

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE LAJES MACIÇAS E PRÉ-MOLDADA TRELIÇADAS NA CIDADE DE SÃO PEDRO DOS FERROS – MG

Rodrigo de Andrade Silva¹
Roger Leoni Sena Martins¹
Mateus Zanirate de Miranda²
Douglas Delazari Martins²

douglasdelazari@hotmail.com

ÁREA DE CONHECIMENTO: Engenharias

RESUMO

Nos dias de hoje há uma procura muito grande por novos métodos construtivos dentro da construção civil. A todo momento surgem novos métodos no mercado, buscando maior rapidez e economia em se executar uma edificação. Sendo assim, foi realizado, neste trabalho, um estudo comparativo entre as lajes maciça e pré-moldada treliçada, utilizando alguns sites e programas que ajudaram a calcular o seu tempo de execução, valores e insumos, comparando e determinando qual metodologia seria mais viável para o projeto em questão. Foi realizado um estudo quantitativo na cidade de São Pedro dos Ferros analisando um projeto de 68 m². Após a comparação dos valores totais, realizada por tabelas e gráficos, concluiu-se que a laje pré-moldada treliçada mostrou-se mais viável em todos quesitos, devido à sua rápida execução com vigotas e lajotas prontas já fornecidas pelo fabricante, um menor volume de concreto, a não utilização de formas e menor quantidade de aço, deixando, assim, a laje pré-moldada treliçada com uma diferença relevante de preço, em tempo de execução, valor da execução e materiais gastos.

PALAVRAS-CHAVES: Comparativo; Lajes maciça; Pré-moldada Treliçada.

1. INTRODUÇÃO

O surgimento do concreto armado teve início por volta de 1850, sendo empregado, na sua composição, a pedra natural com elevada resistência à compressão e durabilidade, a madeira, tendo razoável resistência à tração e o aço, com boas resistências mecânicas. O concreto é um insumo que resiste melhor a tensões de compressão unindo os agregados (areia, brita, água e cimento) e o aço a tensões de tração. Portanto, com a adição desses dois materiais, a estrutura resiste melhor aos esforços solicitados (BASTOS, 2006).

De acordo com Guimarães (2010), o método de lajes maciças foi o primeiro utilizado em lajes de concreto armado, surgindo em 1954 pelo inglês Willian

¹ Acadêmicos do 10º período do curso de Bacharelado em Engenharia Civil da Univértix.

² Graduado em Engenharia Civil e Especialista em docência do ensino superior, professor do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX - Matipó

Boutland Wilkinson. Lopes (2015) ressalta que existem dois grandes grupos relacionados a esses tipos de lajes, são elas, as lajes pré-fabricadas e as moldadas no local. As lajes moldadas no local são aquelas que são construídas na própria obra, já as pré-fabricadas são construídas fora da obra, podendo ser feitas tanto de concreto armado quanto de concreto protendido.

Em determinadas construções, o consumo de concreto é mais elevado nas lajes. Em caso de lajes maciças, o seu consumo torna-se até quase 2/3 do volume total de concreto na estrutura, por isso são feitos vários estudos para determinar qual tipo de laje é economicamente e tecnicamente mais viável para cada tipo de projeto. As lajes nervuradas treliçadas foram uma ascensão das lajes maciças, trazendo uma diminuição de concreto abaixo da linha neutra, tornando a estrutura mais econômica, por meio da criação de vazios rítmicos de arranjo (FRANCA e FUSCO, 1997).

As lajes nervuradas treliçadas surgiram depois da segunda guerra mundial, quando foram muito utilizadas para reconstrução das edificações que sofreram danos naquele período (MADSEN e PORTO, 2018). Segundo Vasconcelos (2002), no Brasil, a primeira obra executada utilizando componentes pré-fabricados de concreto foi em 1926. A obra foi o hipódromo da gávea na cidade do Rio de Janeiro, utilizando estacas pré-moldadas na fundação e cercas no perímetro do hipódromo.

