



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG

N. CLASS. *MG241.378.001*
CUTTER *C 128 emg*
ANO/EDIÇÃO *2013*

**ESTUDO COMPARATIVO DE UM PAVIMENTO COMERCIAL
UTILIZANDO LAJES NERVURADA PRÉ-MOLDADA,
NERVURADA MOLDADA IN LOCO E MACIÇA EM CONCRETO
ARMADO**

Gladson Lima Caetano

Varginha/MG

2013

BEDECAP



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG

**ESTUDO COMPARATIVO DE UM PAVIMENTO COMERCIAL
UTILIZANDO LAJES NERVURADA PRÉ-MOLDADA,
NERVURADA MOLDADA IN LOCO E MACIÇA EM CONCRETO
ARMADO**

Gladson Lima Caetano

*Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia
Civil apresentado como requisito parcial para
obtenção do grau de Engenheiro Civil.*

Varginha/MG

2013



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG

**ESTUDO COMPARATIVO DE UM PAVIMENTO COMERCIAL
UTILIZANDO LAJES NERVURADA PRÉ-MOLDADA,
NERVURADA MOLDADA IN LOCO E MACIÇA EM CONCRETO
ARMADO**

Gladson Lima Caetano

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau em Engenharia Civil no Centro Universitário do Sul de Minas pela banca examinadora:

Prof. M.Sc. Antônio de Faria
Orientador

Prof. Ms. Ivana Prado de Vasconcellos
Coordenadora do curso de Engenharia Civil

Varginha/MG

11 de dezembro de 2013.

CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho de conclusão de curso intitulado “Estudo comparativo de um pavimento comercial utilizando lajes nervurada pré-moldada, nervurada moldada in loco e maciça em concreto armado”, solicitado pelo aluno do curso de Engenharia Civil, Gladson Lima Caetano, foi aprovado pela banca examinadora, em reunião administrativa realizada em 11/12/2013.

Varginha, 11 de dezembro de 2013.

Prof. Ms. Ivana Prado de Vasconcellos – UNIS/MG
Coordenadora do curso de Engenharia Civil

DEDICATÓRIA

Dedico este a minha mãe, Ionete da Silva Lima, que foi a principal responsável pela minha formação pessoal e acadêmica. Jamais poderia esquecer da minha grande família, minhas irmãs Thaís Lima Caetano e Vitória Luísa Lima Silva e ao meu Padrasto José Antonio da Silva. Todos eles são minha inspiração de cada dia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores que contribuíram e fizeram parte da minha educação acadêmica e pessoal. Em especial ao meu orientador Antonio de Faria.

RESUMO

Este trabalho visa comparar três sistemas estruturais de lajes, sendo o de laje nervurada pré moldada, a laje nervurada moldada in loco e laje maciça em concreto armado. Dessa forma, apresenta, por consequência, uma breve análise econômica, comparando-se os quantitativos de cada sistema apresentado. O trabalho em questão traz os conceitos básicos do tema, características, aplicações e recomendações da NBR6118/2003 para cada sistema adotado e critérios de projeto. É apresentado o lançamento, análise da estrutura e os quantitativos de materiais para os sistemas escolhidos. Para isso adotou-se um pavimento comercial, com um total de cinco lajes.

PALAVRAS-CHAVE: lajes, maciças e nervuradas.

ABSTRACT

To compare three structural systems slabs, with the pre molded ribbed slab, the ribbed slab molded in situ and solid slab of reinforced concrete. Thus, presents, therefore, a brief economic analysis, comparing the quantitative data for each system presented. The work in question brings the basics of the theme, features, applications and recommendations for each system adopted NBR6118/2003 and design criteria. The launch structure analysis and quantitative material selected for the systems is presented. To do so we adopted a commercial floor, with a total of five slabs.

