

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**GUILHERME MEURER BRANDALISE
LUAN IVES WESSLING**

**ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE LAJE MACIÇA
SIMPLES E LAJE DE VIGOTAS PRÉ-FABRICADAS TRELIÇADAS EM
EDIFÍCIOS DE ATÉ QUATRO PAVIMENTOS NO MUNICÍPIO DE
PATO BRANCO, PARANÁ, BRASIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2015

**GUILHERME MEURER BRANDALISE
LUAN IVES WESSLING**

**ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE LAJE MACIÇA
SIMPLES E LAJE DE VIGOTAS PRÉ-FABRICADAS TRELIÇADAS EM
EDIFÍCIOS DE ATÉ QUATRO PAVIMENTOS NO MUNICÍPIO DE
PATO BRANCO, PARANÁ, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil, Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Msc. Jairo Trombetta
Co-orientador: Prof. Msc. Cleovir José
Milani

PATO BRANCO

2015



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE LAJE MACIÇA SIMPLES E LAJE DE VIGOTAS PRÉ-FABRICADAS TRELIÇADAS EM EDIFÍCIOS DE ATÉ QUATRO PAVIMENTOS NO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO, PARANÁ, BRASIL

GUILHERME MEURER BRANDALISE

e

LUAN IVES WESSLING

No dia 18 de junho de 2015, às 16h30min, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e após arguição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº13-TCC/2015.

Orientador: Prof. Msc. JAIRO TROMBETTA (DACOC/UTFPR-PB)

Co-orientador: Prof. Msc. CLEOVIR JOSÉ MILANI (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Msc. NORMELIO VITOR FRACARO (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Msc. JOSÉ MIGUEL ETCHALUS (DACOC/UTFPR-PB)

DACOC / UTFPR-PB
www.pb.utfpr.edu.br/ecv

Via do Conhecimento, Km 1 CEP 85503-390 Pato Branco-PR
Fone +55 (46) 3220-2560

Dedicamos este trabalho aos nossos Pais, Vitor e Zuleide, Ivo e Irene, pelos momentos em que estivemos ausentes, foram longos e solitários dias, mas valeu cada segundo para alcançar o sonho de sermos Engenheiros. Vocês são a fonte da força para realizar tudo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus que permitiu que tudo acontecesse da melhor maneira ao longo de nossas vidas e nos trouxesse até aqui, e não somente nestes anos como universitários, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Agradecemos a nossas famílias, por permitirem a busca do nosso sonho de uma maneira muito mais tranquila, apoiando mesmo distantes, reconfortando nos momentos de insegurança e indecisão, sendo sempre o porto seguro que Deus nos deu de presente, obrigado Vitor e Zuleide, Ivo e Irene, Lucas, Gabriel e Giselly, sem vocês nada disso seria possível, sequer imaginável, jamais palavras descreverão nossa gratidão.

Ao nosso orientador e professor Msc. Jairo Trombetta e ao nosso co-orientador e professor Msc. Cleovir José Milani, por toda sabedoria com que nos guiaram nesta trajetória para uma nova etapa de nossas vidas, sempre compreensivos, pacientes e parceiros.

Aos amigos, colegas de classe ou não, que nos trouxeram alegria nos momentos de tristeza, que foram nossas famílias quando não era possível tê-las junto a nós, vocês foram e são essenciais.

A todos os professores por nos proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a nós, não somente por terem me ensinado, mas por terem nos feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados os quais terão os nossos eternos agradecimentos.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná e ao Departamento Acadêmico de Construção Civil, que oportunizaram a janela que hoje vislumbramos um horizonte superior, eivados pela acendrada confiança no mérito e ética presentes nessa instituição que a cada dia mais se destaca.

É imprescindível dizer que estes parágrafos jamais mencionarão a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de nossas vidas. Portanto, desde já pedimos desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte dos nossos pensamentos e de nossa gratidão.

“ A ambição é o puro senso de dever pois a si só não produz frutos realmente importantes para a pessoa humana, pelo contrário, os frutos verdadeiros derivam do amor e da dedicação para com as pessoas e as coisas. ”

Albert Einstein

RESUMO

BRANDALISE, Guilherme M.; Wessling, Luan I. **Estudo comparativo de custo entre laje maciça simples e laje de vigotas pré-fabricadas treliçadas em edifícios de até quatro pavimentos no município de Pato Branco, Paraná, Brasil.** 2015. 102 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Civil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

Este estudo busca trazer ao leitor os conhecimentos básicos sobre laje maciça simples e de vigotas pré-fabricadas treliçadas como: materiais envolvidos na execução de lajes, seus métodos de execução, história sucinta dos materiais e métodos de execução das lajes, diferenciação dos tipos de lajes enfocadas no estudo, normas vigentes para execução e projeto de cada tipo de laje analisada, vantagens e desvantagens, também busca explicar como se deu o desenvolvimento do estudo de composições de custo de execução por metro quadrado entre os dois tipos de lajes analisadas, quantificando os insumos e os serviços necessários para executar laje maciça simples e laje de vigotas pré-fabricadas em um edifício de até quatro pavimentos, utilizando-se de tabelas desenvolvidas pela Secretaria Estadual de Infraestrutura e Logística juntamente a entidade Paraná Edificações e as composições próprias dos autores desenvolvidas com pesquisa de campo e dados coletados em empresas atuantes no município de Pato Branco. Após o estudo das tabelas de composições foram desenvolvidos gráficos para comparação de resultados de maneira detalhada e mais dinâmica ao leitor, os quais constatam, no fim desta pesquisa, que ao levar em conta apenas o fator do custo, ao se realizar uma obra de pequeno a médio vulto, como edifícios de até quatro andares no município de Pato Branco, no estado do Paraná, na parcela da obra que se refere a lajes.

Palavras-chave: Comparativo. Custo. Edifícios. Lajes. Maciça. Pavimentos. Pré-fabricada. Pré-moldada. Quatro. Treliçada. Vigotas.

ABSTRACT

BRANDALISE, Guilherme M.; Wessling, Luan I. **Cost comparative study between simple solid concrete slab and prefabricated truss beams concrete slab in buildings up to four floors in Pato Branco city Paraná, Brasil.** 2015. 102 pages. Completion of Course Work to Bachelor's Degree in Civil Engineering – Federal Technology University of Paraná. Pato Branco, 2015.

This study seeks to succinctly provide the reader with the basic knowledge of simple solid concrete slab and prefabricated truss beams concrete slab as: materials involved in the execution of slabs, implementing methods, brief history of the materials and methods of implementation of the slabs, differentiation of types of slabs focused on the study, current standards for implementation and design of each type of analyzed slab, advantages and disadvantages, also seeks to explain how was the development of the study of implementing cost compositions per square meter between the two types of slabs analyzed by quantifying the inputs and services needed to perform simple solid concrete slab and concrete slab of prefabricated beams in a building up to four floors, using tables developed by the State Department of Infrastructure and Logistics along the entity Paraná Edifications and original compositions of authors developed with field research and data collected from building companies operating in the city of Pato Branco. After studying the compositions were developed graphics tables for so comparing results in a detailed and dynamic way to the reader, which realize at the end of this research, that to take into account only the cost factor, when producing a building between small and medium contentance, as buildings up to four floors in the city of Pato Branco in the state of Paraná, in the section of the works referred to slabs

Keywords: Beams. Buildings. Comparative. Cost. Concrete. Floors. Four. Massive. Prefabricated. Premolded. Slabs. Truss.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Concreto despejado em forma de laje maciça	20
Figura 2: Pilar de concreto armado com armadura exposta.....	21
Figura 3: Conjunto Residencial da USP, Campus da Capital.....	23
Figura 4: Fôrmas de LMS, com escoras longarinas e travessas aparentes.....	26
Figura 5: Escoramento de forma de LMS.....	27
Figura 6: Cunhas sob escoras de madeira para fôrmas de LMS	28
Figura 7: Armadura com espaçadores sobre fôrmas da LMS	29
Figura 8: Eletrodutos e caixas de passagem na fôrma de LMS	30
Figura 9: Slump do concreto no local da obra	31
Figura 10: Lançamento e regularização do concreto	32
Figura 11: EPS e Tabelas para lajes de vigotas pré-fabricadas.....	36
Figura 12: Treliça metálica de vigotas.....	37
Figura 13: Vigota pré-fabricada.....	37
Figura 14: Vigotas no local da obra – Edifício LVPT	39
Figura 15: Instalação das vigotas com escoramentos – Edifício LVPT	40
Figura 16: Malha de aço sobre as vigotas e tabelas – Edifício LVPT.....	41
Figura 17: Guias de acabamento lateral – Edifício LVPT	42
Figura 18: Concretagem e regularização – Edifício LVPT.....	43
Figura 19: Elevação frontal arquitetônica – Edifício LMS	46
Figura 20: Corte lateral – Projeto estrutural – Edifício LMS.....	47
Figura 21: Corte frontal – Projeto estrutural – Edifício LMS	48
Figura 22: Planta de fôrmas – 1º Pavimento – Edifício LMS.....	49
Figura 23: Planta de fôrmas – 1º Pavimento – Edifício LMS.....	50
Figura 24: Planta de fôrmas – Pavimento tipo – Edifício LMS	51
Figura 25: Edifício de LVPT em execução no município de Pato Branco-PR	52
Figura 26: Elevação frontal arquitetônica – Edifício LVPT.....	53
Figura 27: Corte frontal arquitetônico - Edifício LVPT	54
Figura 28: Corte lateral arquitetônico - Edifício LVPT	55
Figura 29: Planta baixa arquitetônica - 1º e 2º pavimento - Edifício LVPT	56
Figura 30: Planta baixa arquitetônica – 3º e 4º pavimento – Edifício LVPT	57
Figura 31: Elevação frontal das fôrmas da estrutura - Edifício LVPT	58

Figura 32: Planta de fôrma de vigas – 1º pavimento – Edifício LVPT	59
Figura 33: Planta de fôrma de vigas – 2º pavimento – Edifício LVPT	60
Figura 34: Planta de fôrma de vigas – 3º e 4º pavimento – Edifício LVPT	61
Figura 35: Planta de fôrma de vigas – Cobertura – Edifício LVPT	62
Figura 36: Planta de panos de laje – 1º Pavimento – Edifício LMS.....	64
Figura 37: Planta de panos de laje – 2º Pavimento – Edifício LMS.....	65
Figura 38: Planta de panos de lajes – Pavimento tipo – Edifício LMS	66
Figura 39: Planta de forma de vigotas – 1º Pavimento.....	67
Figura 40: Planta de fôrmas de vigotas – 2º Pavimento.....	68
Figura 41: Planta de fôrmas de vigotas – 3º e 4º Pavimento.....	69
Figura 42: Planta de fôrmas de vigotas – Cobertura	70
Figura 43: Gráfico – Custo unitário LMS – Tabela SEIL/PRED	75
Figura 44: Gráfico – Custo unitário da LVPT – SEIL/PRED	77
Figura 45: Gráfico – Custo unitário da LMS – Composição própria	82
Figura 46: Gráfico – Custo unitário da LVPT – Composição própria	85
Figura 47: Gráfico – Comparativo de custo LMS x LVPT – SEIL/PRED	86
Figura 48: Gráfico – Comparativo de fôrmas s/ vigotas e tabelas – SEIL/PRED	87
Figura 49: Gráfico – Comparativo de custo LMS x LVPT – Composição própria	88
Figura 50: Gráfico – Comparativo de fôrmas s/ vigotas e tabelas – Comp. própria	88
Figura 51: Gráfico – Comparativo de custo comp. própria x SEIL/PRED - LMS	89
Figura 52: Gráfico – Comparativo de custo comp. própria x SEIL/PRED - LVPT	90
Figura 53: Gráfico – Duração dos serviços em h/m ²	91
Figura 54: Gráfico – Duração da execução em h/m ²	91
Figura 55: Gráfico – Diferença de custo unitário de serviços	92
Figura 56: Gráfico – Diferença total de custo unitário de serviços	92
Figura 57: Gráfico – Opinião geral dos respondentes	93
Figura 58: Gráfico – Opinião dos respondentes com atuação inferior a 10 anos	94
Figura 59: Gráfico – Opinião dos respondentes com atuação superior a 10 anos ...	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição de fôrmas da LMS – SEIL/PRED.....	72
Tabela 2: Composição de concreto da LMS – SEIL/PRED.....	73
Tabela 3: Composição de aço CA-50 da LMS – SEIL/PRED.....	74
Tabela 4: Composição de aço CA-60 da LMS – SEIL/PRED.....	74
Tabela 5: Composição da LVPT – SEIL/PRED.....	76
Tabela 6: Consumo unitário de insumos e serviços – LMS.....	78
Tabela 7: Composição própria das fôrmas para LMS	79
Tabela 8: Composição do custo do concreto para LMS com duas empresas	80
Tabela 9: Preço do aço em três empresas de Pato Branco	80
Tabela 10: Composição própria de aço CA-50 – LMS	81
Tabela 11: Consumo da MDO para armadura – LMS	81
Tabela 12: Composição própria de aço CA-60 – LMS	82
Tabela 13: Consumo unitário de insumos e serviços – LVPT	83
Tabela 14: Composição do custo unitário da LVPT com três empresas	84

LISTA DE SIGLAS

ABCIC – Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CSE – Composições de Serviços de Edificações

ECS – European Committee for Standardization

EPS – Poliestireno Estendido

FGV – Fundação Getúlio Vargas

LMS – Laje Maciça Simples

LVPT – Laje de Vigotas Pré-fabricadas Trelaçadas

MDO – Mão de obra

NBR – Norma Brasileira

NR – Norma Regulamentadora

PRED – Paraná Edificações

SEIL – Secretaria Estadual de Infraestrutura e Logística

SINAPI – Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil

SINTRACON – Sindicato dos Trabalhadores da Construção Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
1.2 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 ORGANOGRAMA DE PESQUISA	18
2 CONCEITOS DE MATERIAIS E EXECUÇÃO DE LAJES	19
2.1 CONCRETO	19
2.2 CONCRETO ARMADO	20
2.3 PRÉ-MOLDADO	21
2.3.1 História do pré-moldado	22
2.4 LAJES	23
2.5 LAJES MACIÇAS	24
2.5.1 Laje Maciça Simples - LMS	24
2.5.2 Execução De Laje Maciça Simples	25
2.5.2.1 Execução de LMS: Etapa 1 – Confecção da forma de madeira e escoras.....	26
2.5.2.2 Execução de LMS: Etapa 2 – Colocação das armaduras	28
2.5.2.3 Execução de LMS: Etapa 3 – Instalação de caixas, tubos e eletrodutos	29
2.5.2.4 Execução de LMS: Etapa 4 – Preparação e lançamento do concreto.....	30
2.5.2.5 Execução de LMS: Etapa 5 – Adensamento e acabamento do concreto.....	32
2.5.2.6 Execução de LMS: Etapa 6 – Cura do concreto.....	33
2.5.2.7 Execução de LMS: Etapa 7 – Retirada das fôrmas e escoramentos.....	33
2.5.2.2 Vantagens e desvantagens de laje maciça simples	34
2.6 LAJES PRÉ-MOLDADAS	35
2.6.1 Laje de Vigotas Pré-Fabricadas Trelaçadas – LVPT	36
2.6.2 Execução da laje de vigotas pré-fabricadas trelaçadas.....	38
2.6.2.1 Execução de LVPT: Etapa 1 – Fabricação das vigotas.....	39
2.6.2.2 Execução de LVPT: Etapa 2 – Armazenamento e transporte	39
2.6.2.3 Execução de LVPT: Etapa 3 – Instalação e escoramento das vigotas.....	40
2.6.2.4 Execução de LVPT: Etapa 4 – Preenchimento	41

2.6.2.5 Execução de LVPT: Etapa 5 – Colocação das armaduras.....	41
2.6.2.6 Execução de LVPT: Etapa 6 – Guias de acabamento lateral.....	42
2.6.2.7 Execução de LVPT: Etapa 7 – Instalação das esperas.....	42
2.6.2.8 Execução de LVPT: Etapa 8 – Preparação, lançamento e cura do concreto	43
2.6.2.9 Execução de LVPT: Etapa 9 – Remoção das escoras.....	44
2.6.3 Vantagens E Desvantagens Da LVPT.....	44
3 ESTUDO DOS PROJETOS, QUANTITATIVOS E CUSTOS.....	45
3.1 PROJETO DE EDIFÍCIO DE LAJE MACIÇA SIMPLES	45
3.2 PROJETO EDIFÍCIO DE LAJE PRÉ-FABRICADA TRELIÇADA.....	52
3.3 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DAS LAJES	63
3.3.1 Levantamento LMS	63
3.3.2 Levantamento LVPT.....	67
3.4 ESTUDOS DE COMPOSIÇÕES E CUSTOS.....	71
3.5 ESTUDO COMPARATIVO	85
3.6 PESQUISA DE OPINIÃO	93
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
REFERÊNCIAS.....	97
ANEXO A – Tabela de salários SINTRACON	100
ANEXO B – Tabela de salários SINTRACON com encargos.....	101
APÊNDICE A – Modelo de questionário de pesquisa de opinião.....	102

1 INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial a busca por otimização em todos os setores de mercado fez com que várias tecnologias fossem desenvolvidas. No setor da construção civil, surge o sistema de construção pré-fabricado, que segundo Ordoñez (1974) aparece em grande escala no período pós-guerra entre 1945 e 1955, devido à demanda de reconstruir todos os tipos de construções que se havia destruído em um tempo que a construção convencional não permitiria.

Com a aparição do pré-moldado, esse processo construtivo que coloca a construção em uma linha de produção tem se modificado a fim de padronizar e aperfeiçoar constantemente, aumentando cada vez mais a qualidade da execução e evitando assim, problemas comuns que o canteiro de obra tradicional acarreta, devido às deficiências que esse ambiente de inúmeras variáveis trás.

O sistema é utilizado principalmente na parte estrutural da obra, que é constituído basicamente por pilares, vigas e lajes. Sobretudo, é possível a construção *in-loco* de elementos atrelando-os aos pré-fabricados. Com esse argumento, surge a ideia desta pesquisa, afim de desvelar qual tipo de laje produz um melhor resultado de custo-benefício, considerando os seguintes tipos de laje: maciça lisa simples e de vigotas pré-fabricadas treliçadas.

De acordo com Pinheiro (2007), há cerca de trinta anos atrás o engenheiro que buscava desenvolver projeto com lajes pré-moldada treliçada não contaria com literatura para se orientar. O que existia na época eram catálogos de fabricantes, a maioria deles com pouco conteúdo técnico. Embora esses catálogos tentassem informar os procedimentos que deveriam ser usados durante a execução havia, em geral, muito empirismo.

Flório (2004) afirma que uso de lajes pré-fabricadas tem se intensificado nos últimos anos. O que era, em princípio, uma solução adotada para edificações de pequeno e médio porte, se tornou viável em grandes obras como prédios de diversos andares e edificações de grandes vãos. O aumento na utilização ocorreu principalmente devido as grandes siderúrgicas que começaram a fabricam treliças metálicas para laje com vigota treliçadas.

Surge então a ideia de um estudo comparativo entre dois tipos de lajes, sendo laje maciça simples de concreto armado e a de vigotas pré-fabricadas treliçadas,

comparando custos unitários para projetos similares de edifícios de até quatro pavimentos, buscando encontrar o menor custo, apenas na parcela de lajes e não custo global da obra.

Buscar-se-á trazer ao leitor uma noção básica de conhecimento sobre o concreto, concreto armado, pré-moldado, o que é laje, histórico dos tipos de laje focados pelo estudo e uma análise da tomada de decisão do tipo de laje a se executar na obra.

A análise da escolha do tipo de laje será realizada a partir dos orçamentos e custos de insumos obtidos através de construtoras ou empreiteiras que executam cada laje no município de Pato Branco-PR, do acompanhamento e pesquisa teórica realizada pelos autores. Posteriormente, esses dados juntos aos serviços que a execução de cada tipo de laje exige ou o que é o fornecido por essas empresas, serão os critérios para comparação dos resultados, determinando ao final o menor custo para a execução da laje do edifício de até quatro andares.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

A pesquisa tem como objetivo geral o estudo comparativo de custo de entre laje maciça simples e pré-fabricada de vigotas treliçadas em edifícios de até quatro pavimentos no município de Pato Branco-PR levando em conta apenas a parcela que se refere a execução de lajes.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver composições de custo unitário por metro quadrado da execução de cada tipo de laje com base em valores obtidos no município de Pato Branco;

- Comparar os custos unitários por metro quadrado da execução das lajes encontrado em Pato Branco, com os fornecidos pela resolução SEIL/PRED;
- Comparar a diferença de custos das lajes com as opiniões levantadas em entrevistas com profissionais atuantes na área em relação as escolhas de cada laje.

1.2 METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa é de natureza quanti-qualitativa (GIL, 2008), tendo como cenário o município de Pato Branco, no sudoeste do Paraná, trazendo a diferença de custo como contexto e como objeto de pesquisa edifícios de até quatro pavimentos executados com laje maciça simples ou laje de vigotas pré-fabricadas treliçadas.

Os instrumentos de coleta de dados foram: análise documental e pesquisa bibliográfica de livros, artigos, teses, normas, manuais, monografias e trabalhos de conclusão de curso; elaboração de uma sequência didática trazendo um embasamento de conhecimento ao leitor anteriormente a introdução ao objeto de pesquisa; observação de canteiros de obra; comunicação com empresas e profissionais envolvidos; questionário de opinião dirigido a profissionais da área; tabelas de custos fornecidas pela Secretaria do Estado de Infraestrutura e Logística e Paraná Edificações; quantitativos por levantamento de dados provenientes de projeto.

Como instrumento de análises de dados se obteve: tabelas e gráficos montados a partir dos quantitativos desenvolvidos com os dados coletados; tabelas e gráficos gerados com os custos dados pelas tabelas da SEIL/PRED; e análise e geração de gráficos a partir dos questionários.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Botelho (2011), atualmente mais de 90% das obras executadas ou em processo de execução no país são de pequeno e médio vulto, como prédios de

até quatro andares, e menos de 10% são de edifícios de alto padrão ou outras obras.

De acordo com Van Acker (2002), comparado aos métodos de construção tradicionais e outros materiais de construção, o sistema pré-moldado, têm muitas características positivas. É uma forma industrializada de construção com muitas vantagens, como adaptabilidade, instalação rápida, qualidade maior devido ao controle industrial e uso otimizado de materiais, flexibilidade no uso, eficiência estrutural e menor tempo de construção.

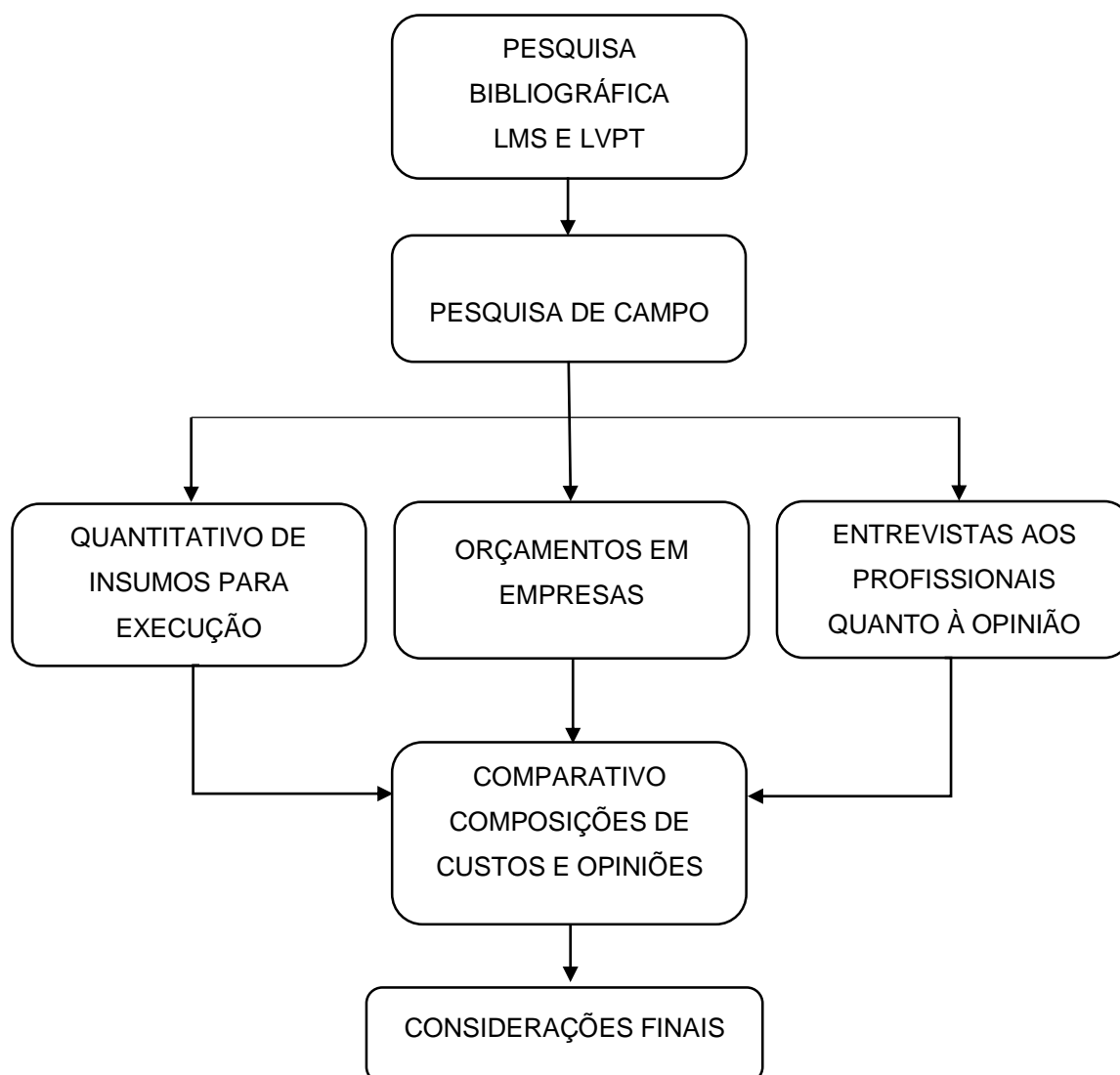
A importância dessa pesquisa se deve ao fato de que ao contatar várias pessoas envolvidas com execução de lajes como engenheiros, donos de construtoras, empreiteiro, há uma indecisão quanto ao tipo de laje a escolher para execução em edifícios, sendo normalmente escolhido o mais familiar ao projetista, engenheiro ou executor da mesma. Como o custo é um fator determinante no tipo de laje a ser executada, buscou-se neste estudo estabelecer um referencial de padrão do custo dos dois tipos de laje analisados.

A originalidade da pesquisa está na análise comparativa entre as diferentes lajes, sendo elas: maciça in-loco e de vigotas treliçadas. Ambas executadas em edifícios de até quatro andares. Levando em conta apenas o custo para executar cada um dos tipos de laje.

A viabilidade se deve à disposição bibliográfica que a universidade fornece para incremento da pesquisa, à existência de várias empresas do setor da construção civil na região do município Pato Branco-PR, a disponibilidade que as empresas possuem para com os alunos desenvolvedores de pesquisas que são dirigidas ao seu setor.

Assim optou-se por realizar a pesquisa buscando explicar de forma prática ao leitor, mesmo leigo, quanto à construção, visando a laje menos onerosa a ser utilizada à construção de um edifício de até quatro andares, tentando instigar o leitor a dúvida dos porquês da escolha feita por projetistas, executores ou engenheiros no projeto.

1.4 ORGANOGRAMA DE PESQUISA



2 CONCEITOS DE MATERIAIS E EXECUÇÃO DE LAJES

Para melhor inserção do leitor ao trabalho de conclusão de curso serão apresentados conceitos básicos sobre os materiais e a maneira de execução do elemento laje na construção de um edifício.

2.1 CONCRETO

De acordo com Santos (2006) o concreto é um material plástico, moldável, ao qual é possível impor os mais variados formatos. É composto por agregado miúdo, agregado graúdo e uma pasta de areia, água e cimento que é o aglomerante. No momento de sua criação empregado apenas em embarcações e tubulações hidráulicas, a partir de fins do século XIX o concreto armado passa a ser utilizado também nas edificações.

Em sua história, segundo Kaefer (1998), o concreto é utilizado desde os primórdios da humanidade, com maior destaque no Império Romano a partir do século II a.C., porém, o concreto utilizado na atualidade, feito com cimento portland, proveniente da queima de calcário e argila, finamente moídos e misturados sob altas temperaturas, surge em 1824, desenvolvido pelo inglês Joseph Aspdin.

Durante a graduação compreende-se que o concreto pode ser dividido basicamente por densidade como concreto de densidade normal, concreto leve ou concreto pesado e por resistência como concreto de baixa resistência, resistência normal ou alta resistência.

Na Figura 1 a vemos concreto ainda fresco despejado em uma forma de laje maciça, durante a concretagem.



Figura 1: Concreto despejado em forma de laje maciça
Fonte: Foto adquirida pelos autores.

2.2 CONCRETO ARMADO

Benevolo (1976) explica que concreto armado é um processo construtivo inventado na Europa em meados do século XIX. Ele consiste na combinação do concreto com uma armadura de aço passiva, pois as propriedades à tração do aço com a compressão do concreto permitem que possam atingir vãos e alturas extraordinárias, de diferentes formas e aplicações. Inicialmente, era empregado apenas em embarcações e tubulações hidráulicas, passando a ser utilizado nas edificações apenas no final do século XIX.

Segundo Kaefer (1998) os avanços da teoria e da prática da construção de estruturas de concreto armado permaneciam muito restritos, pois havia poucas publicações que disponibilizassem informações técnicas de um modo que pudesse ser empregado prontamente por engenheiros até o fim do século XIX, quando estudos mais significativos começaram a ser desenvolvidos, principalmente na Alemanha.

