

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
RAFAEL WOLFF ATHAYDE

**COMPARAÇÃO TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DAS  
LAJES MACIÇAS, NERVURADAS E PRÉ-MOLDADAS NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL**

LAGES  
2020

RAFAEL WOLFF ATHAYDE

**COMPARAÇÃO TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DAS  
LAJES MACIÇAS, NERVURADAS E PRÉ-MOLDADAS NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Aldori Batista dos Anjos

LAGES

2020

RAFAEL WOLFF ATHAYDE

COMPARAÇÃO TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DAS LAJES MACIÇAS,  
NERVURADAS E PRÉ-MOLDADAS NA CONTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do curso de Engenharia Civil do  
Centro Universitário Unifacvest, como parte dos  
requisitos para obtenção do Grau de Bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Aldori Batista dos Anjos

Data de apresentação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Componentes da Banca Examinadora:

Prof. \_\_\_\_\_ da Universidade \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_ da Universidade \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_ da Universidade \_\_\_\_\_

Coordenador do Curso de Engenharia Civil da Unifacvest \_\_\_\_\_

LAGES

2020

## RESUMO

A construção civil é um dos setores que mais crescem no momento e o uso de lajes está se tornando obrigatório, tanto em questão de buscar um maior aproveitamento de espaços, segurança e conforto. Mas para tudo isso entrar em questão não podemos deixar de demonstrar os passos para chegar nesses pontos. Sem deixar de se preocupar com o meio ambiente já que é tão afetado com a questão da construção civil, e procurando técnicas para melhorar sem deixar de lado a economia, mas para chegar nesse método de construção aprimorando com flexibilidade, rapidez, confiabilidade com qualidade do produto final é bom ter um bom conhecimento para poder dar uma visão melhor na hora de escolher e entender o porquê esse tipo de laje seria mais apropriado para minha construção, passando um entendimento de forma mais simples para que não só o engenheiro e o arquiteto saibam o porquê desse tipo de estrutura. O presente trabalho tem como finalidade aprimorar o conhecimento sobre as lajes maciças nervuradas e pré-moldadas, analisando seu emprego na construção civil, compreendendo sua fabricação e aplicação. Auxiliando no desenvolvimento, o mesmo foi elaborado com respaldo em referências teóricas, levando em consideração o conhecimento de profissionais da área.

Palavra-Chave: Construção Civil. Técnica. Economia. Ambiental. Lajes.

## **ABSTRACT**

Civil construction is one of the fastest growing sectors at the moment and the use of slabs is becoming mandatory, both in terms of seeking greater use of spaces, safety and comfort. But for all this to come into question, we cannot fail to demonstrate the steps to reach these points. Without forgetting to worry about the environment since it is so affected by the issue of civil construction, and looking for techniques to improve without neglecting the economy, but to arrive at this method of construction, improving with flexibility, speed, reliability with quality of final product is good to have a good knowledge to be able to give a better view when choosing and understanding why this type of slab would be more appropriate for my construction, passing an understanding in a simpler way so that not only the engineer and the architect know why this type of structure. The present work aims to improve the knowledge about the ribbed and pre-cast solid slabs, analyzing their use in civil construction, including their manufacture and application. Aiding in the development, it was prepared based on theoretical references, taking into account the knowledge of professionals in the area.

**Keyword:** Civil Construction. Technique. Economy. Environmental. Slabs.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras1- Lajes maciças concreto armado.....	15
Figura 2 Lajes maciças vigadas.....	16
Figura 3 Efeito Punção.....	18
Figura 4 Demonstração de capiteis e ábacos.....	18
Figura 5 Armação de capitel.....	19
Figura 6 EPs (Isopor) e Bloco celular.....	20
Figura 7 Formas plásticas para lajes nervuradas.....	20
Figura 8 lajes nervuradas.....	21
Figura 9 lajes nervuradas moldada no local.....	22
Figura 10 Vigotas treliçada .....	23
Figura 11 Vigota em “T” com enchimentos de lajotas cerâmicas.....	23
Figura 12 Resíduos de construção civil.....	26
Figura 13 Guias transversais horizontais .....	29
Figura 14 Escoras.....	30
Figuras 15 Base para escoramento .....	30
Figuras 16 Colocação de painéis .....	31
Figura 17 Distribuição da armadura positiva.....	32
Figuras 17 –Vigota treliçada .....	33
Figuras 18 -Processo de fabricação e vigotas em “T” .....	34
Figura 19 Vigota pronta .....	34
Figura 20 Escoramento para lajes pré-moldadas.....	35

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 Espessura mínima para laje maciça.....	17
Tabela 2 Questionário da Pesquisa realizada em obras visitadas.....	27-28

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Preferência na elaboração de um projeto .....	37
Gráfico 2- Técnica de execução e preparação das lajes .....	38
Gráfico 3- Parte econômica das lajes .....	39
Gráfico 4-Sustentabilidade e meio ambiente .....	40
Gráfico5- Termos de conhecimento da laje maciça, nervurada e pré-moldada fabricada .	41

## SUMÁRIO

<b>1. INTRUDUÇÃO</b> .....	12
1.2 OBJETIVOS .....	12
1.2.1 Objetivo geral .....	12
1.2.2 Objetivos Específicos .....	12
1.3. Justificativa .....	13
1.4 Problematização .....	13
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA</b> .....	14
2.1 Lajes .....	14
<b>3 TÉCNICAS CONSTRUTIVAS</b> .....	15
3.1 LAJES MACIÇAS .....	15
3.1.1 Lajes Maciças Vigadas .....	16
3.1.2 Lajes Maciças Planas .....	17
3.2 LAJES NERVURADAS .....	19
3.3 LAJES PRÉ-MOLDADAS .....	22
3.4 PROPORÇÕES AMBIENTAIS .....	24
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	27
<b>5 RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	29
5.1 Técnica construtiva da laje maciça viga (acompanhamento in-loco) .....	29
5.2 Técnica aplicada na confecção das vigas treliçadas e vigotas em “T” (acompanhamento in-loco).....	33
5.3 Resultado da pesquisa referente a tabela 2 .....	37
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	42
<b>REFERÊNCIA</b> .....	43

A minha família, esposa Dalvana de Oliveira meus filhos  
Bryan Rafael Wolff Athayde, Tyler Wolff Athayde, Brenda  
Rafael Wolff Athayde e Guilherme de Oliveira pela Paciência  
Aos Professor Aldori batistas dos Anjos por todo o incentivo

## **AGRADECIMENTOS**

Obrigado a Deus por me conceder força e me guiar diante de tantas dificuldades.

A minha família esposa e filhos por ter toda a paciência durante esses anos deixando de muitas vezes de estar juntos, me aturando nas semanas de estresses, mas sempre ao meu lado.

Aos professores que sempre tiraram um tempo para sancionar dúvidas e ter a qualidade de nos passar seus conhecimentos.

Agradeço ao Professor Aldori Batistas dos Anjos por entender os transtornos que tive e por não deixar eu desistir nesse final de curso, por tirar um tempo a mais para me ouvir.

Não deixando de agradecer aos colegas que me incentivaram e me ajudaram nesse trajeto.

Desde já muito obrigado a todos!

## **1. INTRODUÇÃO**

Ao desenvolver um projeto de engenharia, independente da escala ou programa, os engenheiros e arquitetos se deparam com uma série de escolhas a serem feitas quanto ao processo construtivo adotado, sob aspectos variados: estrutural, econômico, mão de obra disponível, estética, entre outros – em prol da melhor solução.

Atualmente, as empresas investem em novas técnicas tentando reduzir os desperdícios e os custos que envolvem a construção do empreendimento. Isso aplicado ao sistema de lajes torna imprescindível um estudo mais detalhado da estrutura que será utilizada, pois dependendo da redução das matérias empregadas e da quantidade de pavimento poderá proporcionar vantagens econômicas e financeiras consideráveis, sendo não somente pelo lado da economia de matérias, mas também pela rapidez do método construtivo (ARAÚJO, 2008)

No entanto conhecer os tipos de lajes não deve ser restrito somente a engenheiro e arquitetos. Mesmo as pessoas comuns poderão ter uma noção básica de o porquê que o engenheiro ou o arquiteto escolheu esse tipo de laje, não ter só aquela visão do mais barato.

