

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS MG

ENGENHARIA CIVIL

CAIO MACHADO MONFERINO

**ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE LAJE NERVURADA PRÉ-
MOLDADA TRELIÇADA UNIDIRECIONAL E LAJE MACIÇA PARA O
PAVIMENTO TIPO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL**

Varginha

2017

CAIO MACHADO MONFERINO

**ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE LAJE NERVURADA PRÉ-
MOLDADA TRELIÇADA UNIDIRECIONAL E LAJE MACIÇA PARA O
PAVIMENTO TIPO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário do sul de Minas para obtenção do grau
de bacharel, sob orientação do Prof. Eng. Leopoldo Freire.

Varginha

2017

CAIO MACHADO MONFERINO

**ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE LAJE NERVURADA PRÉ-
MOLDADA TRELIÇADA UNIDIRECIONAL E LAJE MACIÇA PARA O
PAVIMENTO TIPO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do sul de Minas, UNIS-MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: / /

Prof. Eng. Leopoldo Freire (Orientador)

(Banca Examinadora)

(Banca Examinadora)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a deus por ter me dado força e saúde para superar todos os obstáculos. Ao meu orientador Prof. Eng. Leopoldo Freire, pelas suas correções, suporte e ao tempo dedicado à orientação deste trabalho. Aos meus pais, família e amigos, pelo amor e incentivo. Aos meus colegas do Empreendimento PCH Boa Vista II pelo apoio e incentivo.

“Nem todos podem tirar um curso superior. Mas todos podem ter respeito, alta escala de valores e as qualidades de espírito que são a verdadeira riqueza de qualquer pessoa.”

Alfred Montapert

RESUMO

Este estudo tem como objeto o comparativo orçamentário entre Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional e Laje Maciça do pavimento tipo em uma edificação com finalidade residencial. Para tal foi realizado o levantamento de todo o processo executivo para cada tipo de laje, assim como a elaboração de composições de custos, quantificação dos insumos e mão de obra, abrangendo tempo de execução e força de trabalho necessária para que seja realizada em tempo hábil. O intuito é obter o custo total e unitário de cada tipo de laje, afim de determinar a tecnologia mais viável econômica e executivamente, para a edificação estudada.

Palavras – chaves: Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional, Laje Maciça, Composição de Custos.

ABSTRACT

The objective of this work is the comparative budget study between Unidirectional Trellised Precast Unpublished Slab and Massive Slab type pavement in a residential building. For this purpose, the entire executive process was surveyed for each type of slab, as well as the elaboration of cost compositions, input and labor quantification, covering execution time and workforce required to be performed in a timely manner. The purpose is to obtain the total and unit cost of each type of slab, in order to determine the most economically and executable technology for the studied building

Key words: Pre-molded Ribbed Lattice Lage one-way, Massive Slab, Composition of costs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: O contexto do Gerenciamento de projetos

Figura 02: Produção de concreto

Figura 03: Componentes do cimento Portland.

Figura 04: Uso dos vergalhões de aço

Figura 05: Elementos de enchimento.

Figura 06: Formas de Concreto em Compensado Plastificado Tego Filme.

Figura 07: Escoras Metálicas

Figura 08: Laje Unidirecional

Figura 09: Laje Trelaçada

Figura 10: Laje maciça.

Figura 11: Fachada

Figura 12: Planta baixa – Pavimento Tipo

Figura 13: Planta Estrutural para Execução de Laje Nervurada Pré-Moldada Trelaçada Unidirecional para pavimento tipo.

Figura 14: Planta Estrutural, armadura positiva, para Execução de Laje Maciça para pavimento tipo.

Figura 15: Planta Estrutural, armadura Negativa, para Execução de Laje Maciça para pavimento tipo.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Atividades que devem compor um processo de compras.

Tabela 02: Propriedades mecânicas dos aços.

Tabela 03: Características das barras de aço.

Tabela 04: Tolerâncias dimensionais para elementos de enchimento

Tabela 05: Dimensões dos materiais de enchimento

Tabela 06: Consumo e descrição de material para execução de Laje Nervurada Pré-Moldada de um pavimento tipo.

Tabela 07: Consumo e descrição de material para execução de laje maciça de um pavimento tipo.

Tabela 08: Cálculo Hora de Mão de Obra

Tabela 09: Composição de Custos para Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional – Composição 01

Tabela 10: Determinação de Força de Trabalho e Cronograma Físico de Execução – Composição 01

Tabela 11 - Composição de Custos para Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional – Composição 02

Tabela 12: Determinação de Força de Trabalho e Cronograma Físico de Execução – Composição 02

Tabela 13: Composição de Custos para Laje Maciça – Composição 01

Tabela 14: Determinação de Força de Trabalho e Cronograma Físico de Execução – Composição 01

Tabela 15: Composição de Custos para Laje Maciça – Composição 02

Tabela 16: Determinação de Força de Trabalho e Cronograma Físico de Execução – Composição 02

Tabela 17: Resumo Laje Maciça – Composição 01

Tabela 18: Resumo Laje Maciça – Composição 02

Tabela 19: Resumo Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional – Composição 01

Tabela 20: Resumo Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional – Composição 02

Tabela 21: Arranjo Geral

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnica

LNP – Laje Nervurada Pré-Moldada

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TCPO - Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos

EAP – Estrutura Analítica de Projetos

CPU – Central Processing Unit (Central de Processamento de Unidades)

BDI – Budget Difference Income (Benefícios e Despesas Indiretas)

LS – Leis Sociais

FCK - Resistência Característica do Concreto à Compressão

CA – Resistência do Aço à Tração

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1 Materiais empenhados na obra.....	14
3.1.1 Concreto Armado.....	16
3.1.1.2 Cimento utilizado.....	17
3.1.1.2 Aço Utilizado.....	18
3.1.4 Elementos de enchimento.....	19
3.1.5 Formas.....	21
3.1.6 Escoramento.....	22
3.2 Tipos de lajes analisadas.....	22
3.2.1 Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional.....	22
3.2.1.1 Características.....	22
3.2.1.2 Vantagens.....	24
3.2.1.3 Desvantagens.....	24
3.2.2 Laje Maciça.....	24
3.2.2.1 Características.....	24
3.2.2.2 Vantagens.....	25
3.2.2.3 Desvantagens.....	25
3.3 EAP.....	25
3.4 CPU.....	26
3.7 BDI – Benefícios e Despesas Indiretas.....	26
3.6 Composição de custos.....	26
3.7 Levantamento de custos totais.....	27
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
4.1 Apresentação do projeto estudado.....	27
4.2 Laje Nervurada Treliçada Pré-Moldada Unidirecional.....	31
4.2.1 Descrição do processo executivo.....	31

4.2.2 Descrição e consumo de materiais.....	32
4.3 Laje Maciça.....	33
4.3.1 Descrição do processo executivo.....	33
4.3.2 Descrição e consumo de materiais.....	33
4.4 Metodologia aplicada.....	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
5.1 Cálculo do Custo Homem Hora.....	35
5.2 Composições de custo.....	36
5.2.1 Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional.....	36
5.2.2 Laje Maciça.....	37
5.3 Discussões.....	38
6 CONCLUSÃO.....	30
7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	41

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil, frente a outros seguimentos industriais, manteve-se estagnada em relação ao lançamento de novas tecnologias, e em função desta estagnação, faz-se necessário a continuidade e desenvolvimento de novidades que tendem a aumentar a produtividade e reduzir custos.

Um das principais medidas para que haja avanço dentro do mercado é a racionalização do consumo de insumos, assim como o reaproveitamento dos mesmos, visto ao fato de que, a cada dia mais aumenta-se a preocupação com a sustentabilidade, assim como a preocupação com a qualidade no ambiente de trabalho.

As leis trabalhistas brasileiras tendem cada vez mais limitar o volume trabalho do colaborador, afim de garantir a qualidade de vida do mesmo, processo esse que vai na contra mão do critério maior produtividade e menores encargos referente a mão de obra.

Este fato acelera a busca de novos processos executivos afim de garantir a manutenção da produção, visando também atender o rigoroso sistema de controle imposto pelo ministério do trabalho. A saída encontrada para a solução do problema acima disposto é a mecanização dos processos executivos, estes por maquinário que substitui a mão de obra humana, tanto quanto processos e ferramentas que por muitas vezes atendem igualmente as necessidades das empresas, assim como a especialização da mão de obra.

Tema esse que nos traz ao desenvolvimento deste trabalho que ao realizar o estudo de caso, determinando o método executivo mais viável para a edificação proposta, traz consigo também o objetivo de apresentar novos processos executivos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Compor custos ao quantitativo de material levantado (concreto aço e forma), seguindo preços da SINAPI, Minas Gerais. Ao final obter indicadores de custos, fazendo um comparativo entre a laje nervurada pré-moldada treliçada unidirecional e maciça, apresentando qual a laje mais viável economicamente para a edificação estudada.

2.2 Objetivo Específico

1. Apresentar os tipos de lajes usualmente mais utilizados para edificações residenciais
2. Determinar o tipo de laje economicamente mais viável.
3. Pelo levantamento de indicadores, apresentar quais são os pontos que mais oneram o custo de execução.
4. Apresentar possíveis estratégias para redução dos custos.

3.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Materiais empregados na obra.

Segundo THOMAZ, Ercio (2001), a qualidade final da obra depende acima de tudo da qualidade do projeto, para que se atinja o produto final esperado, tendo consigo o padrão técnico adequado, com todos elementos necessários, de acordo com normatização vigente. Para que o mesmo aconteça deve-se associar também, qualificação, experiência, e análise crítica dos profissionais designados a execução da mesma, assim como a utilização dos equipamentos adequados para a execução de forma fidedigna ao projeto, visando sempre a qualidade do produto final.

Segundo Souza e Tamaki (2005), para que se atinja eficiência no desempenho de uma obra é necessário planejar suas necessidades, demanda de materiais, assim como a aquisição das mesmas, tendo em vista o abastecimento ininterrupto dos insumos demandados pela obra, afim de não atrasar a produção, seguindo os prazos pré-estabelecidos, o custo benefício dos materiais empenhados, e a qualificação dos fornecedores, conforme quadro 1.

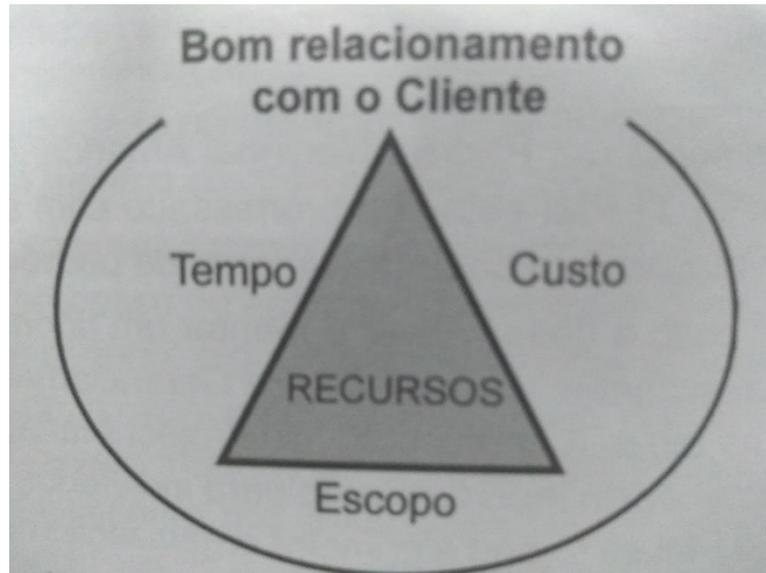
Tabela 01 – Atividades que devem compor um processo de compras.

ATIVIDADE	ESSENCIAL	MELHORIA
Identificação da necessidade do material em obra	Levantamentos periódicos da necessidade de cada material.	Planejamento de compras de materiais com prazos de antecedência adequados. Integração do sistema de compras com os sistemas de planejamento, acompanhamento e orçamento de obras.
	Solicitação documentada e descrição completa do material com base em normas técnicas, projetos, memoriais, catálogos de fabricantes, etc.	Solicitação por meio de sistemas informatizados, sem uso de documentos impressos, e compartilhamento de uma mesma base de dados com um cadastro detalhado de insumos, implantação de um IRP (Enterprise Resource Planning) Corporativo ou mesmo de um software específico para compras.
Compra de Material	Cotação dos materiais com fornecedores, de preferência em mais de um, para ter base de comparação de preços.	Comparação com o histórico de preços de negócios anteriores, mantidos no sistema informatizado, para dar agilidade à consulta de preços de referência.
	Mapeamento de alternativas, condições e preços para a equalização da concorrência e definição da melhor alternativa	Pesquisa de alternativas técnicas de mesmo nível de qualidade, tecnologicamente mais desenvolvidas, com durabilidade e desempenho superiores. Essas alternativas nem sempre representam a redução de preço, mas representam fundamentalmente a melhoria de desempenho para o cliente. A organização também pode implantar sistemas de compras integrados pela internet, com cotações e concorrências automatizadas.
	Emissão de um instrumento de aquisição documentado, que pode ser um pedido ou ordem de compra, com a especificação clara do material necessário.	
Qualificação dos fornecedores	Manutenção de critérios de qualificação dos fornecedores, como dados cadastrais, referências de outros clientes para os quais fornece, situação financeira e histórico do relacionamento com a organização, para identificar a capacidade de atender às suas necessidades. Manter um cadastro centralizado dos fornecedores, monitorando o desempenho de cada um deles.	Estabelecer parcerias estratégicas com os fornecedores, principalmente quando há muita dependência em relação a eles. Promover também parcerias para desenvolvimento de soluções técnicas. Retor alinhar os fornecedores sobre suas falhas para desenvolvê-lo. Controlar o desempenho por meio de um sistema informatizado.

