maior vão entre os pilares facilitando o melhor desenvolvimento do projeto.
Redução de consumo de concreto por conta dos enchimentos.	Reaproveitamento das fôrmas.

Fonte: Adaptado de MARTINS (2015).

Dentre as Lajes, destaca-se o sistema treliçado por conta da diminuição do escoramento e a dispensa das formas, além da redução do tempo para execução das lajes, reduzindo-se também o tempo gasto para entrega da obra. Por haver elementos pré-fabricados treliçados, existe a possibilidade de adição de armadura adicional para reforço, e elementos de enchimento caso seja necessário, como cerâmica e isopor, causando assim a diminuição do uso de concreto e facilitando o transporte manual. Destaca-se ainda a altura da armadura treliçada que tem ligação com a altura do elemento de enchimento. Sendo assim, a armadura de distribuição ficará apoiada na armadura treliçada fazendo com que os elementos que fazem parte do escoramento como é o caso dos espaçadores sejam totalmente dispensados desta parte da obra, (VIZOTO e LENS, 2010).

Figura 5 - Uso de escoramento de lajes



Fonte: Adaptado de REBOTEC (2018).

Quanto à questão do deslocamento da estrutura, a laje nervurada com cuba plástica, pelo fato de esta ter nervuras médias de 40 centímetros e a capa de 6 cm, acaba tornando-se pouco

deformável por possuir sua estrutura mais rígida. As treliçadas possuem uma estrutura mais deformável, mas com o uso de contra-flecha, é viável a aplicação de uma laje treliçada com mesma altura da laje nervurada com cuba plástica, utilizando espessura média 7,7% menor, fatores que em um simples pavimento implica, de acordo com Dalben e Bridi (2015), em uma redução maior das cargas nas fundações.

Um outro fator a ser analisado, de acordo com Vizoto e Lens (2010), é a redução da compra de novas fôrmas do sistema treliçado em relação aos outros. Essa redução é importante por levar-se em conta o custo, mas também o quesito sustentabilidade, pois há diminuição de 50% de uso de concreto, aço e em sua maioria dispensa a necessidade de assoalhar a estrutura, assim não utilizando madeira na parte pré-moldada diminuindo o desmatamento e conseqüentemente a diminuição de gás carbônico, (TERRA; ATEX, 2019).

Figura 6 - Sistema treliçado, para diminuição do uso de fôrmas.



Fonte: Adaptado de PEREIRA (2019).

Ressalta ainda que na composição de custos não foi observado e colocado em conta as necessidades de acabamentos das lajes que são o chapisco, emboço, reboco e que ambas as lajes são eficazes e boas alternativas para serem utilizadas em obras, porém, faz-se necessário a observação do quesito economia e tempo de entrega de obra (DALBEN e BRIDI, 2015).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos foi possível concluir que a viabilidade da Laje Nervurada Treliçada Unidirecional com enchimento de isopor é maior, visto que o sistema treliçado é mais sustentável. O sistema é ainda economicamente viável, levando em consideração os benefícios ambientais por conta da diminuição de escoramento que muitas vezes é feito com madeira. Outros fatores a serem ressaltados são: a dispensa de fôrmas e a diminuição do uso do concreto, podendo o enchimento ser feito com isopor ou outro material, reduzindo o tempo gasto de entrega da obra, gerando um custo benefício maior a longo prazo.

Mediante o que foi avaliado neste artigo, pode-se afirmar que apesar de ter um custo mais elevado, a laje nervurada treliçada unidirecional com enchimento de isopor se faz viável mediante a resistência maior em comparação a laje nervurada com cuba plástica. O custo é

relativamente superior e justificado pela qualidade e desempenho. Estudos realizados a respeito de lajes comprovam a diminuição do peso do elemento, uma maior resistência e economia de materiais, devido a não utilização de materiais que são agressivos ao meio ambiente, visto que é de extrema importância a retirada de objetos assim do meio ambiente.

O custo do uso dessa estrutura faz com que na maioria das vezes sejam executadas obras usando lajes que usem um menor valor de produção. Por fim, pode se estudar e analisar maneiras de ampliar o uso da Laje Unidirecional com enchimento de isopor, destacando sua viabilidade técnica, e características de interesse ambiental. Portanto é importante buscar formas de se incentivar ainda mais ao uso deste material em obras visando diminuir os custos e contribuir com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Anderson da Rosa. **Estudo técnico comparativo entre pavimentos executados com lajes nervuradas e lajes convencionais**. 2008. 150 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo

_____**ABNT NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

_____**ABNT NBR 14859-1**: Laje pré-fabricada – Requisitos Parte 1: Lajes unidirecionais . Rio de Janeiro, 2002.

_____**ABNT NBR 14860-**: Laje pré-fabricada – Prélaje – Requisitos Parte1: Lajes unidirecionais. Rio de Janeiro, 2002.

_____**ABNT NBR 14862**: Armaduras treliçadas eletrossoldadas – Requisitos. Rio de Janeiro, 2002.

_____**ABNT NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

_____**ABNT NBR 9062** Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado. Rio de Janeiro, 2006.

_____**ABNT NBR 6118**: Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.

_____**ABNT NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ATEX; TERRA, M. **Engenheiros e arquitetos de todo o Brasil já optaram por reduzir custos, transformar o canteiro de obra em um ambiente mais organizado e seguro, vencer grandes vãos e realizar projetos mais robustos. Brasil Atex**, 2019. Disponível em: <https://www.atex.com.br/produto/>. Acesso em: 24 de novembro de 2020.