KEYWORDS: solid slabs and waffle slabs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Formas de polipropileno	5
Figura 2 - Escoramento da laje nervurada	5
Figura 3 - Laje nervurada pré-moldada	6
Figura 4 - Concretagem: Laje maciça	6
Figura 5 - Concreto usinado	7
Figura 6 - Vergalhão de aço para construção civil	8
Figura 7 - Forma plástica para laje nervurada	9
Figura 8 - Forma Plastificada	9
Figura 9 - Escoras metálicas	10
Figura 10 - Planta de forma das lajes	12

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cronograma - TCC 2	2
-------------------------------------	---

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Associação Brasileira de Concreto
ABCP	Associação Brasileira do Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CDC	Concreto Dosado em Central

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

F_{ck} - Resistência característica de tensão do concreto

Pa - Unidade de tensão em Pascal

Kg - Unidade de massa em quilograma

m^3 - Unidade de volume em metros cúbicos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	1
2.1. OBJETIVO GERAL	1
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
3. METODOLOGIA	2
4. DIAGNÓSTICO	3
5. INDICAÇÕES DE COMPARATIVO	4
6. TIPOLOGIA DAS LAJES	4
6.1. LAJES NERVURADAS MOLDADAS "IN LOCO"	4
6.2. LAJES NERVURADAS PRÉ-MOLDADAS	5
6.3. LAJES MACIÇAS	6
7. MATERIAIS UTILIZADOS NAS LAJES	6
7.1. CONCRETO	6
7.2. AÇO	7
7.3. ADITIVOS	8
7.4. OUTROS MATERIAIS	8
7.4.1. FORMAS	9
7.4.2. ESCORAMENTOS	10
8. MATERIAIS UTILIZADOS NAS LAJES NERVURADAS MOLDADAS "IN LOCO"	10
9. MATERIAIS UTILIZADOS NAS LAJES NERVURADAS PRÉ-MOLDADAS ..	11
10. MATERIAIS UTILIZADOS NAS LAJES MACIÇAS	11
11. PROJETO - PAVIMENTO COMERCIAL	12
12. CONSIDERAÇÕES FINAIS	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

1. INTRODUÇÃO

Apesar das diversas tecnologias desenvolvidas para o cálculo estrutural e processos executivos, prevalece no mercado brasileiro de edifícios residenciais e comerciais, por motivos culturais, estruturas em sua totalidade formadas por vigas e lajes.

Na maioria dos casos este sistema funciona bem devido a larga utilização no mercado que conseqüentemente gera uma maior disponibilidade de mão de obra treinada.

Em casos de construções que necessitam de vãos de cerca de 7 a 8 m, uma atual opção para vencer vãos grandes, extremamente carregados e que necessitem de redução do número de pilares, como o caso de pilotis e pavimentos de garagem no caso de edifícios residenciais, e em edifícios comerciais a necessidade de pavimentos com possibilidades de divisórias flexíveis, são as chamadas lajes nervuradas. Segundo a NBR 6118:2003, lajes nervuradas são: "Lajes moldadas no local ou com nervuras pré-moldadas, cuja zona de tração é constituída por nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte."

Visando a atual necessidade do mercado da construção civil em adquirir novas técnicas que agilizem a construção, sem que com isso eleve significativamente o custo da obra, possibilitando facilidades na execução da obra e atendimento das flexibilidades pessoais de cada cliente, surgiu a ideia de estudar sistemas estruturais diferentes e seus respectivos resultados.

Cabe ao engenheiro no seu dia-a-dia adaptar as situações solicitadas aos resultados aqui propostos.

Entre os principais objetivos destacam-se fornecer valores para estudos de viabilidade técnica-comercial, definir o custo-benefício de sistemas estruturais diferentes e indicar verificações importantes a serem feitas na análise destes sistemas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver um estudo comparativo de um pavimento comercial utilizando três tipos de lajes, sendo elas: laje nervurada pré-moldada, laje nervurada moldada in loco e laje maciça em concreto armado.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Este trabalho será apresentado em duas etapas: TCCI e TCC2.

Objetivos no TCC-1:

- a) Apresentar as indicações de comparativo das lajes;
- b) Apresentar a tipologia de cada laje;
- c) Apresentar os materiais utilizados em cada laje;
- d) Elaborar um projeto arquitetônico de um pavimento comercial;

Objetivos no TCC2:

- a) Dimensionamento de cada laje;
- b) Detalhamento de cada laje;
- c) Quantitativo e custos de cada laje;
- d) Apresentar as vantagens e desvantagens de cada laje;
- e) Comparativo final das lajes.