As lajes nervuradas treliçadas surgiram depois da segunda guerra mundial, quando foram muito utilizadas para reconstrução das edificações que sofreram danos naquele período (MADSEN e PORTO, 2018). Segundo Vasconcelos (2002), no Brasil, a primeira obra executada utilizando componentes pré-fabricados de concreto foi em 1926. A obra foi o hipódromo da gávea na cidade do Rio de Janeiro, utilizando estacas pré-moldadas na fundação e cercas no perímetro do hipódromo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Lajes maciça

2.1.1. Definição

As lajes são elementos planos que possuem duas dimensões maiores do que uma terceira e são responsáveis por receber as cargas e transferi-las para os apoios. As lajes maciças são encarregadas por consumirem cerca de aproximadamente 50% do concreto utilizado nas construções (GUIMARÃES, 2010).

De acordo com a NBR 6118 (2014, p./74) os limites mínimos para espessuras das lajes maciças são:

- 1- 7 cm para cobertura não em balanço;
- 2- 8 cm para lajes de piso não em balanço;
- 3- 10 cm para lajes em balanço;
- 4- 10 cm para lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30 KN;
- 5- 12cm para lajes que suportem veículos de peso total maior que 30 KN;
- 6- 15 cm para lajes com protensão apoiadas em vigas, com mínimo de L/42 para lajes de piso biapoiadas L/50 para lajes contínuas;
- 7- 16 cm para lajes lisas e 14 cm para lajes cogumelo, fora do capitel.

2.1.2. Método executivo

Segundo a NBR 6118, os métodos executivos das lajes maciças podem ser divididos basicamente nas seguintes etapas:

1. Confeção de formas de madeiras e escoras;
2. Colocação das armaduras;
3. Instalação de caixas, tubos e eletrodutos;
4. Preparação e lançamento do concreto;
5. Adensamento do concreto;
6. Cura do concreto;
7. Retirada das formas e escoras.

2.1.2.1. Confeção de formas de madeiras e escoramento

Segundo a NBR-15696 (2014 p. 8):

As formas devem ter rigidez para assegurar o formato e as dimensões das peças da estrutura projetada, devem ser suficientemente estanques, de modo a impedir a perda de pasta de cimento. A retirada de formas e escoramento deve ser executadas de modo a respeitar o comportamento da estrutura em serviço. Quando de sua montagem, o escoramento deve ser apoiado sobre hastes regulares, cunhas, caixas de areia ou outras maneiras a não submeter a estrutura a impactos, sobrecargas ou outros danos.

2.1.2.2. Colocação das armaduras

Segundo NBR 14931 (2004, p. 13):

A montagem das armaduras deve ser feita por amarração, utilizando arames. No caso de aços soldáveis, a montagem pode ser feita por pontos de solda. A distância entre pontos de armação das barras das lajes deve ter afastamento máximo de 35 cm.

2.1.2.3. Instalações de caixas, tubos e eletrodutos

De acordo com Brandalise e Weslling (2015, p. 29):

Nesta etapa são posicionadas os eletrodutos, as caixas de passagem e eletrodutos referentes a instalação elétrica, também são utilizadas as esperas de isopor com as dimensões necessárias para permitir a passagem de encanamentos com tubos de maior dimensão vetados de alguma

maneira pelas quais posteriormente os tubos dos sistemas passaram posteriormente.

2.1.2.4. Preparação e lançamento do concreto

Segundo NBR 14931 (2004, p. 20):

O concreto deve ser lançado e adensado de modo que todas as armaduras, além dos componentes embutidos previstos no projeto, sejam adequadamente envolvidas na massa de concreto. O concreto deve ser lançado a mais próximo possível de sua posição definitiva, evitando incrustações de argamassa nas paredes das formas e nas armaduras. Devem ser tomadas precauções para manter a homogeneidade do concreto. O concreto deve ser lançado com técnica que elimine ou reduza significativamente a segurança entre seus componentes.

2.1.2.5. Adensamento do concreto

Segundo a NBR 14931 (2004, p. 21):

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deve ser vibrado ou apoiado continuamente e energeticamente com equipamentos adequados a sua consistência. O adensamento deve ser cuidadoso para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízos da aderência.

2.1.2.6. Cura do concreto

Segundo a NBR 14931 (2004, p. 23):

Enquanto não atingir 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, assegurar a formação de uma capa superficial durável.