Fonte: Souza (2005)

Segundo Melo (2010), o projeto como um empreendimento temporário, possui ciclos e objetivos definidos, com a mudança da cultura das grandes empresas, passou-se a seguir a ideia de que, o sucesso de uma obra, depende da execução seguindo prazos e orçamentos pré-estipulados, atendendo a qualidade especificada, estando em concordância com os valores organizacionais, devidamente registrado ou documentado, visando sempre o bom relacionamento com o cliente, conforme figura 1.

Figura 1 – O contexto do Gerenciamento de projetos



Fonte: MELO (2010).

3.1.1 Concreto Armado.

Segundo Sussekind (1981), o concreto é hoje empregado visualmente em todos os tipos de edificações, pelo seu custo mais baixo, ocupa lugares antes exclusivos de outros materiais estruturais. É usualmente utilizado em edifícios, residenciais, industriais, pontes, túneis, barragens e etc.

Ainda segundo Sussekind (1981), por três razões listadas a seguir o concreto armado pode ser considerado uma solução viável, durável e de enorme confiabilidade:

- I – Trabalho conjunto do concreto e do aço, assegurado pela aderência entre os dois materiais.
- II – Os coeficientes de dilatação térmica do aço e concreto são praticamente iguais.
- III – O concreto protege da oxidação o aço da armadura

Dentre suas grandes vantagens frente as outras tecnologias de construção existentes no mercado atualmente destacam-se a economia, adaptação a qualquer geometria que a ela for solicitada, maior segurança, manutenção e conservação praticamente nulas e sua grande resistência a efeitos térmicos.

Segundo Petrucci (1982) a qualidade do concreto dependerá basicamente da qualidade dos materiais componentes (cimento, agregado, água e aditivos), bem como a manipulação adequada quanto a mistura, transporte, lançamento e adensamento.

Figura 2 – Produção de concreto



FONTE: <https://www.master-builders-solutions.basf.com.br/pt-br/tecnologias-e-aplica%C3%A7%C3%B5es/produ%C3%A7%C3%A3o-do-concreto> (Visita em 16/05/2017)

3.1.1.1 Tipo de cimento utilizado.

Segundo Petrucci (1982), o cimento Portland é construído de silicatos e aluminatos de cálcio, praticamente sem cal livre. É resultado da moagem do clínquer, tendo como componentes principais a cal, sílica, alumina, óxido de ferro, magnésia, álcalis e sulfatos.

Figura 3 – Componentes do cimento Portland.



FONTE: <http://www.verton.com.br/engenharia/publicacoes/116-engenharia-estrutural/calculo-estrutural/concreto-armado/ca-publicacoes-tecnicas/168-o-cimento-portland.html> (Visitado 16/05/2017)

Segundo Carvalho (2009) o cimento Portland pode ser considerado como de endurecimento lento, normal e rápido, e subdivididos de acordo com as seguintes siglas:

CP I – Cimento comum.

CP II – Cimento composto.

CP III – Cimento de alto forno.

CP IV – Cimento pozolânico.

CP V – Cimento de alta resistência inicial.

Ainda segundo Carvalho (2009) devem ser considerados 28 dias para a secagem total do concreto para que só então ele passe a suportar parcialmente o carregamento esperado, visto que de acordo com o tempo, a tendência é de que o concreto continue a ganhar resistência mecânica.

3.1.1.2 Tipo de aço utilizado.

Segundo Carvalho (2009), o aço pode ser dividido em 3 categorias: CA – 25, CA – 50 e CA – 60 tendo como características o seu limite de resistência, alongamento na ruptura e resistência característica de escoamento à tração, bem como sua característica física.

Figura 04 – Uso dos vergalhões de aço



Fonte: <http://wwwo.metallica.com.br/uso-dos-vergalhoes-de-aco> (Visitado em 17/05/2017)

A tabela a seguir representa um resumo das propriedades de cada classe de aço:

Tabela 02 – Propriedades mecânicas dos aços.

ACO	f_{yL} (MPa)	f_{yA} (MPa)	f_{yA} (MPa)	$e \equiv x/d$
CA – 25	250	217	0.104	0.7709
CA – 50	500	435	0.207	0.6283
CA – 60	600	522	0.248	0.5900

Fonte: Carvalho (2010)

São usualmente comercializados seguindo diâmetros pré-estabelecidos como na tabela a seguir:

Tabela 03 – Características das barras de aço.

FIOS	BARRAS ϕ (mm)	BARRAS ϕ (Pol)	DIÂMETRO (cm)	PESO (daN/m-kgf/m)	PERÍMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)
3,2	-	-	0,32	0,063	1,00	0,080
4,0	-	-	0,40	0,100	1,25	1,125
5,5	5,5	-	0,55	0,186	1,73	0,240
6,3	6,3	$\frac{1}{4}$	0,63	0,248	2,00	0,315
8,0	8,0	$\frac{5}{16}$	0,80	0,393	2,50	0,500
10,0	10,0	$\frac{3}{8}$	1,00	0,624	3,15	0,800
-	12,5	$\frac{1}{2}$	1,25	0,988	4,00	1,250
-	16,0	$\frac{5}{8}$	1,60	1,570	5,00	2,000
-	20,0	$\frac{3}{4}$	2,00	2,480	6,30	3,150
-	22,5	$\frac{7}{8}$	2,25	3,120	7,10	4,000
-	25,0	1	2,50	3,930	8,00	5,000
-	32,0	1,25	3,20	6,240	10,00	8,000

Fonte: Carvalho (2010)

3.1.4 Elementos de enchimento

Elementos de enchimento são componentes pré-fabricados com utilização de materiais inertes (Cerâmico; EPS) em sua fabricação. Sendo estes maciços ou vazados, são dispostos intercalados entre as vigotas, sem valor estrutural, com a única função de reduzir o volume de concreto, com isso reduzir significativamente o peso específico da estrutura. Tratando-se da utilização na laje nervurada pré-moldada, cabe ao fornecedor garantir que todas as normativas referente a ABNT, NBR 14859:2002-1. Sendo que a norma padroniza as dimensões do elemento, e garante que deve ter resistência a um carregamento mínimo de 1,0 kN. Ficando assim por conta do comprador fiscalizar se o fornecedor está atendendo às especificações.

Figura 05 – Elementos de enchimento.



Fonte: <http://www.trelicon.com.br/quem-somos> (visitado em 17/05/2017)

As dimensões do elemento é determinado de acordo com a altura nominal da laje, seguindo os dados contidos nas tabelas 04 e 05.

Tabela 04 – Tolerâncias dimensionais para elementos de enchimento

		NOMINAL	REAL	TOLERÂNCIA MM
		Ruptura Frágil	Altura (cm)	H7
H8	8,00			± (2,0)
H10	9,50			± (3,0)
H12	11,50			± (3,0)
H16	15,50			± (3,0)
H20	19,50			± (4,0)
H24	23,50			± (4,0)
H29	28,50			± (4,0)
Largura (cm)	25		25,00	± (3,0)
	30		30,00	± (3,0)
	32		32,00	± (3,0)
	37		37,00	± (4,0)
	39		39,00	± (4,0)
	40		40,00	± (4,0)
	47		47,00	± (5,0)
Comprimento (cm)	50	50,00	± (5,0)	
	20	20,00	± (3,0)	
Ruptura Dúctil	25	25,00	± (3,0)	
	Altura do apoio (cm)	3	3,00	± (1,0)
	Largura do apoio (cm)	1,5	1,50	± (1,0)

Fonte: ABNT, NBR14859:2002-1

Tabela 05 – Dimensões dos materiais de enchimento

Altura (He) nominal	7,0 (mínima): 8,0; 9,5; 11,5; 15,5; 19,5; 23,5; 28,5	
Largura (be) nominal	25,0 (mínima): 30,0; 32,0; 37,0; 39,0; 40,0; 47,0; 47,0; 50,0	
Comprimento (c) nominal	20,0 (mínimo): 25,0	
Abas de Encaixe	A_v	3,0
	A_h	1,5

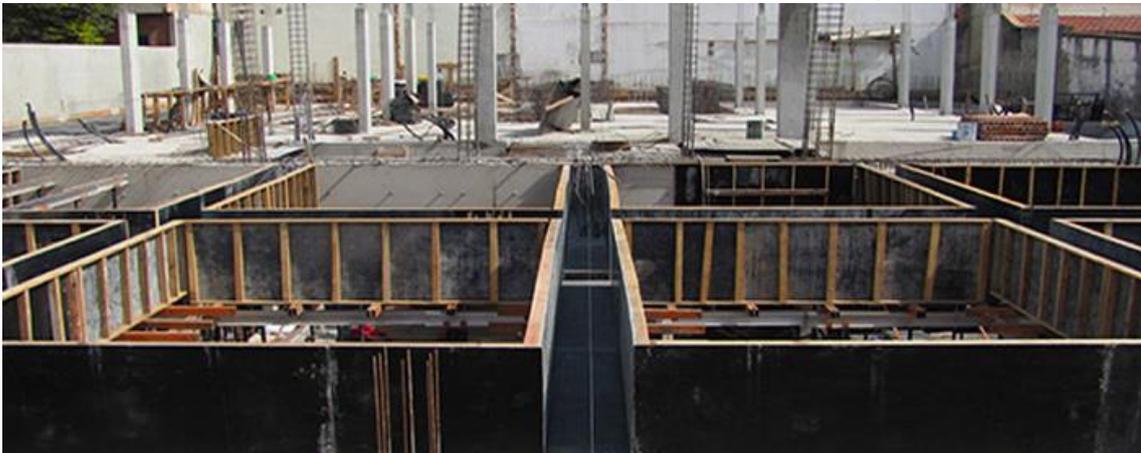
Fonte: ABNT, NBR 14859:2002-1

3.1.5 Formas

São utilizadas na construção civil no sentido de limitar, e dar forma desejada ao concreto, bem como garantir que os elementos permaneceram no local adequado durante o processo de concretagem.

O tipo mais utilizado na construção civil é a forma plastificadas, que no caso de prédios, dentre outros, é reutilizada em outros pavimentos, além de ser a opção mais viável no caso de concreto a vista, por dar um bom acabamento ao produto final.

Figura 06 – Formas de Concreto em Compensado Plastificado Tego Filme.



Fonte: <http://pradocompensados.com.br/compensados-para-construcao-civil/formas-de-concreto-em-compensado-plastificado-tego-filme/> (visitado em 17/05/2017)

3.1.6 Escoramento

Atualmente método mais utilizados é o escoramento por escoras metálicas, que além de agilizar o processo de concretagem por serem reguláveis, e com isso, apresentam maior facilidade no processo de montagem, são reutilizáveis por muitos anos.

As escoras metálicas recebem carregamento durante todo o processo de execução da obra, e em função disso, em último caso, são responsáveis pela estabilidade da edificação durante o processo executivo.

A grande maioria dos acidentes durante o processo executivos das edificações, deve-se a sobrecarga, que extrapola o limite de ruptura do elemento. Em função disso é primordial se respeitar o limite de resistência do elemento.