Tabela 1: Cronograma - TCC 2

CRONOGRAMA - TCC 2						
Atividades	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	
Definição da Geometria das lajes	x					
Definição do carregamento nas lajes	x					
Dimensionamento da laje maciça		x				
Dimensionamento da laje nervuradas pré-moldada		x				
Dimensionamento da laje nervuradas moldada "in loco"		x				
Detalhamento da laje maciça			x			
Detalhamento da laje nervurada pré-moldada			x			
Detalhamento da laje nervurada moldada "in loco"			x			
Quantitativo de materiais da laje maciça				x		
Quantitativo de materiais da laje nervurada pré-moldada				x		
Quantitativo de materiais da laje nervurada moldada "in loco"				x		
Apresentação das vantagens e desvantagens das lajes						x
Comparativo final entre as lajes						x

3. METODOLOGIA

O Trabalho terá como seu ponto de partida a pesquisa em internet e livros de detalhamento e dimensionamento estrutural de lajes e consultas a um profissional da área.

Após obtenção e análise dos resultados, serão montados textos, gráficos e desenhos que evidenciem o tema proposto, bem como as tipologias de cada laje, os

materiais utilizados, a elaboração de um projeto arquitetônico de um pavimento comercial, dimensionamento e detalhamento de cada laje e as vantagens e desvantagens de cada sistema estrutural. Será utilizado para elaboração deste trabalho os softwares da Microsoft Office (Word, Excel) e um software da AutoDesk (AutoCAD).

Na composição do trabalho será colocado em prática conhecimentos adquiridos no decorrer do curso, principalmente da matéria de estruturas.

4. DIAGNÓSTICO

A laje é um material que faz parte da estrutura da obra e por essa razão é preciso que ofereça segurança total para ser usada. A Norma Técnica estabelece diversos itens de segurança, entre os quais, os principais são:

- Traço do concreto;
- Recobrimento da ferragem;
- Cálculo estrutural das ferragens para o tipo de uso específico da laje;
- Carga acidental;
- Carga permanente.

Os itens acima mencionados não podem ser conferidos visualmente, por essa razão é preciso que a compra seja feita em uma empresa idônea e com registro no CREA, na qual se possa confiar integralmente, e que fabrique a laje obedecendo todas as indicações técnicas estabelecidas em Norma.

É de extrema importância que as lajes sejam montadas conforme o projeto e com o acompanhamento de um profissional da área de estruturas, pois os detalhamentos do projeto devem ser rigorosamente obedecidos.

Uma laje mal especificada, produzida e fornecida em desacordo para o seu uso correto, produz ao longo do tempo vários problemas, tais como:

- Exposição da ferragem da laje, numa segunda fase;
- Deformação do concreto da laje, com apresentação de flecha (embarrigada);
- Trincas nas paredes;
- Risco de desabamento, etc.

Fazer uma boa compra não é pagar o menor preço nominal, mas pagar o menor preço por um conjunto de benefícios essenciais. Deve-se fazer economia sem correr riscos, isso é na fase de acabamento. Na parte estrutural, a mais importante, deve-se comprar e fazer o que o projeto estrutural especifica, desde os tipos de materiais (aço, concreto, entre outros), até a contratação da mão de obra, pois os sistemas estruturais devem ser executados conforme os projetos. Assim garantindo a segurança da estrutura.

A escolha da melhor laje para uma residência ou comércio deve ser feita pelo arquiteto e pelo engenheiro civil (calculista da obra). A importância em escolher a laje mais adequada para cada construção está diretamente relacionada à estética desejada,

qualidade da obra, à resistência, à durabilidade da sua estrutura, à economia de materiais e à economia no bolso do proprietário.

5. INDICAÇÕES DE COMPARATIVO

No final deste trabalho será feito o comparativo dos três tipos de sistemas estruturais das lajes, que consiste em:

- Materiais utilizados para execução de cada laje;
- Métodos construtivos de cada laje;
- Dimensionamento de cada laje;
- Quantitativo dos materiais de cada laje;
- Apresentação das vantagens e desvantagens de cada laje.

6. TIPOLOGIA DAS LAJES

As lajes são elementos estruturais laminares planos, solicitados predominantemente por cargas normais ao seu plano médio. Nas estruturas laminares planas, predominam duas dimensões, comprimento e largura, sobre a terceira que é a espessura. Geralmente, nas estruturas correntes, as lajes são retangulares, mas podem ter forma trapezoidal ou em L.