2.1.2.7. Retirada das formas e escoras

Segundo a NBR 14931 (2004, p. 24):

A retirada das formas e do escoramento só pode ser feito quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir as ações que sobre ele atuaram e não conduzir a deformação inaceitáveis, tendo em vista o baixo valor do módulo de elasticidade do concreto e a maior probabilidade de grande deformação diferida no tempo quando o concreto é solicitado com pouca idade.

2.1.3. Utilização

Segundo Brandalise e Wessling (2015) o aproveitamento da laje maciça torna-se muito viável em edifícios com vários pavimentos, pois, com a utilização de formas, torna-se também de fácil execução sua montagem, acarretando maior facilidade para encontrar mão de obra. Contudo, possui limitações para lajes de grandes vãos.

2.2. Lajes pré-moldadas treliçadas

2.2.1. Definição

As lajes pré-moldadas são formadas por componentes pré-fabricados de concreto e podem ser encontradas tanto em concreto armado de seção T invertido, quanto em concreto protendido, de base de concreto e formas de treliça (CUNHA, 2012).

Segundo a NBR 14859-1 (2010, p. 3):

As vigotas pré-fabricadas são constituídas por concreto estrutural, executados industrialmente fora do local de utilização definitivo da estrutura, ou mesmo em canteiro de obra, sob rigorosas condições de concreto de qualidade. Englobam total ou parcialmente a armadura inferior de tração, integrando parcialmente a seção de concreto da nervura longitudinal. Elas podem ser dos tipos de concreto armado (VC), concreto protendido (VP), e treliçado (VT).

2.2.2. Método executivo

Uma das características econômicas desse tipo de estrutura é proporcionar rapidez da execução na obra e menor uso de formas e escoramento. Os trilhos e nervuras são as vigotas compostas por armaduras de tração e de transporte que servem para resistir aos esforços de tração oriundos de flexão. Para que se possa evitar problemas futuros e na execução, deve-se tomar certos cuidados como; escoramento adequado, concretagem (capa que cobrirá a laje), travamento do escoramento. Deve-se, ainda, tomar esses cuidados para que não ocorram flechas exageradas e fissuras no decorrer das vigas. A distância do vão de dimensionamento também deve ser levada em consideração de acordo com o projeto da obra, sendo ela a menor possível. As paredes sobrepostas nas lajes nunca devem ser ao decorrer da viga, sempre no sentido transversal, para evitar flechas e trincas, (BOTELHO, MORCHETTI, 2015).

Segundo a NBR 6118 (2014, p. 74):

Se houver tubulação embutidas na laje treliçada sua espessura deve ser maior ou igual a $1/15$ da distância entre as faces das nervuras e não pode ser menor que 4 cm. Quando existir tubulação com diâmetro menor ou igual a 10 mm, sua espessura mínima de concreto será de 5 cm; para tubulações maiores que 10 mm, a mesma deve ser ter espessuras de 4 cm mais o diâmetro da tubulação.

2.2.2.1. Etapas de execução:

1. Escoramento
2. Montagem
3. Nervuras de travamento
4. Armadura de distribuição e ferragens negativa
5. Concretagem
6. Cura do concreto, retirada do escoramento

Segundo Silva; Silva; Lima (2018), os escoramentos são colocados antes das vigas, com um espaçamento entre as escoras 1,50 m, utilizando tábuas e pontaletes em sua base para a melhor distribuição das cargas da laje para o solo. Em relação à montagem das vigotas, elas serão distribuídas em todo o pavimento, de acordo com a direção indicada no projeto, apoiando no mínimo 5 cm sobre as vigas e paredes. Sobre as nervuras, sempre que houver a necessidade de vãos maiores que 4,0 m, é necessária a aplicação de nervuras transversais, para evitar as deformações e, assim, melhorar a estabilidade. A armadura de distribuição e a ferragem negativa são de grande importância, pois evitam fissuras do concreto de capeamento, por isso deve ser utilizadas em todo tipo de laje, com aço de 5 mm de diâmetro e espaçamento máximo de 30 cm no sentido transversal as vigotas. O concreto deve ser utilizado com o traço recomendado no projeto de execução e montagem das lajes espalhando-o bem e preenchendo os espaços vazios entre vigas e tijolos. Em relação à cura, a laje deve ser bem molhada antes da sua execução e depois dela por 5 dias consecutivos, para que o concreto tenha sua cura desejada. Efetuando, assim, a cura do concreto, as escoras devem ser retiradas somente após completos 21 dias de concretagem.