Figura 07 – Escoras Metálicas



Fonte: http://www.portaldosequipamentos.com.br/prod/e/escoras-metalias-serie-iberica_17503_12160 (Visitado em 17/05/2017)

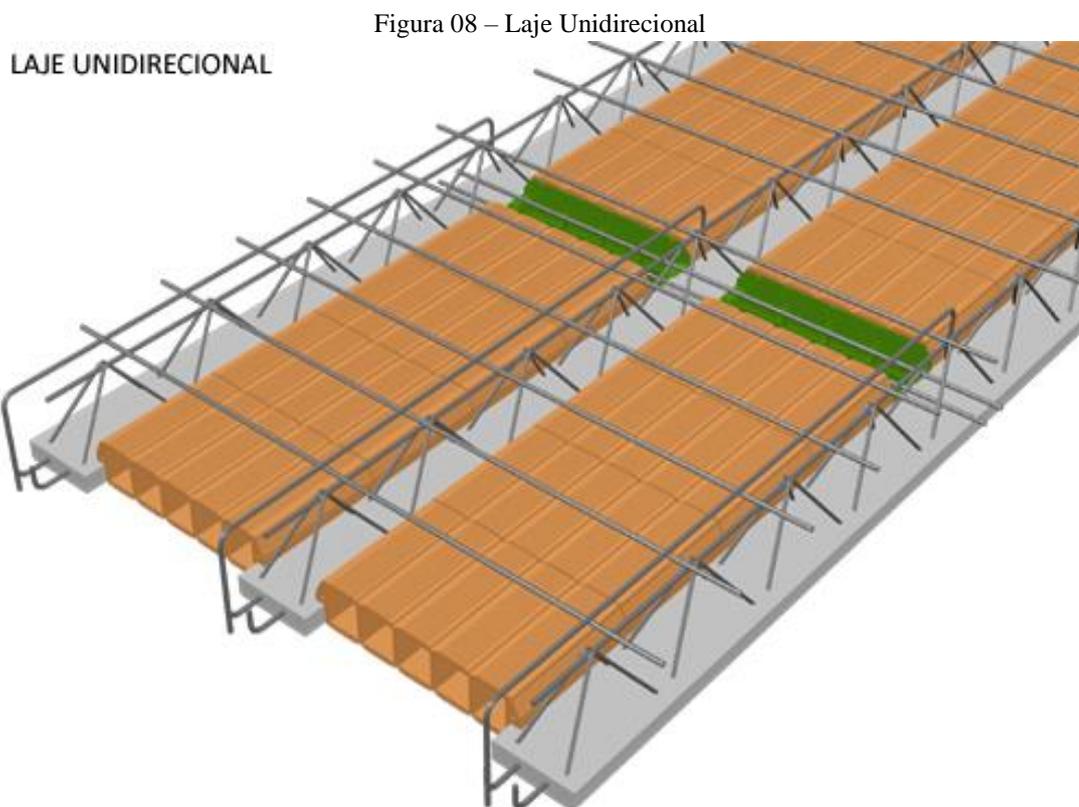
3.2 Tipos de lajes analisadas

3.2.1 Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional Treliçada

3.2.1.1 Características Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional Treliçada

É constituída de vigotas pré-moldadas de concreto armado, com formato T invertido, sendo que o elemento de enchimento apoia na lateral dessa vigota. Esse tipo de laje tem como principal característica a redução nas quantidades de formas e escoramento, quando comparado com outros sistemas, reduzindo também a mão de obra empenhada e o tempo de execução. Esse tipo de laje tem como principais características.

- Compostas por vigotas treliçadas cuja largura varia de 12 a 13 centímetros.
- Utiliza de elementos de enchimento.
- Suporta altos carregamentos
- As lajes treliçadas são tratadas como estruturas monolíticas, em função de uma grande solidarização da armadura com o concreto armado no local.
- Seu método executivo baseia-se nas seguintes etapas:
 - Montagem das treliças em loco.
 - Montagem dos elementos de enchimento.
 - Escoramento, utilizando tábuas e/ou vigas metálicas provisórias para distribuição do carregamento para as escoras.
 - Montagem das formas laterais para limitar a área de abrangência do concreto.
 - Concretagem.



Fonte: <http://tecnicolaje.blogspot.com.br/p/laje.html> (Visitado em 17/05/2017)

Figura 09 – Laje Treliçada



Fonte: <http://www.isoferes.com.br/index-lajes-isopor.html> (Visitado em 17/05/2017)

Segundo MAGALHÃES (2001), deve-se verificar o posicionamento da armadura negativa durante o lançamento e adensamento do concreto, garantindo a altura útil especificada em projeto.

3.2.1.2 Vantagens Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional Treliçada.

Segundo Muniz (1991) dentre as principais vantagens desse sistema construtivo destacam-se:

- Bom acabamento e regularidade, requerendo uma fina camada de regularização.
- Redução do escoramento, visto que recomenda-se escoras com travessa a cada 1,5 m, durante a etapa de cura do concreto.
- Pode-se embutir instalações entre a capa de concreto e a base do concreto pré-moldado.
- Redução da utilização de formas, diminuindo desperdícios.
- Diminuição do peso próprio da laje.
- Permite a continuidade estrutural.
- Apresenta menor quantidade de perdas.
- Reduz a quantidade de estoque e movimentação de materiais no canteiro.
- Segundo DROPPA JR. (2009):
- Reduz a probabilidade do aparecimento de fissuras.
- Oferece maior resistência ao cisalhamento.

3.2.1.3 Desvantagens Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional Treliçada.

De acordo com FERREIRA (2015), pode-se citar como desvantagem desse sistema construtivo o aumento dos custos quando a mesma não é projetada adequadamente, a necessidade de disponibilização de espaço no canteiro pertinente a estocagem de material para execução desse sistema exclusivamente, e essas lajes apresentam deslocamento maior que outros sistemas construtivos, em função da distribuição unidirecional dos carregamentos.

3.2.2 Laje Maciça

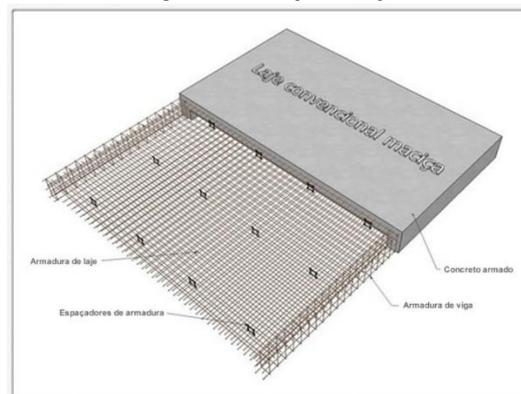
3.2.1.1 Características Laje Maciça.

Segundo Carvalho (2003), lajes são placas de concreto estrutural de superfície plana, que têm como função a distribuição por igual do carregamento solicitado de acordo com a demanda, e/ou finalidade apresentada para a edificação.

A laje maciça caracterizada por ser executada integralmente em concreto armado em loco, ou seja, a montagem das armaduras assim como a concretagem é integralmente realizada no local da obra. Esse tipo de construção demanda a utilização de formas em toda área abrangida, assim como a necessidade de escoramento de forma mais incisiva. Dentre suas principais características estão:

- Utilização de forma em toda área executada.
- Utilização de escora.
- Montagem da armadura no local.
- Maior resistência à flexão e carregamento.
- Distribuição do carregamento em todas as vigas de contorno.

Figura 10 – Laje maciça.



Fonte: <http://www.varejaodoacoprnto.com.br/aplicacoes.php?id=103> (Visitado em 18/05/2017)

3.2.1.2 Vantagens Laje Maciça.

Segundo Carvalho (2003) as principais vantagens da laje maciça são:

- Distribui suas reações em todas as vigas de contorno.
- Melhor aproveitamento das vigas do pavimento.
- Facilidade em colocar tubulações elétricas e outros tipos de instalações.
- Permite maior relação entre a altura da laje e a menor dimensão analisada.

3.2.1.3 Desvantagens Laje Maciça.

Segundo Carvalho (2003) as principais desvantagens da laje maciça são:

- Utilização de maior quantidade de formas.
- Necessidade de maior relação homem horas para execução da mesma.
- Maior consumo de concreto.
- Necessidade de maior número de escoras.
- Maior peso em relação a outras estruturas.

3.3 EAP

Segundo Marinho (2012), a EAP é a decomposição hierárquica referentes às entregas do trabalho a ser executado pela equipe para atingir os objetivos do projeto, demonstrando as atividades necessárias, sendo utilizada como uma das fontes de informação para o cronograma final da obra.

3.4 CPU

Segundo Marinho (2012), trata-se da composição do preço de um determinada atividade, levando-se em conta o consumo dos recursos necessários e suficientes para execução da atividade.

Sua elaboração requer conhecer e/ou determinar o consumo de recursos, tais como o tempo da tarefa, conforme sua unidade de medição específica, ou seja a produtividade da mão de obra envolvida e o consumo de materiais, ou seja, quantidades específicas para produção da tarefa, de acordo com sua unidade específica.

3.7 BDI – Benefícios e Despesas Indiretas

Segundo a TCPO (2012), o BDI mediante comercialização, venda, ou contratação, representa a taxa a ser acrescida no orçamento afim de remunerar as despesas indiretas, possibilitando assim a obtenção de seu valor total de mercado.

Em sua composição são identificados os seguintes grupamentos:

- “B” – Benefício, Bonificação, Bônus e lucro.
- “DI – Despesas indiretas.

Nos grupamentos acima descritos engloba-se um grande número de variáveis tais como:

“B” – Estabelecido seguindo os seguintes parâmetros:

- Leis de oferta e procura.
- Competitividade.
- Riscos.
- Oportunidade.
- Demanda.

“DI” – São consideradas despesas indiretas.

- Despesas com administração central.
- Despesas com administração local.
- Despesas com IMPOSTOS, TRIBUTOS e TAXAS.
- Despesas com comercialização e marketing.
- Despesas com seguros, fianças e garantias.
- Despesas financeiras.
- Despesas inerentes e aplicáveis às obras.

3.6 Composição de custos.

Segundo TCPO (2012), é o conjunto de elementos (insumos e seus coeficientes de consumo) estruturados, como referência para quantificação e mensuração do serviço considerado, nas quais englobam:

- Insumos – Cada um dos elementos componentes.
- Consumo – Quantidade de um insumo proporcional à unidade adotada.
- Conteúdo do Serviço – Forma concisa com que o serviço será realizado.
- Critério de Medição – Forma de quantificação do serviço referido.

3.7 Levantamento de custos totais.

É o valor final alcançados mediante a composição de custos, sendo este expresso no custo total do serviço a ser realizado assim como indicadores para análise.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

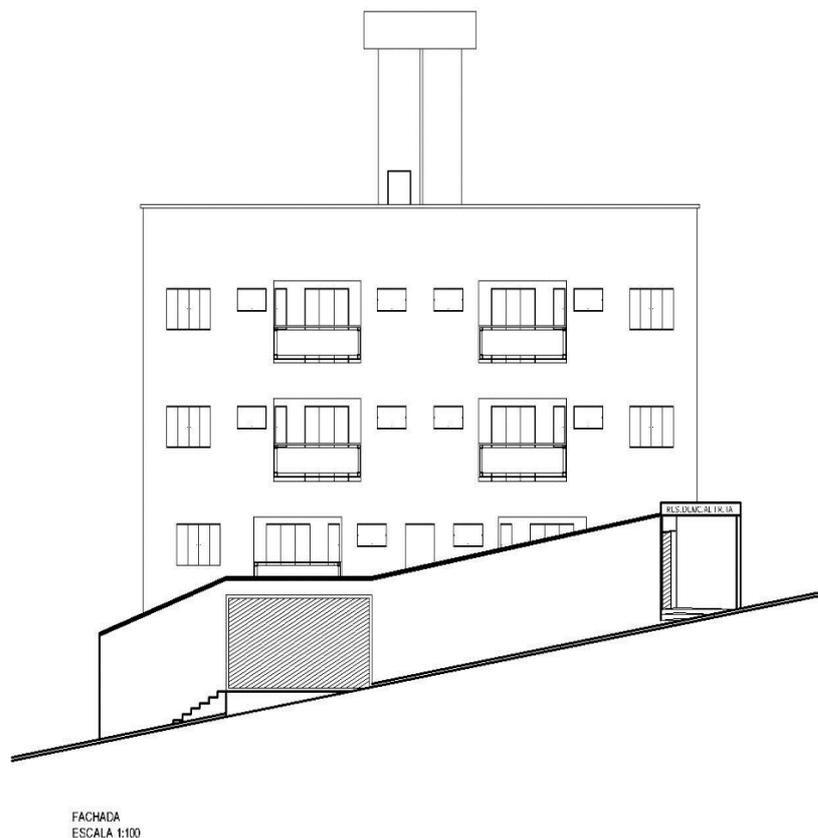
4.1 Apresentação do projeto estudado.

O objeto deste trabalho e o projeto arquitetônico desenvolvido pelo autor enquanto cursava o 6º período do curso de Engenharia Civil, orientado pela professora Arquiteta Keler Resende, na disciplina de Projetos de Edificações.

O objetivo proposto pela Professora Arquiteta Keller Resende para a elaboração do projeto arquitetônico foi um prédio instalado em um terreno de dimensões 24,8 x 22 m, contendo 3 pavimento, onde estariam dispostos 4 apartamentos, respeitando o plano diretor do município de Varginha – MG.