Botelho (1976) afirma que junto com o aço e o vidro, o concreto armado constitui o repertório dos chamados “novos materiais” da arquitetura moderna, que são produzidos em escala industrial e viabilizam arranha-céus, pontes, silos, estações ferroviárias ou, em suma, aqueles novos objetos arquitetônicos característicos do cenário do mundo modernizado do século XX.

De acordo com Santos (2006), em nenhum país no mundo modernizado a tecnologia do concreto armado foi tão predominante quanto no Brasil e ainda é o material estrutural mais utilizado nas construções das cidades brasileiras, sejam elas residências ou prediais.

Na Figura 2 observa-se uma estrutura que teve sua armadura exposta e se torna clara como é internamente a estrutura de concreto armado, sendo possível a visualização da armadura envolvida pelo concreto.



Figura 2: Pilar de concreto armado com armadura exposta
Fonte: Dr. Marcelo H. F. Medeiros – UFPR, 2008.

2.3 PRÉ-MOLDADO

A norma NBR 9062 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado (ABNT, 1985) define como elemento pré-moldado aquele que é executado fora do local de utilização definitiva na estrutura, com controle de qualidade, conforme em condições menos rigorosas de controle de qualidade e classificados como pré-moldados devem ser inspecionados individualmente ou por lotes, através

de inspetores do próprio construtor, da fiscalização do proprietário ou de organizações especializadas, dispensando-se a existência de laboratório e demais instalações congêneres próprias.

A norma NBR 9062 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado (ABNT, 1985) define como elemento pré-fabricado aquele executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obra, sob condições rigorosas de controle de qualidade, onde os elementos são produzidos em usina ou instalações analogamente adequadas aos recursos para produção e que disponham de pessoal, organização de laboratório e demais instalações permanentes para o controle de qualidade, devidamente inspecionada pela fiscalização do proprietário.

O pré-fabricado segundo a norma NBR 9062 deve ser produzido apenas por mão de obra qualificada, possuir inspeção das etapas de produção, transporte e montagem, todas registradas por escrito em documento próprio onde há identificação das peças, data de fabricação, tipo de aço e concreto utilizado, todos esses documentos assinados por inspetores responsáveis pela liberação de cada etapa.

2.3.1 História do pré-moldado

Segundo Vasconcellos (2002), não se pode ter uma data precisa em que começou a pré-moldagem. O início do uso do concreto armado ocorreu com a pré-moldagem de elementos, fora do local de seu uso. Sendo assim, pode-se afirmar que a pré-moldagem começou após a invenção do concreto armado.

De acordo com Rivera, et al (2005), no Brasil, a primeira obra executada com elementos pré-moldados foi em 1926. A obra é o Hipódromo da Gávea na cidade do Rio de Janeiro: foram usadas estacas pré-moldadas nas fundações e cercas no perímetro do hipódromo. Entretanto foi uma solução cara e trabalhosa em que as vantagens da pré-moldagem não foram eficazes.

Quanto à construção de edifícios de vários pavimentos com elementos pré-fabricados, Vasconcellos (2002) afirma que a primeira obra realizada foi o Conjunto

Residencial da Universidade de São Paulo – CRUSP, da cidade universitária Armando Salles de Oliveira, em São Paulo. Trata-se do conjunto residencial da USP de 1964, constituído de prédios com seis pavimentos, projetados pela Fundo de Construção da Universidade de São Paulo – FUNDUSP, para abrigar estudantes de outras cidades que ingressaram à universidade. A empresa responsável teve uma série de problemas devido à falta de treinamento dos operários durante a execução, pois era um método construtivo que nunca havia sido visto antes, embora tenha feito um trabalho perfeito.

Na Figura 3, podemos observar o conjunto residencial da USP que segundo Vasconcellos (2002), foi o primeiro conjunto residencial realizado em pré-moldado.



Figura 3: Conjunto Residencial da USP, Campus da Capital
Fonte: Jorge Maruta – Jornal da USP, 2012.

2.4 LAJES

Figueiredo Filho (1989) descreve laje como uma placa, folhas planas sujeitas principalmente a ações normais ao seu plano, feitas de concreto, concreto armado ou protendido. Souza e Cunha (1998) classificam as lajes sob quatro critérios: forma, natureza, tipo de apoio e tipo de armação. Assim, quanto:

- **Á forma:** as lajes podem ser retangulares, quadradas, triangulares, em L, circulares, etc.;

- À natureza: existem lajes maciças, nervuradas, mistas, em grelha, duplas e pré-fabricadas;
- Ao tipo de apoio: as lajes podem ter apoio contínuo, discreto e em apenas um trecho de sua área;
- Ao tipo de armação: elas podem ser armadas ou em uma só direção ou em duas, também chamadas de armadas em cruz ou bidirecional.

As lajes maciças e pré-fabricadas possuem diferenças na execução, isolamento acústico, isolamento térmico, deformações, maneira de transmissão das cargas para a estrutura, contudo não é esse o foco da pesquisa.

2.5 LAJES MACIÇAS

Pinheiro (2007) define que lajes são elementos planos, de maneira comum horizontais, com duas dimensões muito maiores que a terceira, sendo esta chamada de espessura. A principal função é receber os carregamentos do andar, como: pessoas, móveis, equipamentos, impactos, etc., e transferi-los para a estrutura.

Os tipos usuais de lajes maciças de concreto armado são:

- Laje Maciça Simples;
- Laje Cogumelo;
- Laje Mista;
- Laje Nervurada (grelha ou cruz, aparente ou com enchimento);
- Laje Fundação (radier).

2.5.1 Laje Maciça Simples - LMS

A utilização da laje maciça simples é muito usual, pelo fato de ser o método executivo de laje com maior facilidade para encontrar mão de obra que o realize. Em casos de edifícios com grande número de andares, se torna muito viável pelo fato da reutilização de fôrmas, quando no caso de apartamentos tipo, ou seja, que se

repetem a cada andar. Contudo, este tipo de laje possui limitações como em grandes vãos.

“Comumente são utilizadas lajes maciças nos pisos dos edifícios de concreto armado. Porém, quando projetadas para vencer grandes vãos, essas lajes demandam espessuras tão grandes que a maior parte do carregamento passa a ser constituído por seu peso próprio, o que torna essa solução antieconômica” (ARAÚJO, 2003, p. 143).

2.5.2 Execução De Laje Maciça Simples

A execução pode ser dividida basicamente em sete etapas baseadas na NBR 6118:2007.

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

Nas lajes maciças de concreto armado devem ser respeitados os seguintes limites mínimos para a espessura de acordo com a NBR 6118:2007:

- 5 cm para lajes de cobertura não em balanço;
- 7 cm para lajes de piso ou de cobertura em balanço;
- 10 cm para lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30 kN;
- 12 cm para lajes que suportem veículos de peso total maior que 30 kN.

Recomenda-se usar espessura mínima de 8 cm, para evitar o aparecimento de fissuras pela presença de eletrodutos ou caixas de distribuição embutidas na laje. Por esta razão, os valores mínimos de 5 cm e 7 cm não são aconselhados.

2.5.2.1 Execução de LMS: Etapa 1 – Confeccção da forma de madeira e escoras

As fôrmas das lajes são geralmente construídas por madeira compensadas plastificadas ou chapas de aço no assoalho junto com o cimbramento através das escoras, longarinas e travessas conforme a Figura 4, com a finalidade de dar forma e sustentação para o que o concreto atinja a resistência de projeto.

Segundo o item 7.2.2.3 da NBR 14931/04 o sistema de fôrmas deve obter o formato e as dimensões dos panos das lajes a ser projetado, havendo o estanque de modo a impedir que ocorra a perda de pasta de cimento no momento da concretagem e obedecendo também às prescrições da ABNT NBR 7190, que se trata de estrutura de madeira. Na figura 4 observa-se um momento durante a execução das mesmas.



Figura 4: Fôrmas de LMS, com escoras longarinas e travessas aparentes
Fonte: Adquirida pelos autores

O escoramento, conforme a Figura 5, é executado sob as fôrmas, com escoras de madeira espaçadas habitualmente de 60cm a 80cm ou conforme o projeto, as quais são apoiadas sobre cunhas ou caixas de areia com o objetivo de nivelar as fôrmas. O item 7.2.2.2 da NBR 14931/04 relata que o escoramento deve

ser projetado e executado para suportar o seu próprio peso, o peso da estrutura e das cargas acidentais que possam atuar durante o processo construtivo evitando as deformações prejudiciais não previstos no projeto.



Figura 5: Escoramento de forma de LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

Deve-se verificar os escoramentos das fôrmas, com a finalidade de que não haja alterações das dimensões e as devidas posições das fôrmas de acordo com o projeto afim permitir o tráfego do pessoal e do equipamento necessário a operação de concretagem com segurança. A Figura 6, mostra a regulação de altura com cunhas.

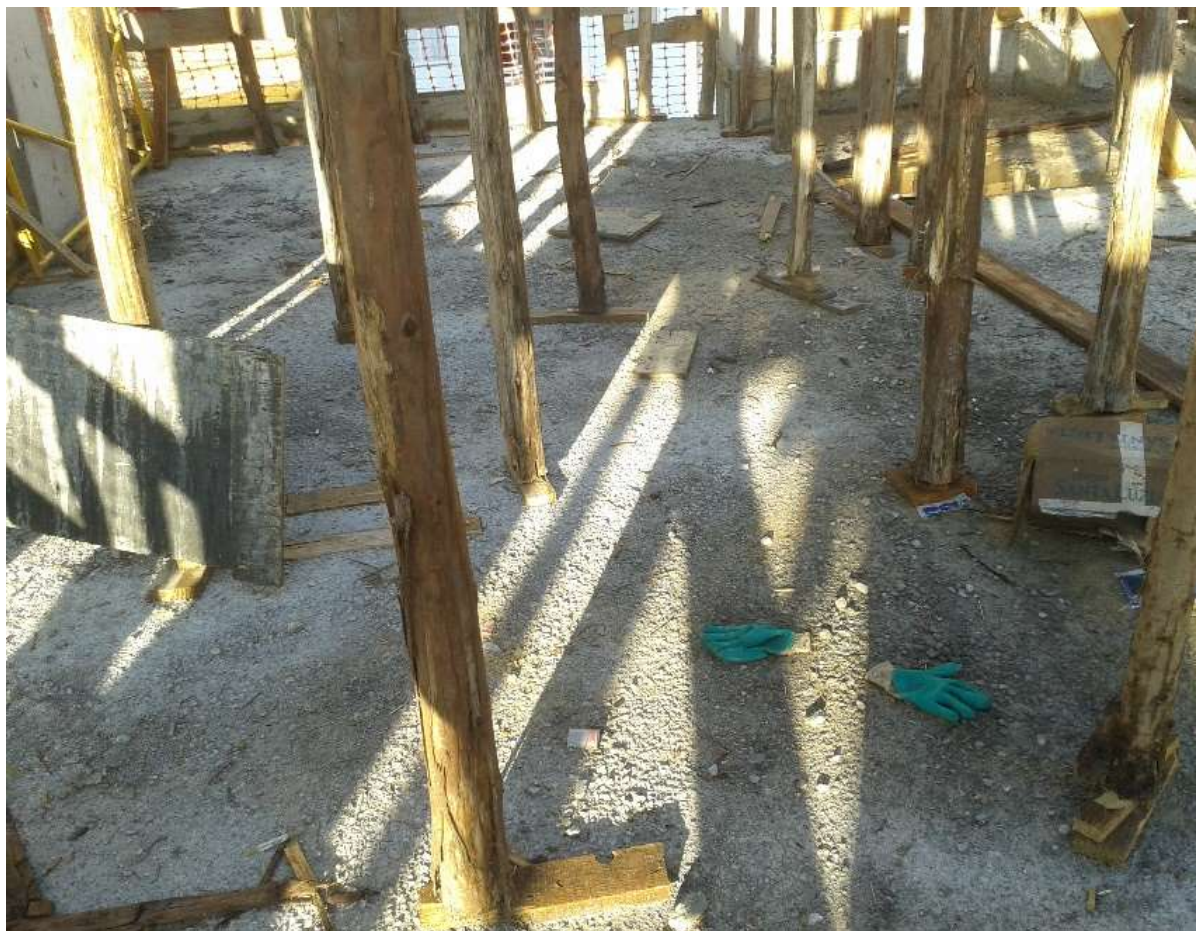


Figura 6: Cunhas sob escoras de madeira para fôrmas de LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

2.5.2.2 Execução de LMS: Etapa 2 – Colocação das armaduras

Nesta etapa o item 8.1.5.5 da NBR 14931/04 descreve o posicionamento das armaduras principais e secundárias no interior da fôrma deve estar de acordo com as especificações de projeto, havendo amarração, utilizando arames e respeitando as distâncias das barras entre si e as faces internas das fôrmas. Também deve-se ter o cobrimento mínimo das armaduras com o auxílio de espaçadores, vulgarmente conhecidos como “caranguejos” e “cocadas” para evitar que a armadura seja exposta.

As barras de aço devem possuir as dimensões de comprimento e dobramento que atendem as indicações do projeto da estrutura respeitando suas tolerâncias. Segue como exemplo na Figura 7.



Figura 7: Armadura com espaçadores sobre fôrmas da LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

2.5.2.3 Execução de LMS: Etapa 3 – Instalação de caixas, tubos e eletrodutos

Nesta etapa são posicionados os eletrodutos, as caixas de passagem e eletrodutos referentes a instalação elétrica, também são utilizadas as esperas de isopor com as dimensões necessárias para permitir a passagem de encanamentos com função hidráulica e de esgoto após a sua retirada, ou tubos de maiores dimensões vedados de alguma maneira pelos quais posteriormente os tubos dos sistemas passarão posteriormente. Segue exemplo na Figura 8.



Figura 8: Eletrodutos e caixas de passagem na fôrma de LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

2.5.2.4 Execução de LMS: Etapa 4 – Preparação e lançamento do concreto

Para a concretagem normalmente é utilizado concreto usinado fornecido por empresas especializadas, no item 9.1.2.1 da NBR 14931/04 relata que todas as considerações requeridas devem ser seguidas pelo projeto, ou seja, a resistência característica, slump, na Figura 9, módulo de elasticidade do concreto e as condições de lançamento, adensamento e cura do concreto, para se obter a durabilidade da estrutura.



Figura 9: Slump do concreto no local da obra
Fonte: Adquirida pelos autores.

No momento anterior a concretagem a NBR 14931/04 estabelece que a superfície da forma deve estar limpa, realizando a remoção de quaisquer detritos que não fazem parte da armação ou instalações elétricas/hidráulicas, molhando as fôrmas com a intenção de verificar a estanqueidade das juntas afim de evitar a perda de pasta ou argamassa e também para a saturação das fôrmas com água, de modo a minimizar a perda de água do concreto para as fôrmas.

Durante a concretagem, deve haver cuidado nas armaduras, evitando o deslocamento da mesma, das ancoragens e das fôrmas. Na Figura 10 observa-se o momento de lançamento do concreto.



Figura 10: Lançamento e regularização do concreto
Fonte: Adquirida pelos autores

2.5.2.5 Execução de LMS: Etapa 5 – Adensamento e acabamento do concreto

Segundo o item 9.5.1 da NBR 14931/04 o concreto deve ser lançado e adensado de modo que toda a armadura seja adequadamente envolvida na massa do concreto, ou seja, o cobrimento de todos os materiais da laje mantendo a homogeneidade do concreto. Para o adensamento é feito o uso de vibradores, para garantir a homogeneidade e redução do número de vazios permitindo que se obtenha no mínimo a resistência mínima do concreto prevista em projeto. Deve-se evitar que haja um intervalo de maior do que o tempo previsto de início de pega, afim de evitar juntas frias. Para obter uma superfície durável e uniforme de concreto o item 9.8 da NBR 14931/04 descreve que além de ter um traço e uma consistência do concreto adequados ao projeto da estrutura, deve fazer um lançamento e adensamento sem apresentar vazios na massa de concreto com o mínimo de

manipulação do concreto, como processos de vibração muito demorados ou repetidos, onde pode ocorrer o processo de segregação do material fazendo a migração do material fino e da água para a superfície.

2.5.2.6 Execução de LMS: Etapa 6 – Cura do concreto

Para uma cura adequada o item 10.1 da NBR 14931/04 estabelece que antes de atingir o endurecimento do concreto, deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais tais como: agentes químicos, mudanças súbitas de temperaturas, ventos, etc., a fim de evitar a perda de água pela superfície exposta, assegurar uma superfície com resistência adequada e assegurar a formação de uma capa superfície durável, não produzindo fissuras na massa de concreto ou prejudicando a aderência às barras da armadura.

De acordo com Bocchi JR. e Giongo (2010), para ocorrer a reação química do concreto necessita da água presente no concreto para haver o endurecimento, e também parte dessa água se perde pela evaporação no ambiente, então é preciso garantir que não se perca essa água com o umedecimento da superfície para que a reação ocorra corretamente, assegurando a qualidade do concreto durante o período de cura, isso se garante mantendo uma lâmina d'água sobre a laje.

2.5.2.7 Execução de LMS: Etapa 7 – Retirada das fôrmas e escoramentos

O item 10.2.2 da NBR 14931/04 estabelece que as fôrmas e escoramentos só podem ser removidos após o concreto ter adquirido resistência suficiente para suportar a carga imposta ao elemento estrutural, para que não ocorra deformações que excedam as tolerâncias especificadas no projeto e resista aos danos para a superfície durante a remoção, visto que são as grandes deformações são pelo fato do concreto possuir pouca idade e não haver o endurecimento total do concreto. É o responsável pelo projeto da estrutura que deve informar ao responsável de execução quando realizar a retirada das fôrmas e do escoramento, com

conhecimento da resistência à compressão e do módulo de elasticidade mínimo com que o concreto se auto suportará sem as fôrmas.

O item 10.2.3 da NBR 14931/04 afirma que a retirada do escoramento e das fôrmas deve ser efetuada com cuidado sem choques ou movimentos bruscos e obedecer ao plano de desforma elaborado de acordo com o tipo da estrutura.

2.2.2.2 Vantagens e desvantagens de laje maciça simples

Carvalho e Pinheiro (2009) citam como vantagens das lajes maciças: a sua execução simples, e o fato de apresentar pouca deformação e esforços relativamente pequenos. Além disso, para pequenos vãos, pelo menos no estado limite último, boa parte do concreto da laje maciça pouco contribui na resistência á flexão, pois geralmente a linha neutra tem pequena profundidade, resultando em concreto tracionado.

Segundo Lopes (2012) apresenta a seguinte lista de vantagens que as lajes maciças comuns possuem:

- Oferece funções de placa e membrana (chapa);
- Bom desempenho em relação à capacidade de redistribuição dos esforços;
- Apropriada a situações de singularidade estrutural (por exemplo: Um, dois ou três bordos livres);
- A existência de muitas vigas, por outro lado, forma muitos pórticos, que garantem uma boa rigidez à estrutura de contraventamento;
- Foi durante anos o sistema estrutural mais utilizado nas construções de concreto, por isso a mão de obra já é bastante treinada;
- Menos suscetível a fissuras e trincas, uma vez que, depois de seco, o concreto torna-se um monobloco que dilata e contrai de maneira uniforme.

Também segundo Lopes (2012) apresenta a seguinte lista de desvantagens que as lajes maciças comuns possuem:

- Elevado consumo de fôrmas, escoras, concreto e aço;

- Elevado peso próprio implicando em maiores reações nos apoios (vigas, pilares e fundações);
- Elevado consumo de mão de obra referente às atividades dos profissionais: carpinteiro, armador, pedreiro e servente;
- Grande capacidade de propagação de ruídos entre pavimentos;
- Limitação quanto a sua aplicação a grandes vãos por conta da demanda de espessura média de concreto exigida para esta situação;
- Custo relativamente elevado;
- Devido aos limites impostos, apresenta uma grande quantidade de vigas, fato esse que deixa a forma do pavimento muito recortada, diminuindo a produtividade da construção;
- Tempo muito elevado para execução das fôrmas e da desforma.

2.6 LAJES PRÉ-MOLDADAS

Segundo Chaves (1979) a laje pré-moldada de vigotas treliçadas é constituída por vigas pré-fabricadas de concreto armado, nas quais se apoiam elementos de material leve. Sobre as vigas pré-fabricadas e os elementos de material leve, aplica-se uma camada de concreto, de modo a cobri-los completamente.

Melo (2004) declara que os sistemas estruturais baseados em lajes pré-fabricadas tendem principalmente minimizar o uso de fôrmas de madeira na obra, pois suas vantagens são: diminuição da mão de obra, melhor sistema de vibração das peças, rapidez na montagem, redução das perdas de concreto, racionalização do uso da armadura, melhor compatibilização e soluções construtivas de projeto, redução no ciclo dos pavimentos e conseqüentemente uma maior segurança no canteiro de obra.

São lajes pré-moldadas usuais:

- Laje Treliçada Unidirecional ou Nervurada (vigotas pré-fabricadas treliçadas)
- Laje TT (Duplo T ou Pi)

- Laje Protendida

2.6.1 Laje de Vigotas Pré-Fabricadas Trelaçadas – LVPT

A norma NBR 14859-1 (2002) no item 3.1 define vigotas pré-fabricadas como elementos estruturais constituídos por concreto estrutural, executadas industrialmente ou no próprio canteiro de obra, mas fora do local definitivo de utilização, sob rigorosas condições de controle de qualidade. Parcialmente ou totalmente envolvida pelo concreto estrutural encontra-se a armadura que irá constituir a armadura inferior de tração da laje, integrando parcialmente a seção de concreto da nervura longitudinal.

A LVPT pode ser unidirecional ou nervurada, para Franca e Fusco (1997) as nervuras são constituídas por vigotas trelaçadas pré-fabricadas, dispostas na direção do menor vão da laje, e também por nervuras transversais moldadas no local, armadas com barras isoladas de aço e o elemento inerte é o bloco de EPS ou peças cerâmicas conhecidas como tabelas, exemplo na Figura 11.



Figura 11: EPS e Tabelas para lajes de vigotas pré-fabricadas
Fonte: Foto adquirida pelos autores.

A armadura trelaçada é constituída de um fio de aço no banzo superior, interligado por dois fios de aço laterais em diagonal (sinusóide) a dois fios de aço no banzo inferior como mostrado nas Figuras 12 e 13.



Figura 12: Treliça metálica de vigotas.
Fonte: Foto adquirida pelos autores.



Figura 13: Vigota pré-fabricada
Fonte: Foto adquirida pelos autores.

Segundo Flório (2004), a altura da treliça pode variar entre 7 e 25 centímetros. O passo do sinusóide normalmente é de 20 cm e a distância entre as duas barras do banzo inferior é geralmente igual a 8 cm.

Medrano, Figueiredo e Carvalho, (2005) afirmam que as lajes pré-moldadas treliçadas podem ser aplicadas em edifícios residenciais, pequenas habitações, edifícios comerciais, pontes, viadutos, fábricas, galpões, etc. Devido principalmente à facilidade de execução, têm se tornado uma opção bastante viável perante outros tipos de lajes.

Segundo Medrano, Figueiredo e Carvalho (2005) as instalações elétricas podem ser embutidas na capa de concreto, apoiadas sobre os elementos de enchimento, e no caso de se utilizar nervuras treliçadas podem passar por entre os banzos da treliça. Para instalações hidrossanitárias não é recomendável que sejam embutidas, pois, como a laje é um elemento deformável, pode provocar a ruptura da tubulação prejudicando o uso, obrigando a demolição de parte da laje para reparo.

Com relação às fôrmas e escoramentos Carvalho e Figueiredo Filho (2004) comentam que os elementos pré-moldados têm a capacidade além de suportar seu próprio peso, suportar os elementos de enchimento, o concreto da capa e uma pequena carga acidental durante as fases de montagem e concretagem, para um vão de até 1,5 m.

Segundo Gaspar (1997), as lajes pré-fabricadas com vigotas de concreto armado apresentam duas limitações, que dificultam sua utilização: uma é não poder atender a grandes vãos, pois não há estribos nas vigotas; outra são as cargas acidentais, devido à má aderência entre a vigota e a capa de concreto ocorrendo fissuras na laje ao longo dos anos.

Gaspar (1997), afirma que de modo geral, as lajes pré-fabricada cumprem muito bem seu papel com vãos de até 6 metros, que são geralmente empregadas em obras residenciais ou com ocupação e utilização semelhantes, sem que haja cargas dinâmicas ou concentradas.

2.6.2 Execução da laje de vigotas pré-fabricadas treliçadas

A execução das lajes pré-fabricadas treliçadas segue as normas da NBR 14931 de execução do concreto igualmente as de laje maciça simples e além disso também as normas da NBR 9062 de execução de pré-moldados. Mesmo possuindo mais etapas que a LMS a LVPT é concluída em tempo menor do que a LMS, por praticamente excluir o uso de fôrmas nas execuções, o que é um ganho imenso de tempo. As etapas são: Fabricação das vigotas; Armazenamento e transporte; Instalação e escoramento das vigotas; Preenchimento; Instalação das guias de acabamento; Instalação das esperas; Lançamento do concreto; e Cura do concreto.

2.6.2.1 Execução de LVPT: Etapa 1 – Fabricação das vigotas

As vigotas podem ser produzidas no local da obra onde serão instaladas posteriormente, mas comumente são produzidas em indústrias e empresas especializadas em pré-moldado. A produção se dá com a colocação das treliças dentro de fôrmas metálicas preparadas com desmoldante, com altura e largura requisitada em projeto, tanto da treliça quanto das especificações do fornecedor da treliça, para altura de capa e da concretagem do banzo inferior.

2.6.2.2 Execução de LVPT: Etapa 2 – Armazenamento e transporte

As vigotas após atingirem a resistência mínima para a desforma é retirada da forma e armazenada. Após a cura as vigotas podem ser transportadas até a obra para serem armazenadas no local da obra, ou serem instaladas, na Figura 14 observa-se as vigotas já prontas para a montagem em montes no local da obra do edifício de LVPT.



Figura 14: Vigotas no local da obra – Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

2.6.2.3 Execução de LVPT: Etapa 3 – Instalação e escoramento das vigotas

A etapa de instalação e escoramento das vigotas consiste em dispor as vigotas nos vãos compatíveis com suas dimensões, podendo escorá-las posteriormente e nivelando a laje, deixando as contra-flechas exigidas por fabricante das treliças, disponíveis em catálogos. A distância entre vigotas é igual à largura do preenchimento de EPS ou das tabelas que serão utilizadas, no caso desse edifício foram espaçadas a cada 30cm.

O escoramento foi realizado com escoras metálicas, espaçadas umas das outras à uma distância entre 40cm e 60cm transversalmente as vigotas e 1,5m na linha as vigotas. Como mostrado no exemplo da Figura 15, onde para o espaçamento correto o pedreiro distribui as primeiras fiadas laterais das tabelas entre duas vigotas e segue colocando a primeira tabela de cada carreira acrescida de mais uma vigota correspondente ao vão até que o pano da laje seja completo por vigotas espaçadas corretamente com o uso das tabelas. Para estudo do custo foram levados em conta escoras de madeira e não metálicas como usadas na obra, para facilidade de interação das análises entre as tabelas de composição base e as tabelas desenvolvidas pelos autores.



Figura 15: Instalação das vigotas com escoramentos – Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

2.6.2.4 Execução de LVPT: Etapa 4 – Preenchimento

Com as vigotas já dispostas de acordo com a largura do preenchimento desejado, são distribuídas as peças de cerâmica (tabelas) ou EPS (isopor), de maneira que os vãos entre vigotas sejam fechados para permitir a concretagem.

2.6.2.5 Execução de LVPT: Etapa 5 – Colocação das armaduras

Com as vigotas e tabelas todas instaladas cobre-se todo o pano da laje com malha de aço, nesse caso malha de aço CA-60 Ø4,2mm 15cmx15cm, para tornar a laje mais resistente e formar uma estrutura rígida juntamente ao concreto. A Figura 16 mostra o preenchimento acabado com a malha de aço disposta sobre as treliças das vigotas.



Figura 16: Malha de aço sobre as vigotas e tabelas – Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

2.6.2.6 Execução de LVPT: Etapa 6 – Guias de acabamento lateral

A instalação das guias depende apenas das etapas anteriores ao preenchimento, podendo ser instalada já no início da distribuição das tavelas, ou EPS, porém sua funcionalidade apenas se dá no momento da concretagem. Na Figura 17 é possível se identificar as guias sobre as vigas esperando a concretagem.



Figura 17: Guias de acabamento lateral – Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

2.6.2.7 Execução de LVPT: Etapa 7 – Instalação das esperas

A instalação das esperas para rede elétrica, esgoto e hidráulica do edifício é realizada antes da concretagem, por ser mais simples, podendo apenas remover tavelas onde for necessário, passar os conduítes dentro das tavelas, deixar canos

de espera amarrados a malha ou treliças, ou fazer o recorte nas tabelas para passagem.

2.6.2.8 Execução de LVPT: Etapa 8 – Preparação, lançamento e cura do concreto

Na graduação é citado que ao concluir as etapas anteriores joga-se água sobre todas as tabelas afim de saturá-las para não haver a perda de água do concreto para os materiais inertes e se dá a concretagem sobre vigotas, tabelas e malha, tornando todo o conjunto em uma estrutura única e rígida. Na Figura 18 observa-se a distribuição do concreto que dispensou vibração por ser auto adensável, apenas sendo espalhado e regularizada a sua superfície.



Figura 18: Concretagem e regularização – Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

Após concluir todas as etapas é necessária a cura correta do concreto, para garantir a resistência final exigida em projeto, molhando a laje durante os 7 dias

posteriores ao lançamento, evitando assim trincas e fissuras na laje devido à falta de água para a reação da água com o cimento utilizado no concreto.