2.2.3. Utilização

As lajes treliçadas são muito utilizadas, geralmente, em construções de pequeno e médio porte, pois são de fácil execução e geram economia por não utilizarem formas (CUNHA, 2012). Ao reduzir a quantidade de escoramento, diminui-se o peso próprio da estrutura, gerando uma economia de aço em todos os outros elementos da edificação (SILVA; MOURA; CAMPOS, 2012).

3. METODOLOGIA

Neste trabalho foi realizado um estudo de caso, sendo realizado um levantamento quantitativo do tempo de execução da obra e dos materiais que serão

gastos no dimensionamento das lajes. Foi feito um estudo quantitativo entre lajes maciças e lajes pré-moldadas treliçadas, utilizando um projeto de 68 m² no município de São Pedro dos Ferros, Minas Gerais.

Foi utilizado o programa Eberick, que é um software feito para elaboração de projetos estruturais em concreto armado, pré-moldado entre outros. Nesse programa, pode-se abranger todo o projeto, elaborando cálculos de vigas, pilares, lajes etc., permitindo, dessa forma, uma análise estrutural, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais das lajes.

O dimensionamento dos quantitativos de mão de obra e de insumos foi realizado através do livro TCPO (tabela de composições e preços para orçamentos), da editora PINI.

O custo da mão de obra foi calculado de acordo com a convenção coletiva de trabalho 2019/2020 do Sindicato dos Trabalhadores da Construção Civil SINDUSCON.

Na laje maciça, foram realizados dois tipos de orçamentos para os materiais: um com formas de madeiras adquiridas e outro com formas de madeiras sendo alugadas de acordo com empresas prestadoras de serviços da região. Foram comparados os valores totais para cada laje, com a ajuda de gráficos determinando, assim, qual laje seria mais viável para o projeto em questão na nossa região.

Por fim, foi utilizada uma planilha feita no programa Excel para montagem de tabelas, comparando os custos, tempo de execução e a viabilidade de cada laje.

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

Na Figura 1, foi demonstrado que a laje pré-moldada treliçada, por conta de seu método executivo, tem execução mais ágil uma vez que utiliza vigotas prontas e lajotas cerâmicas ou EPS, eliminando, assim, a utilização de formas, como na laje maciça que demanda um maior tempo. Portanto, a laje pré-moldada treliçada obteve uma diferença de 40% no seu tempo de execução.

Sena e Cabral (2018) observaram, em sua pesquisa, que, ao realizar um comparativo entre os sistemas de lajes citados acima, constatou-se uma vantagem da laje pré-moldada treliçada nesse aspecto, por se tratar de um pré-moldado demandando apenas de escoras e não utilizando formas.

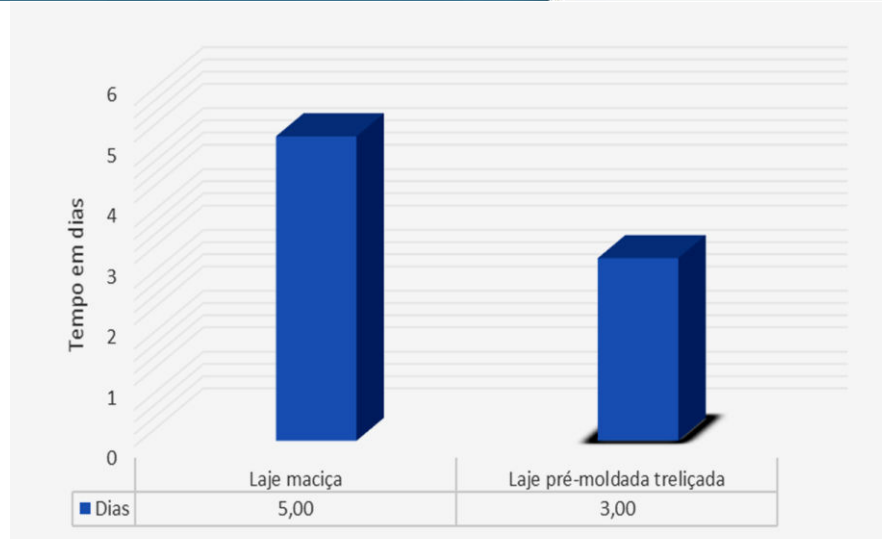


Figura 1: Tempo gasto em dias para execução das lajes maciça e pré-moldada treliçada
 Fonte: Os autores (2019)

A Figura 2 demonstra uma diferença de custo de mão de obra de 40% entre as concepções técnicas estudadas. A laje pré-moldada treliçada mostrou-se mais viável neste quesito também, uma vez que, ao demandar menos tempo de execução, demanda também menos custos relacionados aos trabalhadores do canteiro de obras.