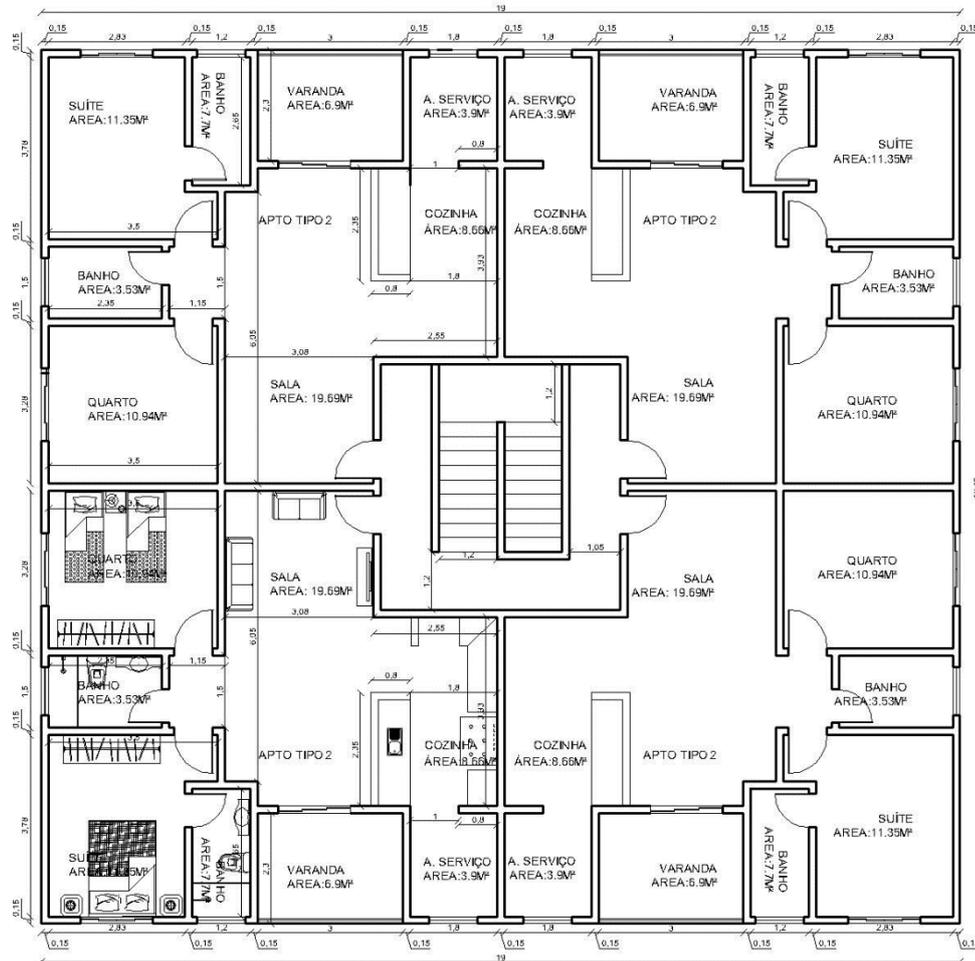
Para o proposto foi elaborado o seguinte projeto arquitetônico:

Figura 11 – Fachada.



Fonte: Autor

Figura 12: Planta baixa – Pavimento Tipo



Fonte: Autor

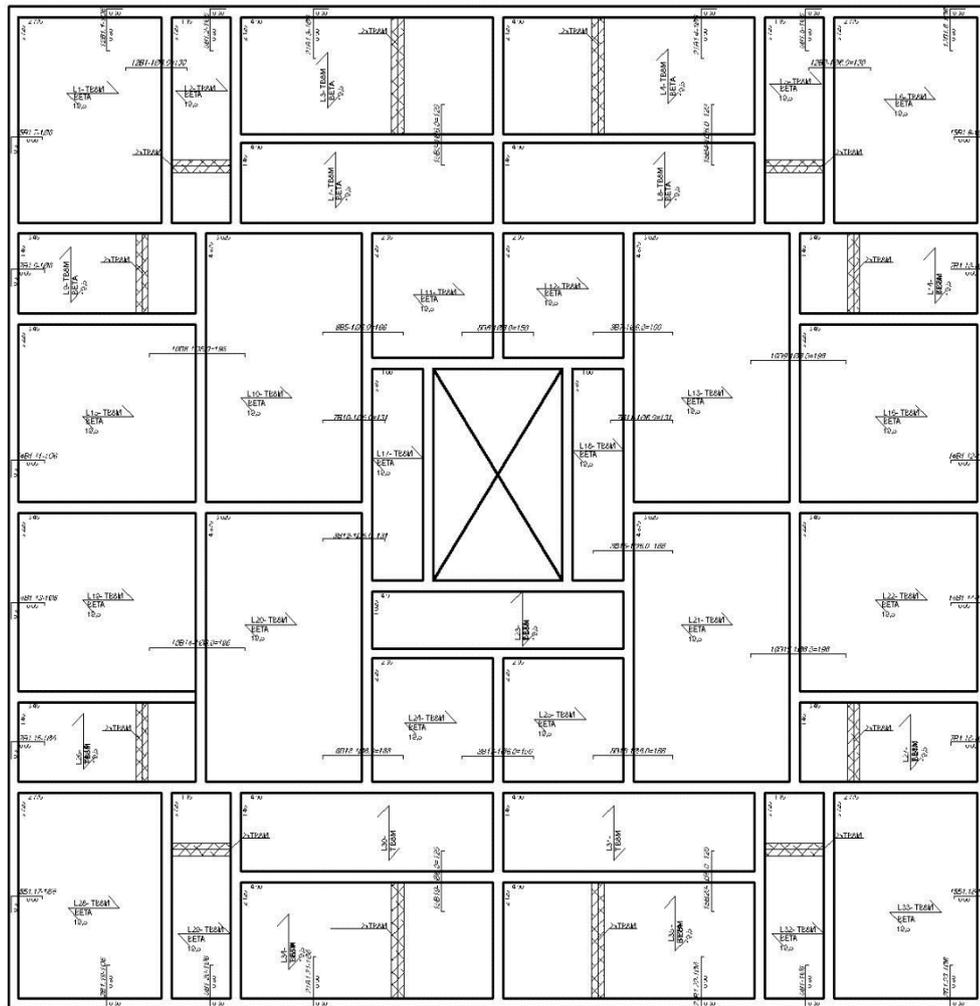
Informações adicionais.

- Área total: 344,85 m²
- Área de cada apartamento: 80 m²
- Descrição do apartamento: 02 Quartos (01 Suíte), Banheiro Social, Sala, Cozinha, Área de Serviço e Varanda.

Posterior à elaboração do projeto arquitetônico como demonstrado nas figuras 11 e 12, enquanto cursava o 7º período de engenharia civil, orientado pelo Professor Mestre Engenheiro Antônio de Faria, na disciplina de Tópicos Integradores I, foi proposto o dimensionamento das lajes do pavimento tipo nos seguintes métodos executivos:

- Laje Nervurada Pré Moldada

Figura 13 – Planta Estrutural para Execução de Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional para pavimento tipo.



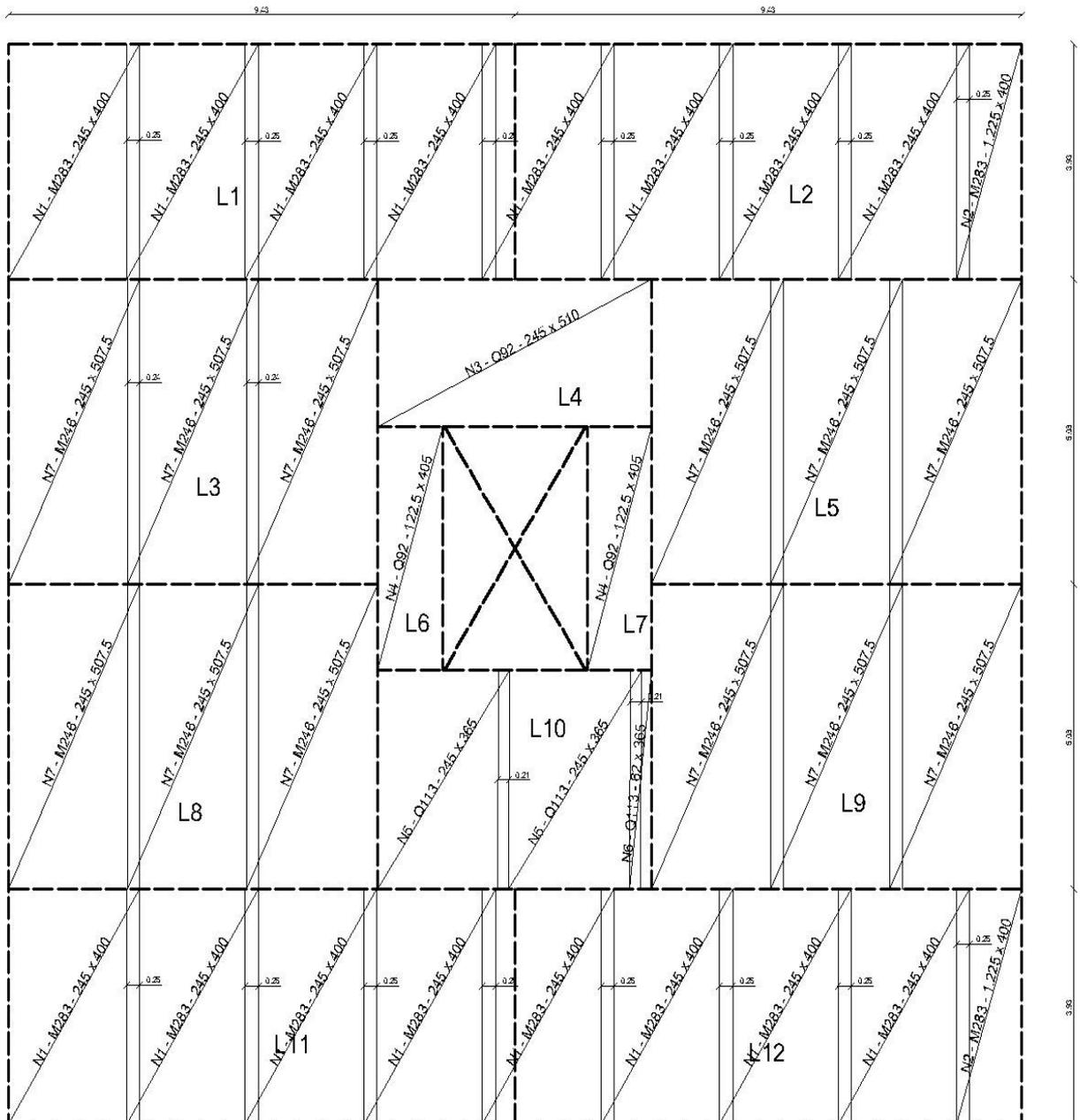
Fonte: Autor

Informações:

- Área total: 344,85
- Número de Planos de Lajes: 35
- Laje Maciça

Os projetos obtidos, assim como o consumo de materiais, obtidos a partir do dimensionamento solicitados, serão objetos de estudo deste trabalho de conclusão de curso. Segue a seguir nas figuras 13, 14, 15 o resultado obtido.

Figura 14: Planta Estrutural, armadura positiva, para Execução de Laje Maciça para pavimento tipo.

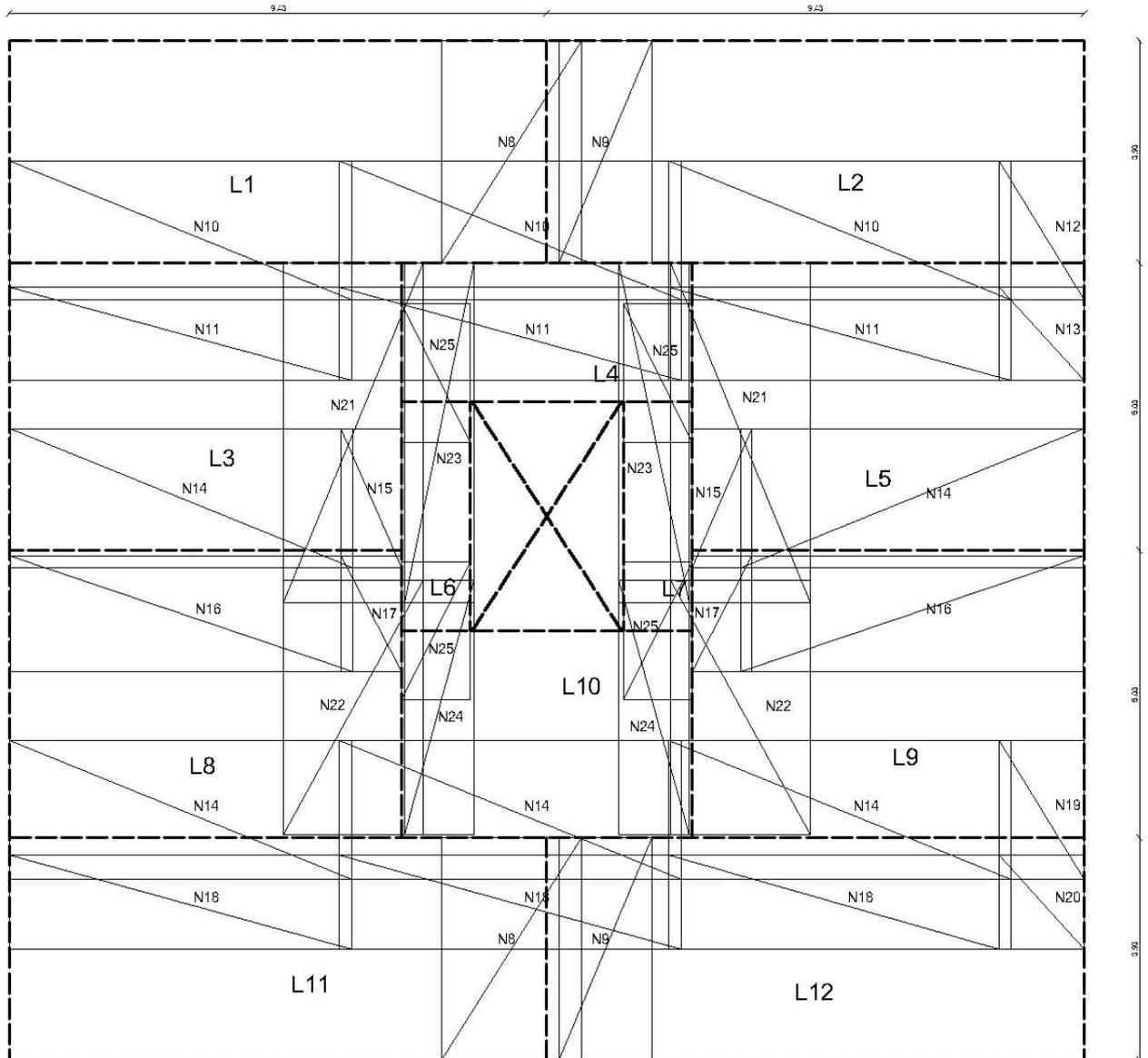


Fonte: Autor

Informações:

- Área total: 344,85
- Número de Planos de Lajes: 12.