Assim proporcionado um conhecimento em que possa entender como funciona de forma simples, o que vai proporcionar de vantagens e desvantagens os pontos positivos e negativos sobre essas estruturas.

### **1.2 OBJETIVOS**

#### **1.2.1 Objetivo geral**

Estabelecer as características principais dos três tipos de lajes buscando um meio comparativo nas obras da região de Lages através de pesquisa realizada em campo ligando técnicas econômicas e ambiental e métodos construtivos das lajes maciças nervuradas e pré-moldadas na construção civil.

#### **1.2.2 Objetivos específicos**

Aborda os três tipos de lajes:

- Maciças, Nervuradas e pré-moldadas fabricadas levado em consideração a laje convencional em formato de “T” e a treliça com preenchimento em eps (isopor) e lajota cerâmica.
- Efetuar um análise comparativo através de uma pesquisa com engenheiro e construtores do ramo da construção civil.
- Demonstrar métodos aplicado na execução das lajes.
- Obter o nível de conhecimento gerado pelos profissionais da área no seu entendimento sobre as particularidades das lajes.
- Demonstrar parte de aplicação envolvendo a sustentabilidade no meio ambiental.

### **1.3. Justificativa**

Na atualidade, a busca por edificações mais altas e com vão lineares mais ousados, com a utilização de vigas e com pilares cada vez mais espaçados, e procurar aperfeiçoar técnicas construtivas visando um bom acabamento com simplicidade, buscando economia e qualidade ao mesmo tempo.

Identificar os tipos de lajes é primordial, mas antes disso é bom observa o porquê dos diferentes tipos de lajes, e assim esses tipos de materiais giram em torno da estrutura a escolher da economia dos materiais e de tipo de montagem.

Em justificativa de esse trabalho apresentar um análise comparativos de laje maciça, nervurada e pré-moldadas

### **1.4 Problematização**

Este trabalho acadêmico poderá ser usado como auxilio para uma melhor visão. Assim, o que pode ser mais viável para utilizar na minha edificação? O que vou ter de benefício em relação ao tipo de laje para utilizar.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

### 2.1 lajes

Lajes pode se disser que são estruturas que realizam a interface entre pavimentos de edificação, podendo dar suporte ao contra piso ou até mesmo como teto de uma edificação.

A NBR 6118:2003, item 14.4.2.1 da ABNT tem definição estrutural da seguinte forma:

**Lajes ou placas (denominação usada em Portugal) são “elementos de superfície plana sujeitos principalmente a ações normais a seu plano. As placas de concreto são usualmente denominadas de lajes”.**

Geralmente apoia-se em vigas, que por sua vez, apoiam-se em pilares que realizam as distribuições adequadas das cargas da edificação.

Segundo Pinheiro (2008) os principais motivos para existir tantas soluções para lajes giram em torno das estruturas horizontais feitas de concreto e aço e também tem a função de vedação como os famosos pisos e tetos compondo uma edificação.

Tem como principal função das lajes é receber carregamentos atuantes no andar, provenientes do uso da construção (pessoas, moveis e equipamentos), e transferi-los para os apoios. Com uma concepção estrutural é de uma placa em que duas dimensões. Comprimento e largura são muito superiores a terceira, que é espessura, com cargas transversais a ela é submetida à flexão.

Também podemos ter uma definição estrutural, que diz que a laje se define em projeto como “a concepção de espaço, este definido por um plano de apoio – a laje – sobre a qual iremos construir e elaborar este espaço” (BARROSO, 2011).

As ações são comumente perpendiculares ao plano da laje, podendo ser divididas em: distribuídas na área (peso próprio, revestimento de piso, etc.)

Segundo Gonzatti e Madureira (2016) é perceptível que os sistemas de lajes se diferenciam notoriamente entre si, cada um possui sua particularidade, então a análise de viabilidade econômica não deve levar em considerações somente os custos de consumo de

matérias, mas compreende todas as particularidades fundamentais ao processo construtivo como: Tempo de execução, mão-de-obra empregada, recursos e materiais necessários.

De acordo com Gonzatti e Madureira (2016) toda laje tem suas particularidades, não deixando de observa o que vai oferecer, olhando para técnica aplicada, a economia sem perder a segurança, a estética do ambiente sem perde seu charme e procurar algo sustentável para própria preservação ambiental, que ultimamente vem sendo muito questionada.

### 3 TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

#### 3.1 LAJES MACIÇAS

Segundo Araújo (2014, pg.2) as lajes maciças são placas de espessura uniforme, apoiadas ao longo do seu contorno. Os apoios podem ser constituídos por vigas ou por alvenarias, sendo este o tipo de laje predominante nos edificios residenciais onde os vãos são relativamente pequenos.

Figuras1- Laje maciça concreto armado.



Fonte: Pra Construir (2017)

Pode-se dividir em dois tipos: Lajes vigadas e laje planas.

### 3.1.1 Lajes Maciças Vigadas

Segundo Neto e Vieira (2018) quanto sua altura de edificação a laje vigada costuma apresentar uma distância entre pisos inferior à nervurada.

Continua entre as tipologias, é a que pode apresentar menor altura da edificação para um mesmo número de pavimento. Em alguns casos em que as tubulações não podem passar por furações em vigas, esta vantagem pode ser eliminada. É a tipologia mais disseminada e apresenta as menores exigências tecnológicas.

Quanto a sua espessura média em estruturas vigada para edificação residências varia de 11 a 23 cm, para resistência característica de concreto de 20 MPa. Essa variação ocorre em virtude do vão da laje. Panos grandes com um número menor vigas acarretam espessura média de concreto de uma estrutura vigada é obtida pela divisão do volume de concreto das lajes + vigas + pilares pela área total da laje. (Neto e Vieira -2018).

Figura 2- laje maciça vigada



Fonte: Visual Concreto (2015)

Quanto a quantidade de aço segundo Neto e Vieira (2018) a taxa de armadura para edificação residencial varia de 60 a 100 Kg/m<sup>3</sup>. a densidade de aço no encontro ente vigas e pilares, além de utilização de vigas com espessura delgada, pode propiciar o aparecimento de “bicheiras” na concretagem.

### 3.1.2 Lajes Maciças Planas

Segundo Neto e Vieira (2018) quanto sua altura de edificação a laje plana até propiciar ganhos de pavimentos quando há limitação de gabarito da edificação, principalmente em edificações comerciais, devido à necessidade de passagem de instalação.

Continua, e quanto sua espessura média. Como não podem contar com inércia das vigas, as estruturas com lajes planas apresentam uma espessura média relativamente alta, entre 15 e 26 cm. Essas espessuras são necessárias para fazer frente às deformações estruturais.

Segundo coordenadores e autores Neto e Vieira (2018). A altura final de uma laje é determinada em função dos vãos desta laje e das suas ações solicitante, entretanto, na NBR 6118(2014) não é apresentado uma altura inicial a ser adotada, e sim sobre o mínimo a ser respeitada. Por isso não há um consenso de como realizar o pré-dimensionamento (estimar a altura inicial) das lajes são diversos os métodos empregados, mas, em todas a situações, as espessuras definidas devem ser comparadas com as mínimas estabelecidas pela NBR 6118 (2014) e apresentada na tabela 1:

Tabela 1 –Espessura mínima para laje maciça (NBR 6118, 2014)

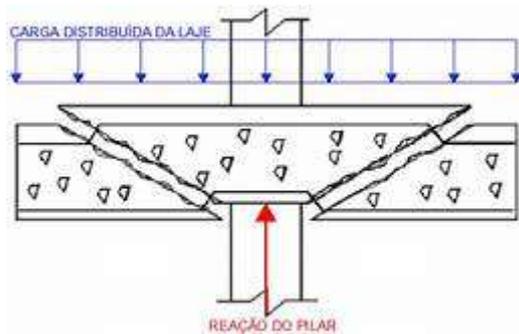
Tipos de Lajes	Espessura mínima (cm)
Cobertura não balanço	7
Laje de piso não cobertura	8
Lajes em balanços	10
Lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30KN	10
Lajes que suportem veículos de peso total maior que 30KN	12
Lajes com protensão apoiadas em vigas	15
Lajes lisas	16
Lajes-cogumelos, fora capitel	14

Fonte: NBR 6118 (2014)

A NBR 15575 (2013), especifica os critérios mínimos no que tange o desempenho dos sistemas para edificações habitacionais e, no que diz respeito a lajes, caso não haja um tratamento acústico, elas precisam ter espessura mínima de 10cm.

