

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**COMPARAÇÃO DE CUSTOS NA EXECUÇÃO DE PRÉDIO COM
ESTRUTURA PRÉ-MOLDADA E ESTRUTURA CONVENCIONAL EM
CONCRETO ARMADO**

Henrique Ferronato Nardi

Lajeado, julho de 2016.

Henrique Ferronato Nardi

**COMPARAÇÃO DE CUSTOS NA EXECUÇÃO DE PRÉDIO COM
ESTRUTURA PRÉ-MOLDADA E ESTRUTURA CONVENCIONAL EM
CONCRETO ARMADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC), do Centro Universitário Univates, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

ORIENTADOR: Prof. João Batista Gravina

Lajeado, julho de 2016.

Henrique Ferronato Nardi

**COMPARAÇÃO DE CUSTOS NA EXECUÇÃO DE PRÉDIO DE
ESTRUTURA PRÉ-MOLDADA E ESTRUTURA CONVENCIONAL EM
CONCRETO ARMADO**

A Banca examinadora abaixo aprova o Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso - Etapa II, na linha de formação específica em Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Me. João Batista Gravina - orientador
Centro Universitário UNIVATES

Prof. Diogo Fernando Dickel
Centro Universitário UNIVATES

Prof. Me. Antonio Pregeli Neto
Centro Universitário UNIVATES

Lajeado, julho de 2016

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, Lauri e Eliana, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus irmãos, Maurício e Eduardo, pelo incentivo e conselhos recebidos.

A Engenheira e colega de trabalho Ana Delsa Tronco Civardi, pelo auxílio na escolha do objeto de estudo e pelo apoio prestado.

A Empresa Rotesma e aos Engenheiros Frankschubert Bortoloti e Rômulo, pelo atendimento excelente e disponibilização das informações do objeto de estudo.

A Proprietária da Empresa Wan Med Distribuidora de medicamentos Ltda Carla Casagrande Canova e ao Arquiteto Vítor Luís Resmini juntamente com o mestre de obras Júlio Camargo, pelas informações cedidas e atenção dada para a realização deste trabalho.

A empresa Emprec Engenharia Ltda e aos Engenheiros Marcos Bastiani e Felipe Caio, pelos serviços prestados e interesse pelo melhoramento deste trabalho.

Ao meu orientador Professor João Batista Gravina, pelas orientações recebidas e pelo tempo disponibilizado para a conclusão deste trabalho.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da realização deste trabalho e da minha formação acadêmica, meu muito obrigado.

RESUMO

Neste trabalho realizou-se uma comparação de custo para a construção de um prédio comercial de três pavimentos, utilizando estrutura e fechamento pré-moldados de concreto e estrutura convencional de concreto armado com vedação em alvenaria de tijolos. Para tanto, procedeu-se ao dimensionamento da estrutura convencional em concreto armado, para ser comparada com a estrutura pré-moldada fornecida por empresa especializada. A metodologia utilizada foi de pesquisa bibliográfica e coleta de dados extraídos da obra utilizada como parâmetro para este estudo.

Palavras chave: Pré-moldado. Estrutura. Concreto armado.

ABSTRACT

In this work compared to a cost for constructing an office building with three floors using structure and precast concrete closure and conventional reinforced concrete structure with sealing brickwork. Therefore, it proceeded to the design of conventional reinforced concrete structure, to be compared with the pre-shaped structure provided by a specialized company. The methodology used was bibliographic research and collection of data extracted from work used as a parameter for this study.

Keywords: Precast. Structure. Reinforced concrete.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Ligação pilar-fundação por meio de cálice	09
Figura 02 - Pistas de execução das lajes e aplicação de desmoldante com proteção das cordoalhas	10
Figura 03 - Sobrecarga/vão, determinação da espessura da laje pré-fabricada	11
Figura 04 - Placas de fechamento tipo sanduíche	13
Figura 05 - Fôrmas de madeira em sistema convencional e escoras verticais de madeira	17
Figura 06 - Alvenaria de vedação em sistema construtivo convencional	19
Figura 07 - Fachada do prédio com frente para a Rua Vereador Mário Bagatini	31
Figura 08 - Fachada sudeste: frente para Rua Vereador Mário Bagatini	32
Figura 09 - Fachada noroeste: frente para RS – 130	32
Figura 10 - Desenho em 3D da estrutura convencional dimensionada pelo software	36
Figura 11 - Vista aérea em 3D da estrutura convencional dimensionada pelo software	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Fundação.....	39
Gráfico 02 - Vigas.....	40
Gráfico 03 - Pilares.....	40
Gráfico 04 - Lajes.....	41
Gráfico 05 - Escadas.....	42
Gráfico 06 - Vedações.....	42
Gráfico 07 - Estrutura da cobertura.....	43
Gráfico 08 - Orçamento total da estrutura.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Formatos de vigas pré-fabricadas.....	07
Tabela 02 - Elementos a serem orçados nos dois sistemas.....	30
Tabela 03 - Quantitativo total de materiais para a fundação do sistema pré-moldado executado.....	35
Tabela 04 - Resumo de quantitativo de materias para a estrutura convencional.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCIC	Associação Brasileira de Construção Industrializada de Concreto
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CSLL	Contribuição social sobre o Lucro Líquido
EPS	Poliestireno Expandido
IRPJ	Imposto de renda de Pessoa Jurídica.
ISSQN	Imposto sobre serviço de qualquer natureza.
cm	Centímetros
m	Metros
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PIS	Programa de Integração Social