Figura 15: Planta Estrutural, armadura Negativa, para Execução de Laje Maciça para pavimento tipo.



Fonte: Autor

Informações:

- Área total: 344,85
- Número de Planos de Lajes: 12

4.2 Laje Nervurada Treliçada Pré-Moldada Unidirecional.

4.2.1 Descrição do processo executivo.

Segue abaixo numerados em sequência o processo executivo da laje:

1. Montagem do escoramento
2. Posicionamento das longarinas (Trilhos)
3. Posicionamento dos elementos de enchimento.
4. Instalação das armaduras de continuidade
5. Instalação das armaduras de distribuição.
6. Concretagem.

4.2.2 Descrição e consumo de materiais.

O consumo de materiais foi determinado durante a fase de dimensionamento da laje em questão, em função disso segue tabela 06 com todas as informações pertinentes à elaboração do levantamento orçamentário.

Tabela 06 - CONSUMO E DESCRIÇÃO DE MATERIAL PARA EXECUÇÃO DE LAJE NERVURADA TRELIÇADA PRÉ-MOLDADA DE UM PAVIMENTO TIPO

CONSUMO E DESCRIÇÃO DE MATERIAL PARA EXECUÇÃO DE LAJE NERVURADA PRÉ-MOLDADA DE UM PAVIMENTO TIPO				
ELEMENTO DE ENCHIMENTO	Material	CERÂMICO	4508	unid.
	Largura (be-cm)	25		
	Altura (He-cm)	9,5		
	Comprimento (Ce-cm)	20		
	Massa (Kg)	3,41		
ARMADURA LONGARINA (TRILHO)	Utilizada a TB8M com largura de 12 cm, pré-fabricada direto pelo fornecedor.		930	m
ARMADURA NEGATIVA	Determinada utilização da tela soldada Q61, fornecidos em painéis na seguinte dimensão 2,65x6 m		23	Painéis
			365,7	m ²
			325,14	kg
ARMADURA DE CONTINUIDADE	Armado em loco com aço CA60		8	Kg
CONCRETO	Concreto utilizado é deverá ter FCK de 20 MPA, sendo este usinado e bombeado.		19,72	m ³
ESCORAMENTO	Escoramento deverá ser realizado com o distanciamento de 1,5m de uma para outra, utilizando de vigas em madeira para distribuição da carga.		60	unid. Escora

Fonte: Autor

4.3 Laje Maciça

4.3.1 Descrição do processo executivo.

Segue abaixo numerados em sequência o processo executivo da laje:

1. Montagem do escoramento
2. Montagem de formas
3. Instalação das armaduras
4. Concretagem.
5. Desmonte de escoramentos e formas.

4.3.2 Descrição e consumo de materiais.

O consumo de materiais foi determinado durante a fase de dimensionamento da laje em questão, em função disso segue tabela 08 com todas as informações pertinentes à elaboração do levantamento orçamentário.

Tabela 07 - CONSUMO E DESCRIÇÃO DE MATERIAL PARA EXECUÇÃO DE LAJE MACIÇA DE UM PAVIMENTO TIPO

CONSUMO E DESCRIÇÃO DE MATERIAL PARA EXECUÇÃO DE LAJE MACIÇA DE UM PAVIMENTO TIPO			
ESCORAMENTO	Escoramento deverá ser realizado, com escoras metálicas, com o distanciamento de 1,0m de uma para outra, utilizando de vigas em madeira para distribuição da carga.	108	unid.
FORMAS	Forma com chapa compensada plastificada, 12 mm, visando o reaproveitamento para os 3 pavimentos.	303	m ²
ARMADURA	Deverá ser realizada utilizando tela soldada Q138 CA50, garantindo cobertura de 4 cm por meio de espaçadores corretamente disposto de acordo com o projeto.	2628,75	Kg
CONCRETAGEM	Concreto utilizado é deverá ter FCK de 25 MPA, sendo este usinado e bombeado.	39	m ³

Fonte: Autor

4.4 Metodologia aplicada

Segundo TCPO (2014), orçamentos realizados utilizando do método composição de custos, a partir das macros quantidades de um projeto, obtidas através de um estudo de massas ou técnicas semelhantes. As tabelas de composição de custos, organizam informações sobre recursos, sejam materiais, mão de obra, ou horas de equipamentos necessários para a execução de uma unidade padrão de um determinado serviço.

Nas composições “padrão” os coeficientes de materiais e a utilização, refletem a média apurada para a execução de um serviço, consideradas premissas básicas e mais comuns para sua execução.

Dentre os fatores e condicionantes específicos da obra modelada, é imprescindível considerar:

- As condições de contratação: as formas de pagamento, as garantias exigidas, por exemplo;
- As condições de execução: as disponibilidades, acessos, condicionantes específicas do endereço;
- O processo específico da construção: o sistema produtivo que será adotado, as metodologias da construção, o planejamento do plano de ataque, as estratégias que serão adotadas, e assim por diante.

Nesse estudo será realizado o orçamento comum, onde além da análise quantitativa dos insumos necessários para a construção da edificação, serão considerados também os processos executivos e prazos para a realização das etapas preestabelecidas pela EAP, os quais impactam diretamente no orçamento final da obra.

Para desenvolvimento das composições de custos, afim de padronizar para obtenção de valores para composição, adotou-se o prazo de execução de 5 dias, para a partir deste definir qual a disponibilidade de mão de obra necessária para execução, fazendo comparativo entre as composições.

Seguindo os exposto acima, segue abaixo etapas para elaboração da composição de custos, a qual se baseia este trabalho.

- Determinação do custo hora específico da mão de obra.

O custo da hora homem de trabalho tem sua base de cálculo composta pela razão entre o salário acrescido dos benefícios em encargos trabalhistas e a quantidade de horas programadas de trabalho para o mesmo, seja no regime trabalhista, por diária e/ou seguindo o regime CLT.

Para fim de execução deste trabalho será considerado as seguintes condições:

- Regime: Mensalista de acordo com a CLT.
- Salário base para a função seguindo o estipulado pela TCPO 2012.
- Encargos sociais seguindo o apresentado pela CIBIC (Câmara Brasileira da Indústria e da Construção) 2017, a qual dados dispostos pela mesma:

1- Descanso semanal remunerado.....	17,63%
2- Férias.....	11,22%
3- 1/3 Constitucional de férias.....	3,74%
4- Feriados.....	4,06%
5- Enfermidade.....	1,48%
6- Acidentes de trabalho.....	0,12%
7- Aviso Prévio.....	18,34%
8- Multa por dispensa sem justa causa.....	5,12%
9- Previdência Social.....	20,00%
10- FGTS.....	8,00%
11- Salário Educação.....	2,50%
12- Seguro Acidente.....	3,00%

O valor percentual total de encargos trabalhistas é de 95,21%, informando que não foram considerados certos tipos de encargos apresentados como facultativos tais como, SENAI, INCRA e SEBRAE, que somados ao já apresentados podem totalizar 135%.

- Sistemas construtivos, sim como processos executivos, e metodologias de produção, as quais estarão descritas nas composições de custos apresentadas nas tabelas 08 e 09.
- Quantitativos de insumos, retirados a partir do projeto estrutural apresentado como descrito nas tabelas 06 e 07.
- O preço total obtido por meio de cara item da composição será determinado em função do seguinte produto.

$$(\text{QTDE Total}) \times (\text{Coeficiente médio TCPO}) \times (\text{Custo Unitário TCPO})$$

A partir do exposto acima será elaborada a composição de custo, onde após determinados os valores totais, os mesmos serão divididos pelo valor da área de lajes, obtendo assim o custo final unitário dos sistemas de lajes estudadas.

5 RESULTADOS E DISCUÇÕES.

5.1 Cálculo do Custo Homem Hora.

Tabela 08: CÁLCULO HORA DE MÃO DE OBRA

CÁLCULO HORA DE MÃO DE OBRA						
Função	Mensalista	TOTAL DE HORAS MÊS	HH	Encargos totais	Custo final	
Auxiliar de pedreiro	R\$ 1.644,97	140	R\$ 11,75	95,21%	R\$ 22,94	
Pedreiro	R\$ 2.259,58	140	R\$ 16,14	95,21%	R\$ 31,51	
Ajudante de armador	R\$ 1.697,67	140	R\$ 12,13	95,21%	R\$ 23,67	
Armador	R\$ 2.259,58	140	R\$ 16,14	95,21%	R\$ 31,51	
Carpinteiro de Formas	R\$ 2.259,58	140	R\$ 16,14	95,21%	R\$ 31,51	
Auxiliar de Carpintaria	R\$ 1.389,54	140	R\$ 9,93	95,21%	R\$ 19,38	

Todos os valores acima mencionados foram extraídos da SINAPI - INSUMOS - (2017) Com desoneração Referente ao estado de Mnas Gerais, Sendo os encargos sociais obtidos pela CIBIC 2009.

Fonte: Autor

5.2 Composições de custo

5.2.1 Lage Nervurada Pré-Moldada Trelaçada Unidirecional

Para composição 01 adotou-se o seguinte processo executivo:

1. Montagem do escoramento – Utilizando escoras metálicas locadas.
2. Posicionamento das longarinas (Trilhos)
3. Posicionamento dos elementos de enchimento. – Utilizando EPS.
4. Instalação das armaduras de continuidade
5. Instalação das armaduras de distribuição.
6. Concretagem – Utilização de Concreto Usinado Bombeado

Tabela 09 - Composição de Custos para Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional – Composição 01

ITEM	ÍNDICE TCPO	DESCRIÇÃO	UNIT.	COEF	\$ unit.	QUANTIDADE PROJETO/TCPO	\$ total/ LAJE
1		MONTAGEM PRÉ-LAJE - unidade: m2				303	R\$ 20.788,44
1.1	012700.40.1	Pedreiro	h	0,19	R\$ 31,51	57,57	R\$ 1.814,03
1.2	012/0.0.45.1	Servente	h	1,47	R\$ 22,94	445,41	R\$ 10.217,71
1.3	034153.2.2	Pré-laje treliçada para p»so ou cobertura (vão livre: 4,50 m / altura eps/cerâmica: 50,00 mm / armação da treliça: TR 05644 / capeamento: 40,00 mm / sobrecarga: 200,00 kgf/m' / espessura do painel: próprio: 166,00 kgf/nv' / capeamento 120,00 mm / peso inferior: 40,00 mm)	m²	1	R\$ 28,90	303	R\$ 8.756,70
2		ELEMENTOS DE ENCHIMENTO (m²)				303	R\$ 4.032,93
2.1	-	Lajota EPS 30x125 cm	Unid.	2,42	R\$ 5,50	733,26	R\$ 4.032,93
3		MONTAGEM DE ESCORAMENTO METÁLICO - unidade: m2				303	R\$ 2.588,38
3.1	01270.0.1.11	Ajudante de Carpinteiro	h	0,2	R\$ 19,38	60,6	R\$ 1.174,43
3.2	03143.7.1.1	Escora Metálica (altura - intervalo: 2,00m a 3,2m)	loc/um/mês	0,85	R\$ 5,49	257,55	R\$ 1.413,95
4		MONTAGEM DE ARMADURA - unidade: m2				333,14	R\$ 4.357,30
4.1	-	Tela soldada Q61	kg	1	R\$ 5,68	333,14	R\$ 1.892,24
4.2	-	Aço CA 60	kg	1,1	R\$ 3,50	366,454	R\$ 1.282,59
4.3	-	Armador	h	0,04	R\$ 31,51	13,3256	R\$ 419,89
4.4	-	Ajudante de armador	h	0,09	R\$ 23,67	29,9826	R\$ 709,69
4.5	-	Arame Recozido	kg	0,02	R\$ 7,94	6,6628	R\$ 52,90
5		LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL USINADO - unidade: m3				19,72	R\$ 6.382,41
5.1	-	CONCRETO ESTRUTURAL 20 MPA USINADO E BOMBEÁVEL	m³	1	R\$ 229,52	19,72	R\$ 4.526,13
5.2	012700.40.1	Pedreiro	h	1,65	R\$ 31,51	32,54	R\$ 1.025,27
5.3	012700.45	Servente	h	1,65	R\$ 22,94	32,54	R\$ 746,42
5.4		Bomba Estacionária para concreto - 67 HP 50 KW, Capacidade h	h	0,03	R\$ 100,60	0,66	R\$ 66,13
5.5	223019.10	VIBRADOR de imersão, elétrico, potência 1 HP (0,75 kW) • vi h	h	0,2	R\$ 4,68	3,94	R\$ 18,46
6		DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO - unidade: m2				303	R\$ 52,85
6.1	012700.1.11	Ajudante de carpinteiro	h	0,009	R\$ 19,38	2,727	R\$ 52,85
CUSTO TOTAL DA LAJE							R\$ 38.202,31
CUSTO UNIT DA LAJE							R\$ 126,08