No entanto temos as lajes maciça planas que são apoiadas diretamente nos pilares, reduzindo o número de vigas isso significa economia de concreto como também proporcionando uma aparência lisa tanto na parte superior como na inferior da construção. Mas deve-se evitar o efeito punção representado na figura 3 que nada mais é que a força do pilar exercida sobre a laje.

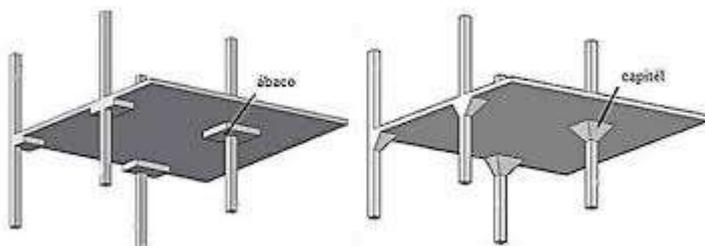
Figura 3- Efeito Punção



Fonte: Melges (1995)

E para que não aconteça esse tipo de situação como mostrado na figura 4, tem algumas alternativas que podem ser usadas como o uso de capitel e ábaco.

Figuras 4 – Demonstração de capiteis e ábacos.



Fonte: Guedes, Andrade (2015)

Figura 5- Armação de Capitel



Fonte: Oliveira ( 2015)

As taxas de aço para as estruturas em lajes planas variam conforme a utilização de protensão. Em lajes sem protensão, a taxa de armadura varia de 80 a 120 Kg/m<sup>3</sup>. Já a taxa de protensão é de aproximadamente 30 a 40 Kg/m<sup>3</sup> de volume protendido. A utilização de telas soldadas agrega grande benefícios neste sistema estrutural, pois elas possibilitam maior aproveitamento de sua seção útil em relação a seção de cálculo (Neto e Viera 2018).

### 3.2 LAJES NERVURADAS

O sistema de lajes nervuradas é uma evolução natural das lajes maciças, ao eliminar a maior parte do concreto abaixo da linha neutra (zona de tração) resultando numa estrutura mais leve e um aproveitamento mais eficiente dos dois materiais: aço e concreto. (FRANÇA, 1997 apud SCHWETZ, 2011). Com esse alívio do peso próprio, é possível vencer vãos maiores do que laje maciça, resultando em pilares mais espaçados e liberação de espaços das edificações, permitindo o seu aproveitamento e uma maior flexibilidade do projeto arquitetônico.

A NBR 6118:2014, da ABNT tem definição estrutural da seguinte forma:

**Lajes nervuradas são as lajes moldadas no local ou com nervuras pré-moldada, cuja zona de tração para momentos positivos esteja localizada nas nervuras entre as quais pode ser colocado o material inerte. As lajes nervuradas podem ser unidirecionais ou bidirecionais.**

Seguindo - conforme Souza e Cunha (1998) são lajes em que a zona de tração é constituída por nervuras. Entre essas nervuras pode ser colocado material inerte como demonstrado na figura 6 e 7 de forma que a superfície externa se mantenha plana. São lajes empregadas para vencer grandes vãos, geralmente maiores que 8m.

Figura 6 – EPs (Isopor) e Bloco celular



Fonte: Isoares (2017)

Figura 7 – Formas plásticas para lajes nervuradas.



Fonte: Atex (2017)

Segundo CUNHA (1998) afirma que a laje nervurada é uma estrutura, para grandes vãos, mais econômica do que as lajes maciças e cogumelo.

De acordo com Neto e Vieira (2018) as lajes nervuradas são bastante utilizadas em edificações comerciais assim permitindo vencer grandes vãos entre pilares.

Figura 8 – lajes nervuradas



Fonte: Pinheiro (2003)

A laje nervurada é composta com um conjunto de vigas que se cruzam solidarizadas pela mesa, assim esse elemento estruturas terá comportamento intermediário entre a laje maciça e o de grelha. (Libânio 2004)

Segundo o Blog Brasil Atex (2020) elas são constituídas por um conjunto de vigas que se cruzam, solidarizadas pela mesa. O grande diferencial visual da laje nervurada para a maciça é a existência de espaços vazios na região entre as nervuras, criadas pelas fôrmas instaladas sobre as escoras.

Continua, esse vazio é convertido em uma obra mais leve, mas porque o concreto eliminado na região tracionada não cumpre função estrutural. As nervuras são interligadas pela capa de concreto, também chamada de mesa de compressão.

Pode-se perceber que o pilar não é ligado diretamente a nervura, portanto uma base com espessura de concreto maciço faz essa ligação conhecida como capitéis ou ábacos, como demonstrado na figura 4. Contudo esse comportamento limita-se de alguns fatores de acordo com a normas.

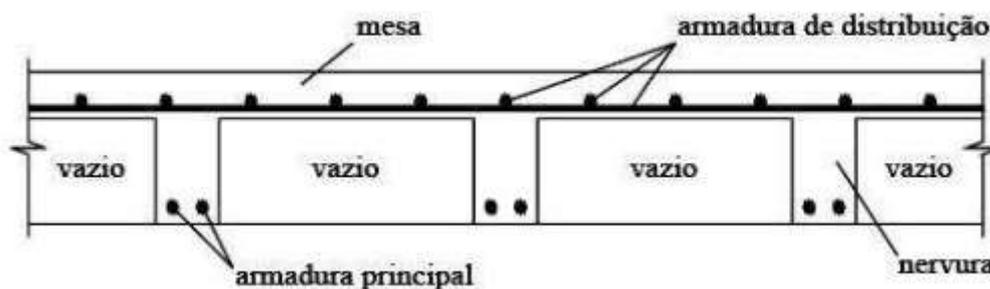
Segundo Neto e Vieira (2018) a altura da edificação a laje nervurada forma em seu conjunto um volume de grande espessura. A soma da espessura da laje com o pé-direito determina uma grande altura entre pisos. Isto traz reflexo nos outros subsistemas, tais como instalações, fachadas, caixilhos etc. em obras em que há limitações de gabarito da edificação, pode ocorrer até a eliminação de um pavimento.

Continua, quanto a sua espessura média de concreto das lajes nervuradas é usualmente baixa. A espessura média de concreto de uma laje nervurada é obtida pela

divisão do volume de concreto do conjunto laje + nervura + pilares pela área da laje nervurada.

Com relação a quantidade de aço aplicado em uma estrutura com laje nervurada é baixa. Porém a taxa de armadura costuma ser alta, pois o volume de concreto utilizado é baixo também. Em casos em que não se utilizam estribos nas nervuras, a taxa de aço diminui, oscilando entre 40 e 70 Kg/m<sup>3</sup> (Neto e Vieira -2018).

Figura 9- Lajes nervuradas moldada no local



Fonte: Neto e Vieira (2018)

As lajes nervuradas bidirecionais (conforme a ABNT NBR 14859-2) podem ser calculadas, para efeito de esforços solicitantes, como lajes maciças.

### 3.3 LAJES PRÉ-MOLDADAS

Lajes pré-moldadas são elementos estruturais de uma edificação com função de transferir as cargas para as vigas e pilares. (Pereira,2017)

Lajes nervuradas pré-moldadas são aquelas em que parte da laje, geralmente parte da nervura é executada fora do local definitivo de construção. Nesse tipo de laje, é comum o emprego de vigotas unidirecionais pré-fabricadas com armadura em treliça ou tipo trilho demonstrado na figura 10 (em concreto armado ou protendido), com elementos leves de enchimento sem função estrutural (Blocos cerâmicos, de concreto celular, EPS, etc.), solidarizados pelo concreto moldado no local (Silva,2005).