2.6.2.9 Execução de LVPT: Etapa 9 – Remoção das escoras

A remoção das escoras na LVPT ocorre igualmente a da LMS, seguindo as mesmas normas, exigindo que seja realizada somente após o concreto ter adquirido resistência suficiente para suportar a carga imposta ao elemento estrutural, para que não ocorra deformações que excedam as tolerâncias especificadas no projeto e resista aos danos para a superfície durante a remoção, dentre outros aspectos estabelecidos na NBR 14931/04.

2.6.3 Vantagens E Desvantagens Da LVPT

Segundo a Brumatti (2008) a execução das lajes pré-fabricadas treliçadas resulta nas seguintes vantagens:

O mercado oferece uma série de alternativas para execução de lajes pré-fabricadas. Os elementos pré-moldados empregados na laje apresentam boa capacidade portante no momento da moldagem do restante da laje, reduzindo assim a quantidade de fôrmas e escoramentos em relação ao sistema convencional. Quando as lajes treliçadas são executadas de forma nervurada, apresentam redução do volume de concreto e armaduras.

Também segundo Brumatti (2008) a laje pré-fabricada possui as seguintes desvantagens:

Brumatti (2008) afirma que a execução da laje nervurada deve ser cuidadosa, pois pode apresentar trincas depois de pronta em razão da falta de aderência da capa de concreto. Quando executada sem os elementos pré-fabricados, a laje treliçada tem como desvantagem a baixa produtividade e a utilização intensiva de mão de obra. O trabalho de armação é demorado e há dificuldade de concretagem.

3 ESTUDO DOS PROJETOS, QUANTITATIVOS E CUSTOS

Para elaboração de quantitativos e orçamentos é necessário conhecer o que será executado, as dimensões da obra e principalmente as medidas dos panos de laje que serão executadas em cada obra para prosseguir para a etapa de cálculos. Foram escolhidas duas obras similares para estudo, com a execução de quatro pavimentos e cobertura.

3.1 PROJETO DE EDIFÍCIO DE LAJE MACIÇA SIMPLES

O projeto escolhido, possui quatro pavimentos elevados, caixa d'água e mais um subterrâneo, de garagem, serão levados em conta os pavimentos acima do nível do terreno apenas, sem excluir a caixa d'água, pois para efeito de estudo de custo a utilização implica em custos diferentes, e como a utilização dos pavimentos superiores é compatível entre os dois edifícios de estudo, serão levados em conta os quatro pavimentos e a cobertura para quantificar e orçar valores. Na Figura 19, é possível a compreensão através da visualização da fachada do projeto arquitetônico.



Figura 19: Elevação frontal arquitetônica – Edifício LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

O edifício de LMS é residencial e comercial, sendo o pavimento térreo o comercial e os superiores residenciais, porém as cargas adotadas para cálculo entre este e o edifício de LVPT foram de 200kg/m^2 , tornando-os uma opção viável para estudo, pois as cargas interferem diretamente nas dimensões de lajes e em certo ponto até na impossibilidade de utilização da laje pré-fabricada treliçadas.

Com cargas iguais e vãos similares as lajes adotadas devem possuir uma resistência similar, mesmo com dimensões diferentes, pois cada um dos dois sistemas interage de forma diferente na estrutura, porém a resistência final deve resistir a carga estipulada em cálculo. Na Figura 21 segue um corte lateral da estrutura.

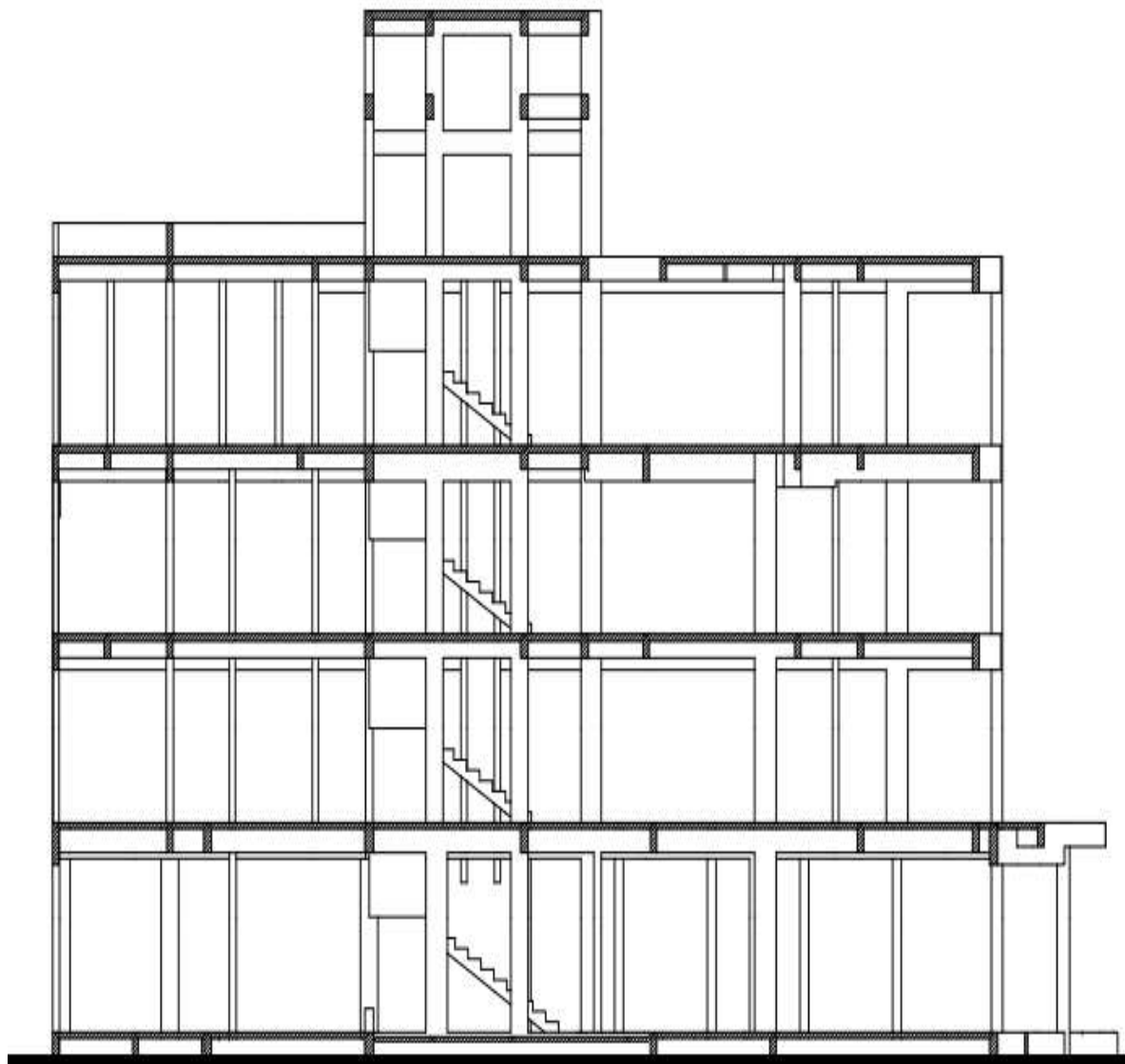


Figura 20: Corte lateral – Projeto estrutural – Edifício LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

Nos cortes das Figuras 20 e 21 é possível observar os 4 pavimentos, sendo: primeiro, segundo, terceiro e cobertura, não levando em conta o térreo e a parte de caixa d'água no alto do desenho.

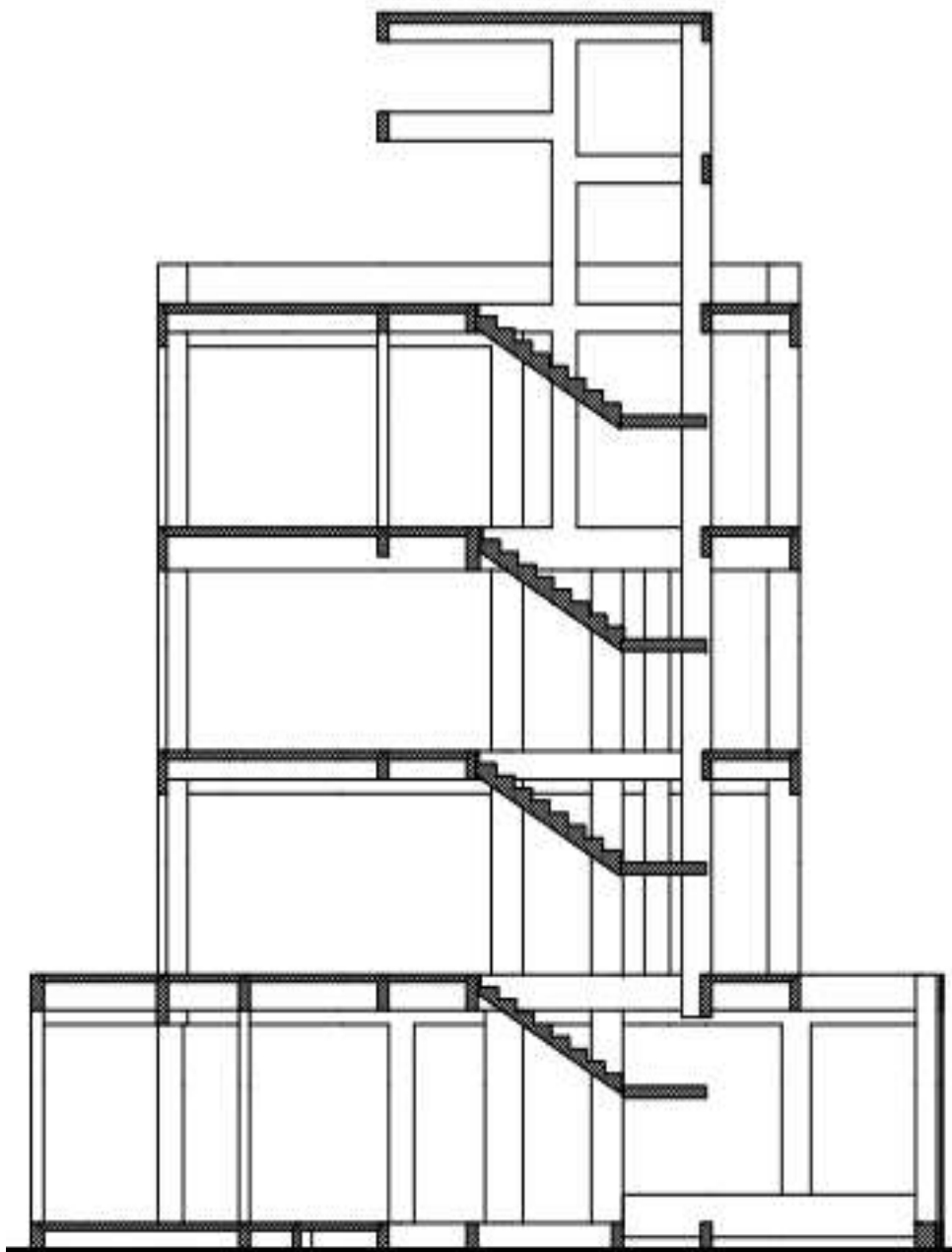


Figura 21: Corte frontal – Projeto estrutural – Edifício LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

Existe neste projeto um pavimento do subsolo, porém não será trazido ao estudo em função de se obter objetos de pesquisa de maior compatibilidade, evitando que possam haver discrepâncias exacerbadas por se englobar um pavimento que será executado de maneira diferente no edifício, por se tratar do despejo do concreto sobre o solo.

Na Figura 22 é possível ver a planta de fôrmas de vigas do primeiro pavimento, totalizando 209.95 metros quadrados de laje maciça ser executada. Os panos foram medidos através de programa de CAD.

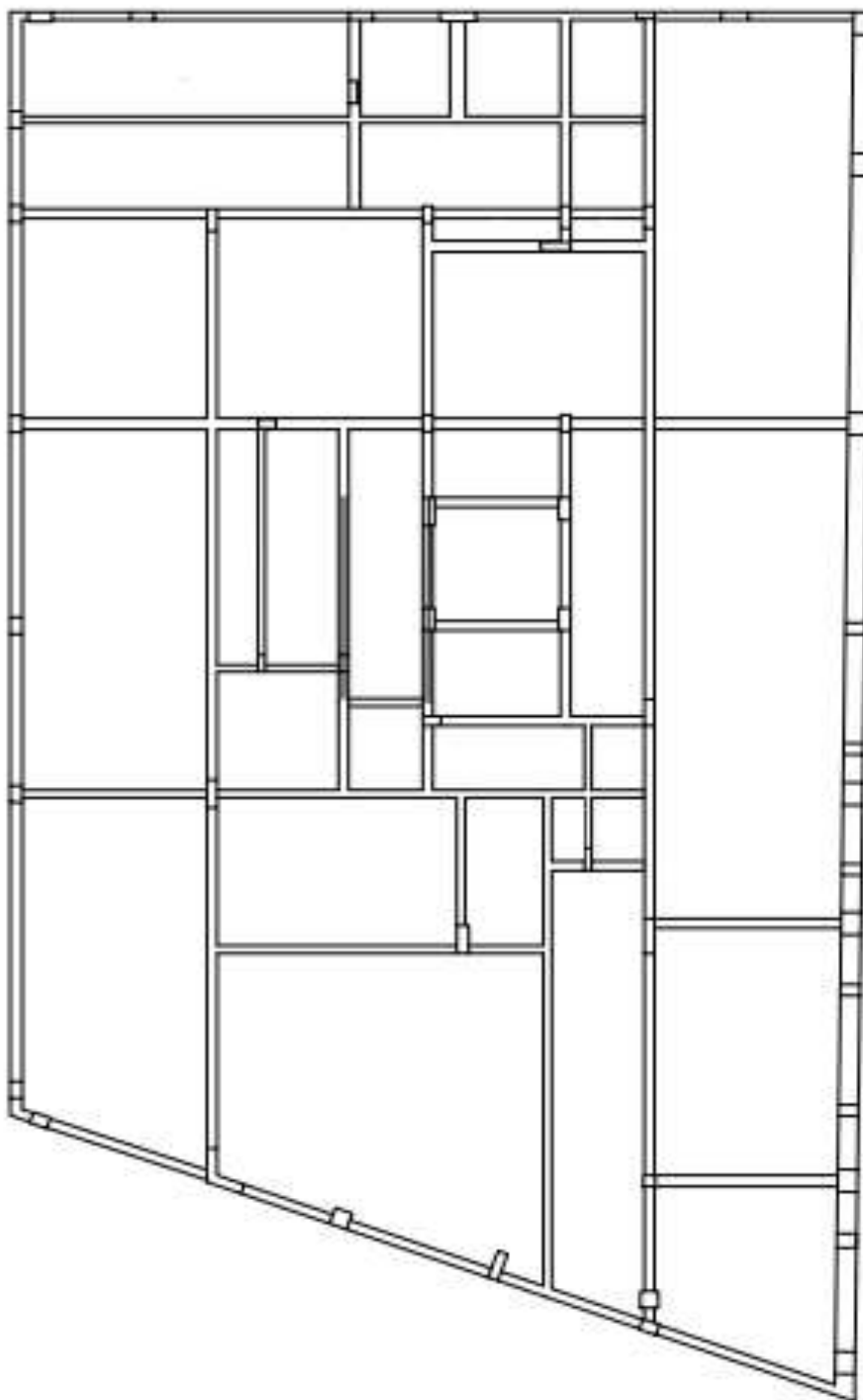


Figura 22: Planta de fôrmas – 1º Pavimento – Edifício LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

Na Figura 23 é possível ver a planta de fôrmas de vigas do segundo pavimento, totalizando 231.9 metros quadrados de laje maciça ser executada. Os panos foram medidos através de programa de CAD.

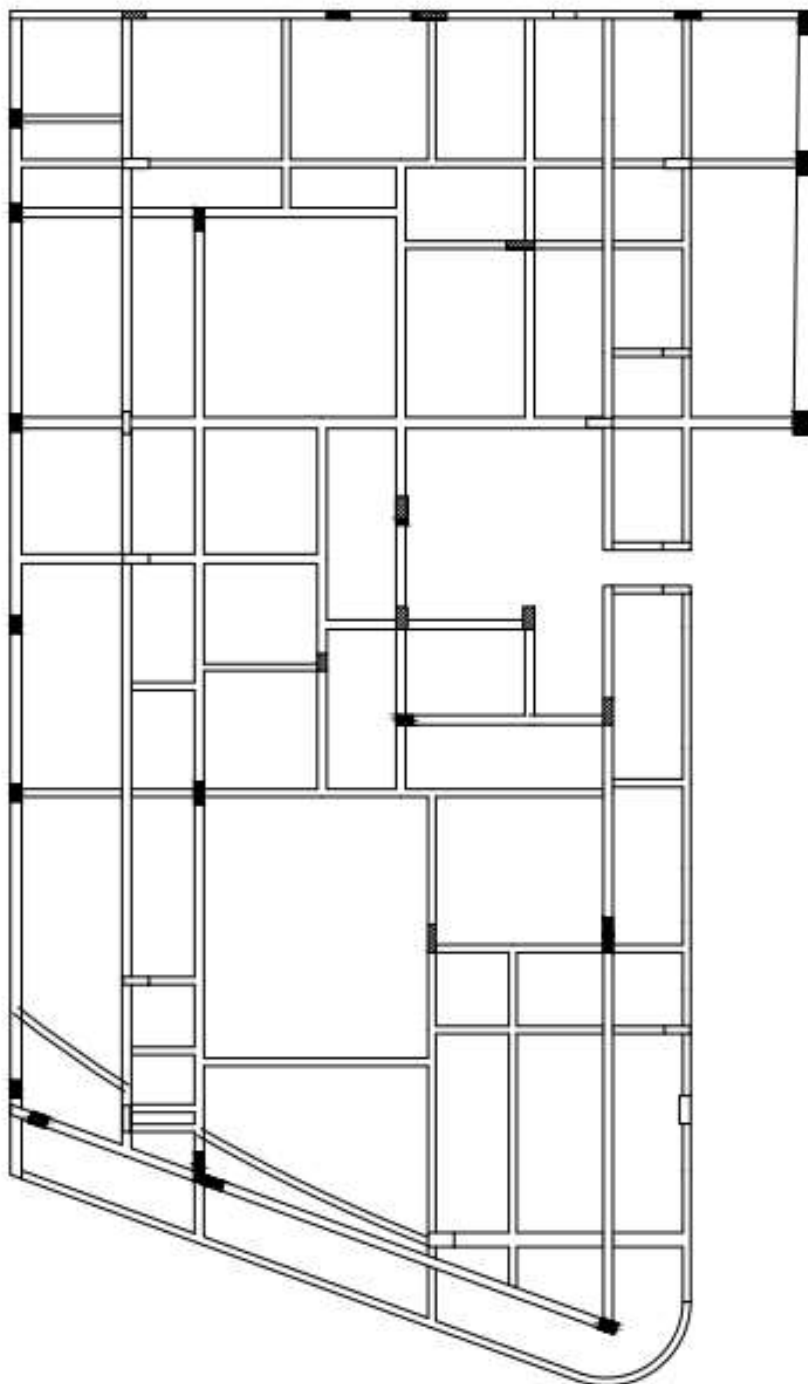


Figura 23: Planta de fôrmas – 2º Pavimento – Edifício LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

Na Figura 24 é possível ver as plantas de fôrmas do pavimento tipo, que se repete pelo segundo e terceiro pavimento e também no pavimento da cobertura, totalizando 167 metros quadrados por andar, ou 501 metros quadrados de laje maciça a ser executada.

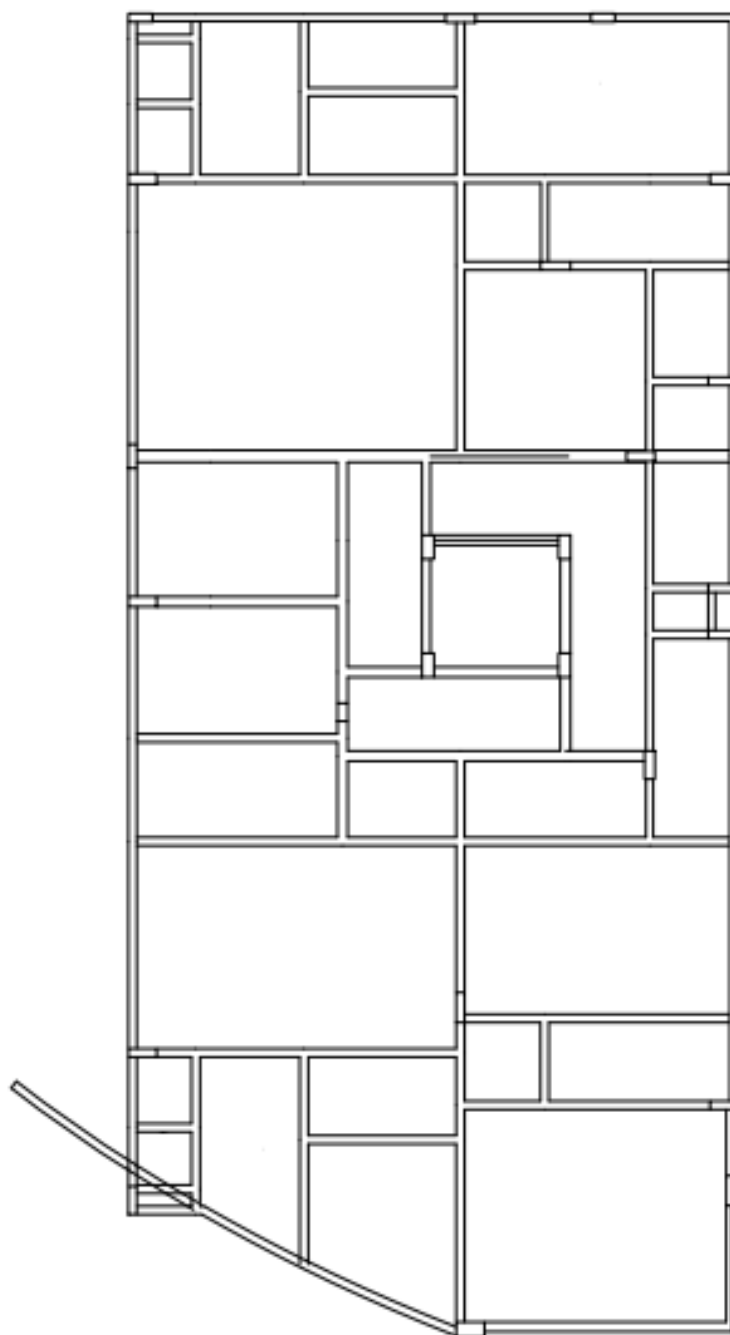


Figura 24: Planta de fôrmas – Pavimento tipo – Edifício LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

3.2 PROJETO EDIFÍCIO DE LAJE PRÉ-FABRICADA TRELIÇADA

O projeto escolhido, na Figura 25, é um edifício de quatro andares com finalidade de salas comerciais, possuindo nos dois primeiros pavimentos 129,87m² cada e os dois últimos pavimentos com 101,92m².



Figura 25: Edifício de LVPT em execução no município de Pato Branco-PR
Fonte: Adquirida pelos autores.

A concepção do edifício tem início nos projetos arquitetônicos e posteriormente estruturais, buscando alcançar a realização das ideias do proprietário, desenvolvimento do projeto pode ser realizado por engenheiros civis ou arquitetos, nesse caso foi realizado por um engenheiro, atuante também no município de Pato Branco e região. Na Figura 26, segue o projeto arquitetônico da fachada do edifício o qual possuirá uma pele de vidro do primeiro ao quarto pavimento, e entradas para os pavimentos superiores na porta lateral esquerda, sendo as portas de vidro frontais a entrada para a sala comercial térrea. Também é

possível notar uma lateral de alvenaria no nível do primeiro pavimento, sobre ela haverá um terraço para o segundo pavimento.

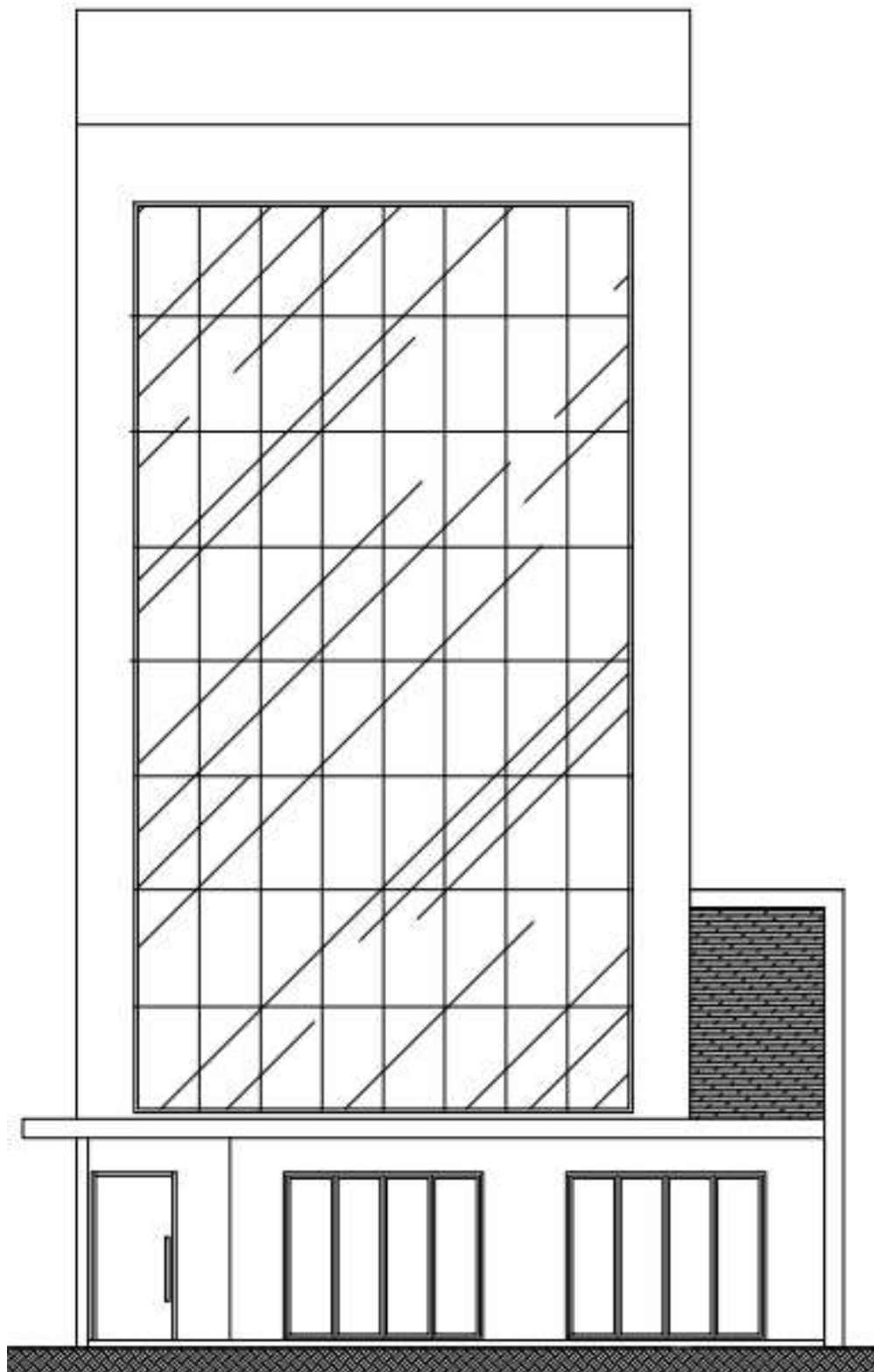


Figura 26: Elevação frontal arquitetônica – Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

No corte exibido pela Figura 27 fica claro o porquê das salas de térreo, primeiro e segundo pavimento, possuírem maiores áreas de panos de laje, pois há um recuo no segundo pavimento de 2,00 metros.

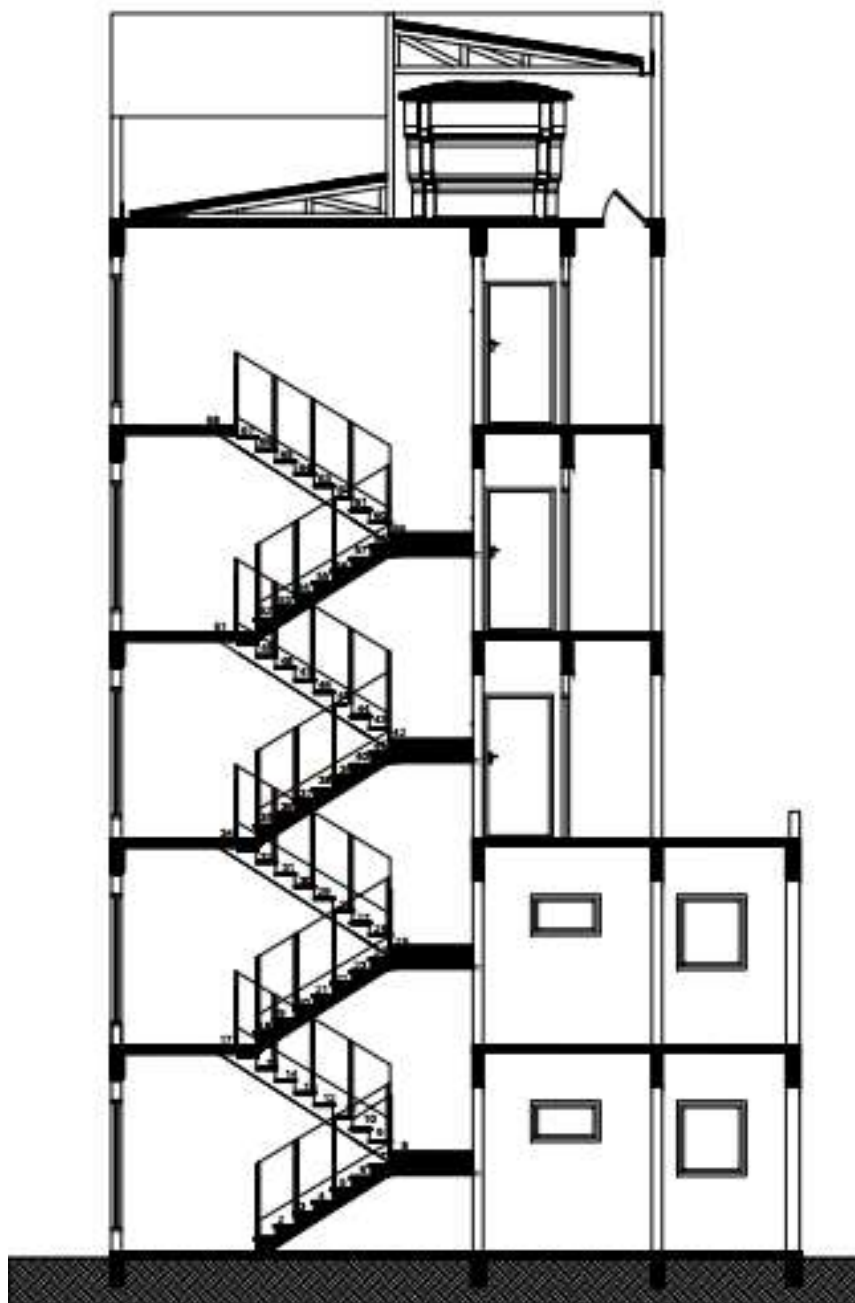


Figura 27: Corte frontal arquitetônico - Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

A Figura 28 mostra o corte lateral esquerdo do edifício, porém não consta a parte do elevador devido ao corte ser perpendicular as janelas das escadarias.