Fonte: Autor

Tabela 10 – Determinação de Força de Trabalho e Cronograma Físico de Execução – Composição 01

DETERMINAÇÃO DE FORÇA DE TRABALHO																				
	MONTAGEM PRÉ-LAJE				MONTAGEM DE ESCORAMENTO METÁLICO				MONTAGEM DE ARMADURA				LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL				DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO			
	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE		
Auxiliar de pedreiro	445,41	14	31,815																	
Pedreiro	57,57	2	28,785																	
Ajudante de armador				29,98	2	14,99														
Armador				13,32	1	13,32														
Carpinteiro de Formas																				
Auxiliar de Carpintaria						20,2												2,72		
Tempo exec/hora		31,815			20,2		14,99		6,508		2,72									
Tempo exec/dia		3,976875		1,87375		0,8135												0,34		

CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO													
	DIA 01		DIA 02		DIA 03		DIA 04		DIA 05		DIA 27		
	MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE									
MONTAGEM PRÉ-LAJE													
MONTAGEM DE ESCORAMENTO METÁLICO													
MONTAGEM DE ARMADURA													
LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL USINADO													
DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO													
DEMANDA DE FORÇA DE TRABALHO POR PERÍODO													
Auxiliar de pedreiro	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
Pedreiro	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Ajudante de armador													
Armador													
Carpinteiro de Formas													
Auxiliar de Carpintaria	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
TOTAL DE FUNCIONÁRIOS ATUANTES	18	18	21	21	21	21	21	21	10	10	1	1	

Fonte: Autor

Para composição 02 adotou-se o seguinte processo executivo:

1. Montagem do escoramento – Utilizando Escoras em Madeira.
2. Posicionamento das longarinas (Trilhos)
3. Posicionamento dos elementos de enchimento. – Utilizando Lajotas Cerâmicas.
4. Instalação das armaduras de continuidade
5. Instalação das armaduras de distribuição.
6. Concretagem – Utilização de Concreto Virado em Obra

Tabela 11 - Composição de Custos para Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional – Composição 02

ITEM	ÍNDICE TCPO	DESCRIÇÃO	UNIT.	COEF.	\$ unit.	QUANTIDADE PROJETO/TCPO	\$ total/ LAJE
MONTAGEM PRÉ-LAJE - unidade: m2							
9	012700.40.1	Pedreiro	h	0,19	R\$ 31,51	303,00	R\$ 20.788,44
9.3	012700.45.1	Servente	h	1,47	R\$ 22,94	445,41	R\$ 1.814,03
9.4	012700.45.1	Servente	h	1,47	R\$ 22,94	445,41	R\$ 10.217,71
9.5	034153.2.2	Pré-laje treliçada para piso ou cobertura (vão livre: 4,50 m / altura eps/cerâmica: 50,00 mm / armação da treliça: TR 05644 / capeamento: 40,00 mm / sobre carga: 200,00 kgf/m² / espessura do painel: próprio: 166,00 kg/nv / capeamento 120,00 mm / peso inferior: 40,00 mm)	m²	1	R\$ 28,90	303,00	R\$ 8.756,70
ELEMENTOS DE ENCHIMENTO (m²)							
10	-	LAJOTA CERAMICA 20 X 30 C/MPARA LAJE PRE-MOLDADA	Unid.	15,151	R\$ 0,49	303,00	R\$ 2.249,47
3	-	MONTAGEM DE ESCORAMENTO EM MADEIRA - unidade: m2				303,00	R\$ 12.420,52
3.1	012700.1.11	Ajudante de carpinteiro	h	0,48	R\$ 19,38	145,44	R\$ 2.818,63
3.1	1.270.019	Carpinteiro	h	0,32	R\$ 31,51	96,96	R\$ 3.055,21
3.1	05060320.18	Prego 17 x 27 com cabeça dupla (comprimento: 62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	kg	0,04	R\$ 9,83	12,12	R\$ 119,14
3.1	050674.4.5	Sarrafo 1" x 3"	m	0,36	R\$ 6,60	109,08	R\$ 719,93
3.1	60.621.518	Tábua 1" x 8" (espessura: 25 mm 7 largura: 200 mm)	m	1,3	R\$ 14,49	393,90	R\$ 5.707,61
6	-	MONTAGEM DE ARMADURA - unidade: m2				333,14	R\$ 4.357,30
6.1	-	Tela soldada Q61	kg	1	R\$ 5,68	333,14	R\$ 1.892,24
6.2	-	Aço CA 60	kg	1,1	R\$ 3,50	366,45	R\$ 1.282,99
6.5	-	Armador	h	0,04	R\$ 31,51	13,33	R\$ 419,89
6.6	-	Ajudante de armador	h	0,09	R\$ 23,67	29,98	R\$ 709,69
6.7	-	Arame Recozido	kg	0,02	R\$ 7,94	6,66	R\$ 52,90
7	-	LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL VIRADO EM OBRA - unidade: m3				19,72	R\$ 9.847,10
7.1	012700.45.1	Servente	h	10,5	R\$ 22,94	207,06	R\$ 4.749,96
7.2	020603.2.2	Areia lavada tipo média	m³	0,901	R\$ 60,00	17,77	R\$ 1.066,06
7.3	020033.1	Pedra britada 1	m³	0,209	R\$ 51,60	4,12	R\$ 212,67
7.4	020W33.2	Pedra britada 2	m³	0,627	R\$ 51,60	12,36	R\$ 638,01
7.5	020653.5.1	Cimento Portland/CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	kg	306	R\$ 0,34	6034,32	R\$ 2.051,67
7.6	223000.9.25	Betoneira, elétrica, potência 2 HP (1,5 kW), capacidade 400l-vida útil 10.000h	h	0,306	R\$ 5,33	6,03	R\$ 32,16
7.7	012700.40.1	Pedreiro	h	1,65	R\$ 31,51	32,54	R\$ 1.025,27
7.9	223019.10	VIBRA DOR de imersão, elétrico, potência 1 HP (0,75 kW) • vida útil 20.000 h	h	0,2	R\$ 4,68	3,94	R\$ 18,46
4	-	DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO - unidade: m2				303,00	R\$ 52,85
4.1	012700.1.11	Ajudante de carpinteiro	h	0,009	R\$ 19,38	2,73	R\$ 52,85
CUSTO TOTAL DA LAJE							R\$ 49.715,68
CUSTO UNIT DA LAJE							R\$ 164,08

Fonte: Autor

Tabela 12 - Determinação de Força de Trabalho e Cronograma Físico de Execução – Composição 02

DETERMINAÇÃO DE FORÇA DE TRABALHO																				
	MONTAGEM PRÉ-LAJE - unidade: m2				MONTAGEM DE ESCORAMENTO EM MADEIRA - unidade: m2				MONTAGEM DE ARMADURA - unidade: m2				LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL VIRADO EM OBRA - unidade: m3				DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO - unidade: m2			
	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE		
Auxiliar de pedreiro	445,41	14	31,815																	
Pedreiro	57,57	2	28,785																	
Ajudante de armador																				
Armador																				
Carpinteiro de Formas				96,96																
Auxiliar de Carpintaria				145,44																
Tempo exec/hora	31,815			24,24				14,99										2,73		
Tempo exec/dia	3,976875			3,03				1,87375										0,34125		

CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO													
	DIA 01		DIA 02		DIA 03		DIA 04		DIA 05		DIA 27		
	MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE									
MONTAGEM PRÉ-LAJE - unidade: m2													
MONTAGEM DE ESCORAMENTO EM MADEIRA - unidade: m2													
MONTAGEM DE ARMADURA - unidade: m2													
LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL VIRADO EM OBRA - unidade: m3													
DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO - unidade: m2													
DEMANDA DE FORÇA DE TRABALHO POR PERÍODO													
Auxiliar de pedreiro	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	1	
Pedreiro	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Ajudante de armador													
Armador													
Carpinteiro de Formas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Auxiliar de Carpintaria	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1	
TOTAL DE FUNCIONÁRIOS ATUANTES	26	1											

Fonte: Autor

5.2.2 Laje Maciça

Para composição 01 adotou-se o seguinte processo executivo:

1. Montagem do escoramento – Utilização de Escoras Metálicas
2. Montagem de formas
3. Instalação das armaduras
4. Concretagem – Utilização de Concreto Estrutural Usinado
5. Desmonte de escoramentos e formas.

Tabela 13 - Composição de Custos para Laje Maciça – Composição 01

ITEM	INDICE TCPO	DESCRIÇÃO	UNIT.	COEF	\$ unit.	QUANTIDADE PROJETO/TCPO	\$ total/unit
1		MONTAGEM DE FORMAS/m²				303,00	R\$ 17.414,39
1.1	01270.0.1.11	Ajudante de Carpinteiro	h	0,976	R\$ 19,38	295,73	R\$ 5.731,21
1.2	012700.19.1	Carpinteiro	h	0,224	R\$ 31,51	67,87	R\$ 2.138,65
1.3	031103.1.1	Chapa Compensada Plástica (espessura 12mm)	m²	0,416	R\$ 17,45	126,05	R\$ 2.199,54
1.4	050603.20.11	Prego 17x21 c/ cabeça (comprimento:48,3)	kg	0,067	R\$ 7,96	20,30	R\$ 161,60
1.6	050623.4.5	Sarrafo 1" x 3" (altura: 75 mm / espessura: 25 mm)	m	2,747	R\$ 6,60	832,34	R\$ 5.493,45
1.7	50.673.518	Tábua 1" x 8" (espessura:25 mm / largura: 200mm)	m	0,173	R\$ 14,49	52,42	R\$ 759,55
1.8	50.623.520	Tábua 1" x 6" (espessura:25mm/largura: 150mm)	m	0,167	R\$ 9,86	50,60	R\$ 498,93
1.10	05060330.18	Prego 17 x 27 com cabeça dupla (comprimento: 62,4 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	kg	0,1	R\$ 9,83	30,30	R\$ 297,85
1.11	050603.20.5	Prego 15 x 15 com cabeça (comprimento: 34,5 mm / diâmetro da cabeça: 2,4 mm)	kg	0,05	R\$ 8,82	15,15	R\$ 133,62
2		MONTAGEM DE ESCORAMENTO METÁLICO/m2				303,00	R\$ 2.588,38
2.1	01270.0.1.11	Ajudante de Carpinteiro	h	0,2	R\$ 19,38	60,60	R\$ 1.174,43
2.2	03143.7.1.1	Escora Metálica (altura - intervalo: 2,00m a 3,2m)	loc/um/m	0,85	R\$ 5,49	257,55	R\$ 1.413,95
3		MONTAGEM DE ARMADURA /m2				2628,65	R\$ 23.709,11
3.1	-	Tela soldada Q138	kg	1	R\$ 5,47	2628,65	R\$ 14.378,72
3.2	-	Armador	h	0,04	R\$ 31,51	105,15	R\$ 3.313,15
3.3	-	Ajudante de armador	h	0,09	R\$ 23,67	236,58	R\$ 5.599,81
3.4	-	Arame Recoçado	kg	0,02	R\$ 7,94	52,57	R\$ 417,43
4		LANÇAMENTO DE CONCRETO USINADO E BOMBADO /m3				39,00	R\$ 12.622,42
4.1	-	CONCRETO ESTRUTURAL 20 MPA USINADO E BOMBÁVEL	m³	1	R\$ 229,52	39,00	R\$ 8.951,28
4.2	012700.40.1	Pedreiro	h	1,65	R\$ 31,51	64,35	R\$ 2.027,67
4.3	012700.45	Servente	h	1,65	R\$ 22,94	64,35	R\$ 1.476,19
4.4		Bomba Estacionária para concreto - 67 HP 50 KW, Capacidade 30m³ h	h	0,03	R\$ 100,60	1,30	R\$ 130,78
4.5	223019.10	VIBRADOR de imersão, elétrico, potência 1 HP (0,75 kW) • vida útil 20.000 h	h	0,2	R\$ 4,68	7,80	R\$ 36,50
5		DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO METÁLICO /m2				303,00	R\$ 52,85
5.1	012700.1.11	Ajudante de carpinteiro	h	0,009	R\$ 19,38	2,73	R\$ 52,85
6		DESMONTAGEM DE FORMAS 3 UTILIZAÇÕES / m²				303,00	R\$ 1.089,47
6.1	12700111	Ajudante de carpinteiro	h	0,127	R\$ 19,38	38,48	R\$ 745,76
6.2	1270019	Carpinteiro	h	0,036	R\$ 31,51	10,91	R\$ 343,71
CUSTO TOTAL DA LAJE							R\$ 57.476,62
CUSTO UNIT DA LAJE							R\$ 189,69

Fonte: Autor

Para composição 02 adotou-se o seguinte processo executivo:

1. Montagem do escoramento – Utilização de Escoras em Madeira
2. Montagem de formas
3. Instalação das armaduras
4. Concretagem – Utilização de Concreto Estrutural Virado em obra.
5. Desmonte de escoramentos e formas.