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Tema da pesquisa	1
1.1.1 Delimitação do tema	1
1.2 Problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo geral.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Justificativa e relevância do trabalho	2
1.5 Estrutura do trabalho	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Concreto pré-moldado	4
2.1.1 Histórico	4
2.1.2 Caracterização	5
2.1.3 Elementos de concreto pré-moldado	6
2.1.3.1 Pilares e vigas pré-fabricados de concreto	6
2.1.3.2 Fundações em concreto pré-moldado	8
2.1.3.3 Lajes protendidas alveolares	9
2.1.3.4 Painéis pré-fabricados em concreto armado	12
2.2 Sistema convencional	13
2.2.1 Fundações	14
2.2.2 Estrutura de concreto armado	15
2.2.3 Fôrmas	16
2.2.4 Ferragens	17

2.2.5 Lajes	18
2.2.6 Alvenaria	18
2.2.6.1 Alvenaria de vedação	18
2.2.6.2 Revestimento da alvenaria	19
2.3 Vantagens e desvantagens dos dois sistemas	20
2.3.1 Vantagens e desvantagens do uso de pré-moldados	20
2.3.2 Vantagens e desvantagens do sistema convencional	22
2.4 Orçamento de obra	23
2.4.1 Custo	24
2.4.1.1 Custo direto	24
2.4.1.2 Custo indireto	25
2.4.2 BDI	26
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	29
3.1 Objeto de estudo	30
3.2 Quantitativo de materiais e orçamento da estrutura Pré-moldada	32
3.2.1 Responsabilidades da Empresa e responsabilidades do cliente	33
3.3 Especificações da etapas de fundação e capeamento das lajes	34
3.3.1 Levantamento de materiais da Fundação (Moldada no local)	34
3.3.2 Levantamento de materiais do capeamento das lajes (Moldado no local)	35
3.4 Quantitativo de materiais e orçamento estrutura Convencional (Moldada in Loco)	35
3.5 Orçamento discriminado Estrutura Convencional moldada in loco.....	37
4 ANÁLISES COMPARATIVAS E RESULTADOS	38
4.1 Comparativo estrutura Pré-moldada total e estrutura convencional sem adição de BDI	38
4.1.1 Etapa 01: Fundações	39
4.1.2 Etapa 02: Vigas	39
4.1.3 Etapa 03: Pilares	40
4.1.4 Etapa 04: Lajes	41
4.1.5 Etapa 05: Escadas	41
4.1.6 Etapa 06: Vedação	42
4.1.7 Etapa 07: Estrutura da cobertura	43
4.1.8 Comparativo do custo total dos dois sistemas	44

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS.....	48
APÊNDICES	53
ANEXOS	63

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a necessidade de rapidez das execuções de obras e, muitas vezes, também da escassez de mão de obra qualificada nos dias atuais, são necessárias inovações e medidas que influenciem diretamente todo o aspecto construtivo de uma edificação. Estruturas pré-moldadas de concreto podem ser apontadas como sendo uma dessas medidas que possibilitam a rapidez na execução, controle de qualidade dos materiais empregados nas peças e a redução do tempo de mão de obra utilizada no canteiro de obras.

Deste modo, neste trabalho realizou-se um comparativo de custo de uma edificação comercial de três pavimentos, utilizando estrutura e vedação pré-moldadas e estrutura convencional de concreto armado e vedação em alvenaria.

1.1 Tema da pesquisa

Comparativo de custos de obra entre estrutura pré-moldada e estrutura convencional de concreto armado utilizando edificação comercial de três pavimentos.

1.1.1 Delimitação do tema

Comparação de custo de um prédio comercial existente de três pavimentos de propriedade da empresa WAN MED Distribuidora de Medicamentos Ltda, localizado na Rua Vereador Mário Bagatini Nº 227, bairro Santa Clara, Município de Encantado – RS. Para esta comparação, utilizam-se como parâmetros os sistemas

estruturais: estrutura e vedação de concreto pré-moldado e estrutura convencional de concreto armado moldado *in loco* com vedação de alvenaria de tijolos. Para isso, faz-se uso do projeto arquitetônico da edificação estudada.