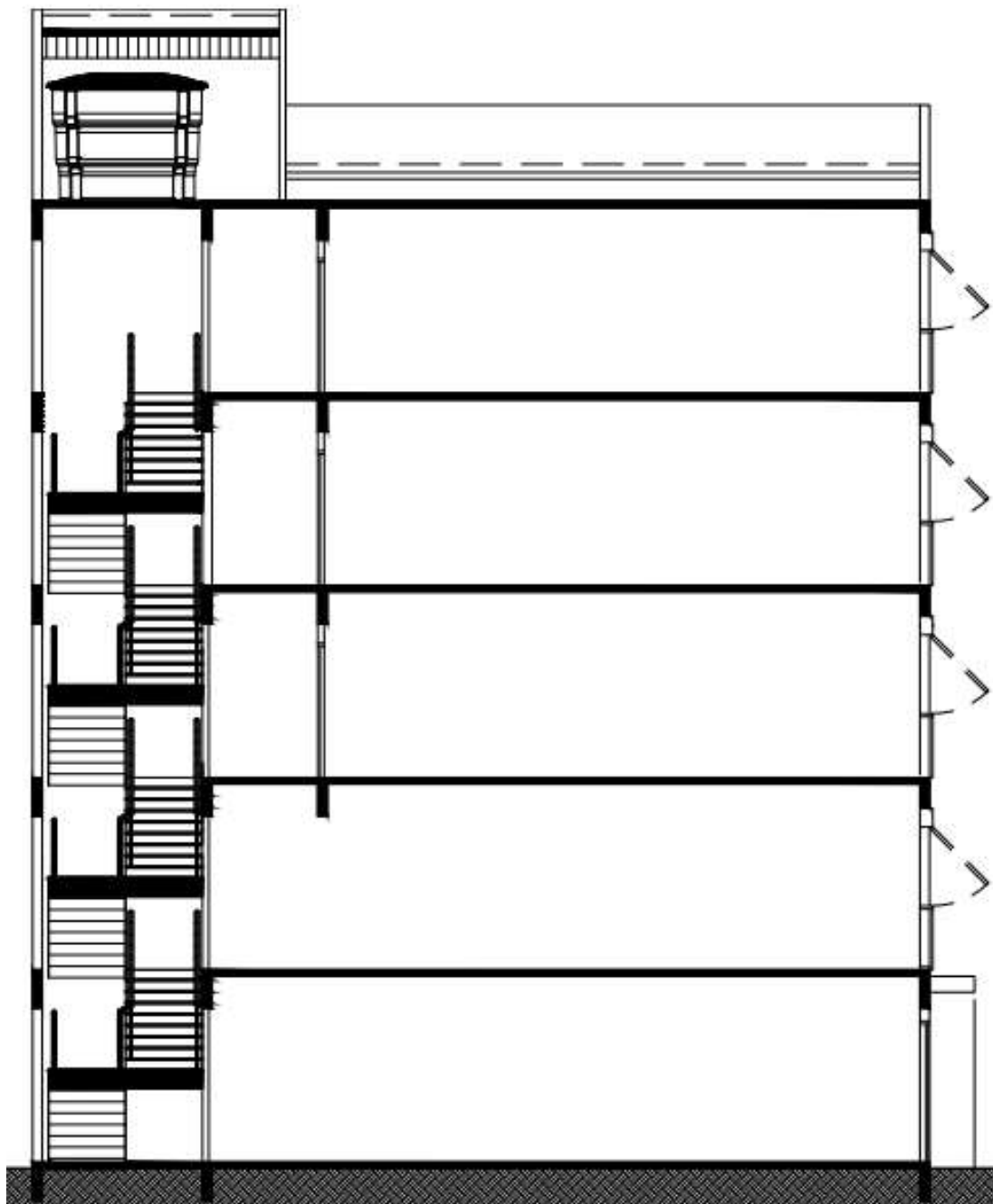


Figura 28: Corte lateral arquitetônico - Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

Na Figura 29 temos a planta do projeto arquitetônico do primeiro e segundo pavimento, que no estrutural são diferentes, é possível notar a linha de projeção do pavimento superior a direita mostrando a diferença dos pavimentos.

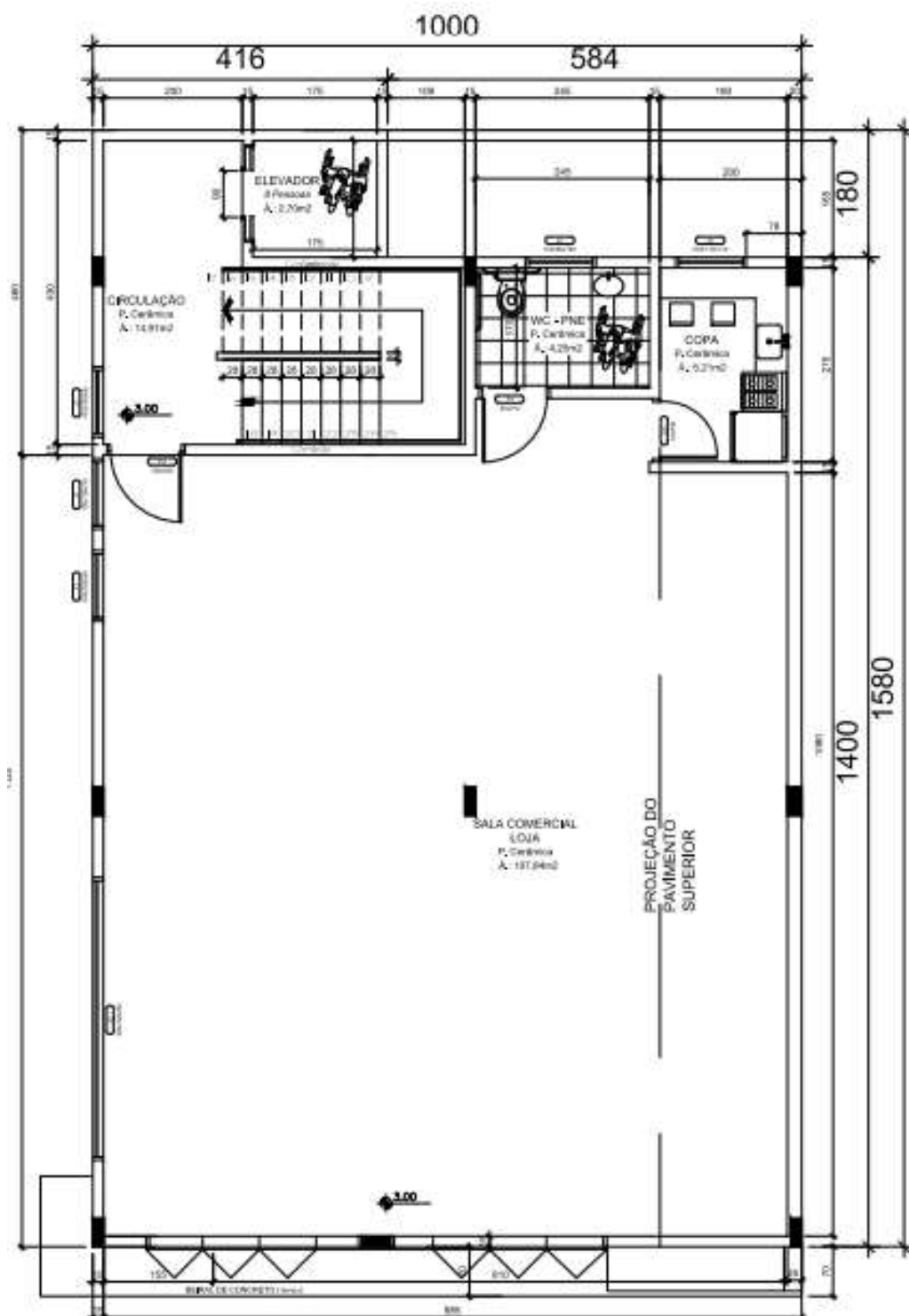


Figura 29: Planta baixa arquitetônica - 1º e 2º pavimento - Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

A imagem exibida na Figura 30 mostra a planta do terceiro e do quarto pavimento e também o do pavimento de cobertura, que são pavimentos tipo.

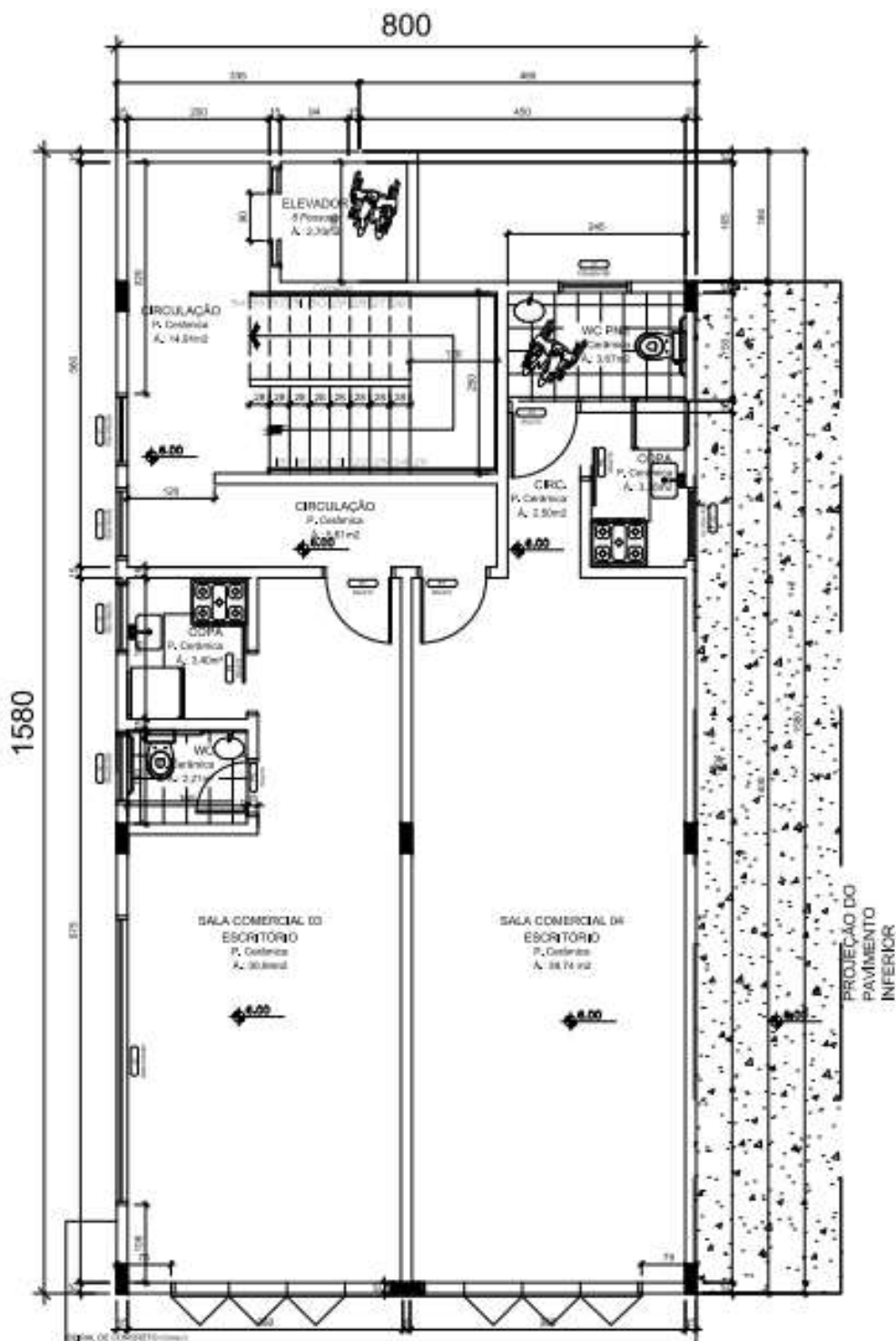


Figura 30: Planta baixa arquitetônica – 3º e 4º pavimento – Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

A Figura 31 mostra a fachada do sistema estrutural em que o edifício foi executado, em estrutura pré-fabricada de concreto armado, podemos visualizar as vigas com dentes gerber, pilares com consoles e vigas de transição suportando pilares.

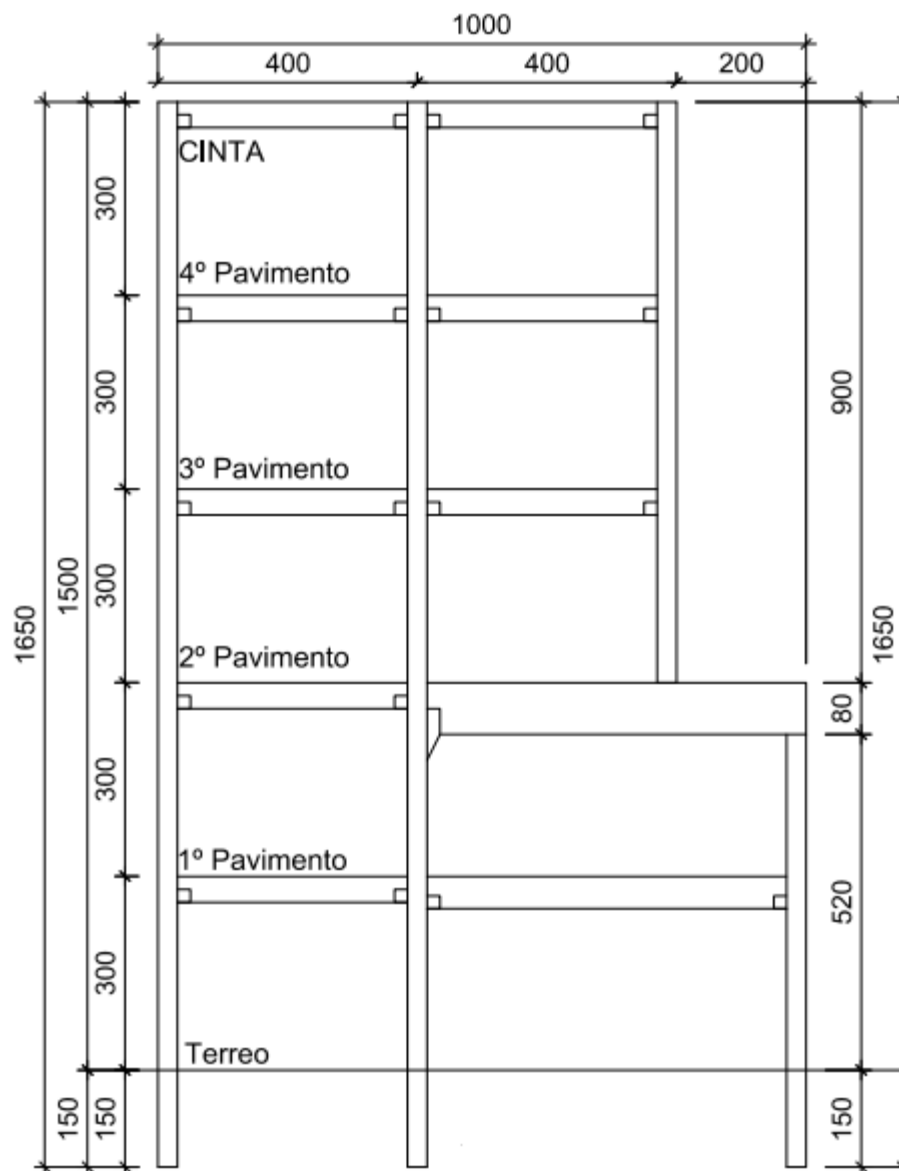


Figura 31: Elevação frontal das fôrmas da estrutura - Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

Pode se perceber que no térreo não existem vigas, pois no projeto recebido o engenheiro responsável executaria as vigas baldrame *in loco* e a laje do térreo também seria executada *in loco*, diretamente sobre as vigas baldrame e o solo compactado.

Na planta apresentada na Figura 32 nota-se que há pilares e vigas hachuradas, os quais seriam produzidos in loco, para a parte do elevador do edifício, que seria executado com laje maciça, então não se contabiliza essa área no projeto.

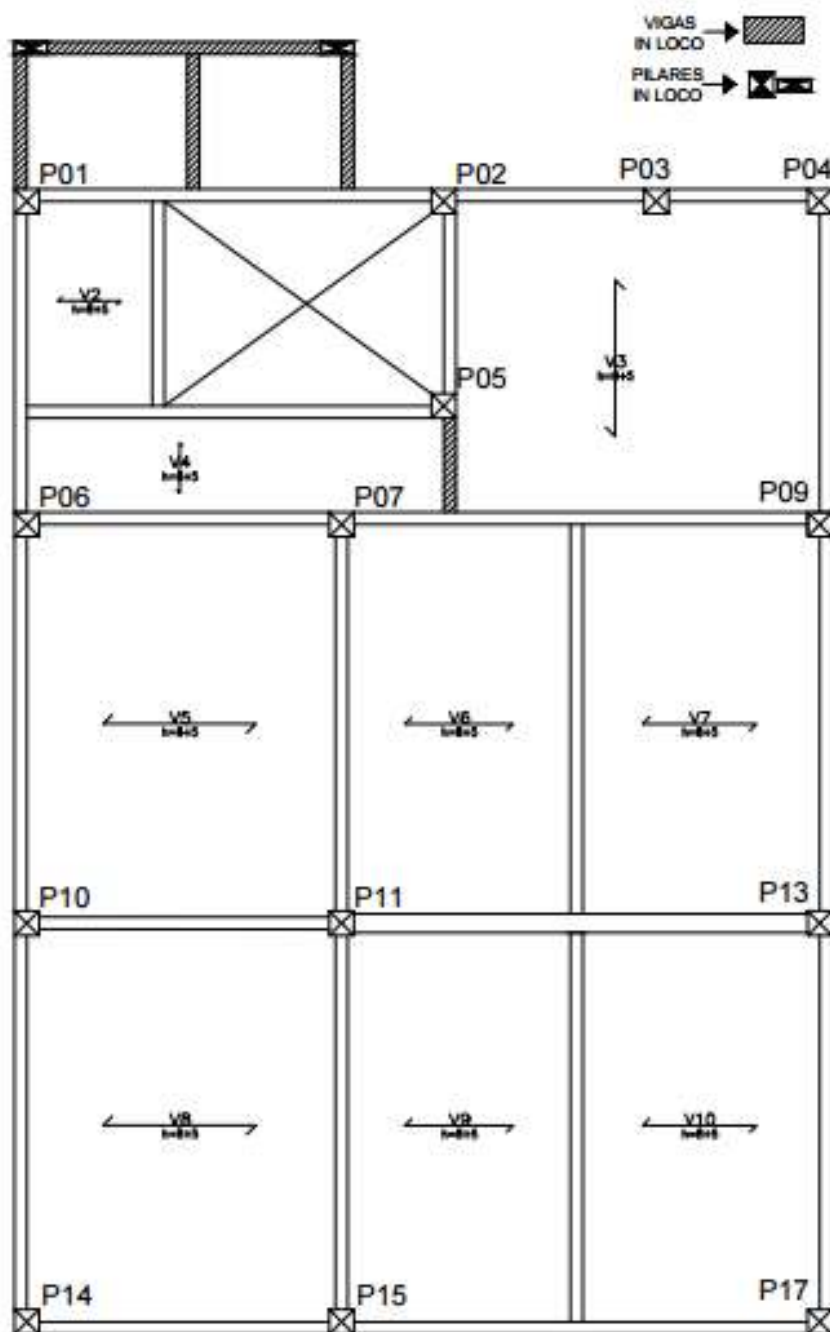


Figura 32: Planta de forma de vigas – 1º pavimento – Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

Na planta da Figura 33 nota-se vigas de dimensões muito maiores do que a do primeiro pavimento, como as vigas estão centradas nos eixos dos pilares as vigotas dos vãos entre P10 a P11, P11 a P12 e P12 a P13, possuem as mesmas medidas que as do primeiro pavimento, caso não fossem centradas as medidas mudariam, o que será exibido adiante no estudo do próximo pavimento.

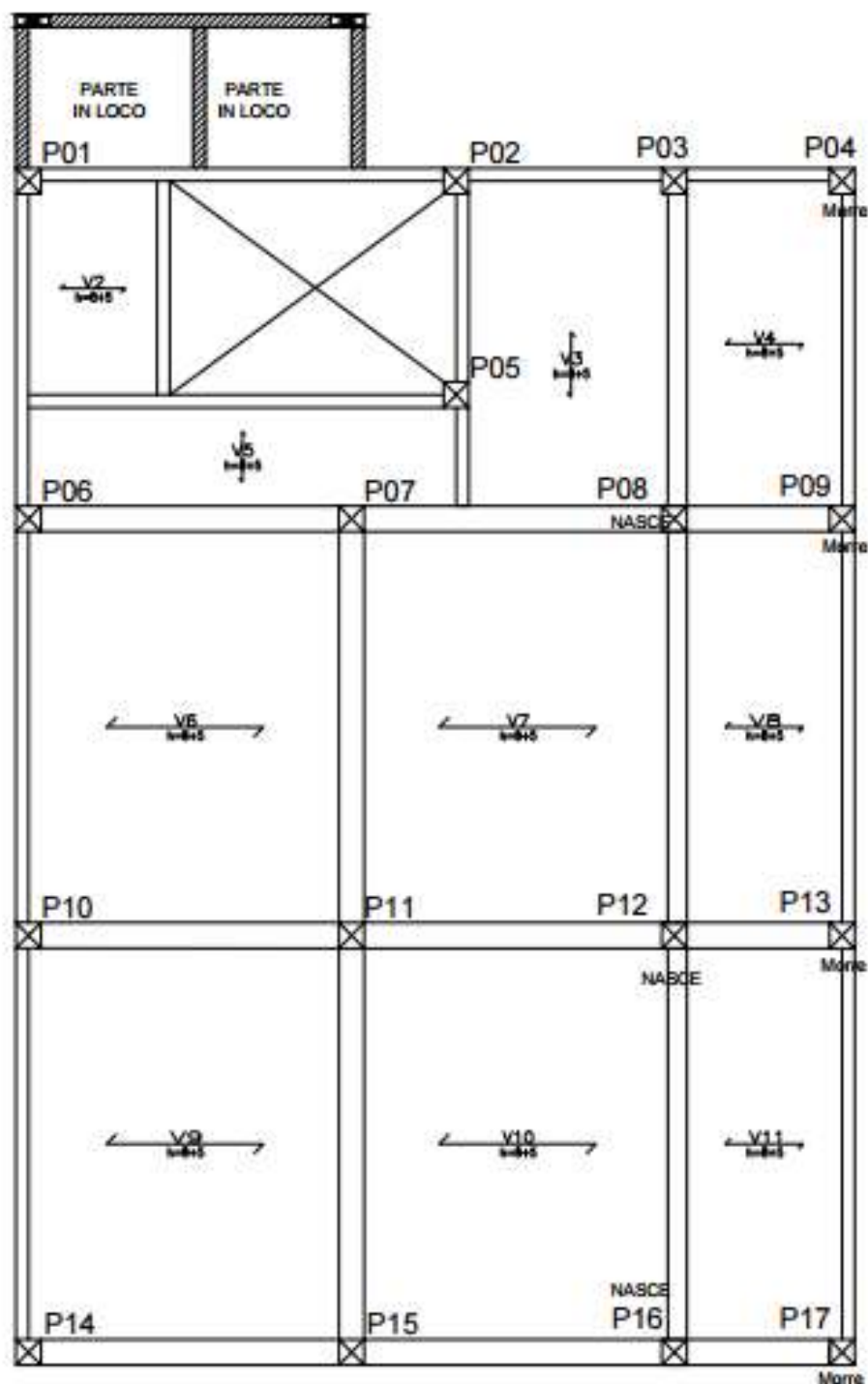


Figura 33: Planta de forma de vigas – 2º pavimento – Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

A Figura 34 mostra os pavimentos tipo do terceiro e quarto pavimento, pavimento tipo é a termo utilizado quotidianamente para referenciar em um edifício andares que se repetem exatamente iguais, no caso deste edifício apenas o terceiro e o quarto são iguais, a cobertura possui outra configuração de vigas e lajes e no caso do primeiro e do segundo pavimento, mesmo havendo uma grande semelhança, isso não ocorre devido as vigas de transição do segundo pavimento.

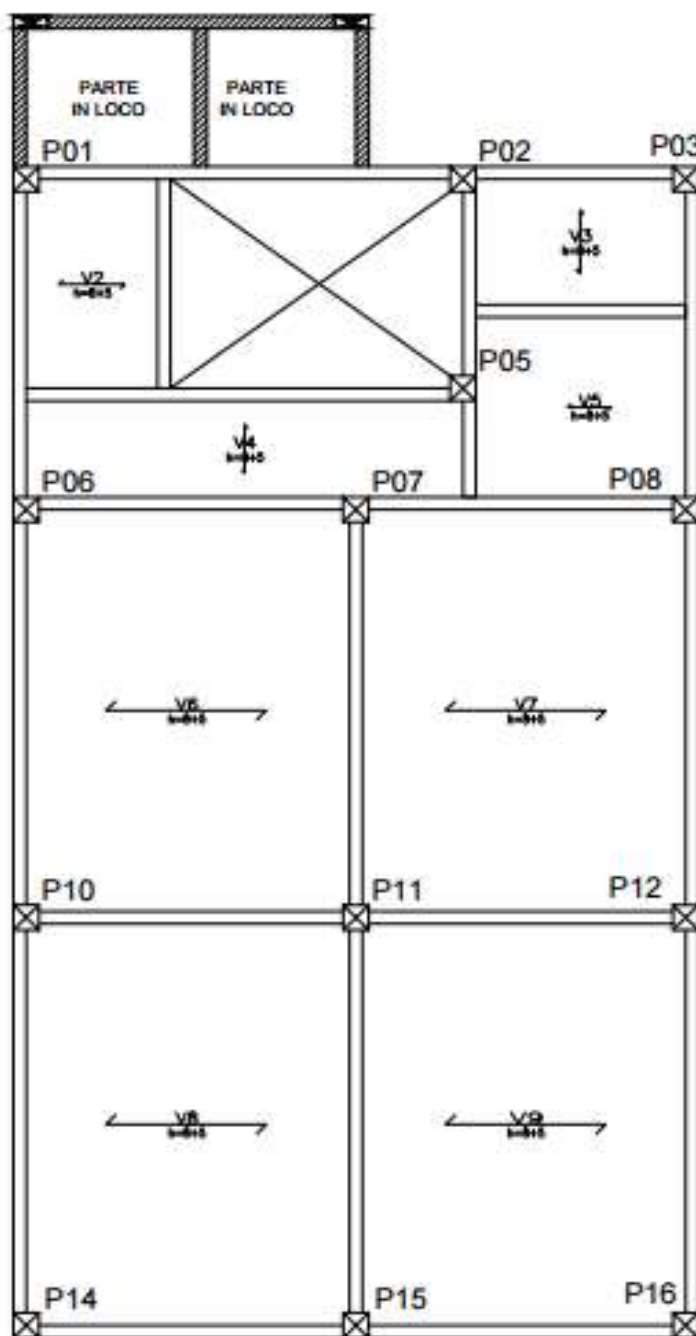


Figura 34: Planta de forma de vigas – 3º e 4º pavimento – Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

A Figura 35 mostra o pavimento da cobertura, sua estrutura é diferente da estrutura do terceiro e do quarto pavimento o que leva a uma configuração diferente de vigas e lajes, também há uma viga de transição entre P01 e P02 onde nasce um pilar.