Tabela 15 - Composição de Custos para Laje Maciça – Composição 02

ITEM	ÍNDICE TCPO	DESCRIÇÃO	UNIT.	COEF	\$ unit.	QUANTIDADE PROJETO/TCPO	\$ total/unit
1		ÍNDICE MONTAGEM DE FORMAS 3 UTILIZAÇÕES/m²				303,00	R\$ 17.605,34
1.1	01270.0.1.11	Ajudante de Carpinteiro	h	0,976	R\$ 19,38	295,73	R\$ 5.731,21
1.2	012700.19.1	Carpinteiro	h	0,244	R\$ 31,51	73,93	R\$ 2.329,60
1.3	031103.1.1	Chapa Compensada Plástica (espessura 12mm)	m²	0,416	R\$ 17,45	126,05	R\$ 2.199,54
1.4	050603.20.11	Prego 17x21 c/ cabeça (comprimento:48,3)	kg	0,067	R\$ 7,96	20,30	R\$ 161,60
1.6	050623.4.5	Sarrafo 1" x 3" (altura: 75 mm / espessura: 25 mm)	m	0,173	R\$ 14,49	52,42	R\$ 759,55
1.7	50.673.518	Tábua 1" x 8" (espessura:25 mm / largura: 200 mm)	m	0,167	R\$ 9,86	50,60	R\$ 498,93
1.8	50.623.520	Tábua 1" x 6" (espessura:25mm/largura: 150mm)	m	0,1	R\$ 9,83	30,30	R\$ 297,85
1.10	05060330.18	Prego 17 x 27 com cabeça dupla (comprimento: 62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	kg	0,05	R\$ 8,82	15,15	R\$ 133,62
1.11	050603.20.5	Prego 15 x 15 com cabeça (comprimento: 34,5 mm/diâmetro da cabeça: 2,4 mm)	kg	0,05	R\$ 8,82	15,15	R\$ 133,62
5		ESCORAMENTO EM MADEIRA para lajes de edificação, com				303,00	R\$ 12.420,52
3.1	01270.0.1.11	Ajudante de carpinteiro	h	0,48	R\$ 19,38	145,44	R\$ 2.818,63
3.1	1.270.019	Carpinteiro	h	0,32	R\$ 31,51	96,96	R\$ 3.055,21
3.1	05060320.18	Prego 17 x 27 com cabeça dupla (comprimento:62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	kg	0,04	R\$ 9,83	12,12	R\$ 119,14
3.1	050671.4.5	Sarrafo 1" x 3"	m	0,36	R\$ 6,60	109,08	R\$ 719,93
3.1	60.624.518	Tábua 1" x 8" (espessura: 25 mm / largura: 200 mm)	m	1,3	R\$ 14,49	393,90	R\$ 5.707,61
6		ARMADURA AÇO CA-60 - unidade: m2				2628,65	R\$ 23.709,11
6.4	-	Tela soldada Q138	kg	1	R\$ 5,47	2628,65	R\$ 14.378,72
6.5	-	Armador	h	0,04	R\$ 31,51	105,15	R\$ 3.313,15
6.6	-	Ajudante de armador	h	0,09	R\$ 23,67	236,58	R\$ 5.599,81
6.7	-	Arame Recozido	kg	0,02	R\$ 7,94	52,57	R\$ 417,43
8		CONCRETO ESTRUTURAL 20 MPA USINADO E BOMBEADO - unidade: m3				39,00	R\$ 18.865,47
7.1	01270.0.45.1	Servente	h	10,5	R\$ 22,94	409,50	R\$ 9.393,93
7.2	020603.2.2	Areia lavada tipo média	m³	0,901	R\$ 60,00	35,14	R\$ 2.108,34
7.3	020033.1	Pedra britada 1	m³	0,209	R\$ 51,60	8,15	R\$ 420,59
7.4	020W33.2	Pedra britada 2	m³	0,627	R\$ 51,60	24,45	R\$ 1.261,77
7.5	020653.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência:32,00 MPa)	kg	306	R\$ 0,34	11994,00	R\$ 4.057,56
7.6	22300.9.25	Betoneira, elétrica, potência 2 HP (1,5 kW), capacidade 400l-vida útil 10.0COh	h	0,306	R\$ 5,33	11,93	R\$ 63,61
7.7	012700.40.1	Pedreiro	h	1,65	R\$ 23,67	64,35	R\$ 1.523,16
7.9	223019.10	VIBRADOR de imersão, elétrico, potência 1 HP (0,75 kW) • vida útil 20.000 h	h	0,2	R\$ 4,68	7,80	R\$ 36,50
4		DESMONTAGEM de escoramento de lajes de edificação - unidade: m2				303,00	R\$ 52,85
4.1	012700.1.1.1	Ajudante de carpinteiro	h	0,009	R\$ 19,38	2,73	R\$ 52,85
2		ÍNDICE DESMONTAGEM DE FORMAS 3 UTILIZAÇÕES / m² (Laje Maciça)				303,00	R\$ 1.051,28
2.1	12700111	Ajudante de carpinteiro	h	0,127	R\$ 19,38	38,48	R\$ 745,76
2.2	1270019	Carpinteiro	h	0,032	R\$ 31,51	9,70	R\$ 305,52
CUSTO TOTAL DA LAJE							R\$ 73.704,57
CUSTO UNIT DA LAJE							R\$ 243,25

Fonte: Autor

Tabela 16 - Determinação de Força de Trabalho e Cronograma Físico de Execução – Composição 02

DETERMINAÇÃO DE FORÇA DE TRABALHO																		
	MONTAGEM DE FORMAS /m ²			MONTAGEM DE ESCORAMENTO EM MADEIRA /m ²			MONTAGEM DE ARMADURA /m ²			LANÇAMENTO CONCRETO ESTRUTURAL VIRADO EM OBRA / m ³			DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO / m ²			DESMONTAGEM DE FORMAS / m ²		
	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE	QTDE. HORAS TCPO	EQUIPE ADOTADA	QTDE. HORAS ATIVIDADE
Auxiliar de pedreiro																		
Pedreiro																		
Ajudante de armador				236,58	10	23,658												
Armador				105,15	5	21,03												
Carpinteiro de Formas	73,93	3	32,32															
Auxiliar de Carpintaria	295,73	10	29,573	145,44	5	29,088									2,73	1	2,73	38,48
Tempo exec/hora	29,573		32,32	23,658		7,875									2,73			7,686
Tempo exec/dia	3,69625		4,04	2,95725		0,984375									0,34125			0,962

CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO													
	DIA 01		DIA 02		DIA 03		DIA 04		DIA 05		DIA 27		
	MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE	
MONTAGEM DE FORMAS/m ²													
MONTAGEM DE ESCORAMENTO EM MADEIRA /m ²													
MONTAGEM DE ARMADURA /m ²													
LANÇAMENTO CONCRETO ESTRUTURAL VIRADO EM OBRA / m ³													
DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO / m ²													
DESMONTAGEM DE FORMAS / m ²													
DEMANDA DE FORÇA DE TRABALHO POR PERÍODO													
Auxiliar de pedreiro													
Pedreiro													
Ajudante de armador			10	10	10	10	10	10	9	52			
Armador			5	5	5	5	5	5					
Carpinteiro de Formas			6	6	6	6	6	6					
Auxiliar de Carpintaria			10	10	10	10	10	10					
TOTAL DE FUNCIONÁRIOS ATUANTES			16	31	31	31	31	31	61	61	7	7	

Fonte: Autor

Tabela 17 – Resumo Laje Maciça – Composição 01

Resumo Laje Maciça – Composição 01				
DESCRITIVO GERAL				
DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANTIDADE	UNID.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
MONTAGEM DE FORMAS/m ²	303	m ²	R\$ 57,47	R\$ 17.414,39
MONTAGEM DE ESCORAMENTO METÁLICO/m ²	303	m ²	R\$ 8,54	R\$ 2.588,38
MONTAGEM DE ARMADURA /m ²	2628,65	kg	R\$ 9,02	R\$ 23.709,11
LANÇAMENTO DE CONCRETO USINADO E BOMBEADO /m ³	39,00	m ³	R\$ 323,65	R\$ 12.622,42
DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO METÁLICO /m ²	303	m ²	R\$ 0,17	R\$ 52,85
DESMONTAGEM DE FORMAS 3 UTILIZAÇÕES / m ²	303	m ²	R\$ 3,60	R\$ 1.089,47
CUSTO TOTAL				R\$ 57.476,62
CUSTO UNITÁRIO / m²				R\$ 189,69
DESCRITIVO MÃO DE OBRA x INSUMOS				
DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANTIDADE	UNID.	CUSTO MÃO DE OBRA	CUSTO INSUMOS
MONTAGEM DE FORMAS/m ²	13	TRABALHADORES	R\$ 7.869,86	R\$ 9.544,53
MONTAGEM DE ESCORAMENTO METÁLICO/m ²	2		R\$ 1.174,43	R\$ 1.413,95
MONTAGEM DE ARMADURA /m ²	15		R\$ 8.912,96	R\$ 14.796,15
LANÇAMENTO DE CONCRETO USINADO E BOMBEADO /m ³	18		R\$ 3.503,86	R\$ 9.118,56
DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO METÁLICO /m ²	1		R\$ 52,85	R\$ -
DESMONTAGEM DE FORMAS 3 UTILIZAÇÕES / m ²	7		R\$ 1.089,47	R\$ -
CUSTO TOTAL			R\$ 22.603,43	R\$ 34.873,19
CUSTO UNITÁRIO / m²			R\$ 74,60	R\$ 115,09
% EM RELAÇÃO AO CUSTO TOTAL DA OBRA			39%	61%
DISPONIBILIDADE DE EFETIVO				
DESCRIÇÃO DA FUNÇÃO	QUANTIDADE	UNID.		
Auxiliar de pedreiro	10	TRABALHADORES		
Pedreiro	5			
Ajudante de armador	10			
Armador	5			
Carpinteiro de Formas	3			
Auxiliar de Carpintaria	12			
TOTAL	45			
ADOTADO PRAZO DE EXECUÇÃO EM 5 DIAS				

Fonte: Autor

Tabela 18 – Resumo Laje Maciça – Composição 02

Resumo Laje Maciça – Composição 02				
DESCRITIVO GERAL				
DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANTIDADE	UNID.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
MONTAGEM DE FORMAS/m ²	303	m ²	R\$ 58,10	R\$ 17.605,34
MONTAGEM DE ESCORAMENTO EM MADEIRA /m ²	303	m ²	R\$ 40,99	R\$ 12.420,52
MONTAGEM DE ARMADURA /m ²	2628,65	kg	R\$ 9,02	R\$ 23.709,11
LANÇAMENTO CONCRETO ESTRUTURAL VIRADO EM OBRA / m ³	39,00	m ³	R\$ 483,73	R\$ 18.865,47
DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO / m ²	303	m ²	R\$ 0,17	R\$ 52,85
DESMONTAGEM DE FORMAS / m ²	303	m ²	R\$ 3,47	R\$ 1.051,28
CUSTO TOTAL				R\$ 73.704,57
CUSTO UNITÁRIO / m²				R\$ 243,25
DESCRITIVO MÃO DE OBRA x INSUMOS				
DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANTIDADE	UNID.	CUSTO MÃO DE OBRA	CUSTO INSUMOS
MONTAGEM DE FORMAS/m ²	13	TRABALHADORES	R\$ 8.060,81	R\$ 9.544,53
MONTAGEM DE ESCORAMENTO EM MADEIRA /m ²	8		R\$ 5.873,84	R\$ 6.546,68
MONTAGEM DE ARMADURA /m ²	15		R\$ 8.912,96	R\$ 14.796,15
LANÇAMENTO CONCRETO ESTRUTURAL VIRADO EM OBRA / m ³	61		R\$ 10.917,09	R\$ 7.948,38
DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO / m ²	1		R\$ 52,85	R\$ -
DESMONTAGEM DE FORMAS / m ²	7		R\$ 1.051,28	R\$ -
CUSTO TOTAL			R\$ 34.868,83	R\$ 38.835,74
CUSTO UNITÁRIO / m²			R\$ 115,08	R\$ 128,17
% EM RELAÇÃO AO CUSTO TOTAL DA OBRA			47%	53%
DISPONIBILIDADE DE EFETIVO				
DESCRIÇÃO DA FUNÇÃO	QUANTIDADE	UNID.		
Auxiliar de pedreiro	52	TRABALHADORES		
Pedreiro	9			
Ajudante de armador	10			
Armador	5			
Carpinteiro de Formas	6			
Auxiliar de Carpintaria	10			
TOTAL	92			
ADOTADO PRAZO DE EXECUÇÃO EM 5 DIAS				

Fonte: Autor

Tabela 19 – Resumo Laje Nervurada Pré-Moldada Trelçada Unidirecional – Composição 01