Figura 10- Vigotas treliçada



Fonte: Autor (2020)

Segundo Neto e Vieira (2018) as lajes nervuradas unidirecional são encontradas em edificações mais simples. São mais baratas, pois não é necessário o uso de formas, o que acarreta uma diminuição na quantidade de escoras, e há um preenchimento, feito com bloco cerâmico ou isopor, demonstrado na figura 11, alocado entre as vigas pré-fabricadas (vigotas).

Figura 11- Vigota em “T” com enchimento de lajotas cerâmicas



Fonte: Autor (2020)

Segundo Borges (2009) é uma solução também muito procurada, por apresentar economia e rapidez de feitura.

De início, deviam ser totalmente produzidas na própria obra, o que não oferecia muita segurança. Em muitos casos, eram feitas sem a devida atenção para cálculo estrutural, logo a seguir, começaram a surgir as fabricas que confeccionavam as vigotas com técnicas mais industriais (concreto vibrado em mesas vibratórias e paga em vapor de

estufas), blocos mais perfeitos, resultando em um emprego mais generalizado. Hoje podemos dizer que é uma boa opção, desde que se adapte bem à obra (Borges 2009).

Segundo Borges (2009), o emprego das lajes mistas pré-fabricadas é normal até o vão de 5 metros, com sobrecargas até 500 Kg na hipótese do vão máximo de 5 metros. Para vãos menores, pode ser usadas laje para sobrecargas maiores.

Demonstração dois tipos mais comuns que são utilizados na nossa região que são elas:

- Lajes com vigotas em formato de T.
- Lajes treliças
- Utilizando como material inerte o uso de eps (isopor), e a lajota cerâmica.

Para os efeitos desta parte da NBR 14860, aplicam-se as seguintes definições:

**Laje pré-fabricada unidirecional:** Laje de seção final maciça ou nervurada, constituída por nervuras principais longitudinais (NL) dispostas em uma única direção. Podem ser empregadas algumas nervuras transversais (NT) perpendiculares às nervuras principais.

**Pré-lajes:** Denominadas pela sigla PLT (pré-laje treliçada) e PLP (pré-laje protendida), são placas com espessura de 3,0 cm a 5,0 cm e larguras padronizadas. Constituídas por concreto estrutural, executadas industrialmente fora do local de utilização definitivo da estrutura, ou mesmo em canteiros de obra, sob rigorosas condições de controle de qualidade. Englobam total ou parcialmente a armadura inferior de tração, integrando a seção de concreto da nervura. O cobrimento da armadura deve obedecer ao prescrito na NBR 9062).

De acordo com a ABNT NBR 6118/14.7.79 (2014) as lajes nervuradas unidirecionais devem ser calculadas segundo a direção das nervuras desprezadas a rigidez transversal e a rigidez à torção.

### 3.4 PROPORÇÕES AMBIENTAIS

A Construção civil é um dos setores que mais causam impactos ambientais ao planeta. Tem um grande consumo de recursos naturais tanto para produção de insumos e produtos quanto na execução de uma obra, sem falar além dos impactos no solo, na vegetação e na comunidade em volta, são implícitos às atividades do setor.

Diante do mercado em crescimento a procura de soluções para um desenvolvimento sustentável.

Empresas passam a investir em meios de evitar desperdícios na utilização de resíduos que muitas vezes são descartados em lugares impróprios.

Mas nem sempre isso é seguido até mesmo por não ter um controle e gestão que possa fiscalizar as obras tanto de grande ou pequeno porte.

Entretanto procurar soluções melhores com reutilização de matérias evitando desperdícios e uma das grandes questões.

Projetar com sabedoria procurando usar meios sustentáveis

Segundo Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 artigo 1 complementa:

**Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.**

O grande desafio do setor de construção civil é reduzir a geração de resíduos. E o reaproveitamento vem sendo uma grande alternativa dentro da construção civil.

Desde a promulgação em 2010 da Política Nacional de Resíduos Sólido (PNRS), que regulamenta o manejo ambientalmente correto dos resíduos e define metas de reutilização, redução e reaproveitamento o setor de construção civil busca alternativas ambientais correta para destinação do resíduo gerado.

#### 4.1 Classificação dos resíduos da construção civil de acordo com a lei 714/2017

**Classe A:** resíduos reutilizáveis ou recicláveis, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura. Inclusive solos provenientes de terraplanagem; de componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.

**Classe B:** resíduos recicláveis, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.

**Classe C:** resíduos que não possuem tecnologia ou aplicações que sejam economicamente viáveis para reciclagem ou recuperação, como por exemplo, a lâ de vidro.

**Classe D:** resíduos perigosos, tais como tintas, solventes, óleos, vernizes e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outro bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos que causam prejuízos à saúde.

Figura 12 - Resíduos de construção civil



Fonte: Pereira (2017)

A geração de resíduos numa obra, é bem eminente. Uma obra organizada ameniza e muito esse impacto, e um bom projeto bem elaborado como já mencionado, com pessoas competentes para elaboração de orçamento faz com que tenha menos desperdícios.

#### 4 METODOLOGIA

O método de pesquisa foi feito diretamente em obras na região de Lages-SC buscando uma comparação entre as lajes maciças, nervuradas e pré-moldadas fabricadas.

O levantamento bibliográfico ajudou na preparação de entender melhor os métodos construtivos, facilitando os acompanhamentos das obras. E assim demonstrando os passos de montagens e preparações das lajes maciças e pré-moldadas fabricadas.

Acompanhado diretamente a fabricação das lajes pré-moldadas fabricadas até seu destino final nas obras.

E para obter uma comparação de demonstração uma pesquisa realizada com engenheiros e construtores através de um questionário ajudando a perceber o que pensam em relação aos tipos de lajes. Entrevista realizada com 42 (quarenta e duas) pessoas entre elas engenheiro, construtores e serventes.

Tabela 2 -Questionário da Pesquisa realizada em obras visitadas

<b>TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC 2)</b>
<b>Entrevistas sobre lajes maciças, nervuradas e pré-moldadas fabricadas</b>
Entrevista realizada com intuito de obter uma comparação técnica, econômica e ambiental de acordo com a visão de seus entrevistados.
1-Na elaboração de um projeto com estrutura em laje tem alguma preferência?
<input type="checkbox"/> Lajse maciças
<input type="checkbox"/> Lajes nervuradas
<input type="checkbox"/> Lajes Pré-Moldadas Fabricadas
<input type="checkbox"/> Depende de Cada Situação
2-Em meios comparativos na elaboração das lajes maciças, nervuradas e pré-moldadas fabricadas em termos técnicos de preparação e execução qual se adapta melhor?
<input type="checkbox"/> Lajes maciças
<input type="checkbox"/> Lajes nervuradas
<input type="checkbox"/> Lajes pré-moldadas fabricadas
<input type="checkbox"/> Não tem preferência

3-A economia sempre é bem visada na hora de construir, em relação a esses três tipos de lajes no seu conhecimento o que se torna mais econômica?
<input type="checkbox"/> Laje maciça
<input type="checkbox"/> Laje nervurada
<input type="checkbox"/> Laje pré-moldada fabricada
<input type="checkbox"/> Não tem conhecimento sobre o assunto
4-A construção civil é um dos meios que mais prejudica o meio ambiente, em relação a sustentabilidade, qual tipo de laje na sua opinião que contribui mais na preservação ambiental?
<input type="checkbox"/> Lajes maciças
<input type="checkbox"/> Lajes nervuradas
<input type="checkbox"/> Lajes pré-moldadas fabricadas
<input type="checkbox"/> Não tem conhecimento sobre o assunto
5-Na execução de uma laje ter um bom conhecimento facilita muito na hora de construir, em termos de conhecimento sobre a laje maciça, nervurada e pré-moldada fabricada, qual seu nível de conhecimento?
<input type="checkbox"/> Bom
<input type="checkbox"/> Regular
<input type="checkbox"/> Ruim

Fonte: Autor (2020)

## 5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Para esses resultados será demonstrado os passos de acompanhamento de uma obra executada em laje maciça e os passos de fabricação até a colocação em loco da laje pré-moldada fabricada.

