

PRINCIPAIS TIPOS DE LAJES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Jéssica Santos da Silva¹

Elayne de Kássia Santos da Silva²

Sandovânio Ferreira de Lima³

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

A construção civil brasileira passa por um momento de progresso, criando alternativas e métodos construtivos a fim de obter menores custos e maior agilidade na execução e acabamento de obras. Analisando-se os tipos de lajes existentes no mercado e suas aplicações para edificações de estrutura reticulada e/ou plana em alvenaria estrutural e os fatores a elas relacionados, desde materiais utilizados até as estruturas auxiliares, buscamos descrever as fases de construtibilidade das lajes e a inserção destas no processo da construção por meio do estudo da adequação ao uso. O estudo do processo construtivo das lajes atingiu os seguintes tipos de lajes: lajes pré-moldadas com lajota cerâmica, lajes pré-moldadas com EPS, lajes maciças, lajes alveolares e lajes nervuradas com cubetas. O objetivo do artigo é comparar as lajes para que possam ser escolhidas de acordo com a necessidade, buscando uma relação custo-benefício. Para proceder com esta análise avaliou-se os materiais utilizados, sua funcionalidade e a adequação dos sistemas construtivos utilizados por meio do estudo das vantagens e desvantagens desses tipos de lajes, observando e comparando os processos utilizados para minimizar ao máximo os pontos negativos que a laje possa apresentar, principalmente em relação ao tempo gasto durante a sua execução.

Palavras-chave

Estrutura. Custo-benefício. Métodos construtivos.

ABSTRACT

The Brazilian civil construction goes through a moment of progress, creating new alternatives and constructive methods in order to obtain lower costs and greater agility in the execution and finishing of works. By analyzing the types of slabs on the market and their applications for structures with reticulated and / or flat structure in structural masonry and the related factors, from materials used to auxiliary structures, we have tried to describe the phases of constructability of slabs and insertion of these in the construction process through the study of suitability to use. The study of the constructive process of the slabs reached the following types of slabs: precast slabs with ceramic slab, EPS precast slabs, massive slabs, alveolar slabs and ribbed slabs with cuvettes. The objective of the article is to compare them so that they can be chosen according to the need, seeking a cost-benefit. In order to proceed with this analysis, it was evaluated the materials used, their functionality and the adequacy of the construction systems used by studying the advantages and disadvantages of these types of slabs, observing and comparing the processes used to minimize to the maximum the negative points that the slab can present, mainly in relation to the time spent during its execution.

KEYWORDS

Structure. Cost benefit. Constructive Methods.

1 INTRODUÇÃO

Em vista da crescente preocupação com a qualidade na construção civil, no que diz respeito às questões de segurança, conforto dos ambientes e durabilidade dos materiais, torna-se cada vez mais necessária a especialização e evolução de toda a cadeia que toma parte no seu processo. Com relação a superestrutura da construção, nota-se a importância do conhecimento sobre os tipos de lajes que são fundamentais em qualquer tipo de obra.

Lajes são elementos planos, em geral horizontais, com duas dimensões muito maiores que a terceira (PINHEIRO; LIBÂNIO *et al.*, 2003). A principal função delas é receber os carregamentos atuantes no andar, provenientes do uso da construção e transferi-los para as vigas, que transmitem para os pilares, até garantir a transferência de todos os esforços para a fundação. Segundo a sua forma de construção, as lajes podem ser moldadas no local ou pré-moldadas (SANTOS, 2002).

Este artigo tem como objetivo realizar um comparativo entre as lajes pré-moldadas com lajota cerâmica, com EPS, maciças, alveolares e as nervuradas por meio de cubetas, para que possam ser escolhidas levando-se em consideração todos os aspectos do processo executivo, além de contribuir para a redução de custos nas construções.

2 LAJES PRÉ-MOLDADAS COM LAJOTA CERÂMICA

As lajes pré-moldadas são componentes construtivos muito utilizados em alguns tipos de construção de interesse social, pois esse sistema estrutural, formado por vigotas e elementos de enchimento pré-fabrica, é um sistema que serve de forma para a capa do concreto que é moldada no local da obra além de ser um sistema com facilidade de montagem, e ter uma quantidade reduzida de escoras.