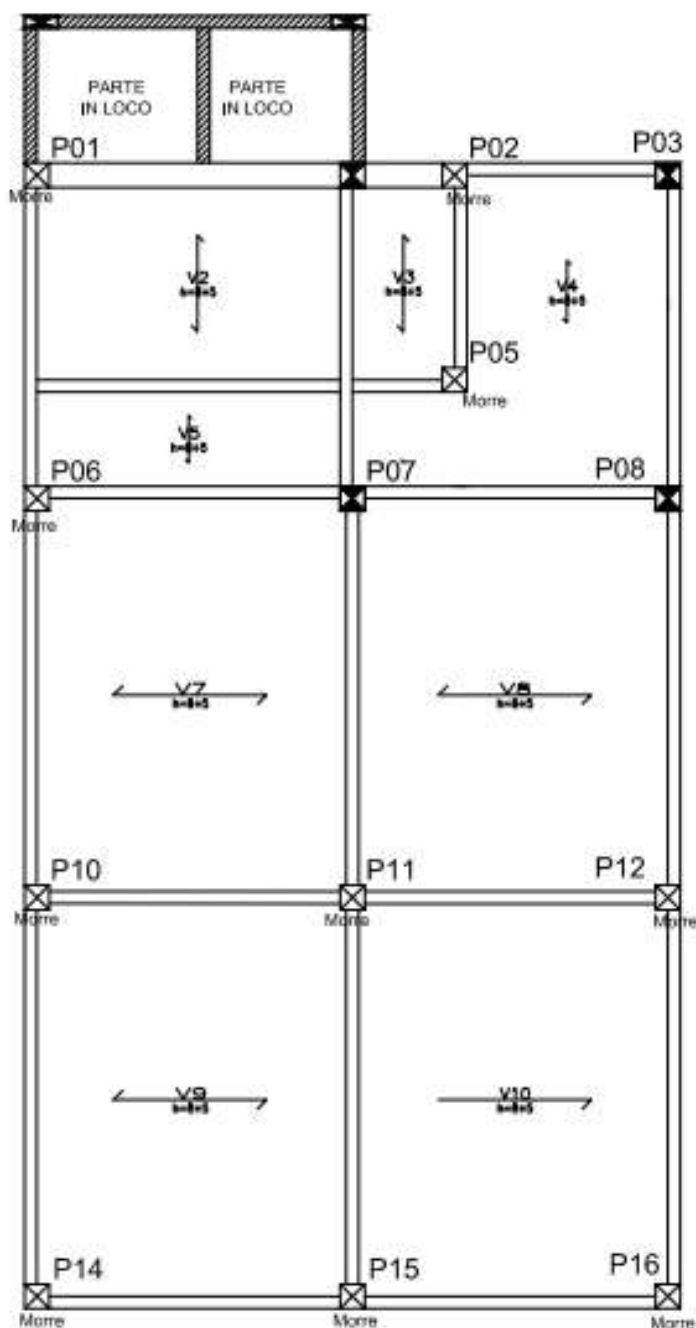


Figura 35: Planta de forma de vigas – Cobertura – Edifício LVPT
Fonte: Adquirida pelos autores.

3.3 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DAS LAJES

Para o levantamento primeiramente analisou-se a área de projeto de cada pavimento e a partir das áreas se estipula as quantidades de material e mão de obra necessária para a execução da laje.

3.3.1 Levantamento LMS

Para o projeto do edifício escolhido foram coletadas as áreas de panos de lajes de cada pavimento conforme o projeto de fôrmas que são provindas do projeto estrutural, o qual o engenheiro elabora, para então se quantifica qual o volume de concreto, a quantidade de escoras, fôrmas e aço necessários que cada pano de laje vai necessita. Na Figura 36, na próxima página, são representados os panos de laje, por circunferências com a altura exigida de cada pano de laje.

Na Figura 36, podemos notar que existem locais sem as circunferências, pois provavelmente serão locais de elevador, escada ou a rampa de entrada e saída da garagem no subsolo. No caso deste projeto todas os panos de laje foram exigidos com 12cm de altura.

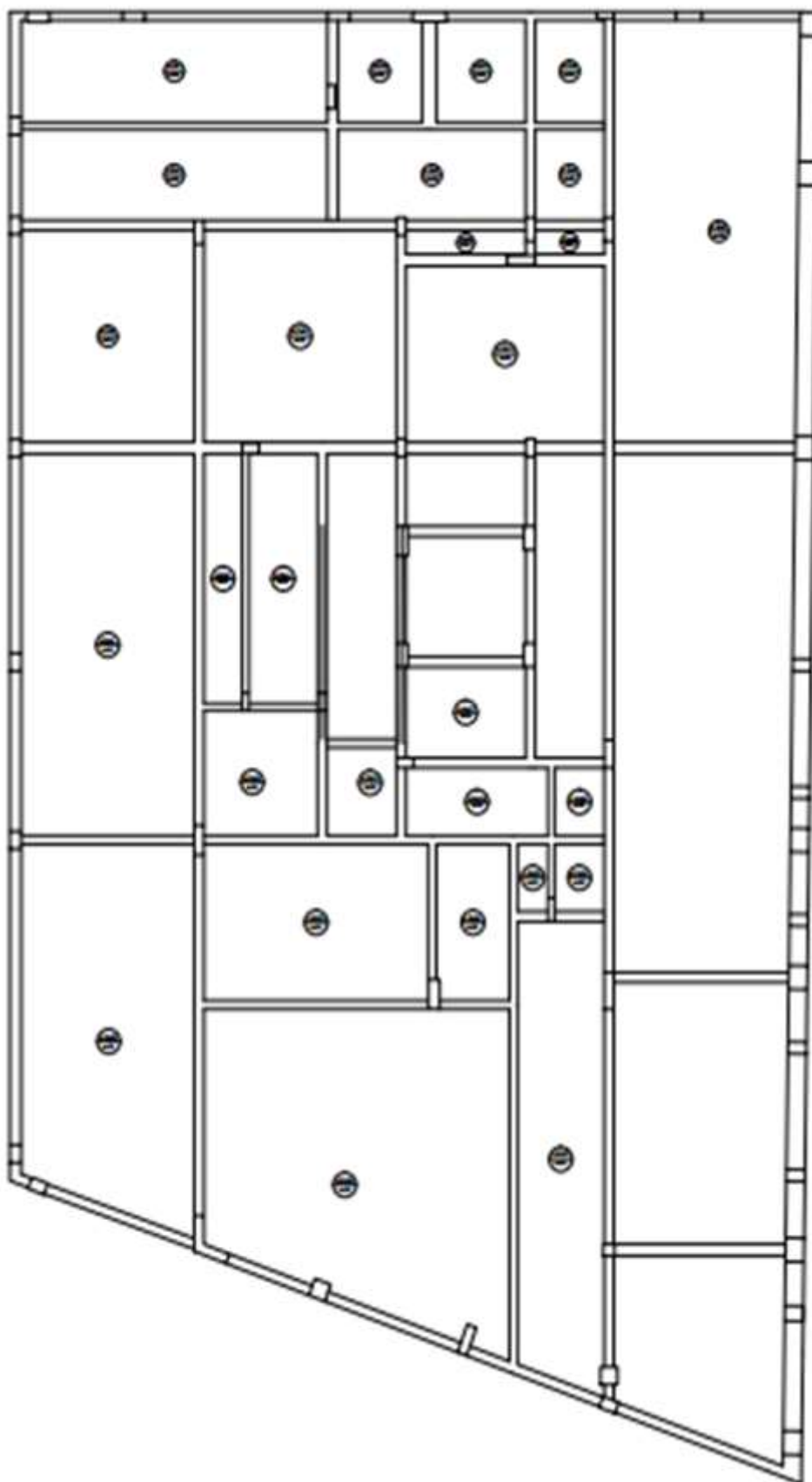


Figura 36: Planta de panos de laje – 1º Pavimento – Edifício LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

Na Figura 37 nota-se que existem locais sem as circunferências, como no exemplo anterior, pois provavelmente serão locais de elevador, escada ou vazados. No caso deste projeto todas os panos de laje também foram exigidos com 12cm de altura.

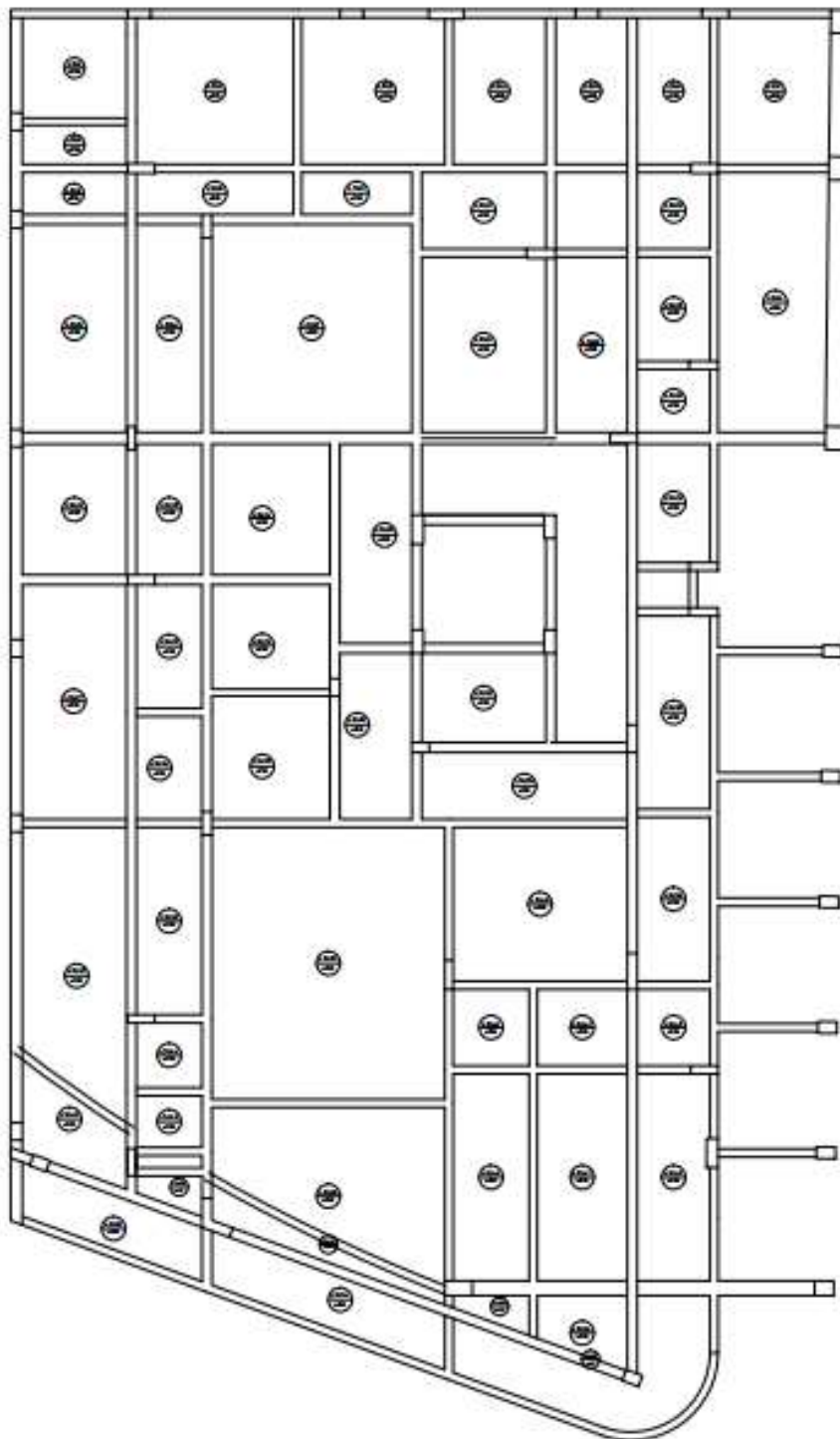


Figura 37: Planta de panos de laje – 2º Pavimento – Edifício LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

A Figura 38, prossegue a mesma ideia, observa-se os vãos onde não haverá laje, para elevador e escadas, as quais são montadas juntamente as lajes, mas não são enfoque da pesquisa. Os pavimentos tipo incluem a cobertura.

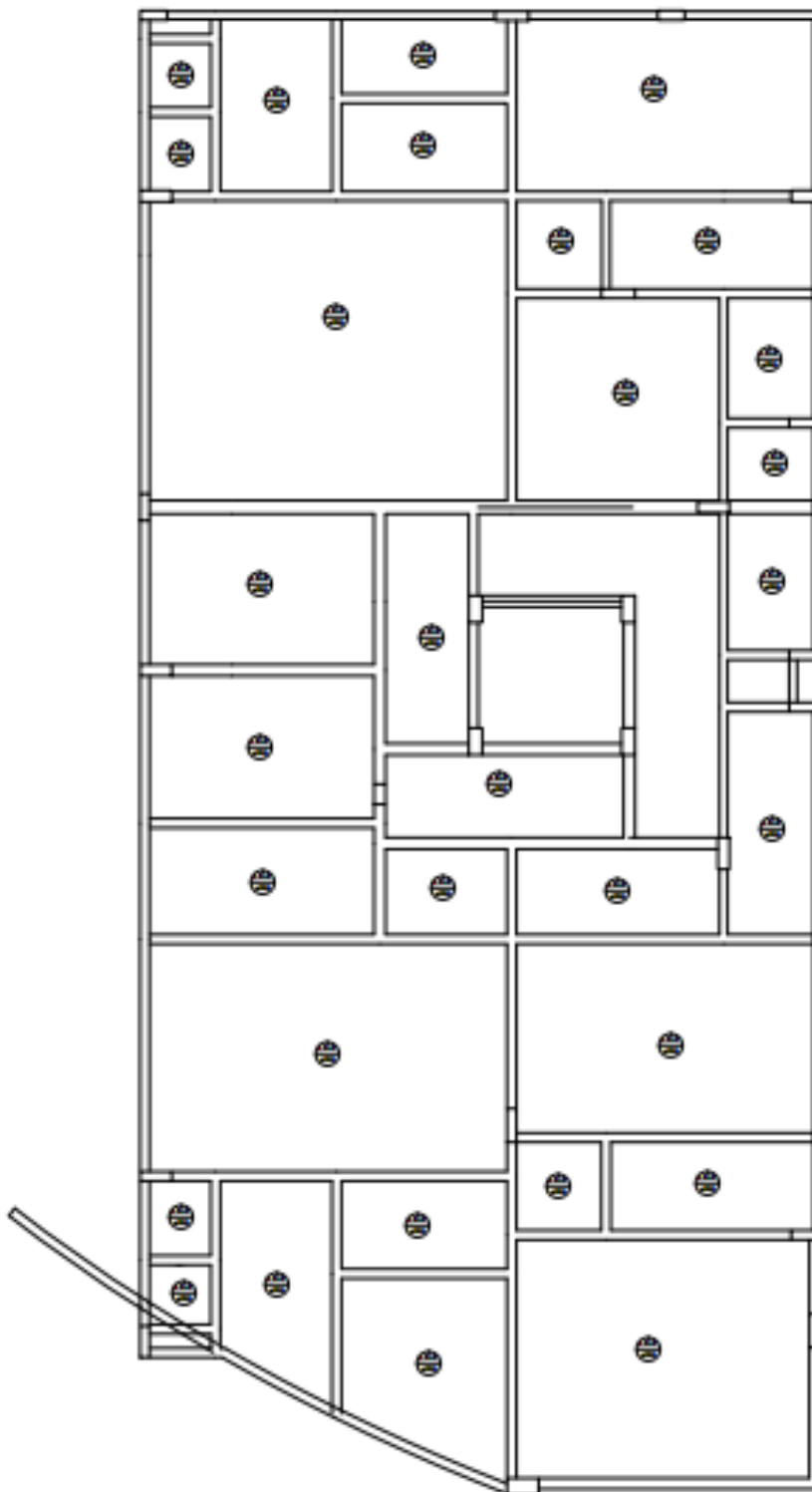


Figura 38: Planta de panos de lajes – Pavimento tipo – Edifício LMS
Fonte: Adquirida pelos autores.

3.3.2 Levantamento LVPT

Para o projeto do edifício escolhido se faz o lançamento das vigotas conforme o projeto de fôrmas que são providas do projeto estrutural que o engenheiro elabora, para então se quantificar o volume de concreto, a quantidade de preenchimentos, escoras, aço, e vigotas em metros corridos que cada pano de laje vai necessitar.

No primeiro pavimento, na Figura 39, foram necessárias 94 peças, variando entre 1,45 e 4,10 metros e totalizando 289,40 metros corridos de laje pré-fabricada.

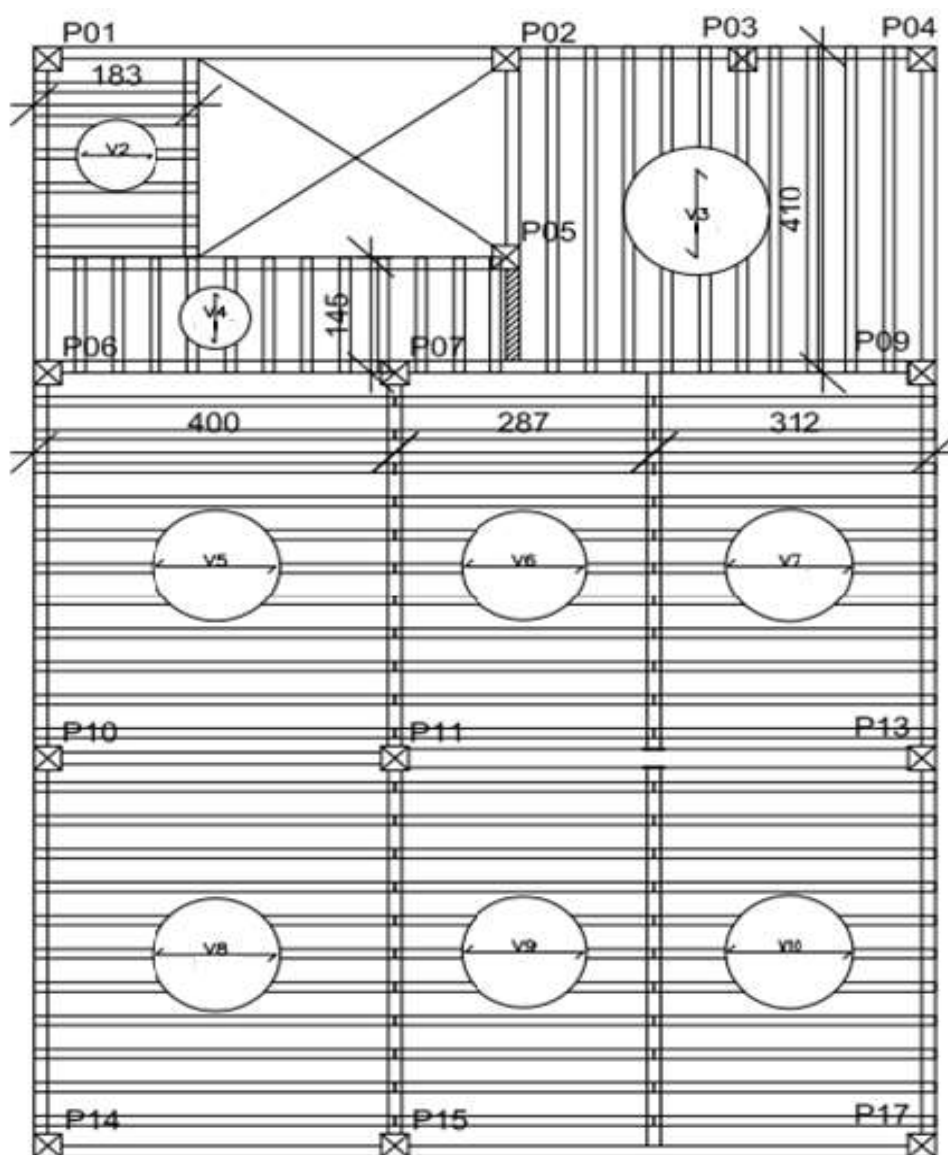


Figura 39: Planta de forma de vigotas – 1º Pavimento
Fonte: Adquirida pelos autores.

No segundo pavimento, conforme a Figura 40, foram necessárias 98 peças, variando entre 1,45 e 4,10 metros e totalizando 288,95 metros corridos de laje pré-fabricada, pois o layout difere do primeiro pavimento.

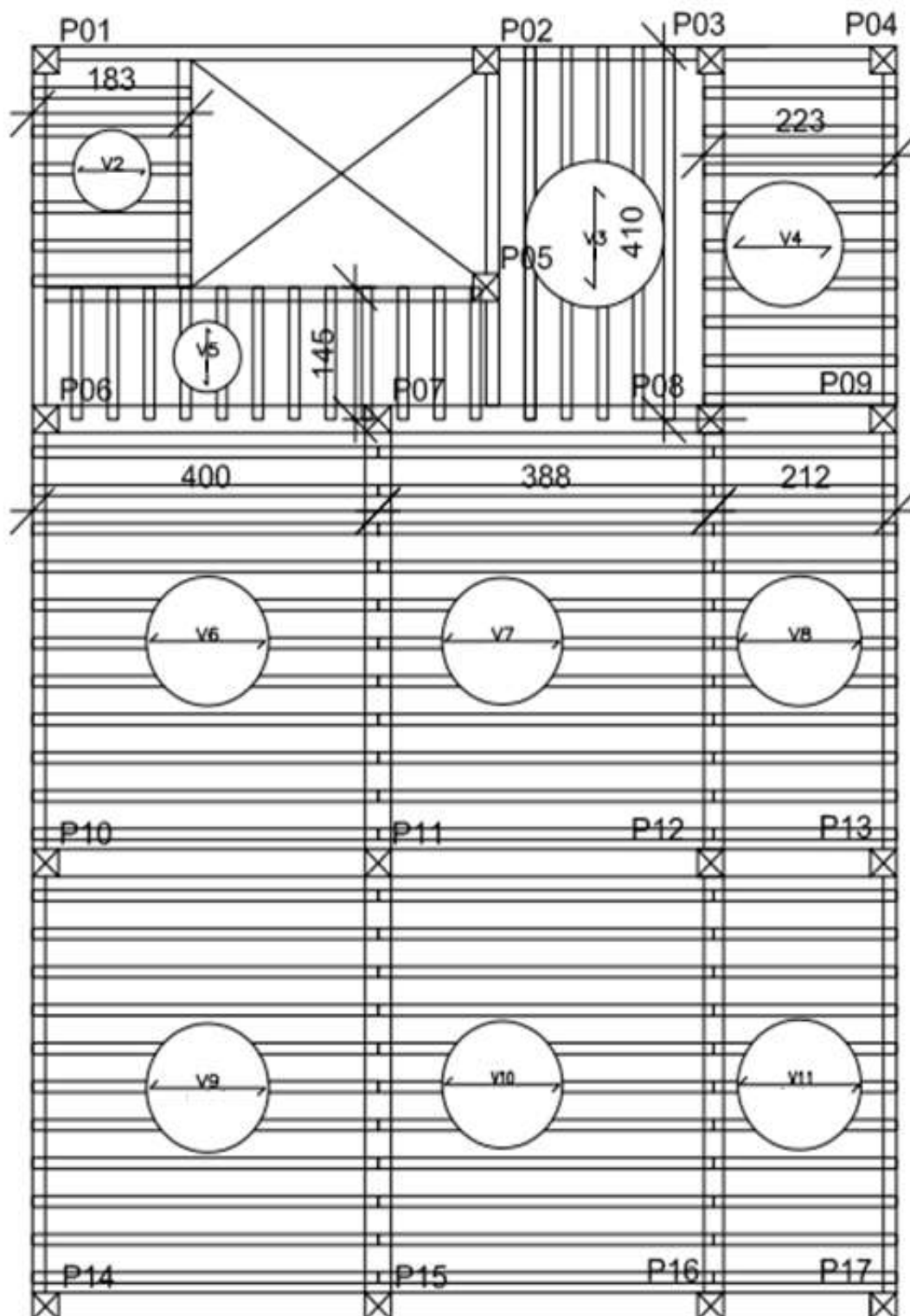


Figura 40: Planta de fôrmas de vigotas – 2º Pavimento
Fonte: Adquirida pelos autores.

No terceiro e no quarto pavimento, conforme a Figura 41, foram necessárias 72 peças, variando entre 1,45 e 4,00 metros e totalizando 227,08 metros corridos de laje pré-fabricada por pavimento, pois o layout é exatamente o mesmo, sendo eles pavimentos tipo.

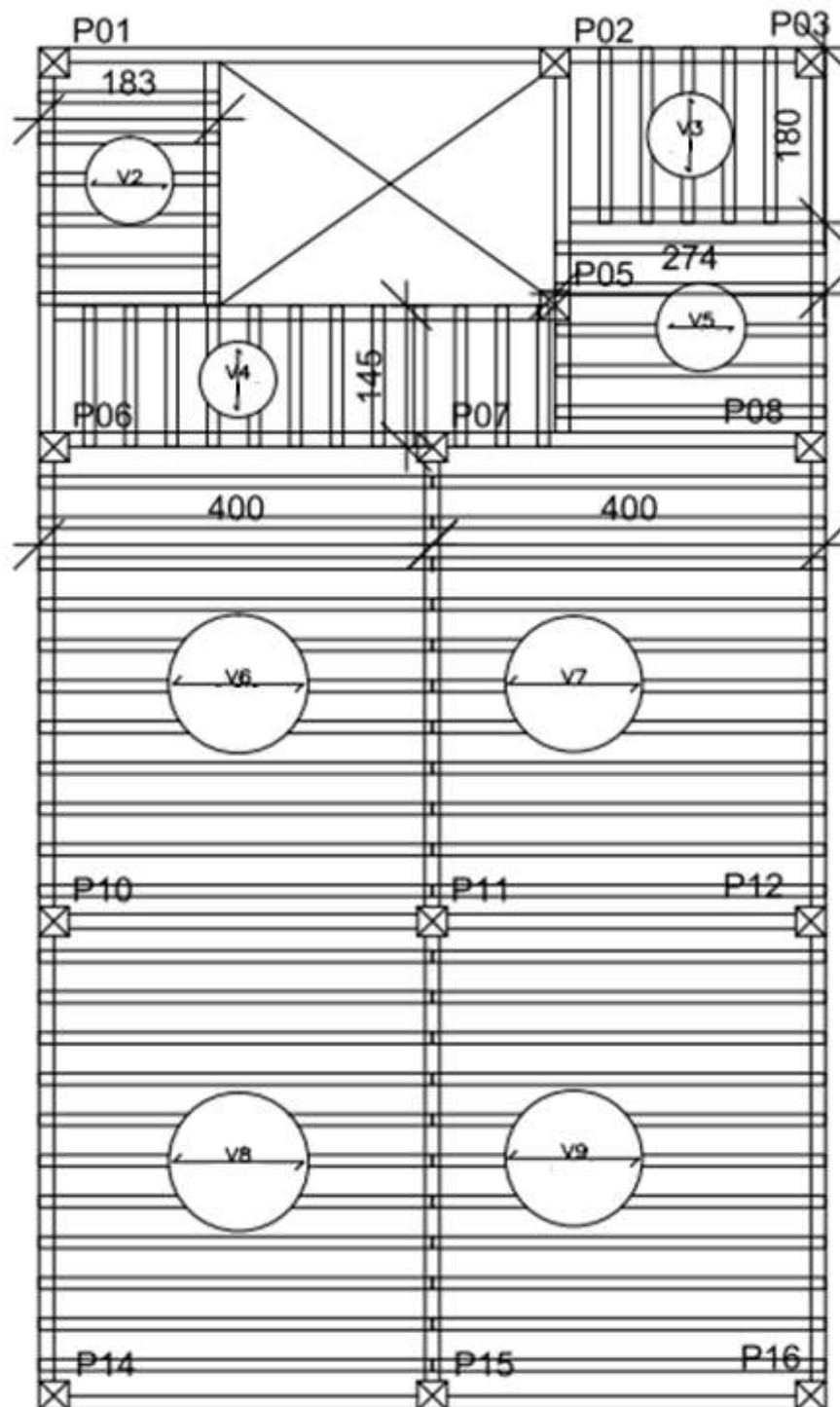


Figura 41: Planta de fôrmas de vigotas – 3º e 4º Pavimento
Fonte: Adquirida pelos autores.

No pavimento de cobertura, conforme a Figura 42, foram necessárias 71 peças, variando entre 1,37 e 4,00 metros e totalizando 241,60 metros corridos de laje pré-fabricada, mesmo sendo pavimento tipo o layout da estrutura muda, o que muda também a quantidade de peças e comprimentos necessários.

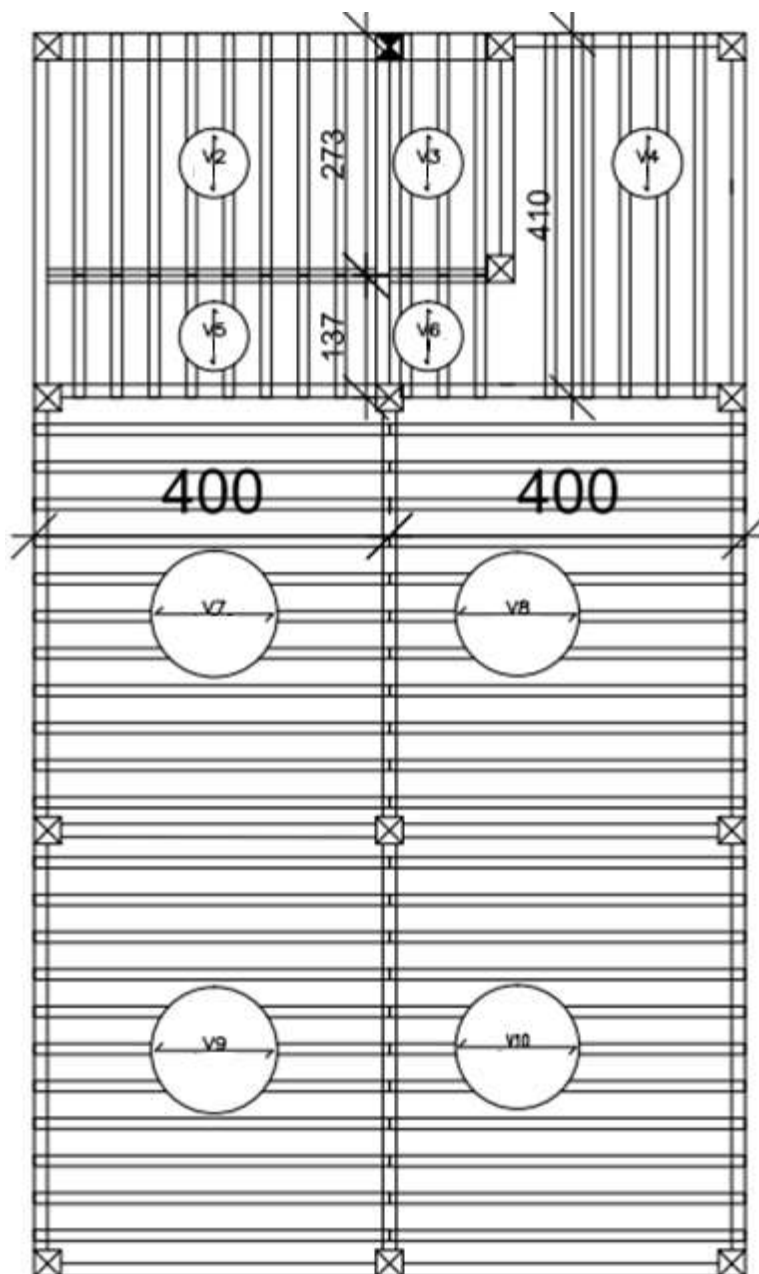


Figura 42: Planta de fôrmas de vigotas – Cobertura
Fonte: Adquirida pelos autores.