Nappi (1993) relatou que, ao analisar três tipos de projetos com dimensões distintas, obteve-se uma vantagem da laje pré-moldada de 30,10% em relação à laje maciça, demonstrando que este tipo de método executivo é mais econômico para projetos unifamiliares de até 100 M², como ocorre com o caso do projeto de edificação em estudo.

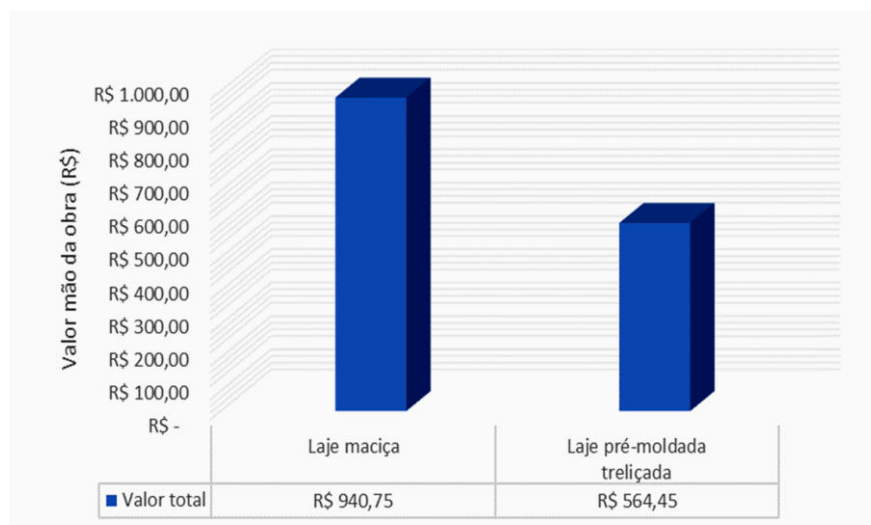


Figura 2: Valor para execução das lajes maciça e pré-moldada treliçada
 Fonte: Os autores (2019)

Na Figura 3, nota-se uma grande diferença nos resultados obtidos em relação ao custo dos insumos, que se explica principalmente no que tange às formas. Nesse caso, obteve-se o valor muito relevante para laje maciça com formas alugadas em relação a formas compradas apresentando uma diferença de 54,7% no valor final. Já a laje pré-moldada treliçada apresentou um custo ainda menor que a laje maciça com formas alugadas.

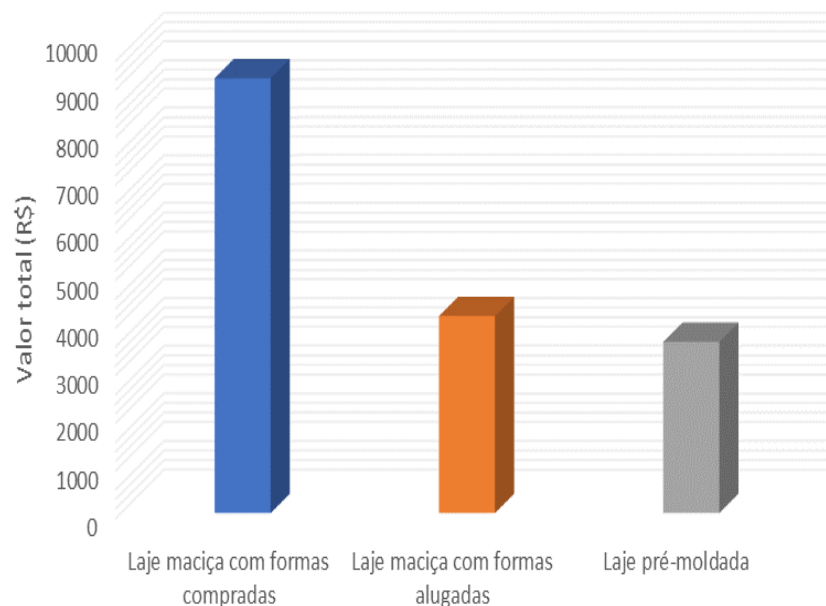


Figura 3: Valores totais gastos de materiais e mão de obra para execução das lajes maciça e pré-moldada treliçada
 Fonte: Os autores (2019)