A execução laje maciça executada pela CONSTRUTORA LUMON, na avenida Campos Sales, bairro: Santa Maria. Executada com 7(sete)pisos em laje maciça.

### 5.1 Técnica construtiva da laje maciça viga (acompanhamento in-loco)

Por mais que pareça simples o método construtivo da laje maciça tem que seguir algumas técnicas durante sua preparação, ter alguns cuidados bem específicos.

Um projeto bem elaborada ajuda e muito na hora da execução in- loco. Uma das partes fundamentais para dar início a tudo é a preparação das formas.

Travessas são lançadas na parte horizontal de preferência a cada 40cm podendo ser utilizado como guias as gravatas das caixas das vigas. E como podemos observa na figura 8, dois níveis de guias são utilizados para dar um reforço tanto para as caixarias não dilatarem, como para dar sustentação melhor nos painéis que formaram para que os assoalhos não sofram ondulações e deforme a parte inferior da laje.

Figuras 13 – Guias transversais horizontais



Fonte: Do Autor

Logo após as guias, são posicionadas as escoras que são responsáveis por dar sustentação e manter o formato desejado durante o processo de cura depois da concretagem.

Por ser uma laje maciça onde a quantidade de concreto vai ser maior recomenda-se que as escoras sejam colocadas no máximo a cada 90 centímetros espaço entre elas. (Ver figura 14) (Esses dados foram colhidos de construtores nos locais da obra visitadas).

Figura 14 – Escoras



Fonte: Do Autor

Portanto o escoramento deve ser fixado ao solo bem compactado para que não haja a perfuração do mesmo, recomendando o uso de taboas para o apoio inferior da escora, e se necessário até mesmo o uso de cunha. (Ver figura 15)

Não deixa de ser um procedimento simples, mas que muitas vezes com a falta de informação e acompanhamento acabam deixando diretamente ao solo sem fixação nenhuma, podendo ocorrer a perfuração do solo ocasionando o desnivelamento da laje e até mesmo ocorrer a queda durante a concretagem.

Figura 15- Base para escoramento



Fonte: Do Autor

Em sequência a colocação de tapumes na parte horizontal sobre as travessas. (Ver figura 16). Como já mencionado se for montar a laje maciça em superfícies planas é aconselhável utilizar uma chapa de compensado com mais qualidade para que possa reutilizá-la novamente.

O compensado plastificado como é conhecido apesar de ter seu valor elevado em relação aos outros é mais indicado por possuir uma película, denominada de filme, com a intenção de que o acabamento fique aparente e para que possa resistir à umidade protegendo sua durabilidade.

Esse tipo de compensado pode ser utilizado em várias aplicações na construção civil por deixar um acabamento homogêneo e que proporciona mais resistência para até mesmo minimizar o risco de fissuras no concreto.

O uso de um impermeabilizante passado em cima das placas de compensado para o desmolde fique com bom acabamento e faz com que até mesmo o próprio concreto não perca umidade antes do seu processo de cura.

Figura 16 – Colocação dos painéis



Fonte: Do Autor

Na engenharia civil existe um termo conhecido como momento fletor, que pode ser positivo e negativo, e as armaduras que são responsáveis para combater esses esforços, por isso são chamadas de armadura positiva e armadura negativas.

Essas formas usuais, a determinação de dos esforços das lajes é feita através de tabelas desenvolvida a partir das equações de equilíbrio de estruturas que considera que a força de compressão possui mesmo valor que a força de tração, ambas atuantes na seção

transversal das lajes. São determinadas dos esforços (momento Fletores) nas duas direções das lajes, inclusive no encontro entre elas, e a armação de aço que vai suporta-los.

Segundo Neto e Vieira caso a relação entre lados, que é uma laje armada em uma só direção. Isto significa que será disposta na menor direção a armadura principal, aquela responsável por suportar os esforços solicitantes. Já na maior direção será colocada a armadura secundária, ou de distribuição, somente para o controle de fissuração. (Ver figura 17)

Figura 17- Distribuição da armadura positiva



Fonte: Do Autor

Assim que determinado os esforços das lajes, é possível perceber que a viga entre elas, caso haja continuidade, é solicitada por cada uma das lajes com valores distintos de momentos, o que causaria um desequilíbrio no sistema. Portanto é preciso determinar o momento negativo final (equilibrado) e, depois, caso necessário, corrigir os momentos positivos.

Após o equilíbrio dos momentos negativos, é preciso corrigir os positivos nos vão onde ocorreu a redução do valor no engaste. Quando ocorre a diminuição do momento fletor no apoio, há um acréscimo no meio do vão, ou seja, o momento positivo precisa ser aumentado para haver equilíbrio. No caso de redução do valor inicial do momento positivo, essa correção deve ser desprezada.

Após todo esse processo vem a parte de concretagem com seu  $f_{ck}$  determinado pelo engenheiro responsável. (Essa obra foi utilizada o concreto 30 Mpa). Com  $h$  (altura) de 10cm.

Obra executada Construtora Lumon Incorporadora LTDA

Mestre de Obra Anderson

Projeto Engenheiro Marco Antônio dos Santos

## 5.2 Técnica aplicada na confecção das vigotas treliçadas e vigotas em “T” (acompanhamento in-loco)

As vigotas em “T” ou vigotas treliçadas pode ser usada com preenchimento de lajotas cerâmicas ou eps (isopor). O uso de eps nessas lajes, possui um certo receio por parte de grande parte dos construtores. O questionamento ainda é por ter que aplicar o uso de reboco na estrutura. E apesar de ser um material mais frágil e ter que ter um cuidado maior a hora de executar possui grandes vantagens tanto para o construtor como para o proprietário, como:

Agilidade na hora da montagem, por ser um material leve e fácil de fazer acabamentos. Proporcionando uma grande redução de peso na estrutura da laje, não deixando de mencionar que vai deixar um ambiente térmico e acústico no ambiente.

A lajotas cerâmica tem sua particularidade, como todo outro material com suas vantagens e desvantagem.

Segundo alguns construtores é um meio mais seguro na obra pois resiste mais na hora da concretagem sem se romper, e facilitam o reboco na sua face inferior. Porém na hora de fazer um recorte já é necessária uma ferramenta mais adequada gerando uma quantidade de poeira excessiva. Ocorrendo também o aumento de peso na estrutura.

As lajes treliçadas é uma vigota de concreto armado, (ver figura 17) e com o cálculo certo assim podendo vencer grandes vãos e grandes sobrecargas por possuir alturas diferenciadas.

Esse tipo de laje treliçada os fornecedores das armações de treliças proporcionam uma tabela de vão e sobrecarga já calculada assim facilitando a fabricação das mesmas. Podendo ou não as reforças se necessário.

Figuras 17 –Vigota treliçada



Fonte: Autor (2020)

O modo de fabricação de vigotas em “T” mesmo parecendo simples tem todo um processo manual e pesado, já que é moldado em forma. As formas em aço são engraxadas tanto para conservação como para que o concreto não fixe na forma assim facilitando o processo de desmolde sem prejudicar a vigota moldada (ver figura 18)

Figuras 18 -Processo de fabricação e vigotas em “T”



Fonte: Autor (2020)

As vigotas em “T” são constituídas por concreto e três barras de aço no seu interior. Conhecidas com trilhos maciços (ver figura 19) com um encaixe pronto para receber o material inerte.

Figura 19 – Vigota pronta



Fonte: Do autor

O processo de fabricação da treliça é mais simples desde que não seja necessário reforça da peça. Pôr a empresa de laje comprar a armação pronta é somente necessário a preparação das formas em seguida o despejo do concreto e a colocação da armadura

finalizando com uma vibração mantendo a pressionada no ponto certo sem fazer com que a armadura toque no fundo da forma. (Ver figura 17)

Depois de prontas elas são transportadas até o local da obra, onde serão montadas manualmente por construtores da obra.