No total dos 4 pavimentos, pois o térreo seria executado *in loco*, foram necessárias 335 vigotas pré-fabricadas, com comprimento entre 1,37 e 4,10 metros, totalizando 1274,11 metros corridos.

3.4 ESTUDOS DE COMPOSIÇÕES E CUSTOS

Como o estudo têm como foco o município de Pato Branco, os custos foram embasados nas tabelas que a resolução conjunta SEIL/PRED de 25 de agosto de 2014, que servem como base para custos da construção civil no estado do Paraná, sendo elas:

- Tabela de Custos de Insumos de Edificações;
- Tabela de Custos de Serviços de Edificações;
- Tabela de Composições de Serviços de Edificações;

Além destas tabelas foram desenvolvidas tabelas de composições próprias, foram orçados serviços e insumos em empresas do município de Pato Branco-PR visando chegar a um valor similar com os custos reais da obra e os custos estipulados pelas tabelas. Foram retirados dados dos projetos para desenvolver tabelas de cálculos e quantificação de materiais necessários para a execução de cada obra, para então posteriormente solicitar orçamentos com empresas de cada seguimento envolvido na execução de cada laje.

Primeiramente, nas tabelas da SEIL, foi averiguado que a composição da laje maciça acontece separadamente em três parcelas: fôrmas; concreto; e armadura. A parcela de armadura é dividida em aço CA-50 e aço CA-60.

Para o custo da composição final da laje maciça houve a necessidade de buscar nas tabelas da SEIL a Tabela 1, com a parcela de fôrmas. A mesma é apresentada em reais por metro quadrado, então não houve necessidade de transformá-la.

Tabela 1: Composição de fôrmas da LMS – SEIL/PRED

COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO DE FÔRMAS PARA LAJE MACIÇA – E=12CM (M²)						
84219	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, DE 1,10 X 2,20, ESPESSURA = 12MM, 05 UTILIZAÇÕES. (FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM - INCLUSIVE ESCORAMENTO)	M ²	CONS. UNIT.	R\$ UNIT	R\$/M ²	%
88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,190	14,37	2,73	10,41%
88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,750	17,50	13,13	50,06%
1347	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *1,10 X 2,20* M, E = 12 MM	M ²	0,250	17,35	4,34	16,54%
2692	DESMOLDANTE PARA FORMA DE MADEIRA	L	0,006	8,94	0,05	0,20%
4491	PEÇA DE MADEIRA NATIVA/ REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NÃO APARELHADA (P/FORMA)	M	0,620	3,24	2,01	7,66%
4506	PEÇA DE MADEIRANATIVA/REGIONAL 2,5 X 10CM (1X4") NÃO APARELHADA (SARRAFO P/FORMA)	M	0,330	2,01	0,66	2,53%
5068	PREGO POLIDO COM CABEÇA 17 X 21	KG	0,260	7,11	1,85	7,05%
6189	TÁBUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NÃO APARELHADA	M	0,180	8,07	1,45	5,54%
TOTAL				R\$ 26,22	100,00%	

Fonte: CSE - Com Desoneração. SEIL/PRED. Agosto 2014.

Na composição de fôrmas considera-se que há o reaproveitamento de até cinco vezes de todos os insumos, separadamente dos serviços como carpinteiro e servente, devido não somente ao fato de as fôrmas permitirem reuso, mas de os pavimentos serem semelhantes, no caso do objeto de estudo de LMS.

Na Tabela 2, é representada a composição da parcela que o concreto compõe na LMS, observando-se a espessura de laje de 12cm e os serviços necessários para a execução da concretagem da laje.

A composição é dada em metros cúbicos, então foi necessário ajustar a tabela para a obtenção em reais por metro quadrado, para isso foi necessário levantar a área que um metro cúbico de concreto preenche, como a laje possui

espessura de 12cm, dividimos 1m³ por 0,12m resultando num fator de 8,333... que divide os valores da tabela da SEIL, para a obtenção final em reais por metro quadrado.

Tabela 2: Composição de concreto da LMS – SEIL/PRED

COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO DE CONCRETO USINADO PARA LAJE MACIÇA – E=12CM (M²)						
74138/2	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	M ²	CON S. UNIT	R\$ UNIT	R\$ TOTAL/ M ²	%
88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,072	17,50	1,26	3,31%
88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,072	17,50	1,26	3,31%
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,072	17,50	1,26	3,31%
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,192	14,09	2,71	7,11%
1524	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 20 MPA (INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO)	M ³	0,126	250,00	31,51	82,84%
10485	VIBRADOR DE IMERSÃO C/ MOTOR ELÉTRICO 2HP MONOFÁSICO QUALQUER DIAM C/ MANGOTE	H	0,036	1,08	0,04	0,10%
TOTAL					R\$ 38,04	100,00%

Fonte: CSE - Com Desoneração. SEIL/PRED. Agosto 2014.

A Tabela 3 segue representando a composição da parcela de aço CA-50 das armaduras necessárias na LMS, a qual é fornecida pela SEIL utilizando-se do valor em reais por quilo de aço, então para o ajuste da tabela para reais por metro quadrado foi necessário obter os valores em quilos de aço para a execução da laje através do quantitativo, então os valores foram divididos pela área de lajes a serem produzidas, obtendo-se um coeficiente de 1,37kg/m² de aço CA-50 que foi utilizado como fator de conversão de reais por quilo para reais por metro quadrado, adequando a tabela para a comparação correta.

Tabela 3: Composição de aço CA-50 da LMS – SEIL/PRED

COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO DA ARMADURA (CA-50) PARA LAJE MACIÇA – E=12CM (M²)							
74254/2	ARMAÇÃO AÇO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM (1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE / DOBRA / COLOCAÇÃO.	KG	CONS. UNIT.	R\$ UNIT	R\$/KG	R\$/M²	%
88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,10	10,37	1,04	1,42	15,71%
88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,10	17,50	1,75	2,40	26,51%
33	AÇO CA-50, 6,3 MM, VERGALHÃO	KG	1,00	3,59	3,59	4,92	54,38%
337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,03 KG/M)	KG	0,03	7,49	0,22	0,31	3,40%
TOTAL						R\$ 9,05	100,00%

Fonte: CSE - Com Desoneração. SEIL/PRED. Agosto 2014.

A Tabela 4 representada a composição da parcela de aço CA-60 das armaduras necessárias na LMS necessitou dos mesmos ajustes da Tabela 3, porém o coeficiente de aço CA-60 obtido foi de 2,53kg/m², então a tabela se adequou para a comparação.

Tabela 4: Composição de aço CA-60 da LMS – SEIL/PRED

COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO DA ARMADURA (CA-60) PARA LAJE MACIÇA – E=12CM (M²)							
73942/2	ARMAÇÃO DE AÇO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM.- FORNECIMENTO / CORTE / DOBRA / COLOCAÇÃO.	KG	CONS. UNIT.	R\$ UNIT	R\$/KG	R\$/M²	%
88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,10	17,50	1,75	4,43	26,55%
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,10	10,37	1,04	2,63	15,73%
39	AÇO CA-60, 5,0 MM, VERGALHÃO	KG	1,00	3,58	3,58	9,06	54,31%
337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,03 KG/M)	KG	0,03	7,49	0,22	0,56	3,41%
TOTAL						R\$ 16,68	100,00%

Fonte: CSE - Com Desoneração. SEIL/PRED. Agosto 2014.

Somando-se os valores das quatro tabelas anteriores, chega-se ao custo unitário por metro quadrado final, dado pela SEIL, totalizando um custo final de R\$89,99. Na Figura 43, o gráfico com os valores de cada parcela e o geral.

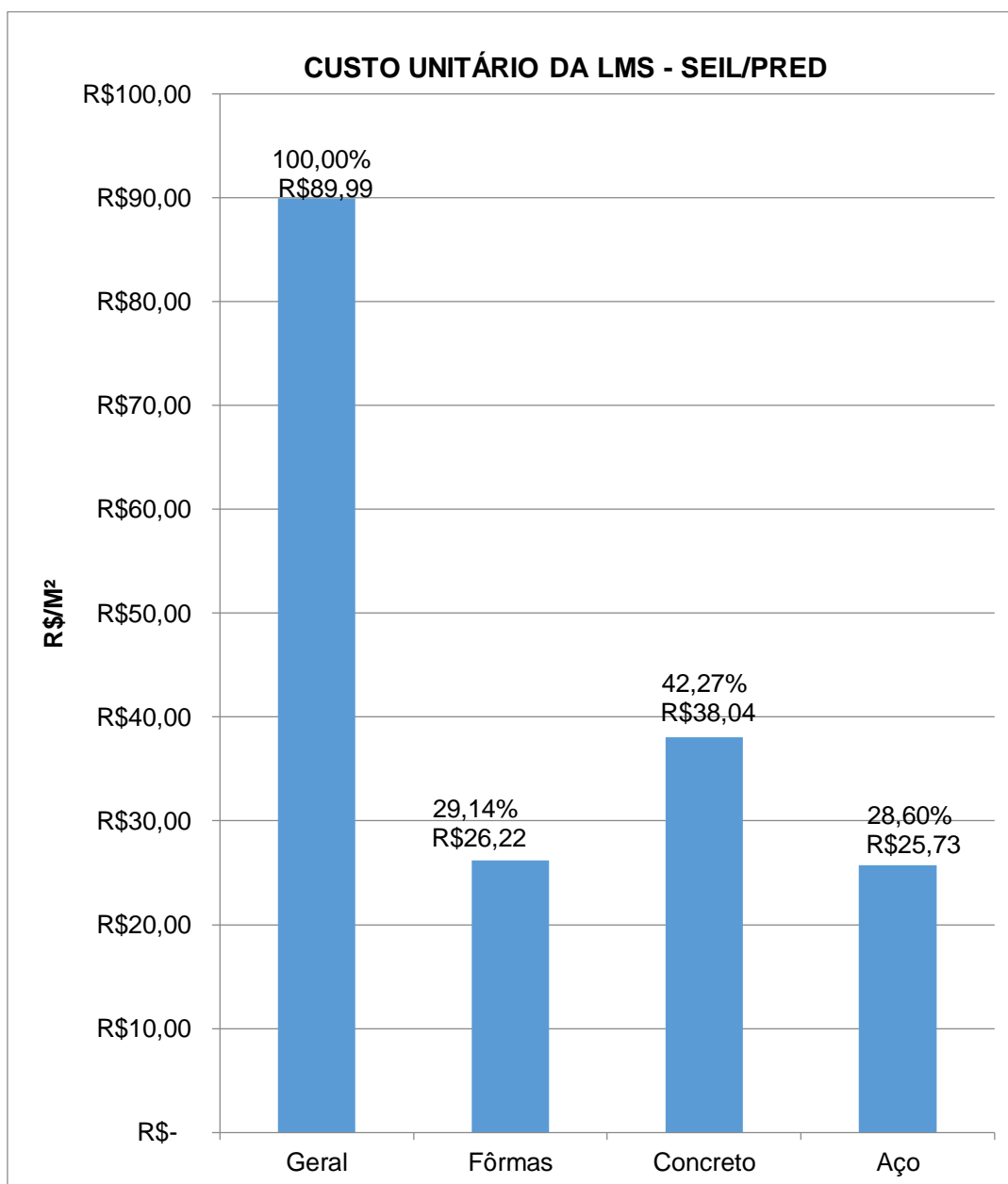


Figura 43: Gráfico – Custo unitário LMS – Tabela SEIL/PRED
Fonte: Elaborada pelos autores.

Para a LVPT na tabela SEIL a composição é explanada em apenas uma tabela, essa contendo todos os insumos e serviços necessários para a execução da mesma, diferentemente da LMS. A Tabela 5 segue com os dados.

Tabela 5: Composição da LVPT – SEIL/PRED

COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO DA LAJE PRÉ-FABRICADA – E=12CM (M²)						
74202/2	LAJE PRÉ-MOLDADA P/PISO, SOBRECARGA 200KG/M2, VÃOS ATÉ 3,50M/E=8CM, C/LAJOTAS E CAP.C/CONC FCK=20MPA, 4CM, INTER-EIXO 38CM, C/ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	M²	CONS. UNIT.	R\$ UNIT	R\$/M²	%
73972/2	CONCRETO FCK=20MPA, VIRADO EM BETONEIRA, SEM LANÇAMENTO	M3	0,043	250,00	10,75	18,51%
74157/3	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO MANUAL DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	M3	0,043	30,64	1,32	2,27%
88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,160	14,37	2,29	3,96%
88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,160	17,50	2,80	4,82%
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,400	17,50	7,00	12,05%
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,440	14,09	6,20	10,67%
39	AÇO CA-60, 5,0 MM, VÉRGALHÃO	KG	0,471	3,58	1,69	2,90%
3743	LAJE PRÉ-MOLDADA DE PISO CONVENCIONAL SOBRECARGA 200KG/M2 VÃO ATÉ 3,50M	M²	1,000	23,50	23,50	40,46%
4491	PEÇA DE MADEIRA NATIVA/ REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NÃO APARELHADA (P/FORMA)	M	0,290	3,24	0,94	1,62%
5061	PREGO POLIDO COM CABEÇA 18 X 27	KG	0,030	7,24	0,22	0,37%
6189	TÁBUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NÃO APARELHADA	M	0,170	8,07	1,37	2,36%
TOTAL				R\$ 58.08	100,00%	

Fonte: CSE - Com Desoneração. SEIL/PRED. Agosto 2014.

Como a composição fornecida pela SEIL envolve todos os serviços e insumos, foram divididos de acordo com os elementos necessários de fôrma, concreto e aço, levando em conta como fôrmas as tabelas, vigotas e escoramento, o aço sendo o as malhas de reforço e o concreto da mesma maneira que a LMS, para

tornar possível a comparação parcial com a LMS, então foi criado o gráfico da Figura 44.

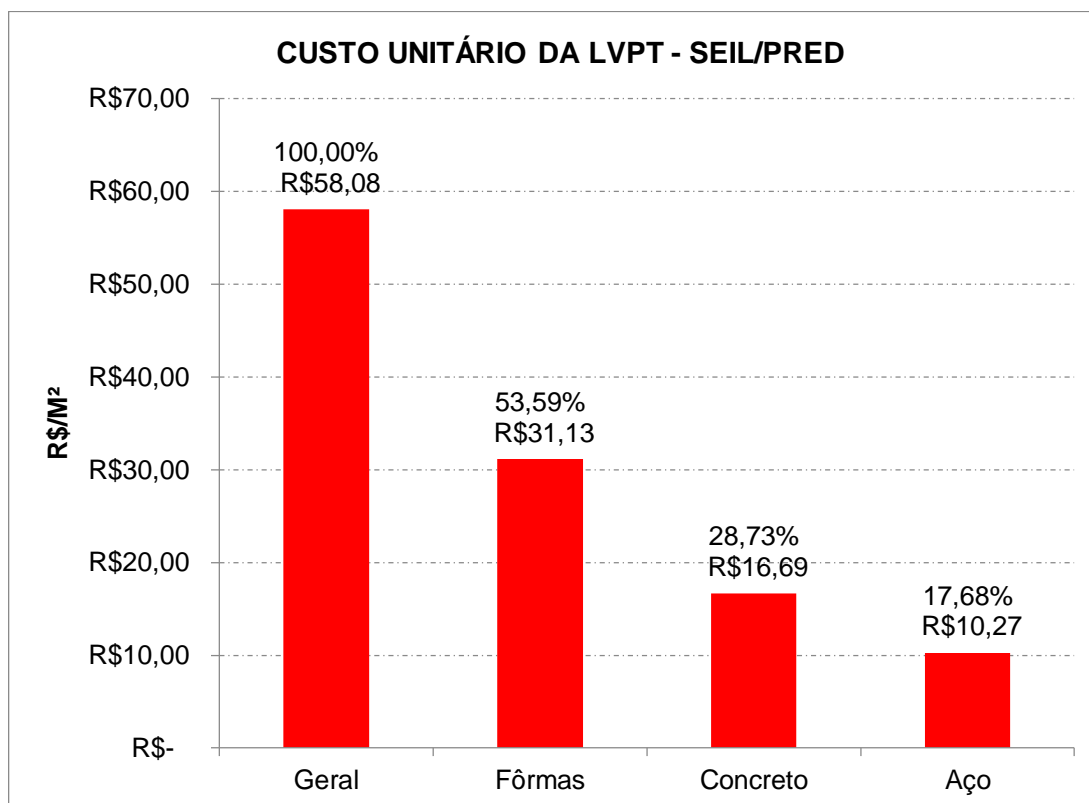


Figura 44: Gráfico – Custo unitário da LVPT – SEIL/PRED

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após coletar todos os dados provenientes das tabelas criadas pela SEIL/PRED partimos para o desenvolvimento da composição própria, para isso foram pesquisados os valores dos insumos a partir de orçamentos com duas ou mais empresas do município de Pato Branco, envolvidas no ramo da construção civil e para os serviços os valores foram embasados em preços de MDO fornecidos pelo SINTRACON, nos Anexos A e B, os mesmos utilizados pela SEIL.

Para o desenvolvimento das composições próprias, foi necessário o desenvolvimento de consumos unitários por metro quadrado de cada insumo e serviço a ser prestado, então utilizando os dados adquiridos em pesquisa de campo, para as fôrmas, tendo uma MDO composta por três carpinteiros e um ajudante de carpinteiro, foi desenvolvida a Tabela 6, onde a quantidade do total cada serviço e insumo foi dividida pela área total executada para a obtenção de um valor de consumo unitário por metro quadrado.

Tabela 6: Consumo unitário de insumos e serviços – LMS

CONSUMO UNITÁRIO DE INSUMOS E SERVIÇOS - LMS								
PAVIMENTO	M²	M² EM CADA PAVIMENTO					TOTAL	COEF
		209,95	231,9	167	167	167		
AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	46,82	51,71	37,24	37,24	37,24	210,26	0,223
CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	140,25	154,91	111,56	111,56	111,56	629,82	0,668
CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *1,10 X 2,20* M, E = 12 MM	M2	88,18	97,40	70,14	70,14	70,14	396,00	0,420
DESMOLDANTE PARA FORMA DE MADEIRA	L	2,10	2,32	1,67	1,67	1,67	9,43	0,010
PEÇA DE MADEIRA NATIVA/REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NÃO APARELHADA (P/FORMA)	M	321,22	354,81	255,51	255,51	255,51	1442,56	1,530
PEÇA DE MADEIRANATIVA/REGIONAL 2,5 X 10CM (1X4") NÃO APARELHADA (SARRAFO P/FORMA)	M	142,77	157,69	113,56	113,56	113,56	641,14	0,680
PREGO POLIDO COM CABEÇA 17 X 21	KG	60,89	67,25	48,43	48,43	48,43	273,43	0,290
TÁBUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NÃO APARELHADA	M	134,37	148,42	106,88	106,88	106,88	603,42	0,640

Fonte: Elaborada pelos autores.

A partir dos consumos unitários dos itens necessários para execução da fôrma da LMS foi desenvolvida a composição das fôrmas, realizando os orçamentos em três empresas, os valores de insumos foram fornecidos também por elas e os de custo de serviço pelo SINTRACON, assim desenvolvendo a Tabela 7, onde os consumos unitários foram retirados da Tabela 6 para retornar ao fim da tabela um custo unitário por metro quadrado, e optar pela utilização dos valores da empresa com o menor custo. A composição foi feita para reaproveitamento de cinco vezes, porém as chapas de madeira compensada têm um rendimento aproximado de 3 vezes, o que necessita um aumento no consumo da chapa.

Tabela 7: Composição própria das fôrmas para LMS

COMPOSIÇÃO PARA FORMA DA LAJE MACIÇA (M ²)										
FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, DE 1,10 X 2,20, ESPESSURA = 12MM, 05 UTILIZAÇÕES. (FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM - INCLUSIVE ESCORAMENTO)			EMPRESA A		EMPRESA B		EMPRESA C			
			M ²	QNT	R\$ UNIT	R\$/M ²	R\$ UNIT	R\$/ M ²	R\$ UNIT	R\$/ M ²
AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES			H	0,223	8,53	1,90	8,53	1,90	8,53	1,90
CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES			H	0,668	11,35	7,58	11,35	7,58	11,35	7,58
CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *1,10 X 2,20* M, E = 12 MM			UN	0,420	12,30	5,17	14,87	6,25	13,22	5,55
DESMOLDANTE PARA FORMA DE MADEIRA			L	0,010	8,02	0,08	8,19	0,08	7,95	0,08
PEÇA DE MADEIRA NATIVA/ REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NÃO APARELHADA (P/FORMA)			M	1,530	5,62	8,60	6,18	9,46	6,18	9,46
PEÇA DE MADEIRANATIVA/REGIONAL 2,5 X 10CM (1X4") NÃO APARELHADA (SARRAFO P/FORMA)			M	0,680	2,50	1,70	2,75	1,87	2,75	1,87
PREGO POLIDO COM CABEÇA 17 X 21			KG	0,290	5,07	1,47	5,67	1,64	5,39	1,56
TÁBUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NÃO APARELHADA			M	0,640	7,50	4,80	8,25	5,28	8,25	5,28
TOTAL						R\$ 31,30	R\$ 34,06	R\$ 33,28		

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Tabela 8, segue a composição própria do concreto necessário para a execução da LMS. Como em Pato Branco apenas duas empresas trabalham produzem concreto usinado foi montada a tabela com empresa A e B apenas. O consumo unitário do concreto foi obtido do volume necessário para a execução dividido pela área a ser concretada, os serviços foram baseados nos valores do SINTRACON, segundo a pesquisa de campo o pedreiro é quem necessita mais tempo do que outros serviços nessa etapa, no momento da concretagem também se fazem presentes o carpinteiro para possíveis problemas com as formas e o armador

para ajustes e acompanhamento para evitar problemas nas armaduras, como ambos somente acompanham os seus consumos unitários possuem valores diferentes do pedreiro.

Tabela 8: Composição do custo do concreto para LMS com duas empresas

COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO DO CONCRETO USINADO PARA LAJE MACIÇA E=12CM (M²)						
CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	M ²	CONS. UNIT.	EMPRESA A		EMPRESA B	
			R\$ UNIT	R\$ /M ²	R\$ UNIT	R\$ /M ²
ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,010	11,35	0,11	11,35	0,11
CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,010	11,35	0,11	11,35	0,11
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,050	11,35	0,57	11,35	0,57
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,017	8,53	0,15	8,53	0,15
CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 20 MPA (INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO)	M ²	0,126	300,00	37,81	315,00	39,71
VIBRADOR DE IMERSÃO C/ MOTOR ELÉTRICO 2HP MONOFÁSICO QUALQUER DIAM C/ MANGOTE	H	0,036	1,08	0,04	1,08	0,04
TOTAL				R\$ 38,79		R\$ 40,69

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para o aço foi primeiramente foi realizado um orçamento dos aços a serem utilizados em três empresas, desenvolvendo então a Tabela 9 com o custo por quilo do aço.

Tabela 9: Preço do aço em três empresas de Pato Branco

PREÇO DO AÇO EM TRÊS EMPRESAS DE PATO BRANCO				
AÇO		EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C
		R\$ KG	R\$ KG	R\$ KG
CA-60	5,0 MM	R\$ 3,80	R\$ 3,15	R\$ 3,29
	6,3 MM	R\$ 3,99	R\$ 3,30	R\$ 3,36
CA-50	8 MM	R\$ 3,87	R\$ 3,15	R\$ 3,19
	12,5 MM	R\$ 3,72	R\$ 3,05	R\$ 3,09

ARAME RECOZIDO	R\$ 6,85	R\$ 5,89	R\$ 5,98
----------------	----------	----------	----------

Fonte: Elaborada pelos autores.

A composição do CA-50, Tabela 10, a qual teve os valores de consumo unitário montados com três armadores e um servente utilizados

Tabela 10: Consumo da MDO para armadura - LMS

COEFICIENTE DA MDO PARA ARMADURA			
PAVIMENTO	ÁREA(M ²)	HORAS	COEF.
1º	209,95	27	0,128602
2º	231,9	30	0,129366
3º	167	21,7	0,12994
4º	167	21,7	0,12994
COBERTURA	167	21,7	0,12994
MÉDIA	188,57	24,42	0,129558

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com o consumo unitário em horas por metro quadrado e tendo que cada metro quadrado da laje possui 3,902kg de aço, foi dividido o consumo unitário por esse valor, chegando ao coeficiente de consumo unitário para a composição da Tabela 11, os valores de custo da MDO do SINTRACON, o valor do aço obtido pelo menor orçamento nas três principais empresas que fornecem o material e a transformação dos reais por quilo para reais por metro quadrado se deu igualmente como o feito na composição da SEIL, com o dado obtido de que utiliza-se 1,37kg de CA-50 por metro quadrado .

Tabela 11: Composição própria de aço CA-50 da LMS

COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DO AÇO CA-50 (R\$/M ²)						
ARMAÇÃO AÇO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) -FORNECIMENTO/ COLOCAÇÃO.	KG	CONS. UNIT.	R\$ UNIT.	R\$/kg	R\$/M ²	%
ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,099	11,35	1,12	1,54	23,02%
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,033	8,53	0,28	0,39	5,77%
AÇO CA-50, 6,3 MM, VERGALHÃO	KG	1,000	3,30	3,30	4,52	67,60%
ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,03 KG/M)	KG	0,030	5,89	0,18	0,24	3,62%
Total					R\$ 6,69	100,00%

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 11, do aço CA-60 foi desenvolvida da mesma maneira que a do aço CA-50, para a obtenção dos custos unitários, no entanto tem-se que para cada metro quadrado são utilizados 2,532kg de aço CA-60.

Tabela 12: Composição própria de aço CA-60 LMS

COMPOSIÇÃO DE AÇO CA-60 (KG/M²)						
ARMAÇÃO DE AÇO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM. - FORNECIMENTO / CORTE / DOBRA / COLOCAÇÃO.	KG	CONS. UNIT.	R\$ UNIT.	R\$/KG	R\$/M ²	%
ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,099	11,35	1,12	2,85	23,75%
SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,033	8,53	0,28	0,71	5,95%
AÇO CA-60, 5,0 MM, VERGALHÃO	KG	1,000	3,15	3,15	7,97	66,57%
ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,03 KG/M)	KG	0,030	5,89	0,18	0,45	3,73%
Total					R\$ 11,98	100%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Assim com todas as composições necessárias desenvolvidas foi montado o gráfico da Figura 45, adotando-se os menores valores entre as empresas orçadas nas composições.

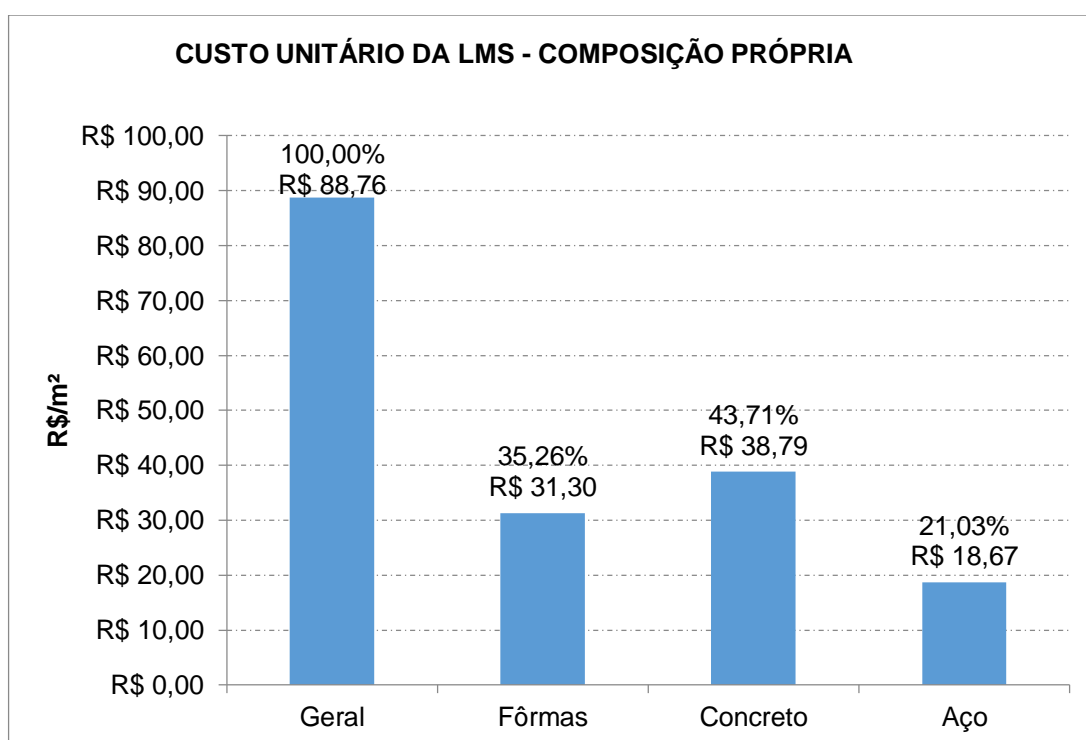


Figura 45: Gráfico – Custo unitário da LMS – Composição própria
Fonte: Elaborada pelos autores.