2.1 PROCESSO EXECUTIVO

Em relação a seu local de moldagem, Mork (1964) apresenta dois tipos de pré-fabricação: a pré-fabricação em usina e a pré-fabricação no local ou no canteiro de obras.

- **Escoramento**

Devem ser feito antes da colocação das vigotas, apoiado em base firme. Sob as escoras, utilizar pedaços de tábua para uma melhor distribuição de cargas no solo. Pontaletes com suporte de nivelamento que são removidos após 7 dias de cura do concreto. São colocados com espaçamentos que dependem da sobre carga de utilização e com um máximo de espaçamento de 1,50 metros com tábuas em pé de 12 para servir de apoio temporário às vigotas.

- **Aplicação de contra-flecha**

A contra-flecha é utilizada como um recurso para compensar as consequências indesejáveis das deformações devidas à ação das cargas nas lajes.

- **Montagem**

Distribuir as vigotas de todos os vãos de acordo com o sentido e dimensões indicadas na planta de montagem. É necessário que elas apoiem no mínimo 5cm sobre o respaldo das paredes ou vigas para distribuir as tabelas (tipo de tijolo cerâmico) entre elas.

- **Nervura de travamento**

Para garantir maior estabilidade e reduzir o efeito das deformações, é necessária a execução de nervuras transversais sempre que haja cargas concentradas a distribuir (paredes) ou quando o vão for superior a 4m, exigindo-se duas nervuras se o vão ultrapassar a 6m.

- **Armadura de distribuição e ferragem negativa**

A armadura de distribuição deve ser utilizada em todas as lajes, a ferragem deve ser distribuída no sentido transversal às vigotas com barras na bitola 5mm (3/16) espaçadas no máximo a cada 30cm. Esta armadura é importante, pois evita a fissuração do concreto de capeamento.

- **Concretagem**

Molhar muito bem as vigotas e tabelas antes do lançamento do concreto para evitar que as peças absorvam a água de cura do concreto. Utilizar o traço recomendado no projeto de execução e montagem das lajes. Espalhar bem o concreto, preenchendo todos os espaços vazios, principalmente nos encontros entre as vigotas e tabelas, garantindo a solidez do conjunto. Molhar a laje durante 5 dias após o capeamento.

mento, efetuando assim a cura do concreto. Retirar o escoramento somente 21 dias após a concretagem.

Vantagens

Rapidez – devido à simplicidade da execução e montagem das peças, é possível acelerar o andamento da obra;

Qualidade – Concreto armado, construído em condições que permitem maior controle e homogeneidade, acabamento e tratamentos específicos para cada indústria, piso padrão superior, coberturas em sistemas avançados;

Segurança – As paredes são moldadas no nível do piso, eliminando formas verticais, significando maior segurança para a equipe de construção, e maior segurança de qualidade homogênea;

Versatilidade – Na confecção de paredes, na inclusão de sistemas especiais, na aplicação de coberturas sofisticadas;

Durabilidade – Em caso de incêndios;

Fabricação própria – Pode ser moldado na própria obra;

Expansão – Um edifício em Tilt-up pode ser projetado e construído, permitindo facilmente expansão, simples, destacando e relocando os painéis ou corando novas aberturas sobre os mesmos;

Custos com seguro menores – O concreto fornece maior resistência ao fogo que outras estruturas convencionais, principalmente estruturas metálicas;

Redução de Custos e Prazos da Obra - Podem prever em sua própria estrutura, pontes-rolantes, ampliações laterais, lajes, alvenaria e fachadas, facilitando futuras ampliações; Reduz os custos com formas de madeira, concretagem de colunas, vigas etc.

3 LAJES PRÉ-MOLDADAS COM EPS

O crescimento do mercado da construção civil no Brasil nos últimos anos demandou o desenvolvimento de materiais novos e um deles é o poliestireno expandido (EPS) (BARBOSA, 2017).