1.2 Problema

Qual sistema construtivo acarreta o menor custo total de obra: Estrutura pré-moldada ou Estrutura moldada *in loco*?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Estabelecer uma comparação de custos entre sistema construtivo com estrutura e vedação pré-moldadas e o sistema tradicional com estrutura moldada *in loco* com paredes de alvenaria de tijolos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Fazer, para cada sistema construtivo, uma revisão bibliográfica, explicando os processos de produção dos sistemas e suas particularidades.
- Gerar orçamento detalhado para os dois sistemas.
- Abordar vantagens e desvantagens dos dois sistemas construtivos.
- Apresentar um comparativo na qual possa auxiliar profissionais e empreendedores na escolha de um sistema construtivo.

1.4 Justificativa e relevância do trabalho

Tendo em vista os diversos sistemas construtivos estruturais que vêm ganhando força e se desenvolvendo em nosso país, este trabalho visa analisar dois

sistemas construtivos usuais: sistema de estrutura pré-moldada e sistema de estrutura convencional em concreto armado. O presente estudo dá ênfase na comparação de custo entre os dois sistemas, analisando vantagens e desvantagens dos processos construtivos. Considera-se esta pesquisa relevante para que o empreendedor ou responsável técnico esteja informado sobre qual método construtivo torna-se mais adequado para determinada obra e se a diferença de custos entre os dois sistemas é suportada pela lucratividade atribuída no orçamento.

1.5 Estrutura do trabalho

O trabalho está organizado em cinco partes principais:

- Introdução
- Revisão bibliográfica
- Metodologia de pesquisa
- Análises comparativas e resultados
- Considerações finais

O segundo capítulo deste trabalho apresenta uma revisão dos conceitos e características dos dois sistemas construtivos, apontando também as vantagens e desvantagens de cada um. Também é descrito o conceito de orçamento de obra.

A metodologia utilizada para este estudo está descrita no capítulo 3, onde são descritas as informações e características do projeto utilizado como objeto de estudo, apresentando o projeto arquitetônico e informações a respeito do tipo de estrutura utilizada. Também são descritos quais os métodos utilizados para a comparação de custos entre os dois sistemas, e quais os parâmetros para a comparação. Nesta etapa são descritos também qual o método utilizado para o cálculo da estrutura convencional em concreto armado.

O capítulo 4 está reservado às análises comparativas e resultados obtidos dos orçamentos gerados, em que são apresentados os gráficos comparativos de custo entre os dois métodos construtivos.

O capítulo 5 refere-se às considerações finais do trabalho, onde são apontadas as conclusões acerca dos resultados obtidos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Concreto pré-moldado

2.1.1 Histórico

Existem estudos que comprovam o surgimento do concreto armado na França, por volta do século XIX, juntamente com a Revolução Industrial. Segundo Fusco (2008), esta descoberta não deve ser atribuída a somente uma pessoa. Um grupo de estudiosos em que apenas um deles era engenheiro, os outros, sendo um jardineiro e um advogado, são considerados os pioneiros da descoberta.

A partir da década de 40 foram surgindo inovações, como a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Após a 2ª Guerra Mundial, alemães sentiram a necessidade do uso de aços estruturais mais resistentes, surgindo assim o concreto protendido (FUSCO, 2008).

Já o concreto pré-moldado, que será nosso principal objeto de estudo neste trabalho, teve surgimento, segundo Serra (2005), juntamente com a necessidade da industrialização. É difícil definir uma data específica para seu surgimento, mas conforme a mecanização dos processos foi se consolidando e ganhando espaço no mercado, também foi introduzida a mecanização e a pré-moldagem das estruturas de concreto a serem utilizadas nas construções.

2.1.2 Caracterização

Conforme Milani et al. (2012), as empresas atuantes no ramo de construção civil, cada vez mais buscam a competitividade entre si, procurando métodos de reduzir os custos de produção e a aplicação da racionalização de mão de obra, consequentemente gerando uma rapidez maior na entrega da obra finalizada. A partir desses preceitos envolvendo a industrialização da construção em si, os elementos pré-moldados se tornam alternativas de otimização de mão de obra e suporte para a rigorosidade empregada nas obras. As regiões brasileiras do oeste de Santa Catarina e Sudoeste do Paraná são fortes empreendedoras do mercado de pré-fabricados de concreto, existindo inúmeras empresas do ramo.