Este trabalho foi elaborado analisando apenas mão de obra, tempo de execução e custo dos materiais, com o objetivo em se determinar qual laje tem um menor custo e maior viabilidade para o projeto em questão. Como se pode observar, a procura por novos tipos de construção vem crescendo no mercado, exigindo, assim, que encontrar novas formas de edificar é de grande importância na área para se obter melhor desempenho e custo final de cada estrutura executada.

Monferino (2017) relatou, em sua pesquisa, que avaliou uma edificação com 344,85 M² e obteve uma diferença entre a laje maciça e a laje pré-moldada de 34% do valor da obra. Sendo que a laje pré-moldada obteve um melhor custo benefício, apesar de carecer de maiores gastos com insumos.

Observa-se, assim, uma economia maior em relação à mão de obra e seu tempo de execução, uma vez que é terceirizada.

Nesta pesquisa científica foi possível observar que, ao analisar um projeto familiar de pequeno porte, s obtiveram-se resultados distintos entre as técnicas construtivas, uma vez que a laje maciça foi menos viável do que a laje pré-moldada treliçada, levando em conta o projeto de 68 m².

Por meio dos gráficos apresentados acima, foram obtidos os resultados das lajes dimensionadas. Assim, para uma maior economia, a laje pré-moldada treliçada foi mais viável do que a laje maciça para o nosso projeto, devido a seu menor volume de concreto e a não utilização de formas de madeira. O tempo de execução também foi mais viável para a laje pré-moldada treliçada pois ela tem uma maior facilidade de instalação e um menor peso próprio, influenciando, assim, diretamente no seu preço de execução, trazendo uma maior economia para nosso projeto.

5. CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos nesta pesquisa, comparando o tempo de execução de cada laje, a mão de obra e o custo dos materiais podemos concluir que a laje pré-moldada treliçada apresentou uma diferença de 13,10% em relação à laje maciça, levando em conta o orçamento de menor preço, concluindo, assim, que a laje pré-moldada treliçada foi mais viável.

É importante salientar que a aplicação destes resultados não configura uma resposta pronta para todas as situações. As especificidades da edificação analisada em projeto levaram-nos às conclusões supracitadas, não sendo possível extrapolar tais informações para outros tipos de projetos arquitetônicos de 68,00 m².

A atuação do engenheiro reside na análise criteriosa das metodologias construtivas disponíveis e na escolha da técnica mais rápida, econômica e eficaz, tendo em vista as necessidades dos clientes e as singularidades de cada serviço executado.

6. REFERÊNCIAS

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas.NBR-14931: **Execução de estruturas de concreto-procedimentos**, 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas.NBR-15696: **Formas e escoramento para estrutura de Concreto - Projeto**, dimensionamento e procedimento executivo, Rio de Janeiro, 2009.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas.NBR-14859-1: **Lajes pré-fabricadas-requisitos-parte 1; Lajes unidirecionais**, Rio de Janeiro,2016.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas.NBR-6118: **Projeto de estrutura de concreto**-Rio de Janeiro,2014.

BONI, S. H. **Sistemas Estruturais. Trabalho sobre Lajes**, São Paulo, ano 15, n.21.p.2-20, f ev.2015.

BASTO, P. S. S. **Fundamentos de Concreto Armado**: Disciplina estrutura de concreto 1. Bauru. São Paulo. 2016. Disponível em:www.feb.unesp.br/pbastos.

BASTOS, P. S. S. **Estruturas de Concreto 1**: Flexão normal simples, vigas. Bauru. São Paulo. 2015.

BOTELHO, C. H. M.; MARCHETTI, V. **Concreto Armado eu te amo**. 3 ed. São Paulo. 2015.