6.1. LAJES NERVURADAS MOLDADAS "IN LOCO"

Denominam-se lajes nervuradas moldadas in loco aquelas executadas na própria obra, com as nervuras e mesas fundidas no local onde permanecerão por toda vida útil da edificação. Portanto:

- As lajes nervuradas moldadas "in loco" são aquelas executadas em toda sua totalidade na obra, na posição definitiva.
- É necessário o uso de fôrmas e de escoramentos, além do material de enchimento.
- Podem-se utilizar fôrmas para substituir os materiais inertes.
- As fôrmas podem ser em polipropileno ou em metal, com dimensões moduladas, sendo necessário utilizar desmoldantes iguais aos empregados nas lajes maciças.
- Existem várias classificações para este tipo de lajes, tanto quanto a forma como quanto aos materiais empregados.



Figura 1 - Formas de polipropileno.

Fonte: <http://www.aecweb.com.br>

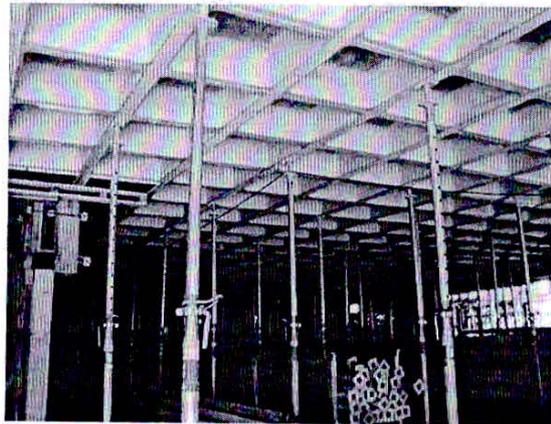


Figura 2 - Escoramento da laje nervurada.

Fonte: <http://www.aecweb.com.br>

6.2. LAJES NERVURADAS PRÉ-MOLDADAS

- As nervuras são compostas de vigotas pré-moldadas.
- Dispensam o uso do tabuleiro da fôrma tradicional.
- Não necessitam de fôrma, junto à face inferior.
- As vigotas são capazes de suportar seu peso próprio e as ações de construção, necessitando apenas de cimbramentos intermediários.
- Essas lajes são constituídas de:
 - Vigotas pré-moldadas, que são transportadas e posicionadas sobre as fôrmas das vigas e os apoios intermediários (cimbramentos).
 - Elementos de enchimento, que são colocados sobre os elementos pré-moldados, onde os mesmos não permitem que o concreto percorra pelas regiões de contato entre as nervuras pré-fabricadas e os elementos de enchimento.
 - Concreto, que é transportado, lançado e realizado o adensamento ou vibração do mesmo sobre as vigotas pré-moldadas e os elementos de enchimento.



Figura 3 - Laje nervurada pré-moldada.

Fonte: <http://betim.olx.com.br>

6.3. LAJES MACIÇAS

- As lajes maciças são totalmente executadas no local da obra, demandando assim, uma estrutura de madeira (bandeja, fôrma) para que sirva de base para a ferragem e o concreto.



Figura 4 - Concretagem: Laje maciça.

Fonte: <http://www.ufrgs.br>

7. MATERIAIS UTILIZADOS NAS LAJES

7.1. CONCRETO

O concreto é um material resultante da adição do cimento, no caso material ligante, com materiais inertes como o agregado graúdo e miúdo, além da água a qual promove as reações químicas no cimento, com eventual emprego de aditivos. Os agregados resumem-se basicamente a pedra britada número 1 (9,5 mm a 19 mm) e

número 2 (19 mm a 38 mm), o agregado miúdo é composto pela areia. A água a ser adicionada aos agregados secos deve ser livre de impurezas. Pode ser moldado no local ou usinado. Concreto usinado é o concreto fabricado em uma empresa prestadora de serviços de concretagem (concreteira), este tipo de concreto também é conhecido como CDC - Concreto Dosado em Central.



Figura 5 - Concreto Usinado.

Fonte: <http://www.concretousinado.com.br>

7.2. AÇO

O aço empregado deve ser aquele destinado exclusivamente ao concreto armado, recebendo sua denominação em função da resistência de escoamento f_y em Kgf/mm^2 . Assim os aços mais utilizados comercialmente são: CA 25, CA 50 e CA 60, encontradas em barras de 12 metros de comprimento, sendo padronizados os seguintes diâmetros em milímetros: 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25 e 32.

Os aços ainda são divididos em duas classes conforme o processo de fabricação empregado. Os aços classe A tem nas suas ligas de ferro com carbono adicionado outros elementos (manganês, silício, alumínio, enxofre, fósforo, e cromo), após a laminação a quente, o resfriamento ao ar livre. Enquanto que nos aços classe B não se utilizam ligas especiais e após a laminação à quente as barras são encruadas a frio (torção, tração, trefilação, entre outros). A figura xx ilustra o aço destinado às estruturas de concreto armado.