Com a mesma ideia de definir coeficientes de consumo de insumos e serviços da LMS, a Tabela 12 foi elaborada da mesma maneira que as tabelas de consumo anteriores, com a unidade de cada item sendo dividido pela área de laje a ser executada para adquirir um valor de consumo por metro quadrado de LVPT.

Tabela 13: Consumo unitário de insumos e serviços – LVPT

CONSUMO UNITÁRIO DE INSUMOS E SERVIÇOS – LVPT								
PAVIMENTO	M ²	M ² EM CADA PAVIMENTO					TOTAL	COEF.
		129,87	129,87	101,92	101,92	100,92		
CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 20 MPA (INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO)	M ³	6,88	6,88	5,40	5,40	5,35	29,92	0,053
AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	25,97	25,97	20,38	20,38	20,18	112,90	0,200
CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	25,97	25,97	20,38	20,38	20,18	112,90	0,200
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	17,14	17,14	13,45	13,45	13,32	74,51	0,132
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	17,14	17,14	13,45	13,45	13,32	74,51	0,132
LAJE PRÉ-MOLDADA DE PISO CONVENCIONAL SOBRECARGA 200KG/M2 VÃO ATÉ 3,50M	M ²	129,87	129,87	101,92	101,92	100,92	564,50	1,000
PEÇA DE MADEIRA NATIVA/ REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NÃO APARELHADA (P/FORMA)	M	100,00	100,00	78,48	78,48	77,71	434,67	0,770
PREGO POLIDO COM CABEÇA 18 X 27	KG	3,90	3,90	3,06	3,06	3,03	16,94	0,030
TÁBUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NÃO APARELHADA	M	35,06	35,06	27,52	27,52	27,25	152,42	0,270
TELA ACO SOLDADA NERVURADA CA - 60, Q-92 (1,48 KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,00 X 3 METROS DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15X15CM	UN	21,65	21,65	16,99	16,99	16,82	94,08	0,167

Fonte: Elaborada pelos autores.

Seguindo os insumos e serviços da SEIL, a Tabela 13, orçando insumos em três empresas, coeficientes dos serviços desenvolvidos com os dados de tempo obtidos para realização de cada tarefa em hora por metro quadrado, divididos pela medida de cada etapa, como área em metros quadrados para escoras e forma, quilos por metro quadrado para a armação e o rendimento de um metro cúbico igual a 8,33m³ para a concretagem de laje de 12cm de espessura.

Tabela 14: Composição do custo unitário da LVPT com três empresas

COMPOSIÇÃO PARA EXECUÇÃO DA LVPT (M ²)								
LAJE PRÉ-MOLDADA P/PISO, SOBRECARGA 200KG/M ² , VÃOS ATÉ 3,50M/E=8CM, C/LAJOTAS E CAP.C/CONC FCK=20MPA, 4CM, INTER-EIXO 38CM, C/ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	M ²	CON S. UNIT.	EMPRESA A		EMPRESA B		EMPRESA C	
			R\$ UNIT	R\$/M ²	R\$ UNIT	R\$/M ²	R\$ UNIT	R\$/M ²
CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 20 MPA (INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO)	M ³	0,053	300,00	15,90	315,00	16,70	315,00	16,70
AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,200	8,53	1,71	8,53	1,71	8,53	1,71
CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,200	11,35	2,27	11,35	2,27	11,35	2,27
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,132	11,35	1,50	11,35	1,50	11,35	1,59
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,132	8,53	1,13	8,53	1,13	8,53	1,13
LAJE PRÉ-MOLDADA DE PISO CONVENCIONAL SOBRECARGA 200KG/M ² VÃO ATÉ 3,50M	M ²	1,000	35,00	35,00	36,00	36,00	37,00	37,00
PEÇA DE MADEIRA NATIVA/ REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NÃO APARELHADA (P/FORMA)	M	0,770	5,62	4,32	6,18	4,76	6,18	4,76
PREGO POLIDO COM CABEÇA 18 X 27	KG	0,030	5,07	0,15	5,67	0,17	5,39	0,16
TÁBUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NÃO APARELHADA	M	0,270	7,50	2,03	8,25	2,23	8,25	2,23
TELA AÇO SOLDADA NERVURADA CA - 60, Q-92 (1,48 KG/M ²), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,00 X 3 METROS DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15X15CM	UN	0,167	41,00	6,83	45,40	7,57	47,80	7,97
Total				R\$ 70,84		R\$ 74,04		R\$ 75,43

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com os dados da LVPT obtidos e organizados repetiu-se o procedimento e foi desenvolvido o gráfico do custo geral e das parcialidades para comparação com a LMS. Na Figura 46, segue o gráfico com os custos da LVPT.

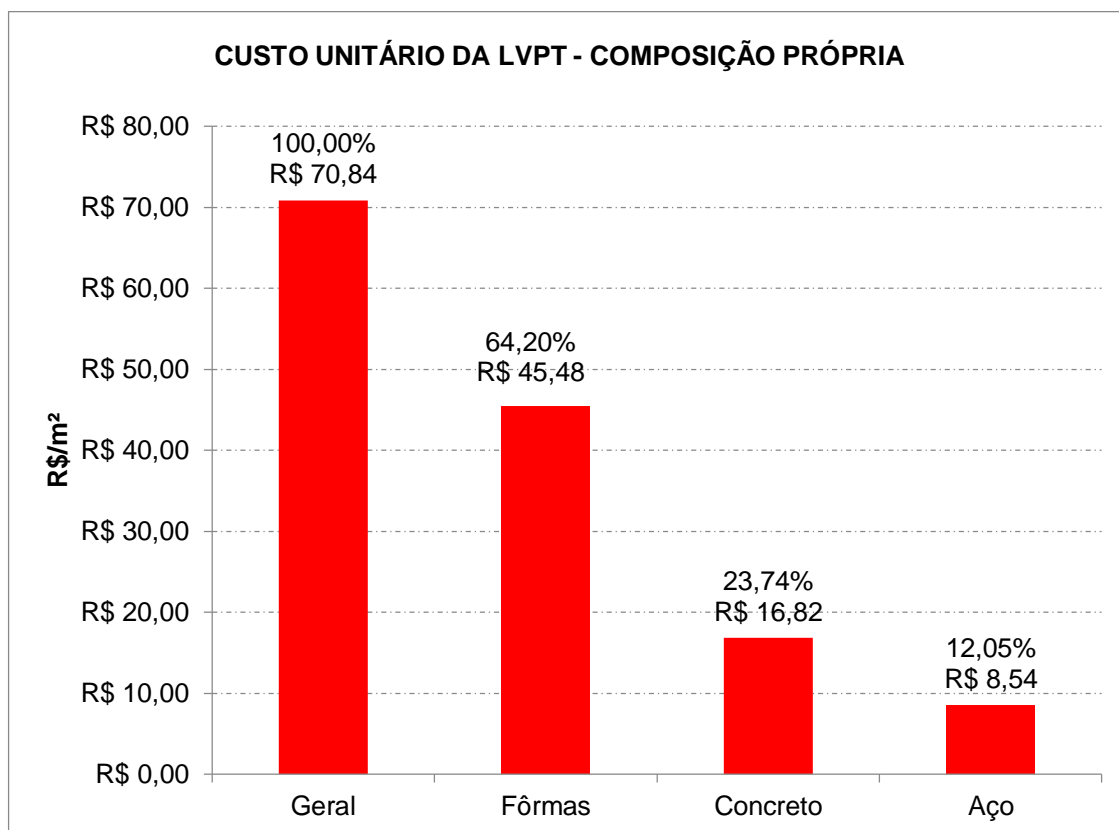


Figura 46: Gráfico – Custo unitário da LVPT – Composição própria
 Fonte: Elaborada pelos autores.

3.5 ESTUDO COMPARATIVO

Com os dados obtidos no estudo de custo então se torna possível a comparação dos mesmos para discernimento de qual escolha retornará um custo menor para a execução, visando dentro do aspecto global da estrutura apenas as lajes.

Após a produção das tabelas de autoria própria foram notadas diferenças nos custos levantados, sendo eles maiores do que os custos estabelecidos pelas tabelas da SEIL/PRED, fazendo com que houvesse uma observação maior dos

dados coletados, e chegando a conclusões dos porquês houve essas diferenças, nas figuras a seguir serão apresentados os gráficos e as legendas foram designadas “Pré-fabricada” para LVPT e “Maciça” para LMS, para evitar erros de leitura.

Na Figura 47, podemos ver claramente a diferença entre a LMS e a LVPT, sendo que a maciça tem um custo 54,94% maior do que a pré-fabricada, abaixo podemos notar também que a maciça aparece com um valor de fôrmas maior do que a pré-fabricada pois a pré-fabricada conta como fôrmas as vigotas e as tabelas, além das escoras e madeiramento necessário para a execução.

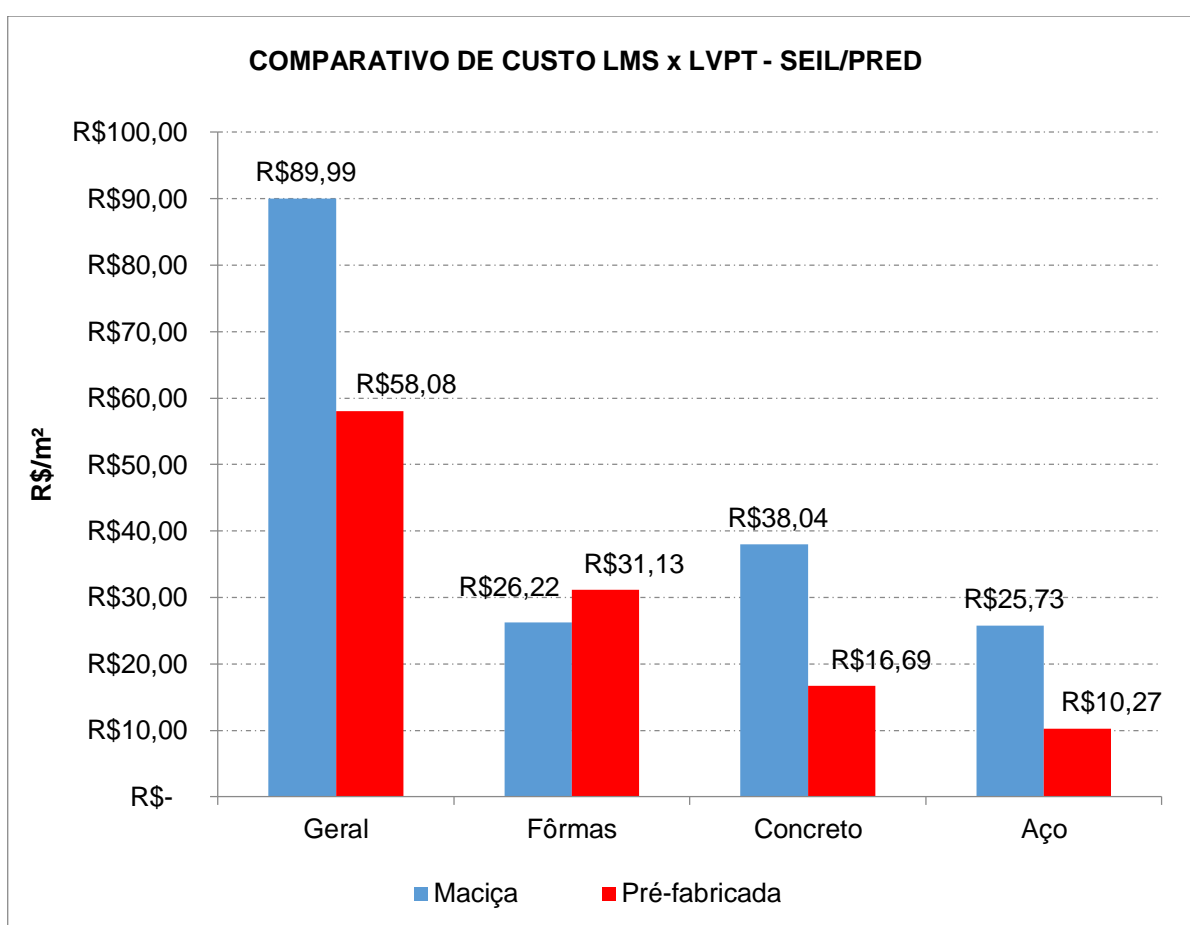


Figura 47: Gráfico – Comparativo de custo LMS x LVPT – SEIL/PRED
 Fonte: Elaborada pelos autores.

A diferença do aço também se dá ao fato das vigotas estarem embutidas no valor de fôrmas, sendo que as vigotas possuem o aço que na maciça é distribuído na forma e também não há uma composição completa do aço nas tabelas da SEIL, necessitando então que fosse utilizada a tabela da SEIL para aço com os quantitativos de aço do projeto do objeto de pesquisa.

Na Figura 48, vemos a diferença quando se exclui as vigotas e tabelas das fôrmas da laje pré-fabricada, ou seja, a parte de fôrma de madeira da LVPT é de R\$18,40, aproximadamente 3,4 vezes mais barata do que a LMS.

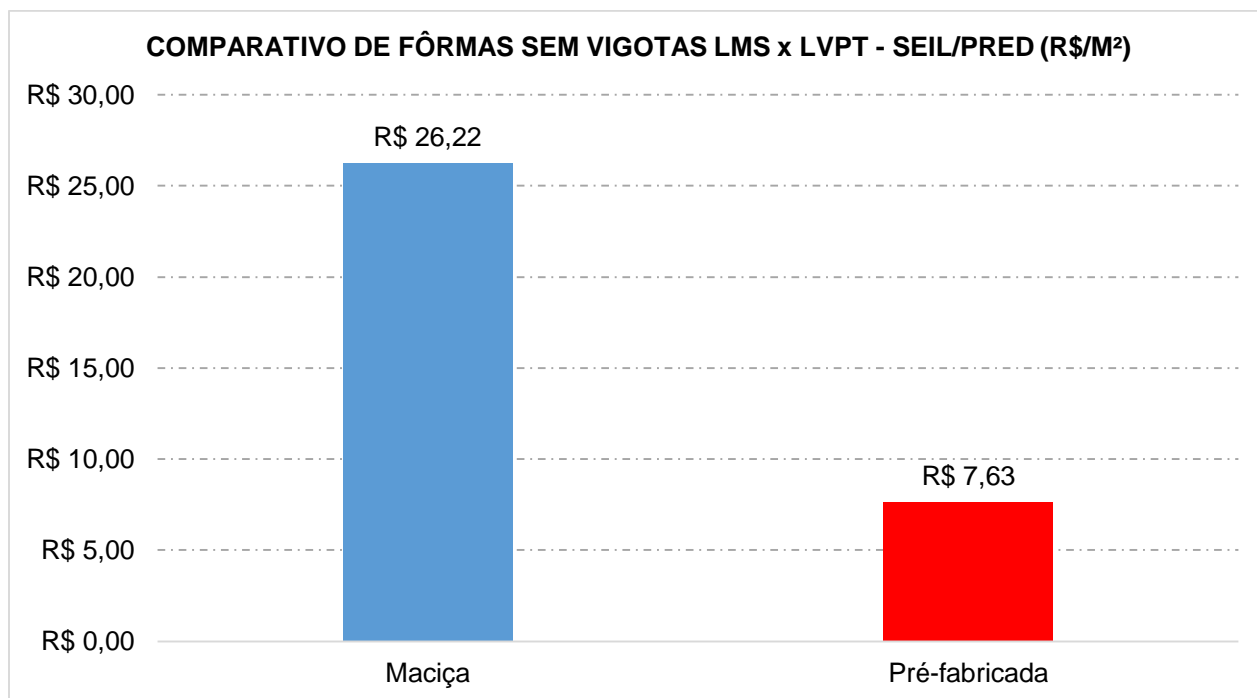


Figura 48: Gráfico – Comparativo de fôrmas s/ vigotas e tabelas – SEIL/PRED
Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Figura 49 segue o gráfico com as diferenças da composição própria, observando-se que a laje maciça possui um custo 25,29% maior do que a pré-fabricada. Possivelmente as diferenças da composição própria em relação aos valores da SEIL/PRED se devem ao fato de que não é identificado como os dados das tabelas da SEIL/PRED são coletados ou mensurados, servindo apenas como um alicerce de estudo, mas deixando a desejar no momento de aplicação na realidade, também deve-se lembrar que os objetos de pesquisa se limitam ao município de Pato Branco e as tabelas não, as mesmas são desenvolvidas com composições de médias de valores entre várias localidades e na composição própria foi adicionada a malha de aço, que não consta na composição SEIL/PRED, porém como na execução foi constatada a presença, a mesma foi adicionada.

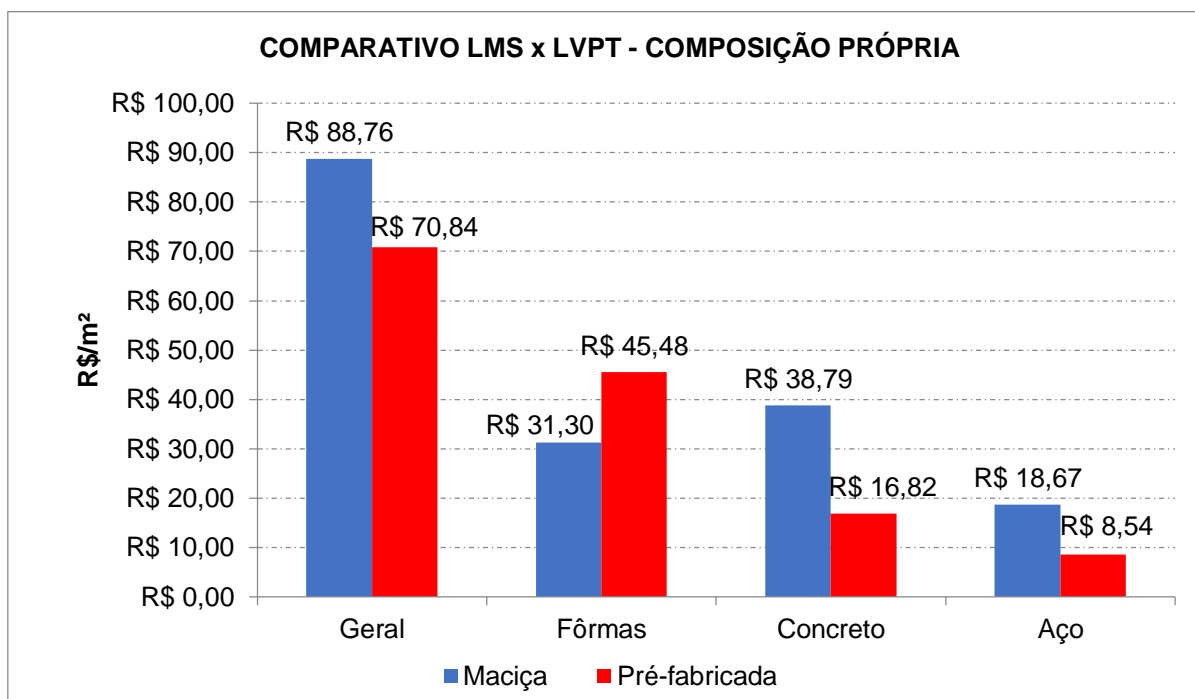


Figura 49: Gráfico – Comparativo de custo LMS x LVPT – Composição própria
 Fonte: Elaborada pelos autores.

Na parte de fôrmas caso as vigotas e tabelas sejam excluídas e apenas se compare as fôrmas de madeira, na Figura 50 o gráfico mostra a diferença de R\$20,82, ou seja, as fôrmas para LMS são aproximadamente 3 vezes mais onerosas.

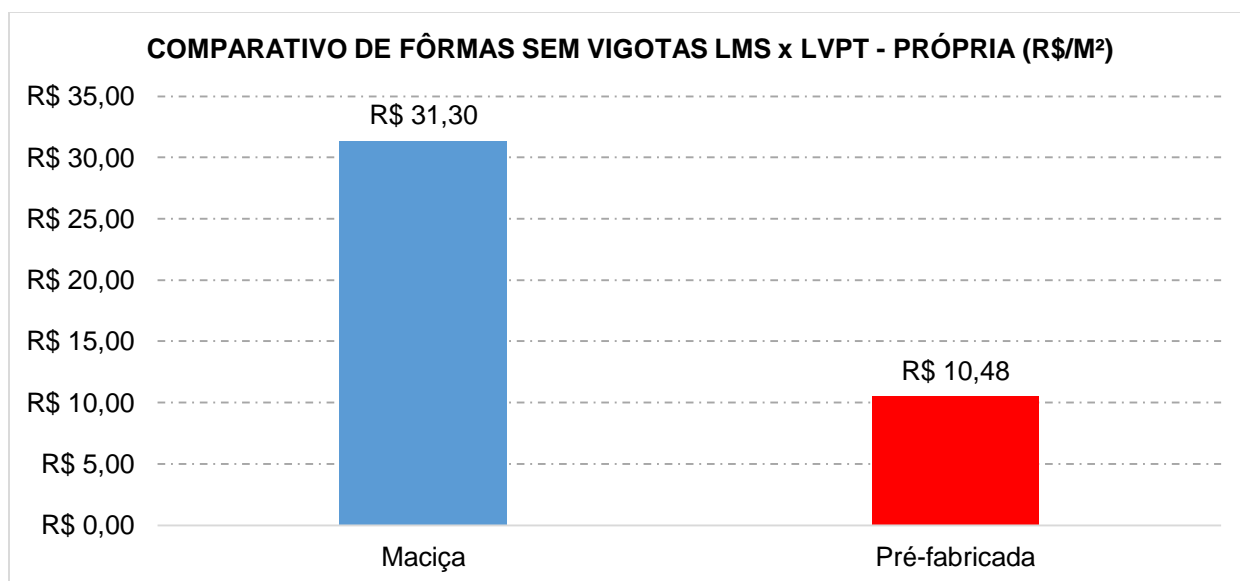


Figura 50: Gráfico – Comparativo de fôrmas s/ vigotas e tabelas – Comp. própria
 Fonte: Elaborada pelos autores.

Desenvolvendo os gráficos foi então realizada a comparação entre os dados coletados pelos autores e as tabelas fornecidas pela SEIL/PRED, segue a Figura 51 com o gráfico do comparativo entre a composição própria e da SEIL/PRED de LMS. O gráfico apresentou a maior diferença no aço o qual foi estipulado pela composição própria, porém no total houve apenas 1,38% de diferença, o que é mais provável diante dessa semelhança é que pelo método ser o mais conhecido e mais antigo os preços variam menos conforme a o município.

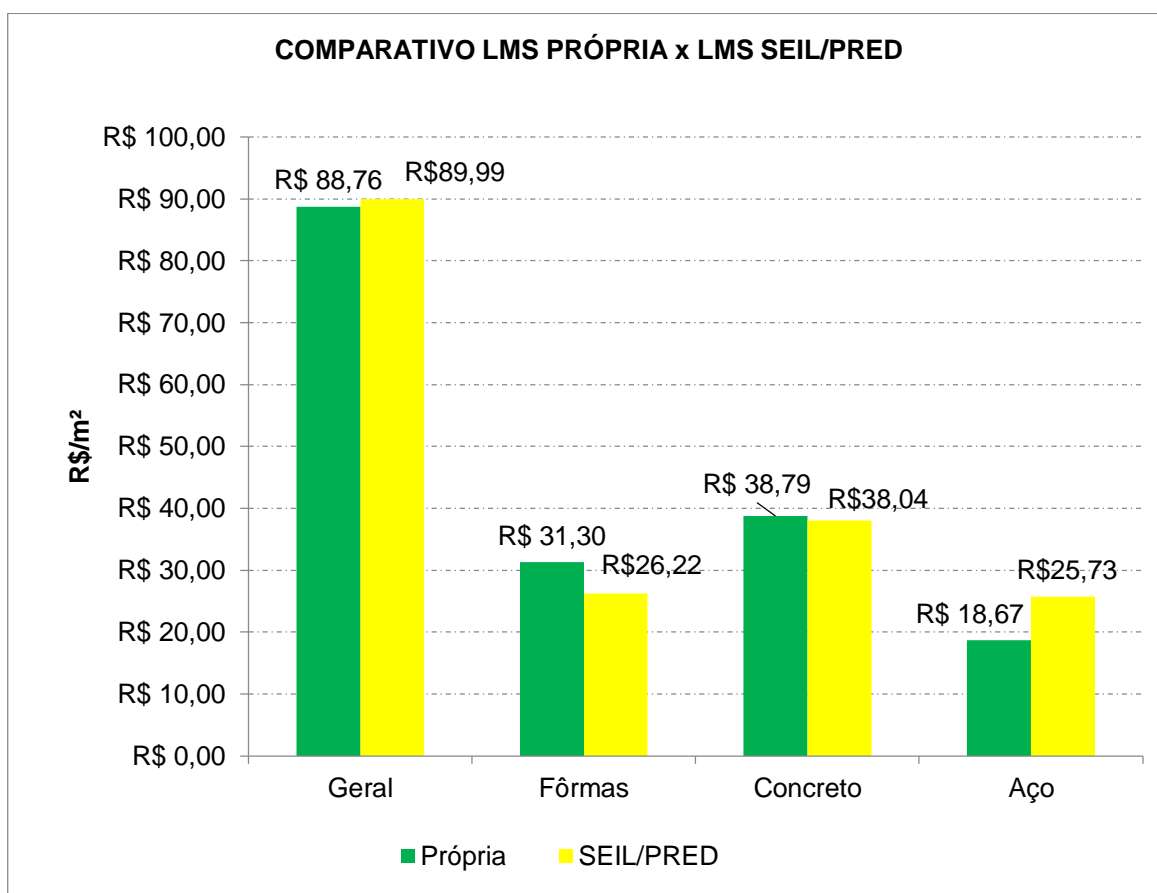


Figura 51: Gráfico – Comparativo de custo comp. própria x SEIL/PRED - LMS
 Fonte: Elaborada pelos autores.

Então como demonstrado a diferença entre a composição própria e da SEIL/PRED, sendo na composição própria a laje maciça 1,38% menos onerosa e a pré-fabricada 21,96% mais onerosa que na tabela da SEIL/PRED, como mostrado na Figura 52.

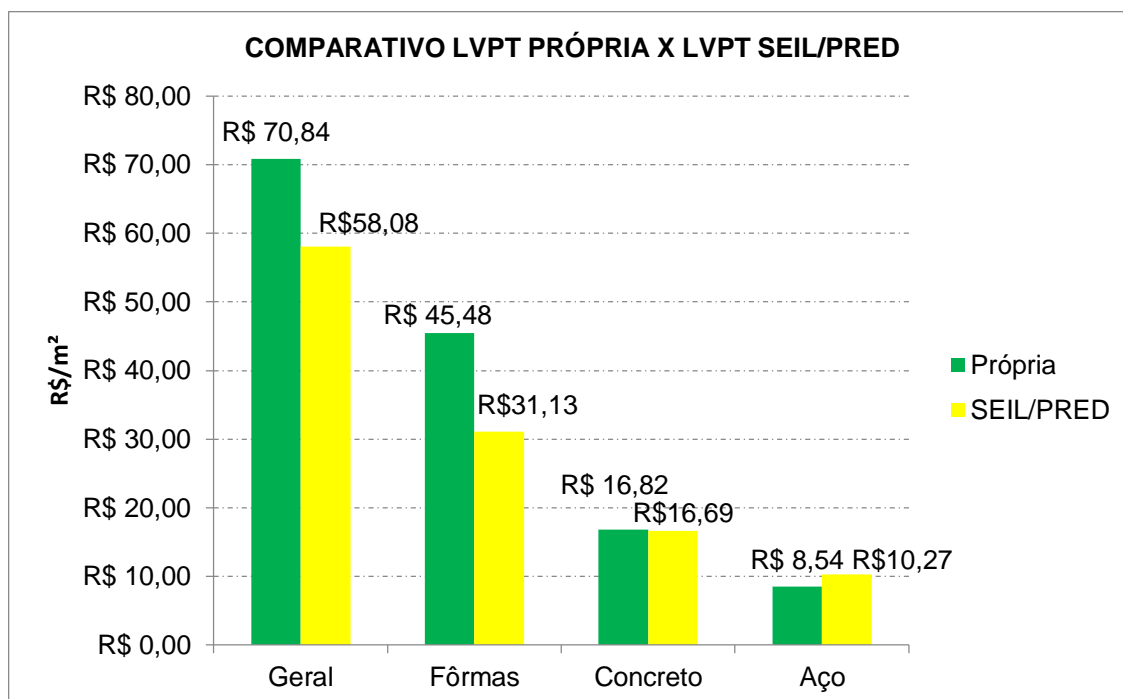


Figura 52: Gráfico – Comparativo de custo comp. própria x SEIL/PRED - LVPT
Fonte: Elaborada pelos autores.

Acreditamos que a LMS não teve uma discrepância grande entre a composição própria e a da SEIL/PRED devido ao fato de que a quantificação por ser dividida em três parcelas faz com que os erros de mensuração sejam minimizados para cada uma das parcelas, sendo elas: fôrmas; concreto; e armadura.

No caso da grande discrepância entre a composição própria e a da SEIL/PRED da LVPT, acreditamos que se dá na mensuração do concreto necessário para a concretagem e também nos preços cotados nas empresas do município, lembrando que praticamente em toda execução de LVPT as vigotas treliçadas são compradas prontas para instalação e ainda contam a colocação e alinhamento das mesmas, não sendo produzidas por quem executa a laje.