Utilizado cada vez mais como material devido à sua baixa densidade e capacidade de isolamento termo acústico. Sua incorporação permite reduzir a potência de refrigeração dos sistemas de condicionares de ar, buscando maiores condições de conforto aliada à economia nos gastos anuais com energia elétrica.

O EPS tem características muito favoráveis para utilização como elemento para enchimento de lajes, sendo leve e resistente. O EPS não serve de alimento a qualquer ser vivo inclusive microrganismos e, portanto, não favorece a presença de cupim, nem apodrece. Usado em lajes pré-moldadas nervuradas em uma só direção ou em grelha, permite grande economia de cimbramento, mão de obra e tempo. Além disto, se assemelha com as Lajes cerâmicas tanto na metodologia, como também, na implementação na obra. Com uma diferença, as lajes cerâmicas são feitas com tijolos e o EPS é feito com blocos de isopor (INCOBRAZ, 2016).

3.1 PROCESSO EXECUTIVO

- Fixação de arranque na fundação;
- Montagem dos painéis Monoforte e reforços;
- Abertura de caminhos com soprador térmico;
- Instalações elétricas e hidráulicas;
- Montagem e concretagem da laje;
- Montagem do telhado/cobertura.

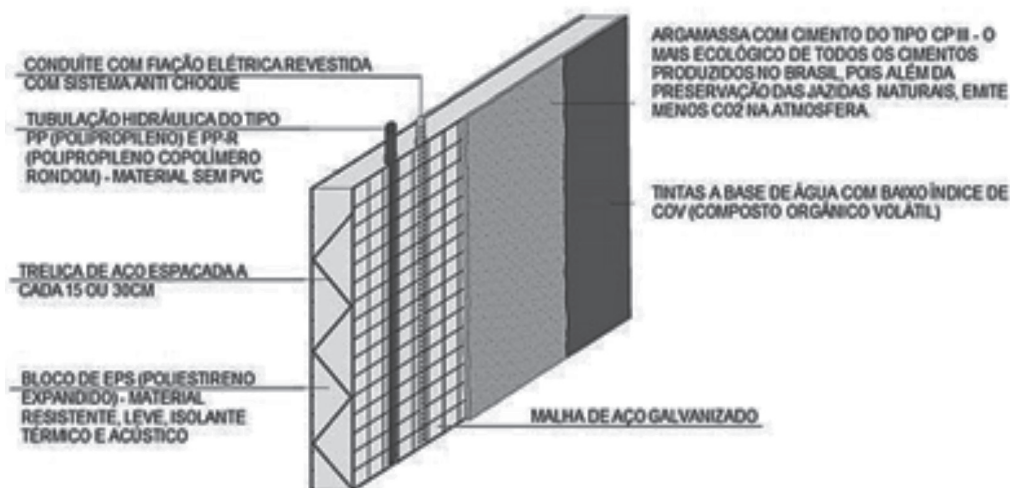
3.2 VANTAGENS

- Excelente para isolamento térmico melhora de 70% no isolamento da laje;
- Economia em concreto e aço;
- Mais resistência em relação à quebra;
- Mais leve: facilita o manuseio e torna a obra mais rápida e econômica;
- Não degrada a natureza;
- Produção sem emissão de CFC;
- EPS é totalmente reciclável.
- 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;
- Baixo módulo de elasticidade, permitindo uma adequada distribuição das cargas;
- É leve com peso entre 10 e 25 kg/m³ (Peso da cerâmica = 800 kg/m³);
- Resistência à compressão de 1.000 a 2.000 kg/m²;
- Promove inter-eixos entre vigas maiores, gerando economia de aço e concreto;
- Elimina a reposição de material por quebras de lajotas;
- Elimina a perda de nata de cimento e melhora a cura da laje.

3.3 ESTRUTURA

A estrutura de um sistema construtivo com EPS é mostrada na Figura 1.