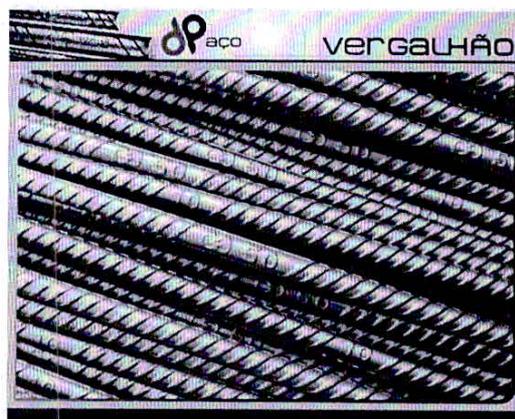


Figura 6 - Vergalhão de aço para construção civil
Fonte: <http://www.artefatos-aco-concreto.com.br>

O aço também é empregado como uma armadura complementar (armadura de distribuição), posicionada na capa de concreto no sentido transversal e longitudinal, para a distribuição das tensões oriundas de cargas concentradas e para o controle da fissuração.

Hoje em dia utilizam-se muito as telas soldadas, pois garante os espaçamentos dos fios conforme projeto, elimina o arame de amarração, racionaliza a construção proporcionando uma economia na mão de obra.

7.3. ADITIVOS

Os aditivos são produtos químicos, não indispensáveis à composição e à finalidade do concreto. Este tem por objetivo apresentar ou melhorar certas características; entre as várias aplicações dos aditivos pode-se destacar, o acelerador de pega, os plastificantes e os superfluidificantes. Na utilização dos aditivos deve-se observar cuidadosamente as quantidades, as quais são geralmente pequenas, homogeneizar a mistura, verificar a validade do produto, e certificar-se que a composição química do mesmo não danificará nenhum material constituinte do concreto armado, como por exemplo, as armaduras. Os cuidados a serem tomados devem ser prescritos pelo fabricante do produto na própria embalagem. O uso indiscriminado dos aditivos, sem controle e em desacordo com as recomendações do fabricante prejudica a qualidade do concreto, e conseqüentemente da estrutura a qual este será incorporado.

7.4. OUTROS MATERIAIS

Pode-se entender como outros materiais envolvidos na execução das lajes, que não fazem parte do produto final, como as fôrmas e escoramentos. As fôrmas quando necessário tem por finalidade dar a moldagem desejada a laje enquanto o concreto ainda

está fresco, os escoramentos dão sustentação à laje até que o concreto tenha resistência suficiente para absorver os esforços solicitantes provenientes de seu peso próprio e ações em função da continuidade e uso da obra.

7.4.1. FORMAS

As Formas plásticas são utilizadas nas lajes nervuradas moldadas IN LOCO, são reaproveitadas várias vezes.



Figura 7 - Forma plástica para laje nervurada.

Fonte: <http://www.rotomixbrasil.com.br>

A Forma Plastificada é um produto muito utilizado na construção civil, para fazer formas e no caso de construção de prédios e casas padronizadas são reaproveitadas várias vezes trazendo uma grande economia no custo da obra. São utilizadas nas lajes maciças.

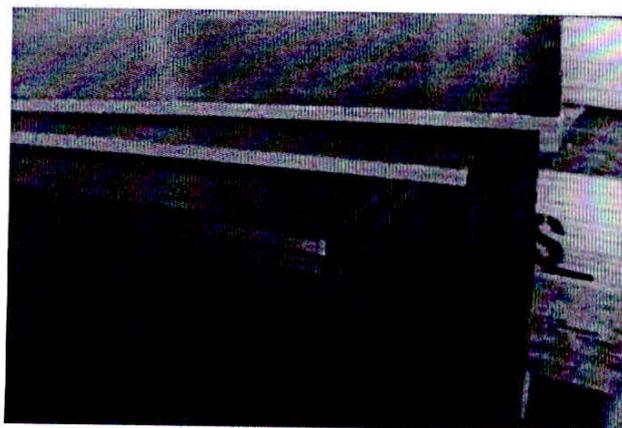


Figura 8 - Forma Plastificada.