BRASIL. **Decreto nº 23569, de 4 de maio de 2005**. Disponível em:http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm. Acesso em: 17 out. 2018.

BRIDI; DALBEN. **Lajes Maciças Convencionais, Nervuradas Com Cubas Plásticas E Nervuradas Treliçadas: Análise Comparativa**. UNIJUI, 2015. Disponível em: <file:///D:/ARQUIVOS%20PESSOAIS/Downloads/5036-Texto%20do%20artigo-21828-1-10-20150825.pdf>. Acesso em: 12 de novembro de 2020.

CARVALHO, Maílson Castelão de. **Análise Comparativa estrutural e econômica entre as lajes maciça, nervurada treliçada e nervurada com cuba plástica em em edifício de 10 pavimentos**. 2012. Pág 79. Dissertação (Dissertação (trabalho de conclusão de curso) – Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana.

CIMENTOS, Montes claros. **Laje Treliçada: O que é e quando usar? LafargeHolcim**, 2018. Disponível em: <https://cimentomontesclaros.com.br/laje-trelicada-o-que-e-e-quando-devo-usar/>. Acesso em: 10 de novembro de 2020.

CORREA, Guilherme. **Montagem de Formas em Estrutura de Concreto Armado. ESO**, 2011. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/eso/content/?tag=formas>. Acesso em: 16 de novembro de 2020.

CUNHA, Mateus Ortigosa. **Recomendações para projeto de lajes formadas por vigotas com armação treliçada**. 199p. 2012. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos. São Carlos.

DANTAS; NASCIMENTO. **Análise de cargas acidentais em pavimentos de garagem. Scielo**, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952014000400003. Acesso em: 12 de novembro de 2020.

DALBEN, Djiovani. **Análise Comparativa De Elementos Estruturais Executados Com Laje Maciça Convencional, Nervurada Com Cubetas Plásticas E Nervurada treliçada. Biblioteca Digital**, 2015. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/3405/trabalho%20final%20corrigido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 de novembro de 2020.

GIONGO, J. S. **Concreto Armado: Projeto Estrutural de Edifícios**. São Carlos: EESC - Universidade de São Paulo, 2003.

GOMES, Manuel. **Escoramento com Cubas. JIRAUTEX**, 2018. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/prod/e/jirautex-escoramento-com-cuba_8202_37838. Acesso em: 16 de novembro de 2020.

GUERRA, Serafim. **Fôrmas Plásticas para Lajes Nervuradas. Clube do Concreto**, 2010. Disponível em: <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/07/formas-plasticas-para-laje-nervurada.html>. Acesso em: 10 de novembro de 2020.

ITAIPU. **Estruturas pré-moldadas**. Itaipu, 2020. Disponível em: <https://www.lajesitaipu.com.br/>. Acesso em: 22 de outubro de 2020.

LOPEZ, André F. de O.; BONO, Giuliana F. F.; BONO, Gustavo. **Análise numérica comparativa entre lajes maciças e nervuradas com diferentes tipos de materiais de enchimento**. In. Mecânica Computacional Volume XXXII, págs 3 Pág 19-22, 2013.

MARTINS, Rafael. **Laje Nervurada Treliçada Pré-Fabricada Unidirecional e Elemento de enchimento. UFRJ**, 2015. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014102.pdf>. Acesso em: 12 de novembro de 2020.

MERLIN, Andrei José. **Análise probabilística do comportamento ao longo do tempo de elementos parcialmente pré-moldados com ênfase em flechas de lajes com armação treliçada**. 2006. 320 p. Dissertação (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos.

NS PRÉ-MOLDADOS, 2015. Disponível em: <http://www.nspremoldados.com.br/produtos/lajes-trelicadas/trelicadas-unidirecional-eps-isopor>. Acesso em: 16 de novembro de 2020.

PEREIRA, Caio. **O que é Laje Treliçada?. Escola Engenharia**, 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/laje-trelicada/>. Acesso em: 11 de dezembro de 2020.

PRE-MOLD. **Fabricação de pré-moldados treliçados em concreto**. Pré-Mold RM, 2018. Disponível em: <http://www.premoldrm.com.br/>. Acesso em: 10 de novembro de 2020.

REBOTEC. **Impermeabilizante de Lajes**. 2018. Disponível em: <https://rebotecbrasil.com.br/>. Acesso em: 12 de dezembro de 2020.

SERRA, S; FERREIRA, M; PIGOZZO, B. **Evolução dos Pré-fabricados de Concreto. USP**, 2005. Disponível em: http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/cd/conteudo/trab_pdf/164.pdf. Acesso em: 23 de novembro de 2020.

SILVA, Marcos Alberto Ferreira da. **Projeto e construção de lajes em concreto armado**. 2005. 239 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SOUZA, Eduardo. **Tipos de lajes de concreto: vantagens e desvantagens. ArchDaily**, 2019. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/889035/tipos-de-lajes-de-concreto-vantagens-e-desvantagens>. Acesso em: 12 de novembro de 2022.

SPOHR, Valdi Henrique. **Análise comparativa: sistemas estruturais convencionais e estruturas de lajes nervuradas**. 2008. Tese de Doutorado. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Santa Maria: UFSM, 2008. 108p.

VIZOTTO, Itamar; SARTORTI, Artur Lenz. **Soluções de lajes maciças, nervuradas com cuba plástica e nervuradas com vigotas treliçadas pré-moldadas: análise comparativa**. In. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.15, Pág 19-28, 2010.