Figura 1 – Sistema Construtivo em painel com EPS



Fonte: Tem sustentável

4 LAJES MACIÇAS

Laje maciça é aquela na qual toda a espessura é formada por concreto, contendo armaduras longitudinais de flexão e eventualmente armaduras transversais, apoiadas em vigas ou paredes ao longo das bordas. Laje com borda ou bordas livres é um caso particular de laje apoiada nas bordas. A laje lisa e a laje cogumelo são também lajes maciças de concreto, porém, nessas lajes as cargas e outras ações são procrastinadas diretamente aos pilares, sem intermédio de apoios nas bordas. Por uma questão de tradição no Brasil é costume chamar a laje apoiada nas bordas como “laje maciça”. As lajes maciças podem ser de Concreto Armado ou de Concreto Protendido. São as mais comuns entre os diferentes tipos de laje existentes.

As lajes maciças de concreto, com espessuras que normalmente variam de 7 cm a 15 cm, são projetadas para os mais variados tipos de construção, como edifícios de múltiplos pavimentos (residenciais, comerciais etc.), muros de arrimo, escadas, reservatórios, construções de grande porte, como escolas, indústrias, hospitais, pontes de grandes vãos etc. De modo geral, não são aplicadas em construções residenciais e outras construções de pequeno porte, pois nesses tipos de construção as lajes nervuradas pré-fabricadas apresentam vantagens nos aspectos custo e facilidade de construção (PINHEIRO; LIBÂNIO *et al.*, 2003).

4.1 PROCESSO EXECUTIVO

• Montagem do escoramento

Permite o concreto em seu estado sensível até o mesmo adquirir resistência, além dos esforços oriundos da concretagem e movimentação de pessoal. O esco-

ramento deve resistir aos esforços e transmitir os mesmos ao solo ou pavimento inferior, e não permite a deformação da forma, garantindo o nivelamento ideal para a execução da laje.

- **Montagem das longarinas**

São as peças posicionadas acima das escoras para apoiar os painéis que constituirão a forma da laje. São elementos lineares posicionadas horizontalmente.

- **Instalação dos painéis**

Estes painéis podem ser de equiparado resinado, metálicos ou até de plástico. Cada um possui sua vantagem específica, os painéis de compensado são mais baratos, mas possuem uma reutilização inferior, enquanto que os painéis metálicos podem ser reutilizados inúmeras vezes. Os painéis serão fixados nas longarinas lado a lado. Um cuidado importante é não deixar espaço entre painéis, a fim de evitar problemas com perda de material, água ou finos do concreto.

- **Aplicar o desmoldante:**

Assim que os painéis estiverem montados o desmoldante deve ser aplicado. Para cada tipo de painel existe um desmoldante adequado. Antes de aplicar qualquer produto consulte as informações do fornecedor de como aplicar o produto com segurança e eficiência.

- **Montagem das instalações elétricas e hidráulicas**

Necessário posicionar caixas de passagem e tubulação específica para futura passagem dos cabos elétricos. Além disso, é importante definir os pontos onde haverá passagem de tubulações hidráulicas, como *shafts*, ralos e caixas de gordura.

- **Montar as armaduras**

Armaduras positivas são montadas primeiramente, em seguida as negativas, detalhes e reforços necessários. É importante utilizar espaçadores para garantir o cobrimento mínimo da armadura. Deve haver um cuidado especial no momento da concretagem para garantir o posicionamento correto da armadura, em especial com os negativos.