BRANDALISE, M. G.; WESSLING, I. L. **Estudo comparativo de custo entre laje maciças simples e laje de vigotas pré-fabricadas treliçadas em edifícios de até quatro pavimentos no município de Pato Branco, Paraná, Brasil**. Orientador: Jairo Trombeta.2015.103.Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Tecnologia Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

CUNHA, M. O. **Recomendações para projeto de lajes formadas por vigotas com armação treliçada**. Orientador: Mounir Khalil El Debs.2012. 145.Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estrutura) -escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo,2012.

DORNELES, D. M. **Lajes na construção civil Brasileira: Estudo de caso em edifício residencial em Santa Maria-RS**. Orientador: Joaquim C. Pizzutti dos Santos.2014.78. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, 2014.

FRANCA, A. B. M.; FUSCO, P. B. **As lajes nervuradas na construção de edifícios**: São Paulo.1997.

GUIMARÃES, L. A. C. **Dimensionamento de lajes maciças em concreto armado**: Sociesc. São Paulo.2010.

LOPES, O. F. A. **Estudo comparativo entre lajes nervuradas moldadas no local com formas de polipropileno e lajes pré-fabricadas treliçadas**. Orientador: Giuliana. F. F. Bono.2015. 161.Dissertação (Pós-graduação em engenharia civil e Ambiental) - Centro acadêmico do agreste, CAA, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2015.

MADSEN, H. B. R.; PORTO, B. T. Estudo comparativo entre lajes nervuradas Atex x lajes nervuradas treliçadas: **Revista engenharia em ação uni Toledo**, Araçatuba, São Paulo, v.3, n.2, p-136-151, julho,2018.

MONFERINO, M. C. **Estudo comparativo de custo entre laje nervurada pré-moldada treliçada unidirecional e laje maciça para o pavimento tipo de uma edificação residencial**. Orientador: Leopoldo Freire.2017.53. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS MG, Minas Gerais, 2017.

NAPPI, S. C. B. **Análise comparativa entre laje maciça, com vigotas pré-moldadas e nervuradas**. Orientador: Ingeborg Sell,1993.131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – universidade federal de santa Catarina, programa de pós-graduação em engenharia de produção, Florianópolis, 1993.

RIBEIRO, S. D. T. **Análise comparativa entre sistemas estruturais de lajes maciças e pré-fabricadas treliçadas. Custo e consumos de materiais**. Prof. Me. Leonardo Medeiros da Costa,2017.79 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade estadual da Paraíba campus VIII-Araruna Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, Paraíba, 2017.

SILVA, S. J.; SILVA, S. K. E.; LIMA, F. S. Principais tipos de lajes na construção civil. **Ciências exatas e tecnologias**, Alagoas.v.5, n.1, p-55-68, novembro, 2018.

SENA, P. L. L.; CABRAL, J. Estudo comparativo de custo benefício de implantação de lajes steel deck, maciça e pré-moldada utilizando enchimento de EPS ou cerâmico. **Revista científica semana acadêmica**, Fortaleza. 33, p.3-31, dezembro,2018.

SILVA, G. J.; MOURA, L. M.; CAMPOS, J. D. Análise técnica de lajes maciças, pré-moldada do tipo içada aplicada em edifícios de múltiplos pavimentos: **Revista da Universidade do vale do rio verde**, três Corações, p-369-383,2012.

SILVA, P. B. **Contribuição a análise estrutural de lajes pré-moldadas com vigotas pré-fabricadas**. Orientador: Gerson Moacyr Sisniegas Alva.2012. 150.Dissertação (Pós-Graduação em engenharia de Estruturas) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul,2012.

SOUZA, E. **Tipos de concreto: vantagens e desvantagens**,14 de fevereiro. 2018.<https://www.archdaily.com.br>. Acesso em: 22 maio 2019.

VASCONCELOS, A. C. **O concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. V.III. São Paulo.2002.

VASCONCELLOS, J. **Lajes maciças de concreto armado**,04 de março.2013.<https://www.eddcardfuvale.wordpress.com>. Acesso em: 22 maio 2019.

VIZOTTO, I; SARTORTI, A. L. Solução em lajes maciças, nervuradas com cubas plásticas nervuradas com vigotas treliçadas pré-moldadas: Análise comparativa. **Teoria e prática na Engenharia Civil**.n.15, p-19-28, abril, 2010.