Um fator também a se considerar é o tempo envolvido em realizar ambas as lajes, com o acompanhamento de obras e pesquisas as tabelas de composições e serviços e trabalhadores envolvidos na execução de ambas as lajes foram desenvolvidos os gráficos de tempo de execução dos serviços, excluindo-se a concretagem, pois a mesma depende exclusivamente do volume de concreto e não do tipo de laje a se executar, já que a forma de concretagem é a mesma. Sabendo que os serviços o trazem consigo um custo, porém não será explanado nessa pesquisa a influência desse fator no custo global da obra, deixando assim uma

possível abertura para pesquisa futura desse custo. Na figura 53, temos as durações encontradas exemplificadas em um gráfico.

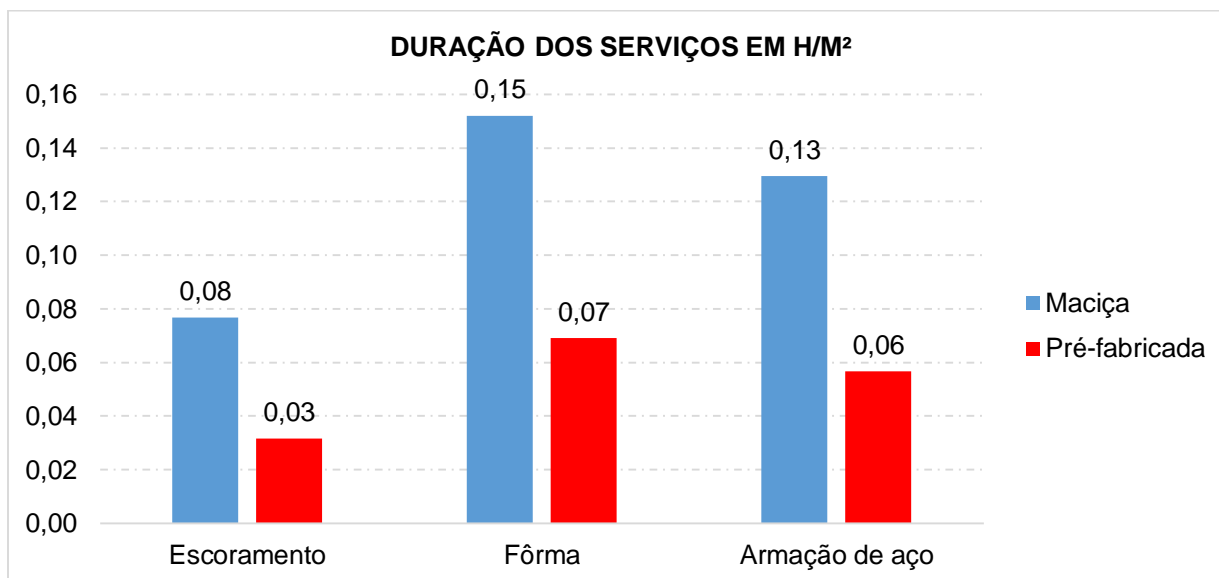


Figura 53: Gráfico – Duração dos serviços em h/m²
Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Figura 54, segue o tempo total necessário para a execução do escoramento, fôrmas e armadura para a execução de LMS e LVPT.

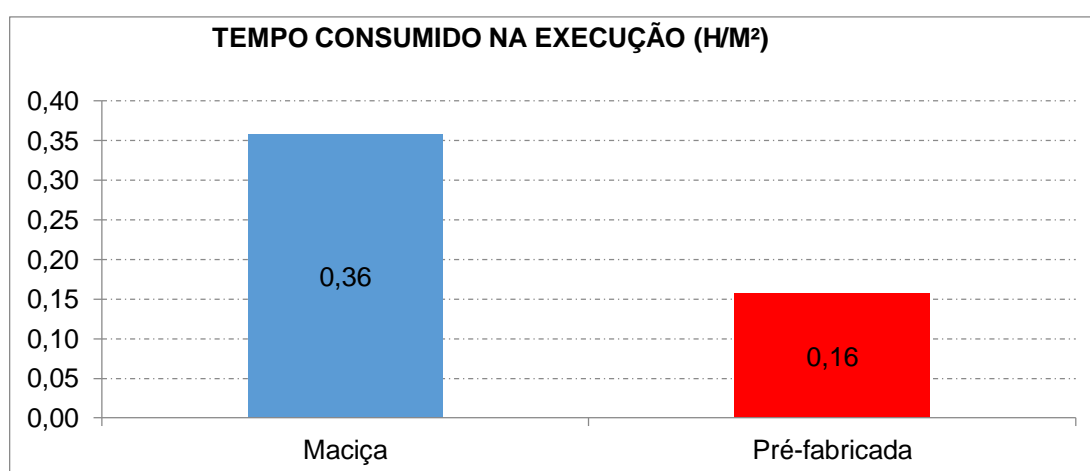


Figura 54: Gráfico – Duração da execução em h/m²
Fonte: Elaborada pelos autores.

Com os dados obtidos e utilizando-se dos valores de custo-hora dos servidores foi desenvolvido o gráfico da Figura 55 com os custos da LMS e LVPT do custo do serviço de cada etapa, excluindo a concretagem, da execução.

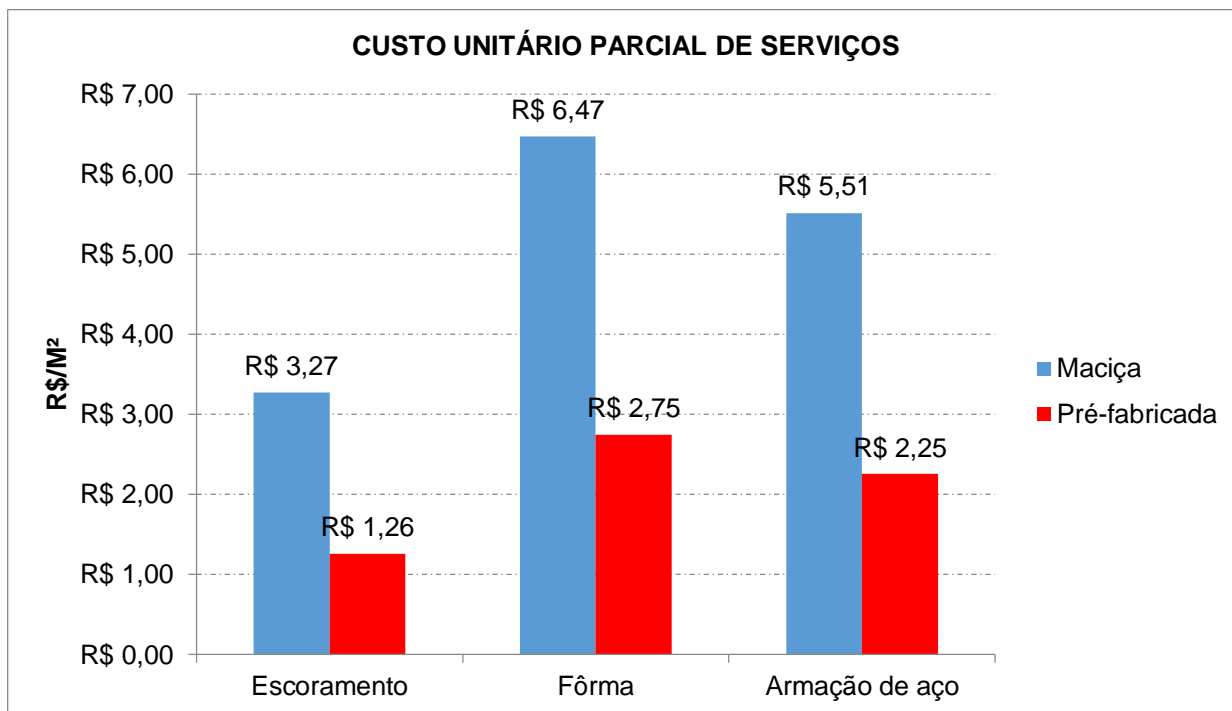


Figura 55: Gráfico – Diferença de custo unitário de serviços
 Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Figura 56, o gráfico exibe os valores finais encontrados para os valores de serviço separadamente dos insumos, mostrando que os custos com a laje maciça chegam a ser praticamente duas vezes e meia maiores do que com a pré-fabricada, assim explanando mais um fator que mostra um porquê da diferença no custo entre as lajes.

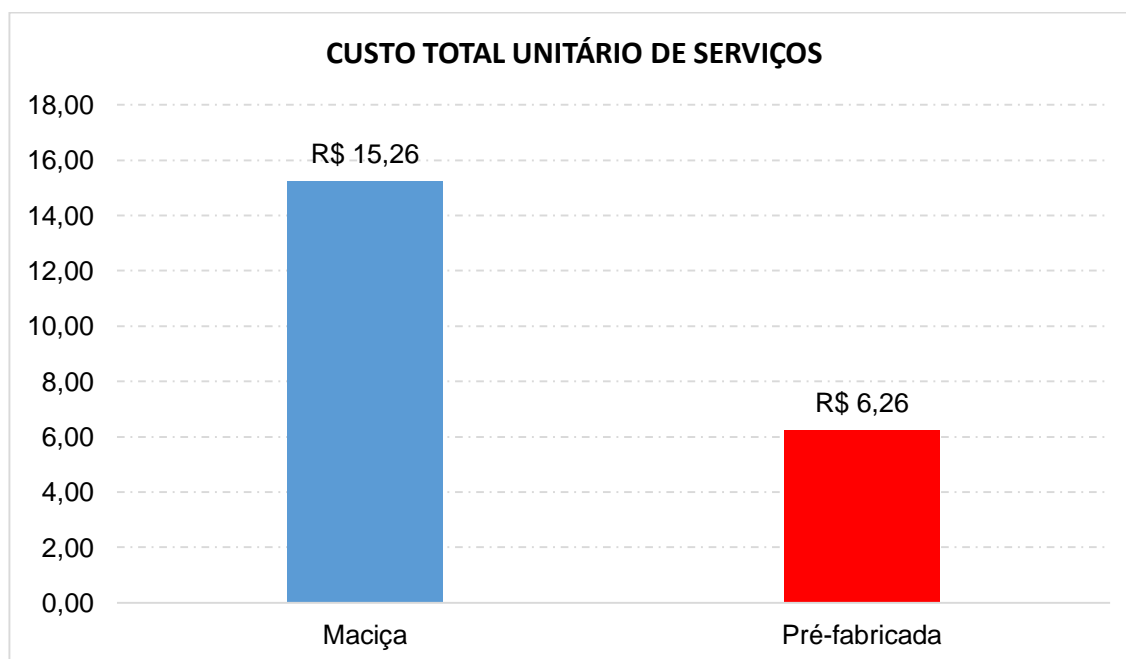


Figura 56: Gráfico – Diferença total de custo unitário de serviços
 Fonte: Elaborada pelos autores.

3.6 PESQUISA DE OPINIÃO

Foi desenvolvida uma pesquisa de opinião realizada em campo, a qual solicitava cinco respostas objetivas com duas alternativas de resposta, sendo “Maciça” e “Pré-Fabricada”, e uma questão descritiva solicitando, caso o respondente ansiasse a resposta solicitada, que fosse salientado do critério que levou o profissional as suas escolhas. Segue exemplo no Apêndice A

Como respondentes foram escolhidos profissionais envolvidos no processo de produção de ambos tipos lajes tratados na pesquisa, atuantes no mercado da construção civil no município de Pato Branco, como empresários da construção civil, engenheiros e mestres de obra.

Após finalizada a pesquisa e com os dados coletados já organizados foram desenvolvidos gráficos para que houvesse uma constatação, com amostragem não representativa, da opinião dos profissionais envolvidos.

Na Figura 57, o gráfico mostra as porcentagens de respostas das questões objetivas, observa-se que a redução de custo, redução de tempo e a redução de mão de obra, são fatores expressivos na tomada de decisão pela LVPT, já na questão de estabilidade estrutural é unanime a decisão pela LMS.

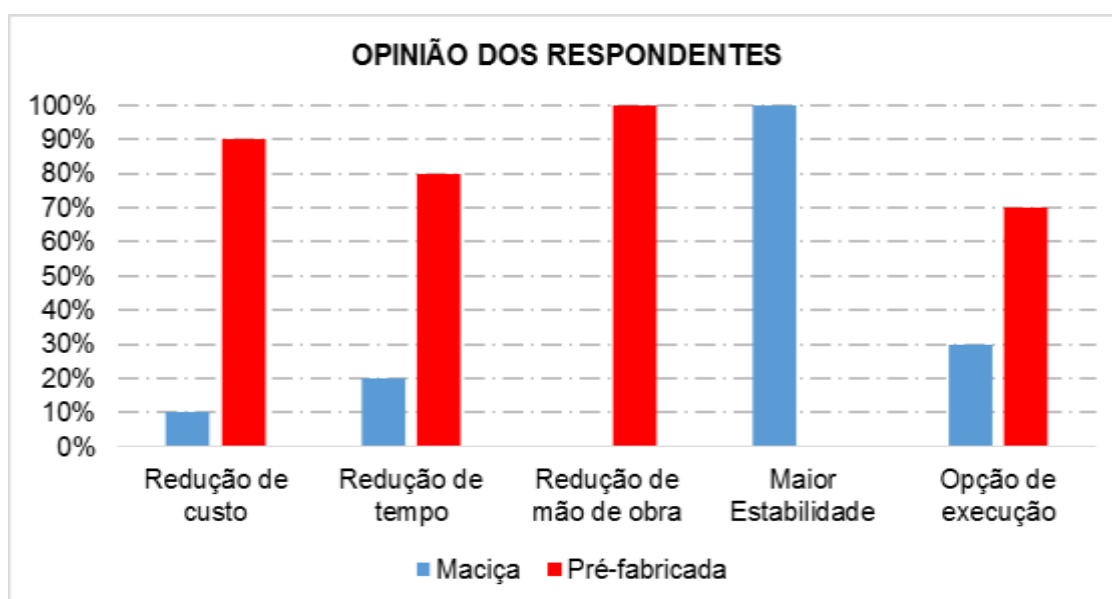


Figura 57: Gráfico – Opinião dos respondentes
Fonte: Elaborada pelos autores.

Durante as análises das respostas obtidas nos questionários, foi relatado que as opiniões dos profissionais eram semelhantes conforme o tempo de atuação, então foram produzidos gráficos que demonstrassem a similaridade encontrada nas pesquisas. Abaixo na Figura 58, o gráfico trás os dados obtidos, separando os respondentes com atuação inferior a dez anos dos com atuação superior a dez anos.



Figura 58: Gráfico – Opinião dos respondentes com atuação inferior a 10 anos
Fonte: Elaborada pelos autores.

Tendo em vista os estudos da história do pré-moldado, no início do estudo, podemos dizer que a opinião dos mais jovens atuantes da construção civil se vira totalmente à execução da LVPT devido ao domínio do conhecimento adquirido sobre a mesma, por já existirem normas regendo projetos e execução desse sistema de execução muito bem explanados, trazendo um grau de segurança excelente para optar pela LVPT.

Na Figura 59, o caso dos profissionais atuantes a mais de dez anos, ainda é maioria a opção da execução da LMS, seguindo a lógica da história do pré-moldado, para estruturação de uma ideia podemos mencionar que essa opção deve ocasionar-se principalmente pelo fato do desconhecimento de grande parte das normas e estudos já desenvolvidos sobre a LVPT, sabendo que as normas para a LVPT foram introduzidas após esses profissionais já possuírem uma grande carga de conhecimento sobre LMS e atuação no mercado, o que provavelmente gerou uma certa insegurança quanto a LVPT, fazendo com que mesmo com os custos

mais altos, ou por desconhecimento do fator do custo, seja optada pela execução da LMS. No geral a questão descritiva, quando respondida, trouxe os mesmos dados apresentados nas vantagens e desvantagens apresentadas pelo estudo, porém questionário em especial, de um engenheiro civil, salientava que a opção da LMS se dava principalmente a maior segurança fornecida aos trabalhadores, como esse não é o foco da pesquisa, fica em aberto essa proposta para pesquisa futura.

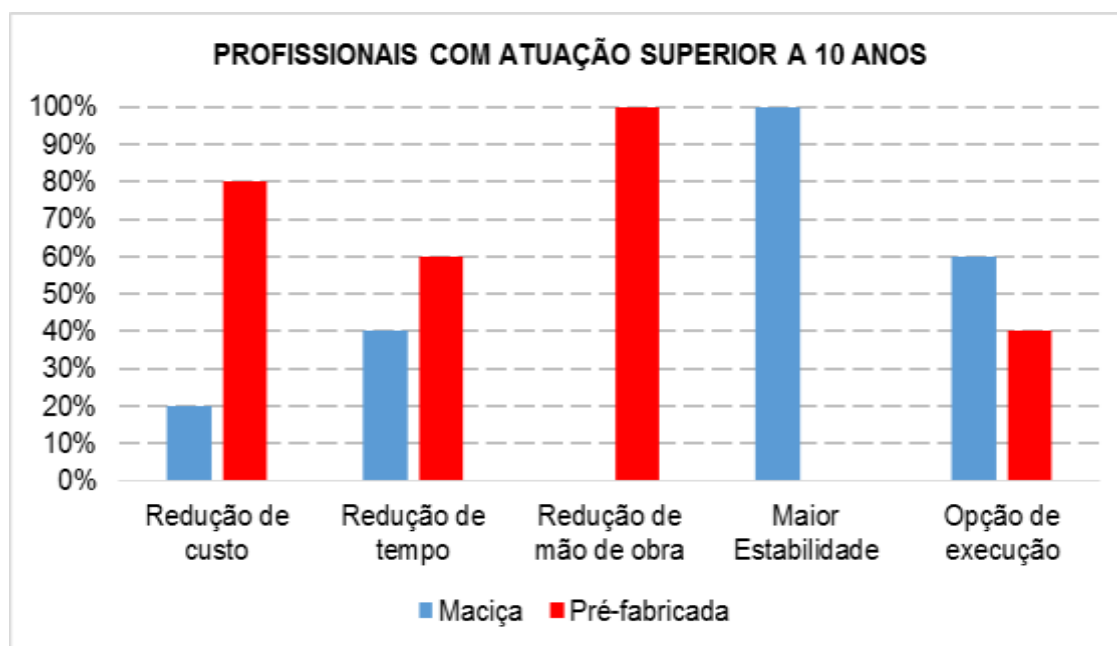


Figura 59: Gráfico – Opinião dos respondentes com atuação superior a 10 anos
Fonte: Elaborada pelos autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A laje maciça simples e laje de vigotas pré-fabricadas treliçada apresentam custos e durações de atividades, em geral, diferentes entre si. A LVPT apresenta grandes vantagens em termos de agilidade e rapidez com um melhor aproveitamento de tempo durante a execução da laje.

A partir dos dados obtidos das tabelas da SEIL e da observação de andamento de obras durante o desenvolvimento da pesquisa, foi observado que a LMS tem uma duração e um custo mais elevado em relação a LVPT, como aconteceu com os nossos dados coletados nas obras em Pato Branco, possuindo uma diferença de custo e tempo muito significativa entre elas.

A elaboração das planilhas de composição de custo com os dados obtidos no comércio de Pato Branco apresentou diferenças da composição SEIL/PRED, que podem ser atribuídas as diferenças de custos dos insumos considerados para as composições. Mesmo assim observa-se um maior custo na LMS em ambas as composições.

Com as entrevistas elaboradas com os profissionais foi observado que a maioria alegou que a LMS é mais resistente e necessita de mais mão de obra em relação a LVPT. No entanto não foi obtida uma resposta única na hora de decidir qual laje optar para construir, pois ambas possuem vantagens distintas e cada profissional opta por seu tipo de laje conforme sua necessidade, seja pela resistência oferecida pela laje, prazo de conclusão, menor custo, etc., na hora de executar um edifício de até quatro pavimentos.

Fica constatado, no fim desta pesquisa, que ao levar em conta apenas o fator do custo, ao se realizar uma obra de pequeno a médio vulto, como edifícios de até quatro andares no município de Pato Branco, no estado do Paraná, apenas na parcela da obra que se refere a lajes, a laje maciça simples é 25,29% mais onerosa do que laje de vigotas pré-fabricadas treliçadas. Contudo a pesquisa não abrange a linha de produção global da obra, apenas uma parcela, a de execução das lajes, mesmo tendo conhecimento de que as demais parcelas influenciam no custo global da obra, pode-se concluir que a utilização LVPT proporcionará o menor custo na mesma.

REFERÊNCIAS

ABCP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Industrialização na construção civil com pré-fabricados de concreto**. 2009. Disponível em <<http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/noticias/industrializacao-na-construcao-civil-com-pre-fabricados-de-concreto-abcp-e-abcic-oferecem-curso-para-capacitar-arquitetos-engenheiros-e-estudantes>>. Acesso em: 15 set. 2014, 16:47.

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

ABNT –ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro. ABNT, 1985.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14859-1: Laje pré-fabricada – requisitos – Parte 1: Lajes unidirecionais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto – procedimentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BENEVOLO, Leonardo. **História da arquitetura moderna**. São Paulo: Perspectiva, 1976.

BOCCHI JR., C. F.; GIONGO, J. S. **Concreto armado: projeto e construção de lajes nervuradas**. Universidade de São Carlos. São Carlos, 2010.

BOTELHO, Manoel H. C.; MARCHETTI Osvaldemar. **Concreto armado eu te amo – Volume 2**. 3ª Edição. São Paulo: Blucher, 2011.

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

CARVALHO, Roberto C.; FIGUEIREDO FILHO, Jasson R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. 2ª Edição. São Carlos: EdUFSCar, 2004.

CARVALHO, R. C.; PINHEIRO, L. M. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado – Volume 2**. São Paulo: Pini, 2009.

CHAVES, Roberto. **Manual do construtor: para engenheiros, mestres de obras e profissionais de construção em geral**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos, 2012.

CUNHA, Mateus O. **Recomendações para projeto de lajes formadas por vigotas com armação treliçada**. Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1979

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **BS EN 1992-1-1 -Design of concrete structures: general rules and rules for buildings**. Bruxelas, 2004.

FIGUEIREDO FILHO, Jasson R. **Sistemas estruturais de lajes sem vigas: subsídios para o projeto e execução**. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1979.

FLÓRIO, Márcio C. **Projeto e execução de lajes unidirecionais com vigotas em concreto armado**. Tese de Pós-Graduação. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2004.

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

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, IBRE. **Sondagem de expectativas da indústria de pré-fabricados de concreto**. Dezembro, 2013. Disponível em<http://www.abcic.org.br/pdf/relat_FGV_DadosSetor.pdf>. Acesso em: 26 set. 2014, 21:58.

GASPAR, Ricardo. **Análise da segurança estrutural das lajes pré-fabricadas na fase de construção**. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Edição. São Paulo, Ed. Atlas S.A., 2008.

KAEFER, Luís F. **A evolução do concreto armado**. São Paulo, 1976. Disponível em:

<<http://www.hdutil.com.br/site/arquivos/biblioteca%20cpcm/HistoriadoConcreto.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2014, 00:15.

LOPES, André F. O. **Estudo técnico comparativo entre lajes maciças e nervuradas com diferentes tipos de materiais de enchimento**. Tese de TCC. Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru, 2012.

MEDRANO, Mário L. O.; FIGUEIREDO FILHO, Jasson R.; CARVALHO, Roberto C. **Estudo de pavimentos de lajes formados por vigotas pré-moldadas: influência de nervuras transversais**. Universidade Federal de São Carlos, 2005

MELO, Carlos E. E. **Manual Munte de projetos em pré-fabricados de concreto**. São Paulo: Editora Pini, 2004.

ORDOÑEZ, José A. F. **Pré-fabricacion: Teoria y práctica**. Editores Técnicos Assiciados. Barcelona: Multilivro, 1974.

PARANÁ. **Resolução conjunta SEIL/PRED Nº 007/2014**. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Curitiba, 25 set. 2014.

PEREIRA, Dallila E. G. **Classificação das lajes**. Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, 2014.

PINHEIRO, Libanio M. **Fundamentos do concreto e projetos de edifícios**. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Engenharia de Estruturas. Universidade de São Carlos. São Carlos, 2007.

RIVERA, Adriana F.; GOMES, Cláudio A.; AFONSO, Marcelo d'A.; GOBBI, Tarso L. **Sistema tilt-up**. Tese de Mestrado. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

SANTOS, Roberto E. dos. **A cultura do concreto armado no Brasil: educação e deseducação dos produtores do espaço construído. Anais do IV Congresso Brasileiro de História da Educação**. Universidade Católica de Goiânia. Goiânia, 2006. Disponível em:
<http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/05_biblioteca/acervo/santos_cultura/santos_cultura.htm>. Acesso em: 04 nov. 2014, 10:45.

SOUZA, Vicente C. M.; CUNHA, Albino J. P. **Lajes em concreto armado e protendido**. 2ª Edição. Niterói: EDUFF, 1998.

VAN ACKER, Arnold. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Tradução por Marcelo de Araújo Ferreira. São Paulo: ABCIC, 2003.

VASCONCELOS, Anilton C. **O concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. Volume III. São Paulo: Studio Nobel, 2002.

ANEXO A – Tabela de salários SINTRACON

TABELA DE SALÁRIOS

PISO Construção Civil junho 2014	POR HORA	POR MÊS*	% DE REAJUSTE EM RELAÇÃO AO ÚLTIMO REAJUSTE SEM VALE COMPRAS	VALE MERCADO (MENSAL)	VALOR TOTAL	% DE REAJUSTE EM RELAÇÃO JUNHO/2013 COM VALE COMPRA
SERVENTE	4,73	1.040,60		326,00	1.366,60	
MEIO PROFISSIONAL	5,12	1.126,40		326,00	1.452,40	
PROFISSIONAL	6,67	1.467,40		326,00	1.793,40	
CONTRA-MESTRE	9,29	2.043,80		326,00	2.369,80	
MESTRE	12,88	2.833,60		326,00	3.159,60	

* Café da Manhã: R\$ 3,50 por dia ou fornecimento de um copo de café com leite e 2 pães com margarina. As diferenças de junho devem ser pagas até o 5º dia útil do mês de setembro de 2014, juntamente com o salário de agosto.

ANEXO B – Tabela de salários SINTRACON com encargos

SEDI		88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	11,35
CA	88236		FERRAMENTAS (ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	0,00
CA	88237		EPI (ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	0,11
I	378		ARMADOR	H	6,67
I	37370		ALIMENTAÇÃO	H	1,48
			CAFÉ	H	0,40
			TRANSPORTE (AJUDA DE CUSTO)	H	0,62
I	37371		BONUS PRODUTIVIDADE	H	0,91
			FGTS	H	0,53
			INSS	H	0,55
I	37372		EXAMES (ENCARGOS COMPLEMENTARES) *COLETADO CAIXA*	H	0,08
SEDI		88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	11,35
CA	88236		FERRAMENTAS (ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	0,00
CA	88236		EPI (ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	0,04
CA	1213		CAPINTEIRO	H	6,67
I	37370		ALIMENTAÇÃO	H	1,48
			CAFÉ	H	0,40
			TRANSPORTE (AJUDA DE CUSTO)	H	0,62
I	37371		BONUS PRODUTIVIDADE	H	0,91
			FGTS	H	0,53
			INSS	H	0,55
			EXAMES (ENCARGOS COMPLEMENTARES) *COLETADO CAIXA*	H	0,08
I	37372		SEGURO (ENCARGOS COMPLEMENTARES) *COLETADO CAIXA*	H	0,07
SEDI		88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	11,35
CA	88236		FERRAMENTAS (ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	0,00
CA	88237		EPI (ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	0,04
I	4750		PEDREIRO	H	6,67
I	37370		ALIMENTAÇÃO	H	1,48
			CAFÉ	H	0,40
			TRANSPORTE (AJUDA DE CUSTO)	H	0,62
I	37371		BONUS PRODUTIVIDADE	H	0,91
			FGTS	H	0,53
			INSS	H	0,55
			EXAMES (ENCARGOS COMPLEMENTARES) *COLETADO CAIXA*	H	0,08
I	37372		SEGURO (ENCARGOS COMPLEMENTARES) *COLETADO CAIXA*	H	0,07
SEDI		88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,53
CA	88236		FERRAMENTAS (ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	0,00
CA	88237		EPI (ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	0,04
I	6111		SERVENTE	H	4,73
I	37370		ALIMENTAÇÃO	H	1,48
			CAFÉ	H	0,40
I	37371		TRANSPORTE (AJUDA DE CUSTO)	H	0,61
			BONUS PRODUTIVIDADE	H	0,24
			FGTS	H	0,37
			INSS	H	0,55
I	37372		EXAMES (ENCARGOS COMPLEMENTARES) *COLETADO CAIXA*	H	0,05
			SEGURO (ENCARGOS COMPLEMENTARES) *COLETADO CAIXA*	H	0,06

APÊNDICE A – Modelo de questionário de pesquisa de opinião

PESQUISA DE OPINIÃO

NOME:

IDADE:

PROFISSÃO:

TEMPO DE ATUAÇÃO:

1) Visando **redução de custo** como foco da execução de lajes em edifício de até quatro pavimentos, você optaria por executar laje maciça ou pré-fabricada?

 Maciça **Pré-Fabricada**

2) Visando **redução de tempo** como foco da execução de lajes em edifício de até quatro pavimentos, você optaria por executar laje maciça ou pré-fabricada?

 Maciça **Pré-Fabricada**

3) Visando **redução de mão de obra** necessária para execução de lajes em edifício de até quatro pavimentos, você optaria por executar laje maciça ou pré-fabricada?

 Maciça **Pré-Fabricada**

4) Visando **maior estabilidade** da estrutura para execução de lajes em edifício de até quatro pavimentos, você optaria por executar uma maciça ou pré-fabricada?

 Maciça **Pré-Fabricada**

5) Em geral seus projetos e execuções de obras similares a edifícios residenciais de até quatro pavimentos, você opta, caso não existam preferências do cliente ou projetista, por executar qual tipo de laje:

 Maciça **Pré-Fabricada**

6) Você salientaria o critério que lhe levou a essa escolha?