- **Nivelamento da fôrma para laje**

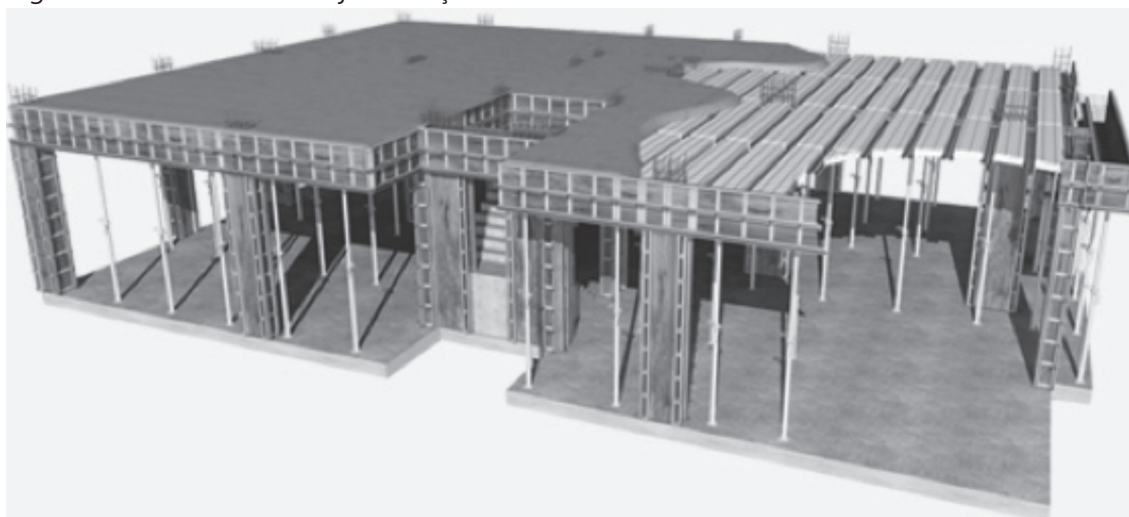
A verificação dos níveis pode ser feita por equipamento específico de topografia, como estação total ou teodolito, ou até mesmo com mangueira de nível. Para ajustar o nível das escoras é possível utilizar pequenas cunhas nas bases da mesma, ajustando assim a altura de cada ponto.

Vantagens

- Menor peso próprio;
- Menor consumo de concreto;
- Redução de fôrmas;
- Maior capacidade de vencer grandes vãos;
- Maiores planos lisos (sem vigas).

4.2 ESTRUTURA

Figura 3 – Estrutura de laje maciça em 3D



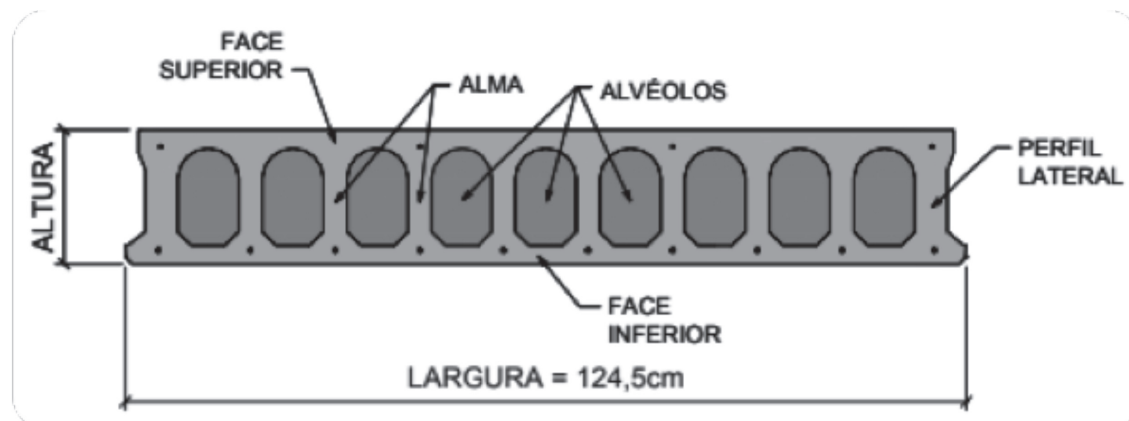
Fonte: Blog PraConstruir

5 LAJES ALVEOLARES

5.1 COMPONENTES

A Laje Alveolar é constituída de painéis de concreto protendido que possuem alvéolos longitudinais, responsáveis pela redução do peso da peça, além de dispensar a utilização de escoramentos. São disponíveis nas larguras 125cm e alturas de 15, 20, 26 e 30cm, compostas de concreto de elevada resistência à compressão .

Figura 4 – Seção transversal do painel alveolar



Fonte: TATU LAJES

As lajes alveolares protendidas apresentam alta resistência e grande durabilidade devido ao moderno processo produtivo por extrusão gerar um alto grau de compactação do concreto.

O concreto utilizado é de alto desempenho, com resistências superiores a 40 MPa. Eles são produzidos com uma saliência em suas bordas, quando montados os painéis essas formam juntas que devem ser preenchidas com concreto.