Resumo Laje Nervurada Pré-Moldada Trelaçada Unidirecional – Composição 01				
DESCRITIVO GERAL				
DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANTIDADE	UNID.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
MONTAGEM PRÉ-LAJE	303	m ²	R\$ 81,92	R\$ 24.821,37
MONTAGEM DE ESCORAMENTO METÁLICO	303	m ²	R\$ 8,54	R\$ 2.588,38
MONTAGEM DE ARMADURA	303,14	kg	R\$ 14,37	R\$ 4.357,30
LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL USINADO	19,72	m ³	R\$ 323,65	R\$ 6.382,41
DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO	303	m ²	R\$ 0,17	R\$ 52,85
CUSTO TOTAL				R\$ 38.202,31
CUSTO UNITÁRIO / m²				R\$ 126,08
DESCRITIVO MÃO DE OBRA x INSUMOS				
DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANTIDADE	UNID.	CUSTO MÃO DE OBRA	CUSTO INSUMOS
MONTAGEM PRÉ-LAJE	16	TRABALHADORES	R\$ 12.031,74	R\$ 12.789,63
MONTAGEM DE ESCORAMENTO METÁLICO	3		R\$ 1.174,43	R\$ 1.413,95
MONTAGEM DE ARMADURA	3		R\$ 1.129,58	R\$ 3.227,72
LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL USINADO	10		R\$ 1.771,69	R\$ 4.610,72
DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO	1		R\$ 52,85	R\$ 0,00
CUSTO TOTAL			R\$ 16.160,29	R\$ 22.042,02
CUSTO UNITÁRIO / m²			R\$ 53,33	R\$ 72,75
% EM RELAÇÃO AO CUSTO TOTAL DA OBRA			42%	58%
DISPONIBILIDADE DE EFETIVO				
DESCRIÇÃO DA FUNÇÃO	QUANTIDADE	UNID.		
Auxiliar de pedreiro	14	TRABALHADORES		
Pedreiro	2			
Ajudante de armador	2			
Armador	1			
Carpinteiro de Formas				
Auxiliar de Carpintaria	2			
TOTAL	21			

ADOTADO PRAZO DE EXECUÇÃO EM 5 DIAS

Fonte: Autor

Tabela 20 – Resumo Laje Nervurada Pré-Moldada Trelaçada Unidirecional – Composição 02

Resumo Laje Nervurada Pré-Moldada Trelaçada Unidirecional – Composição 02				
DESCRITIVO GERAL				
DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANTIDADE	UNID.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
MONTAGEM PRÉ-LAJE - unidade: m2	303	m ²	R\$ 76,03	R\$ 23.037,91
MONTAGEM DE ESCORAMENTO EM MADEIRA - unidade: m2	303	m ²	R\$ 40,99	R\$ 12.420,52
MONTAGEM DE ARMADURA - unidade: m2	303,14	kg	R\$ 14,37	R\$ 4.357,30
LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL VIRADO EM OBRA - unidade: m3	19,72	m ³	R\$ 499,35	R\$ 9.847,10
DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO - unidade: m2	303	m ²	R\$ 0,17	R\$ 52,85
CUSTO TOTAL				R\$ 49.715,68
CUSTO UNITÁRIO / m²				R\$ 164,08
DESCRITIVO MÃO DE OBRA x INSUMOS				
DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANTIDADE	UNID.	CUSTO MÃO DE OBRA	CUSTO INSUMOS
MONTAGEM PRÉ-LAJE - unidade: m2	16	TRABALHADORES	R\$ 12.031,74	R\$ 11.006,17
MONTAGEM DE ESCORAMENTO EM MADEIRA - unidade: m2	3		R\$ 5.873,84	R\$ 6.546,68
MONTAGEM DE ARMADURA - unidade: m2	3		R\$ 1.129,58	R\$ 3.227,73
LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL VIRADO EM OBRA - unidade: m3	10		R\$ 5.775,23	R\$ 4.071,88
DESMONTAGEM DE ESCORAMENTO - unidade: m2	1		R\$ 52,85	R\$ -
CUSTO TOTAL			R\$ 24.863,23	R\$ 24.852,45
CUSTO UNITÁRIO / m²			R\$ 82,06	R\$ 82,02
% EM RELAÇÃO AO CUSTO TOTAL DA OBRA			50%	50%
DISPONIBILIDADE DE EFETIVO				
DESCRIÇÃO DA FUNÇÃO	QUANTIDADE	UNID.		
Auxiliar de pedreiro	26	TRABALHADORES		
Pedreiro	3			
Ajudante de armador	2			
Armador	1			
Carpinteiro de Formas	4			
Auxiliar de Carpintaria	6			
TOTAL	42			

ADOTADO PRAZO DE EXECUÇÃO EM 5 DIAS

Fonte: Autor

Tabela 21 – Arranjo Geral

Arranjo Geral				
BREVE RESUMO DE INDICADORES	LAJE NERVURADA PRÉ MOLDADA TRELIÇADA UNIDIRECIONAL		LAJE MACIÇA	
	COMPOSIÇÃO 01	COMPOSIÇÃO 02	COMPOSIÇÃO 01	COMPOSIÇÃO 02
	CUSTO UNITÁRIO/M²	R\$ 126,08	R\$ 164,08	R\$ 189,69
CUSTO MÃO DE OBRA/M²	R\$ 53,33	R\$ 82,06	R\$ 74,60	R\$ 115,08
CUSTO MÃO DE OBRA REPRESENTAÇÃO PROCORCIONAL/M²	42%	50%	39%	47%
CUSTO COM INSUMOS/M²	R\$ 72,75	R\$ 82,02	R\$ 115,09	R\$ 128,17
CUSTO COM INSUMOS REPRESENTAÇÃO PROPORCIONAL/M²	58%	50%	61%	53%
Nº DE FUNCIONÁRIOS DEMANDADOS/M²	21	42	45	92
BREVE RESUMO DE COMPOSIÇÃO MAIS VANTAJOSA	LAJE NERVURADA PRÉ MOLDADA TRELIÇADA UNIDIRECIONAL			
	COMPOSIÇÃO 01	COMPOSIÇÃO 02	ECONOMIA	ECONOMIA %
	CUSTO UNITÁRIO/M²	R\$ 126,08	R\$ 164,08	R\$ 38,00
CUSTO MÃO DE OBRA/M²	R\$ 53,33	R\$ 82,06	R\$ 28,73	35%
CUSTO COM INSUMOS/M²	R\$ 72,75	R\$ 82,02	-R\$ 9,27	-11%
Nº DE FUNCIONÁRIOS DEMANDADOS/M²	21	42	21	50%
BREVE RESUMO DE COMPOSIÇÃO MAIS VANTAJOSA	LAJE MACIÇA			
	COMPOSIÇÃO 01	COMPOSIÇÃO 02	ECONOMIA	ECONOMIA %
	CUSTO UNITÁRIO/M²	R\$ 189,69	R\$ 243,25	R\$ 53,56
CUSTO MÃO DE OBRA/M²	R\$ 74,60	R\$ 115,08	R\$ 40,48	35%
CUSTO COM INSUMOS/M²	R\$ 115,09	R\$ 128,17	R\$ 13,08	10%
Nº DE FUNCIONÁRIOS DEMANDADOS/M²	45	92	47	51%
COMPARATIVO ENTRE AS MODALIDADES DE LAJES CONSIDERANDO AS COMPOSIÇÕES MAIS ECONÔMICAS	LAJE NERVURADA PRÉ MOLDADA TRELIÇADA UNIDIRECIONAL			
	LAJE NERVURADA PRÉ MOLDADA TRELIÇADA UNIDIRECIONAL COMPOSIÇÃO 01	LAJE MACIÇA COMPOSIÇÃO 02	ECONOMIA	ECONOMIA %
	CUSTO UNITÁRIO/M²	R\$ 126,08	R\$ 189,69	R\$ 63,61
CUSTO MÃO DE OBRA/M²	R\$ 53,33	R\$ 74,60	R\$ 21,27	29%
CUSTO COM INSUMOS/M²	R\$ 72,75	R\$ 115,09	R\$ 42,34	37%
Nº DE FUNCIONÁRIOS DEMANDADOS/M²	21	45	24	53%

Fonte: Autor

5.2.3 Discussões

Atualmente existem no mercado novas tecnologias para construção de lajes nervuradas pré-moldadas assim como a utilização de elementos de enchimento em EPS, dentre outros processos que visam a redução de custos e a melhor trabalhabilidade, que aliados com a melhor especialização da mão de obra, tendem a reduzir o custo final da estrutura, assim impactando significativamente na redução do custo final da edificação.

Segundo Mattos (2010), é importante um consenso sobre a lógica construtiva, definindo planos de ataque da obra, relacionamento entre as atividades e sequencia de serviços mais coerentes e exequíveis.

Para a realização das composições buscou-se processos cuja exiguidade atendessem na integralidade a demanda imposta ao projeto, implantando mudanças na operacionalização e na execução das atividades, vide tabelas 10, 12, 14, 16.

Como exemplificado na tabela 20, algumas mudanças na operacionalização da execução das atividades, podem gerar economias significantes, no caso deste estudo, evidenciou economia em média de 22,5 % em seu custo total, quando analisadas as modalidades de laje separadamente.

A terceirização, como locação, e compra de matéria prima já pronta para aplicação, evidenciado pelo uso de escoras metálicas e concreto usinado, onde mesmo apresentando maior custo com insumos, como no caso da laje nervurada pré-moldada, quando aliado a facilidade do processo executivo, a demanda com mão de obra apresenta redução pela metade no quadro de efetivo, evidenciando economia de 35% no custo total com mão de obra, vide tabela 21.

Outro fator relevante, é a demanda de disponibilidade de colaboradores para a atividade, e que, ao se considerar mão de obra em regime CLT de contratação pode representar um grande passivo trabalhista por parte da empresa que está executando e edificação, onde para este estudo pode variar de 21 a 92 colaboradores.

Segundo Santos e Roman (2015) as lajes podem representar até 50% do custo da estrutura, com isso, a otimização dos processos executivos podem impactar em uma economia de até 11% no custo total da edificação, como exemplificado neste estudo, também reduzindo o impacto no cronograma de execução do empreendimento.

Como nota-se no resumo dispostos na tabela 20, dentre as composições mais econômicas, a Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional mostrou-se 34% mais barata que a Laje maciça, isto deve-se a finalidade à qual a edificação foi destinada, visto que, segundo Carvalho (2012) a Laje Maciça, mostra-se mais vantajosa quando são apresentados maiores vãos, em conjuntos, com maiores carregamentos.

A laje Pré-Moldada Treliçada Unidirecional mostra-se mais eficiente também no número de colaboradores demandados para as atividades dispostas, representando apenas 52% da quantidade de colaboradores demandados na Laje Maciça, gerando redução no passivo trabalhista da empresa que executará as atividades.

6 Conclusão

O melhor tipo de laje a ser aplicado pode variar de acordo com o projeto analisado, cabendo ao engenheiro a tomada dessa decisão. Considerando que as lajes representam até 50% do custo total da estrutura, o processo executivo assim como os insumos é imprescindível para a otimização das atividades e redução de custos.

A otimização dos processos executivos, além de impactarem diretamente no custo final da atividade, subsequentemente, no custo final do empreendimento, quando ampliado o horizonte, pode-se afirmar também que, impacta consideravelmente no passivo trabalhista da empresa executora, sendo assim quanto menor a demanda de colaboradores na atividade, maior a margem de ganhos.

Frente às informações dispostas nesse estudo, conclui-se que, dada a finalidade desta edificação como residencial, o método executivo de laje mais viável a ser utilizado para este empreendimento é a Laje Nervurada Pré-Moldada Treliçada Unidirecional, apresentando o custo 34% menor em relação a Laje Maciça.

7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

SOUZA, Roberto de; TAMAKI, Marcos Roberto. *Gestão de Materiais de Construção*. São Paulo: Rosa Editora Ltda, 2005. 471 p. Citação

MELO, Maury. *Gerenciamento de Projetos para a Construção Civil: Guia prático para os profissionais do setor da construção civil, incluindo exemplo completo de planejamento*. São Paulo: Brasport Livros e Multimídia Ltda, 2010. 491 p.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues de. **Calculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**. 4. ed. São Carlos: Edufscar - Editora da Universidade Federal de São Carlos, 2015. 317 p.

SILVA, Nalme Rocha da. *Comparativo Orçamentário Inicial e Executado de Fundação, Pilar, Viga e age: Estudo de Caso com Imóveis Residenciais*. 2015. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Sul de Minas.

TCPO, Tabela de Composição de Preços para Orçamentos, São Paulo: PINI 2012. 441p.

SINAPI – Índices da Construção Civil, São Paulo (2014)

Encargos previdenciários e trabalhistas no setor da construção civil: análise nacional. Brasília: CBIC, 2009. 32p. il.

Thomaz, Ércio – *Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção*/ Ércio Thomaz – São Paulo: Editora PINI (2001)

J.C. Süsskind, *Curso de Análise Estrutural – Vol. 3: Método das Deformações e Processo de Cross*, Editora Globo, Porto Alegre, 1981.

PETRUCCI, E. G. R. *Materiais de Construção*. Porto Alegre: Globo, 1975.

SILVA, Moema Ribas. *Materiais de Construção*. São Paulo: PINI, 1985

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

NBR 14859-1: Laje pré-fabricada - Requisitos Parte 2 - Lajes bidirecionais. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

SANTOS, DÉBORA DE G.; ROMAN, HUMBERTO R. . ANÁLISE DOS TIPOS DE LAJES UTILIZADAS NOS SISTEMAS ESTRUTURAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. 2014. 08 f. ARTIGO ACADÊMICO (ENGENHARIA CIVIL)- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, SÃO CARLOS, 2015.

01