Geralmente esse material vem acompanhado de um pequeno manual de instrução fornecido pela empresa fornecedora com um projeto de montagem indicando os tamanhos, quantidade e locais determinado de cada peça.

Esses tipos de laje são apoiadas em vigas onde o processo de escoramento é mais simples com escoramentos mais distantes recomendado no máximo 1.10 de distância entre uma trava e outra. (Ver figura 20)

Figura 20 – Escoramento para laje pré-moldada



Fonte: Autor (2020)

Frequentemente é bastante utilizada em projetos residências de baixos custos como já mencionado permitindo rapidez no processo construtivo, economia de matérias e muitas vantagens na construção.

Tem como principal característica economia, por dispensar o uso de formas de madeira, proporcionando a redução de desperdícios de matérias utilizadas como formas e escoramentos. Montagem muito ágil sem uma mão de obra especializada.

De acordo com a montagem seguindo ABNT NBR 14860-1/ 4.3.4 (2002).

**A montagem dos elementos pré-fabricados deve obedecer ao disposto no projeto de execução da laje e no manual de colocação e montagem da laje quanto ao arranjo físico e às especificações das pré-lajes. Devem ser executados:**

- a) o nivelamento dos apoios, dentro das tolerâncias de montagem especificadas;
- b) a colocação das armaduras previstas no projeto;
- c) a instalação de passadiços, quando necessários para o trânsito de pessoal e transporte de concreto;
- d) lançamento, adensamento e cura do concreto complementar;

Continua, o cálculo e o dimensionamento das lajes (vãos, cargas, nervuras, alturas, armaduras e materiais de enchimento) devem ser elaborados de acordo com as NBR 6118, NBR 9062 e projetos da obra.

Em especial atenção deve ser dispensada à verificação de flechas, levando-se em conta os efeitos de deformação lenta e outros efeitos dependentes do tempo.

### 5.3 Resultado da pesquisa referente a tabela 2

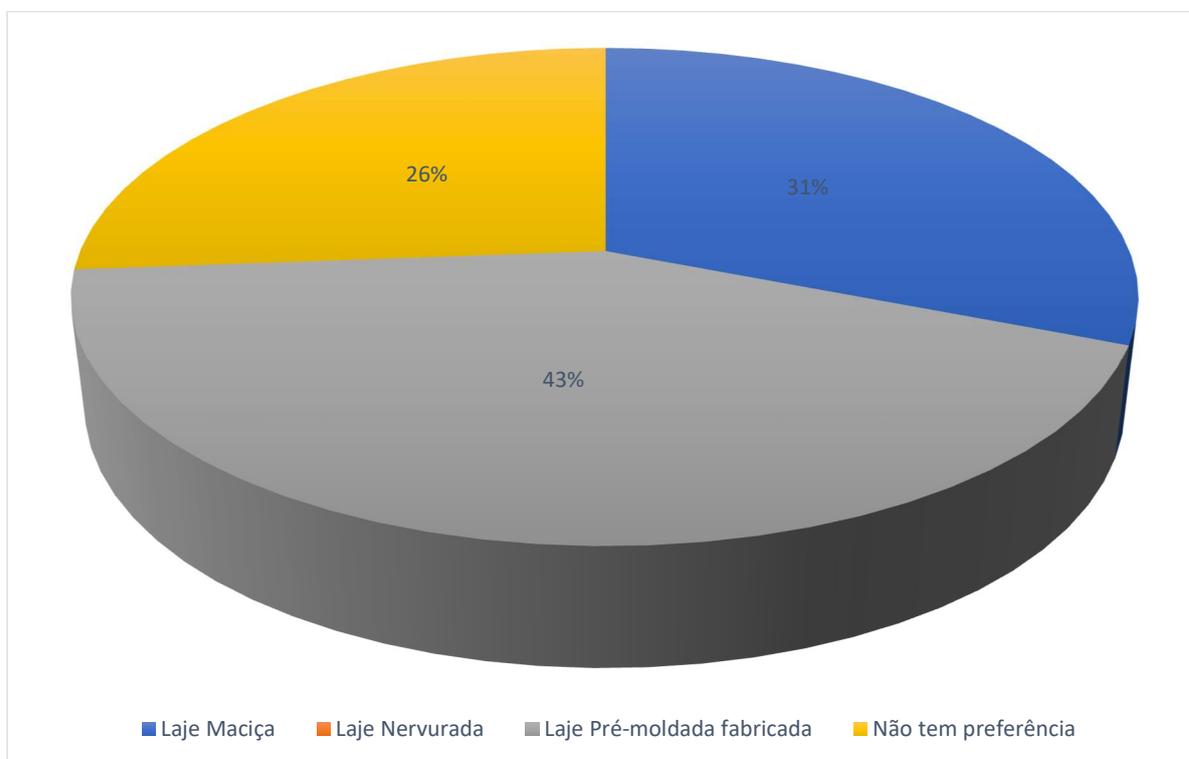
Referente a 1º questão da tabela 2 chegamos nos seguintes resultados.

Observa-se que a maioria 43% dos entrevistados responde que já tem preferência na pré-moldada fabricada em questão de sempre trabalhar com obras de pequeno e médio porte, no entanto os 26% que escolheram a opção (depende de cada situação) ficou entre engenheiros e técnicos, demonstrando o conhecimento da escolha certa na hora de elaborar um projeto já 31% optou na laje maciça.

Resultado da pesquisa.

13 pessoas laje maciça, 18 pessoas na laje pré-moldada fabrica, 11 pessoas Depende de cada situação e ninguém optou diretamente na laje nervurada.

Gráfico 1- Preferência na elaboração de um projeto



Fonte: Autor (2020)

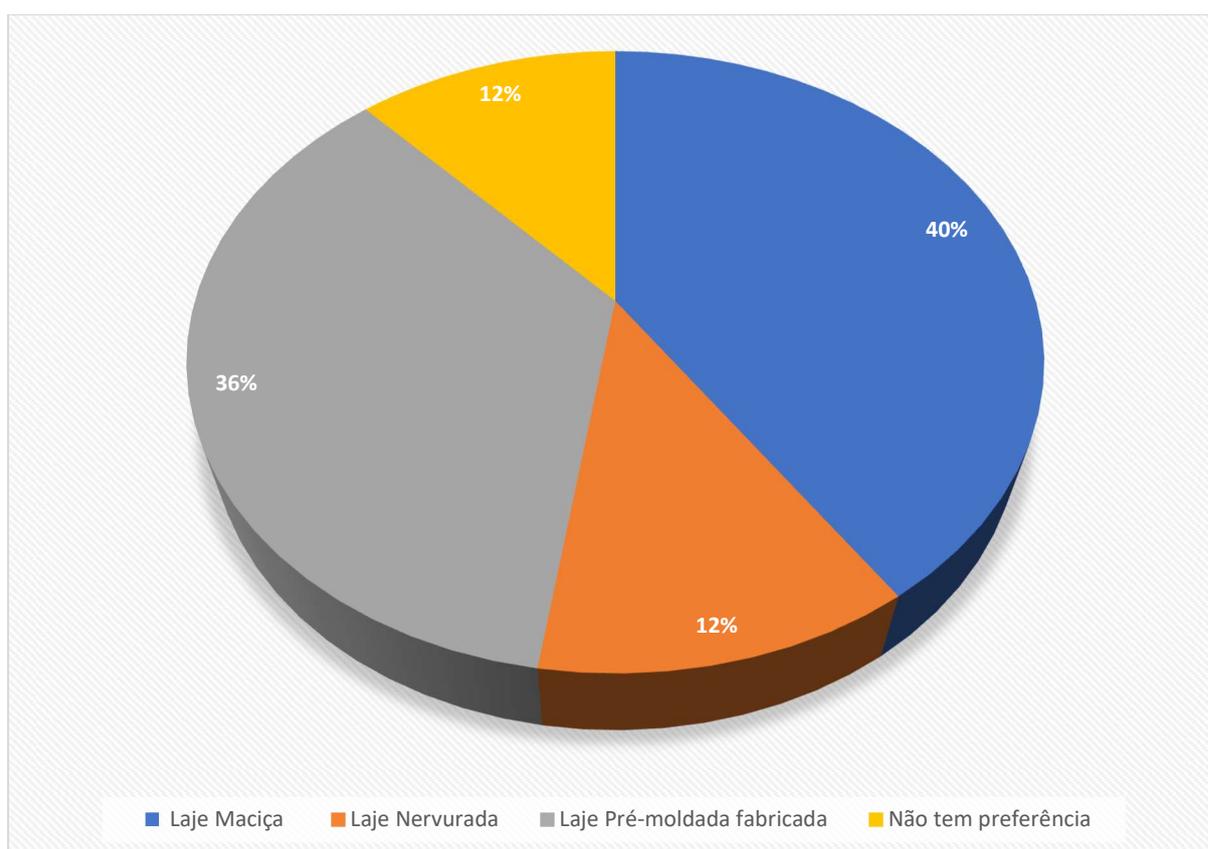
Referente a 2ª questão da tabela 2 chegamos nos seguintes resultados.