Fonte: <http://www.madecaus.com.br>

7.4.2. ESCORAMENTOS

Hoje em dia é muito utilizado as escoras metálicas, além de agilizar a concretagem das lajes, sendo mais rápidas para a montagem do que o sistema de escoramento em madeiras, são reutilizáveis por muitos anos. Além disso, há mais segurança pois, cada escora metálica realmente suporta o peso informado, evitando acidentes, atrasos e garantindo a qualidade da obra.

As escoras metálicas recebem as cargas durante todo o processo de execução da estrutura, portanto são as responsáveis, em última instância, pela estabilidade do sistema utilizado no momento da confecção das lajes, daí a importância de sempre se utilizar uma escora de qualidade.

A maior parte dos acidentes na confecção das estruturas acontece quando o construtor supera a carga de ruptura das escoras metálicas, portanto, é muito importante respeitar os limites da capacidade de carga das escoras metálicas.

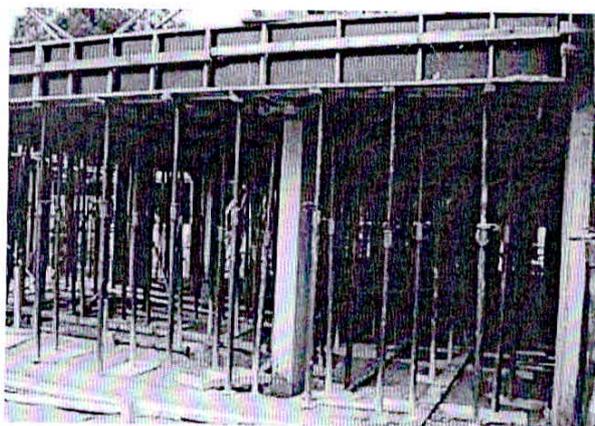


Figura 9 - Escoras metálicas.
Fonte: <http://www.proobra.com.br>

8. MATERIAIS UTILIZADOS NAS LAJES NERVURADAS MOLDADAS "IN LOCO"

Os materiais empregados na execução das lajes nervuradas moldadas "in loco" são basicamente os constituintes do concreto armado:

Fôrmas: podem ser em polipropileno ou em metal, com dimensões moduladas, sendo necessário utilizar desmoldantes.

Escoramentos: podem ser de madeiras ou metálicos;

Concreto (item 7.1.): Em função das dimensões das seções transversais das lajes nervuradas, usualmente utiliza-se pedra britada número 1;

Aço (item 7.2.): na armadura de distribuição, a tela soldada tem fundamental importância na capa de compressão, controlando as fissuras e evitando o aparecimento

de trincas. Conforme a NBR 6118:2003, a armadura mínima da capa de compressão em aço CA 60 é de $0,6\text{cm}^2/\text{m}$ que corresponde à tela Q91.

Aditivo (item 7.3.): Nas lajes nervuradas é recomendada a utilização de aditivos que melhorem a plasticidade do concreto, tendo em vista as dimensões reduzidas das seções transversais (largura), o que dificulta o adensamento do concreto.

9. MATERIAIS UTILIZADOS NAS LAJES NERVURADAS PRÉ-MOLDADAS

Os materiais empregados na execução das lajes nervuradas pré-moldadas são:

Vigotas pré-moldadas: podem ser de concreto armado, concreto protendido ou vigota treliçada;

Elementos de enchimento: podem ser de material cerâmico, isopor, papelão, concreto celular, etc;

Escoramentos: podem ser de madeiras ou metálicos;

Concreto (item 7.1.);

Aço (item 7.2.).

10. MATERIAIS UTILIZADOS NAS LAJES MACIÇAS

Os materiais empregados na execução das lajes maciças são:

Fôrmas: são geralmente confeccionados em madeiras, sendo necessário utilizar desmoldantes;

Escoramentos: podem ser de madeiras ou metálicos;

Concreto (item 7.1.);

Aço (item 7.2.): as telas soldadas são usadas como armadura inferior (positiva) e superior (negativa).