A capa de concreto, necessária à execução de todas as lajes pré-fabricadas pode ser dispensada nas Lajes Alveolares. Contudo, para as lajes de piso, é recomendada a utilização da capa de concreto para o nivelamento da superfície da laje e correção da contra-flecha decorrente da protensão dos painéis alveolares. A capa também permite o alojamento de armaduras necessárias à redistribuição de cargas concentradas, como é o caso das paredes apoiadas sobre a laje (TATU LAJES, 2015).

As armaduras utilizadas são: distribuição, negativa e de reforço. A primeira é utilizada no capeamento, para combater os efeitos da retração no concreto do capeamento e auxiliar na melhor distribuição de cargas concentradas. A armadura negativa é utilizada quando há a intenção de dar continuidade entre os painéis alveolares em uma mesma direção. A armadura de reforço é utilizada em situações excepcionais. Pode ser adotada em regiões de aberturas e furos ou como armaduras de ligação com o restante da estrutura, a fim de garantir uma boa solidarização.

5.2 MONTAGEM

O içamento das lajes deve ser realizado por equipe técnica especializada, utilizando guindastes adequados para o peso dos painéis. Eles são içados individualmente até a posição na estrutura, sendo colocados suavemente sobre os apoios, de modo que a placa fique posicionada corretamente, garantindo-se o comprimento de apoio mínimo em cada extremidade e o esquadro da placa em relação ao eixo da obra (TATU LAJES, 2015).

Figura 5 – Içamento e montagem de laje alveolar



Fonte: PET Engenharia Civil (2011)

5.3 VANTAGENS

- **Facilidade de transporte** - Os sistemas de lajes tradicionais exigem o recebimento, transporte e estocagem de diversos componentes da laje (vigotas, elementos de enchimento, armaduras e escoras). A laje alveolar apresenta transporte e armazenamento simplificado, pois trata-se de um único elemento que chega até a obra pronto para ser utilizado;
- **Rapidez na execução** - A utilização deste tipo de laje garante um ganho de prazo para sua obra. Pois trata-se apenas de montar os elementos e quase nada precisa ser fabricado dentro do canteiro;
- **Eliminação de cimbramento** - Por ser autoportante, a laje alveolar não utiliza escoramentos em sua montagem;
- **Atinge maiores vãos** - É capaz de alcançar grandes vãos, mesmo com cargas de utilização elevadas;
- **Economia** - Redução dos prazos de execução, que tornam o produto como uma solução indispensável para uso em obras com canteiros pequenos e prazos limitados.

São amplamente utilizadas em shopping centers, hospitais, estacionamentos, universidades e tantos outros tipos de construção.

6 LAJES NERVURADAS COM CUBETAS

Uma laje nervurada é constituída por um conjunto de vigas que se cruzam, solidarizadas pela mesa. Esse elemento estrutural terá comportamento intermediário entre o de laje maciça e o de grelha (PINHEIRO; LIBÂNIO *et al.*, 2003).

As cubetas são fôrmas de polipropileno ou de metal. A principal vantagem delas são os vazios que resultam, diminuindo o peso próprio da laje.

Figura 6 – Laje nervurada com cubeta



Fonte: AECWeb

6.1 METODOLOGIA

Sistema em concreto armado de pequenas vigas regularmente espaçadas. Os vazios entre as nervuras são obtidos pela colocação de moldes, sendo uma fina capa de concreto executada como plano de piso.

Nesse método, a altura da laje e o espaçamento entre as nervuras são dados pelas dimensões das fôrmas. As cubetas são apoiadas sobre qualquer tipo de escoramento e dispensam o assoalhamento. “Ao longo dos elementos de apoio são colocadas escoras fixas que, sem deixar a laje fletir, permitirão a desforma após 72h de cura do concreto” (AEC Web, 2018).

6.2 VANTAGENS

- **Resistência aos momentos positivos** – A capa de concreto maciço contribui para aumentar a resistência aos momentos positivos e a compressão;
- **Aumentam a altura total da edificação** – Normalmente são utilizadas nesse tipo de construção.