Entretanto na hora de execução e preparação das lajes 40% prefere trabalhar com as lajes maciças, contrariando o gráfico anterior isso leva em questão por trabalharem diretamente com formas sem precisar a locomoção de vigotas e lajotas nas obras. Portanto 12% ficaram empatado entre as lajes nervuradas e os que não tem preferência, 36% gostam de executar com lajes pré-moldadas fabricadas.

Resultado da pesquisa.

17 pessoas lajes maciças, 5 pessoas lajes nervuradas, 15 pessoas nas lajes pré-moldadas fabricadas, 5 pessoas Dependem de cada situação e ninguém optou diretamente nas lajes nervuradas

Gráfico 2- Técnica de execução e preparação das lajes



Fonte: Autor (2020)

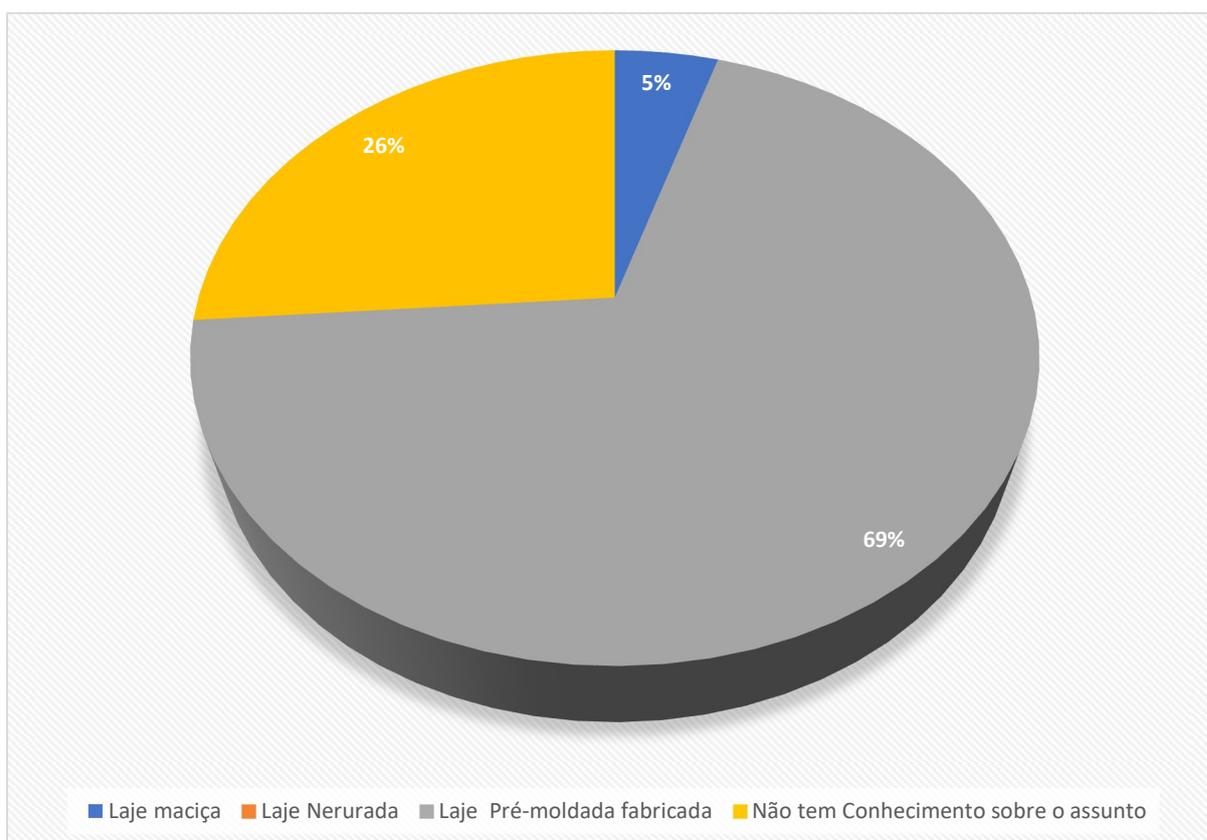
Referente a 3º questão da tabela 2 chegamos nos seguintes resultados.

Questionados sobre termo economia entre as lajes 69% apontam que a laje pré-moldada fabricada se torna mais barata para sua execução, não deixando de mencionar que os entrevistados grande parte trabalha com obras de pequeno e médio porte. Entretanto 26% admitem não ter parado para pensar ou orçar uma laje assim tem desconhecimento do assunto, e 5% comentaram na laje maciça afirmando por ter movimentação apenas de forma malha e concreto.

Resultado da pesquisa:

2 pessoas lajes maciças, nenhuma das pessoas optou nas lajes nervuradas, 29 pessoas nas lajes pré-moldadas fabricadas, 11 pessoas afirmam não ter conhecimento sobre o assunto.

Gráfico 3- Parte econômica das lajes



Fonte: Autor (2020)

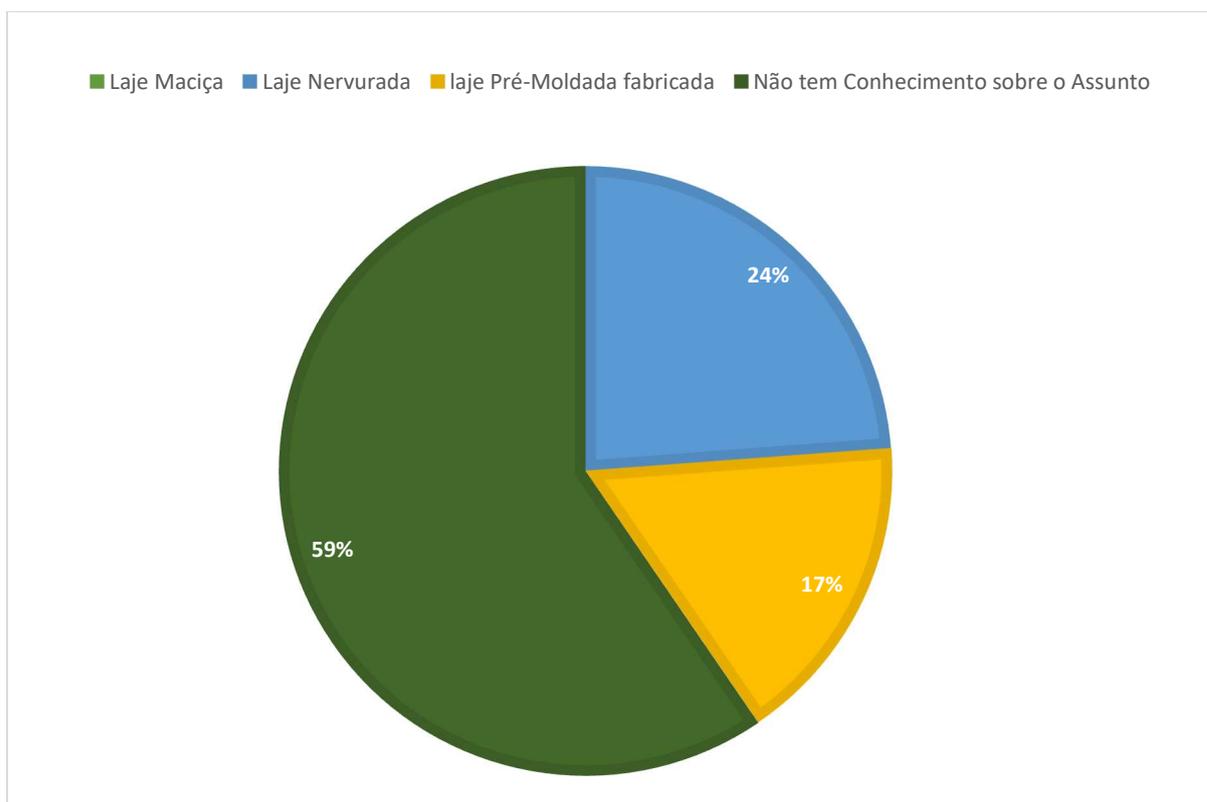
Referente a 4º questão da tabela 2 chegamos nos seguintes resultados.