11. PROJETO - PAVIMENTO COMERCIAL

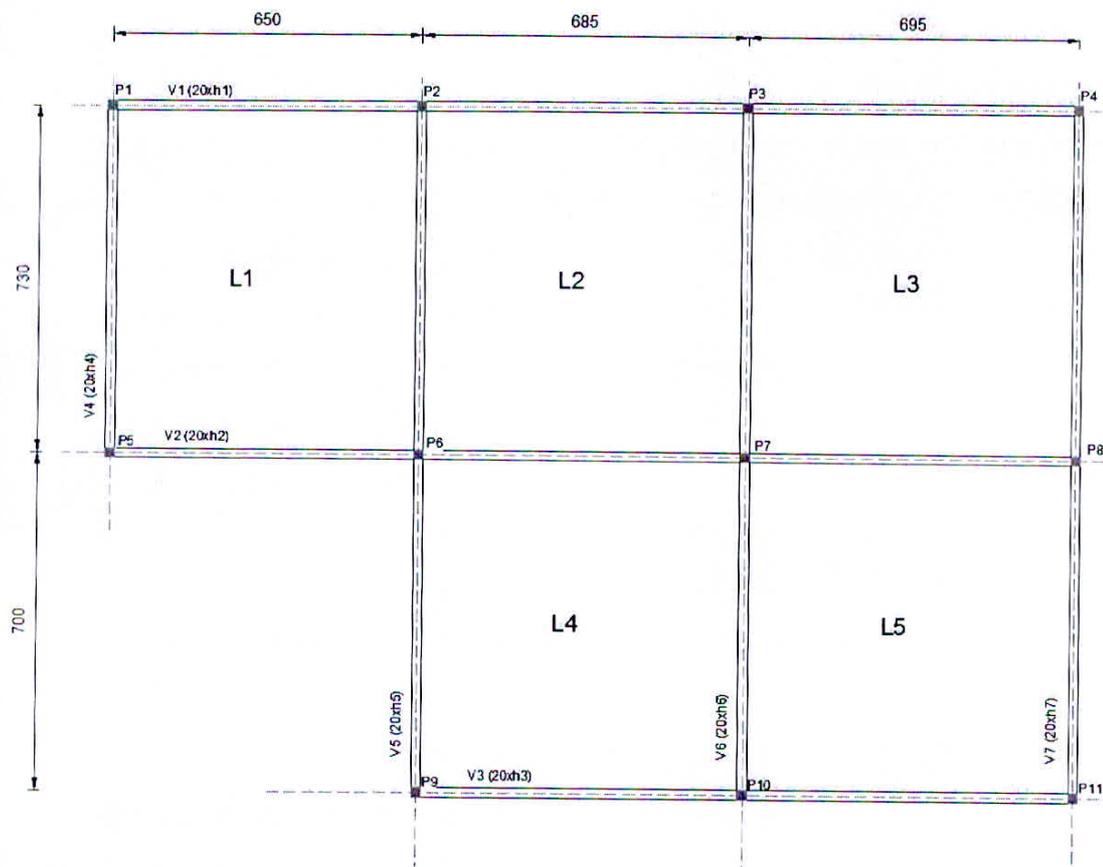


Figura 10 - Planta de forma das lajes.
Fonte: Autoria própria.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste TCC I foram apresentados os materiais e métodos construtivos de cada laje. Logo as etapas do TCC II serão:

- DEFINIÇÃO DA GEOMETRIA DAS LAJES
- DEFINIÇÃO DO CARREGAMENTO
- DIMENSIONAMENTO DAS LAJES
- QUANTITATIVO DE MATERIAIS DAS LAJES
- VANTAGENS E DESVANTAGENS DE CADA LAJE
- COMPARATIVO FINAL ENTRE AS LAJES

Pois cada sistema estrutural deve ser convenientemente estudado a fim de adaptá-lo, as condições locais, regionais de viabilidade técnica, econômica e comercial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento (NBR 6118). Rio de Janeiro : ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Cargas para o cálculo de estruturas de edificações (NBR 6120). Rio de Janeiro : ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Laje pré-fabricada – Pré-laje – Requisitos - Parte 1: Lajes unidirecionais (NBR 14860-1). Rio de Janeiro : ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Laje pré-fabricada – Pré-laje – Requisitos - Parte 2: Lajes bidirecionais(NBR 14860-2). Rio de Janeiro : ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Laje pré-fabricada – Requisitos - Parte 1: Lajes unidirecionais (NBR 14859-1). Rio de Janeiro : ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Laje pré-fabricada – Requisitos - Parte 2: Lajes bidirecionais (NBR 14859-2). Rio de Janeiro : ABNT.

CARVALHO, Roberto Chust; FILHO, Jasson Rodrigues de Figueiredo. Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado. 3ª ed. Ed. da UFScar, 2012.

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfCeAAG/dimensionamento-lajes>, disponíveis em 03/11/2013.