Dispensam compensados, menor perigo de corrosão, fáceis de montar e desmontar, fôrmas reutilizáveis e velocidade de execução.

7 CONCLUSÕES

Com o estudo dos tipos de lajes pode-se observar que é de suma importância ter uma análise criteriosa na escolha do tipo de laje para a edificação que se deseja construir, visto que, a depender da opção, o método construtivo será diferente, podendo ser mais caro, mais rápido ou não, o que vai definir é a necessidade da pessoa que deseja construir. Logo, é muito importante esse estudo, para facilitar a relação custo-benefício na obra.

REFERÊNCIAS

AEC Web. **Lajes nervuradas garantem economia à construção**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/lajes-nervuradas-garantem-economia-a-construcao_11026_10>. Acesso em: 10 jan. 2018.

A importância da boa técnica na utilização das lajes treliçadas. Disponível em: <<http://www.engetreli.com/a-importancia-da-boa-tecnica-na-utilizacao-das-lajes-trelicadas>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

Análise estrutural de lajes pré-moldadas produzidas com concreto reciclados de construção. Disponível em: <[Http://www.Ctec.Ufal.Br/Posgraduacao/Ppgec/Dissertacoes_Arquivos/Dissertacoes/Helio%20guimaraes%20aragao.Pdf](http://www.ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgec/Dissertacoes_Arquivos/Dissertacoes/Helio%20guimaraes%20aragao.Pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2018.

BARBOSA, Athos Alen Cabral Dantas. **Lajes nervuradas com blocos de Eps – utilização em obras da construção civil da região do sertão central no estado do Rio Grande do Norte.** 2017.

INCOBRAZ. Disponível em: <<http://incobraz.com.br/laje-pre-moldada-como-funciona/>>. Acesso em 25 jan. 2018.

Laje Alveolar: conheça as principais características e vantagens. Disponível em: <<http://engenhariaconcreta.com/laje-alveolar-conheca-as-principais-caracteristicas-e-vantagens/>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

Lajes alveolares. Disponível em: <<http://lajealveolar.com/site/landing-page/>> . Acesso em: 20 jan. 2018.

Lajes pré-fabricadas vigota e tavela. Disponível em: <[Https://Cddcarqfeevale.Wordpress.Com/2012/05/22/Lajes-Pre-Fabricadas-Vigota-E-Tavela/](https://Cddcarqfeevale.Wordpress.Com/2012/05/22/Lajes-Pre-Fabricadas-Vigota-E-Tavela/)>. Acesso em: 3 mar. 2018.

MOKK, Laszlo. **Prefabricated concrete for industrial and public structures.** 8th. ed. Budapest: Akademiai Kiado 516p., 1964.

PINHEIRO, M.L.; MUZARDO, D.C.; SANTOS, P.S.; **Lajes maciças.** São Paulo: Universidade de São Paulo – USP, 2003.

Revista Clube do Concreto Pré-fabricado. Disponível em: <[Http://Www.Clubedoconcreto.Com.Br/2014/07/Passo-Passo-Do-Processo-De-Construcao.Html](http://Www.Clubedoconcreto.Com.Br/2014/07/Passo-Passo-Do-Processo-De-Construcao.Html)>. Acesso em: 3 mar. 2018.

SANTOS, Débora de Gois., AMARAL, Tatiana Gondim do. **Comparativo dos procedimentos executivos de lajes e alvenaria estrutural segundo a norma brasileira e britânica.** Paraná, 2012.

TATU. **Laje alveolar protendida.** Disponível em: <http://www.tatu.com.br/pdf_novo/lajes_alveolares.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2018.

Vantagens e desvantagens das lajes nervuradas. Disponível em: <<http://blogaecweb.com.br/blog/vantagens-e-desvantagens-das-lajes-nervuradas/>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

Data do recebimento: 21 de Junho de 2018

Data da avaliação: 22 de Julho de 2018

Data de aceite: 27 de Julho de 2018

1 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: jeh.santos_10@hotmail.com

2 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: mcz_kassia@hotmail.com

3 Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: sandovanio@msn.com