59% dos entrevistados afirmam não ter conhecimento sobre o assunto envolvendo os tipos de lajes e o meio ambiente, sendo que 24% tem como percepção que as lajes nervuradas assumem um papel importante em relação a sustentabilidade e meio ambiente, já que consome menos aço, e com a utilização por exemplos, das formas (cúbetas) ajuda a eliminar o desperdícios na obra, 17% leva em questão de que materiais como vigotas, lajotas cerâmicas e Eps (isopor), por serem produzidas por empresas especializadas já possui um sistemas de não desperdício. E assim mantendo um cuidado com o meio ambiente.

Resultado da pesquisa:

Nenhuma das pessoas optou nas lajes maciças, 7 pessoas nas lajes pré-moldadas fabricadas, 25 pessoas afirmam não ter conhecimento sobre o assunto.

Gráfico 4-Sustentabilidade e meio ambiente

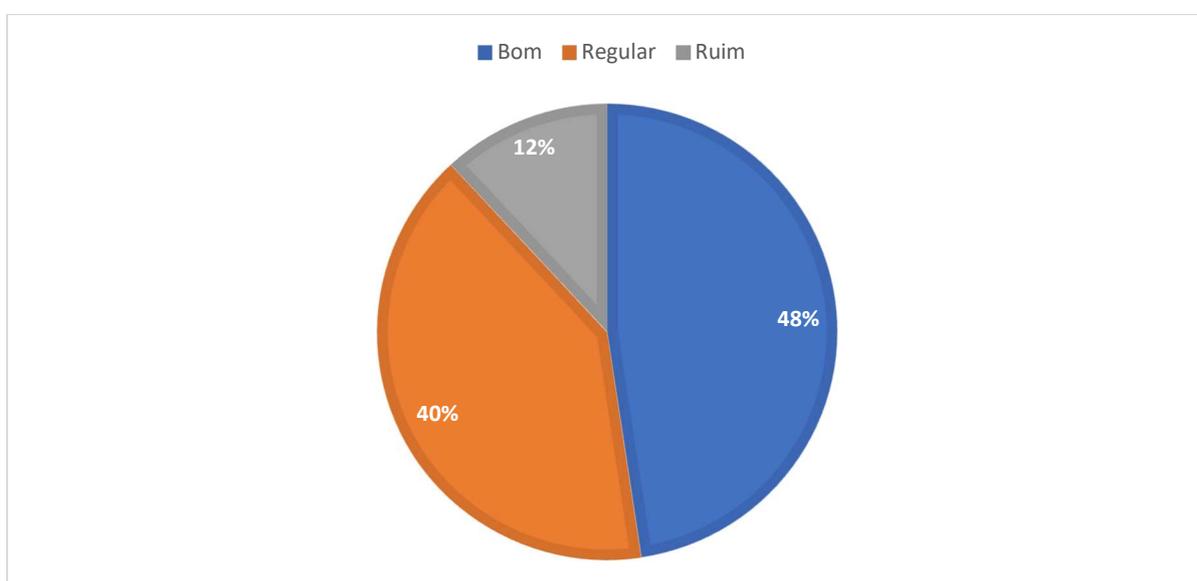


Fonte :Autor (2020)

Referente a 5º questão da tabela 2 chegamos nos seguintes resultados.

Esta questão foi levantada em termo de conhecimento englobando fabricação e suas particularidades. 48% afirmam ter um bom conhecimento sobre lajes, entretanto 40% tem conhecimento regular, afirmando que muitas vezes não entendem o porquê da escolha daquela do tipo de lajes e para qual seu propósito. Já 12% assumem que trabalham, mas não tem conhecimento das diferenciações desses materiais.

Gráfico5- Termos de conhecimento da laje maciça, nervurada e pré-moldada fabricada



Fonte: Autor (2020)

## 6 CONCLUSÃO

O uso de lajes está bem constante, isto ocorre devido à procura de novos espaços e de mais segurança, contra forças da natureza, como granizos e ventos.

E o crescimento desenfreado faz com que a procura aumente. Abordei esses três tipos de lajes maciças, nervuradas, e pré-moldadas, por serem as mais utilizadas em nossa região.

Os acompanhamentos nas obras facilitaram muito no desenvolver do trabalho, passou a unir a bibliografia dos livros com a técnica aplicada in-loco, assim conseguindo identificar muitos erros, mas também passou um bom conhecimento de preparação das lajes.

Não deixando de observar, apesar de ter muitas obras sendo executadas a mão de obra ainda sofre com a falta de conhecimento e mão de obra qualificada, por grandes partes dos trabalhadores nas construções.

Um projeto bem elaborado facilita muito na execução, entretanto muitas vezes os trabalhadores não conseguem interpretar o que o engenheiro propõe.

Como podemos observar nos gráficos, muitas dúvidas entre os construtores, que no decorrer das questões, levam muito mais em conta, a montagem mais simples.

Mas todas as lajes tem suas particularidades então podemos dizer que antes de executar alguma obra com lajes, procurar conhecer as vantagens e desvantagens das lajes para tentar unir, economia e segurança sem deixar de lado a sustentabilidade nessas estruturas.

## REFERÊNCIAS

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

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 – Lajes Nervuradas.** Rio de Janeiro, 2003

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 – Projeto e execução de obras de concreto armado.** Rio de Janeiro, 1978

Araújo, José Milton **Curso de Concreto Armado.** 2 edição Rio Grande, 2014 volume 2

BARROSO, M. C. **Notas de aula Curso técnico em Edificações.** Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Norte, 2011

BORGES, Alberto de Campos, **Pratica de Pequenas Construções.** Vol. 7, 9º Edição Editora Edgard Blucher LTDA. São Paulo 2009.

BRUMATTI, Dioni O. **Uso de pré-moldados – estudo e viabilidade.** Monografia. Vitória: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

CUNHA, Albino Joaquim Pimenta; SOUZA, Vivente Custodio Moreira, **Lajes em Concreto Armado e Protendido,** 2ª edição, 1998.

GONZATI, Lucas Gobbalto, MADUREIRA, Eduardo Miguel Prata, **Lajes alveolares protendida de concreto versus lajes convencionais.: Viabilidade econômica,** Artigo TCC de Graduação em Engenharia Civil. Centro Universitário FAG, Dom Bosco, 2016.

NETO, Augusto José Bluhm Ferreira. VIEIRA, Luara Batalha. **Coleção Manuais de Engenharia Civil - Estruturas de Concreto.** - Volume2 Editora 2B Educação, 2018

PEREIRA, Caio. **Laje Pré-Moldada: O que é, principais tipos e vantagens. Escola de Engenharia**,2017. Disponível em:<https://escolaengenharia.com.br/laje—pré-moldada/>. Acesso em 01 de junho de 2020

PINHEIRO, Libânio M. RAZENTE, Júlio A. **Estrutura de Concreto** - Capítulo 7, Rio de Janeiro, 2003

SILVA, Marcos Alberto Ferreira **Projeto e construção de lajes nervuradas de concreto armado. 239 f. Dissertação** (Mestrado em Construção Civil). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.