As estruturas pré-moldadas, assim como as estruturas convencionais, utilizam o sistema em esqueleto. A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), define o sistema em esqueleto como:

Sistemas em esqueleto consistem de elementos lineares – vigas, pilares de diferentes formatos e tamanhos combinados para formar o esqueleto da estrutura. Estes são apropriados para construções que precisam de alta flexibilidade na arquitetura. Isto ocorre pela possibilidade do uso de grandes vãos e para alcançar espaços abertos sem a interferência de paredes. Isto é muito importante para construções industriais, shopping centers, estacionamentos, centros esportivos e também, para construções de escritórios grandes (ABCP, p.2, 1994).

O conceito de esqueleto também oferece uma grande liberdade para o arquiteto na escolha do sistema de fechamento. Os elementos estruturais são bem adaptáveis para uma produção racional e processos de montagem. (ABCP, p.4, 1994).

Segundo Iglesia (2006), o uso de grandes vãos e detalhes simples funcionam como uma filosofia específica de projeto que deve ser seguida para que sejam aproveitadas todas as vantagens desse sistema. A presença das ligações entre os elementos da estrutura é o principal fator que diferencia estrutura pré-moldada de estrutura convencional moldada no local. Portanto, a definição e a correta distribuição das ligações nesse sistema têm influência direta no desempenho estrutural de uma edificação que utiliza estrutura pré-moldada.

É importante salientar que existe uma pequena diferença entre os conceitos de concreto pré-moldado e concreto pré-fabricado. Segundo a ABCIC (2013), a pré-

moldagem se define como um processo de construção em que os elementos da obra, ou parte deles, são moldados fora do local de uso.

Já os pré-fabricados, são descritos como um método industrial de construção em que os elementos são fabricados, normalmente em grandes séries, nas instalações industriais e montados na obra, utilizando equipamentos e dispositivos para elevação das peças (ABCIC, 2013).

A NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado – (ABNT, 1985) define estrutura pré-fabricada como elemento pré-moldado, executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obra, ou em instalações permanentes de empresa destinada para este fim que atende aos requisitos mínimos de mão de obra qualificada; a matéria prima dos elementos pré-fabricados deve ser ensaiada e testada quando no recebimento pela empresa e previamente à sua utilização.

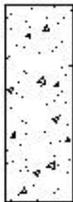
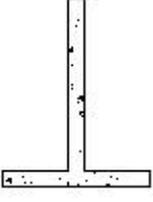
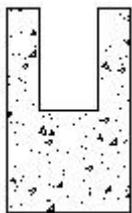
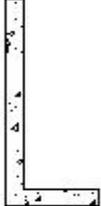
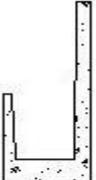
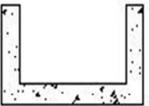
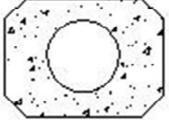
Os pré-fabricados de concreto tornaram-se, segundo Serra (2005), essenciais na indústria da construção civil, devido à economia em sua execução e por não haverem desperdícios em sua concepção e montagem. Para que a vantagem da velocidade de execução da estrutura pré-moldada seja efetivamente utilizada, devem ser cuidadosamente planejados os passos a serem seguidos na obra e identificados os possíveis intervenientes e complicações que possam interferir no andamento da mesma.

2.1.3 Elementos de concreto pré-moldado

2.1.3.1 Pilares e vigas pré-fabricados de concreto

Os pré-moldados podem oferecer inúmeras possibilidades diferentes de formas e aspectos arquitetônicos para cada elemento estrutural a ser utilizado. O formato adotado depende das necessidades da obra e os tipos de ligações estruturais escolhidas (SERRA, 2005). A tabela 01 a seguir apresenta alguns formatos de vigas pré-fabricadas de concreto, utilizadas usualmente em obras de estruturas pré-moldadas.

Tabela 01 - Formatos de vigas pré-fabricadas.

Viga	Secção da forma	Peça Produzida	Viga	Secção da forma	Peça Produzida
<i>Retangular</i>	Retângulo		T Invertida	Retângulo com L nas duas laterais	
<i>Calha U</i>	Retângulo com U vazado na parte Superior		L	L convencional	
<i>I</i>	Retângulo com C vazado nas duas laterais		Calha J	J invertido	
<i>Calha I</i>	Retângulo com C vazado nas duas laterais e no lado superior		Chata U	Retângulo com U chato vazado na parte Superior	
<i>T</i>	Retângulo com L invertido nas duas laterais		Octogonal Vazada	Quadrado vazado interiormente com xanfro na extremidade	

Fonte: Adaptado de Moreira (2009).

Segundo De Brito e Gantois (2013), dependendo da altura das edificações, os pilares dispostos na estrutura do sistema esqueleto podem ser formados de uma única peça ou por mais elementos ligados entre si. Normalmente nesse tipo de estruturas existem consolos, ou seja, elementos estruturais projetados lateralmente de balanço curto, servindo de apoio para outros elementos estruturais, vigas ou pontes rolantes.

Os pilares pré-fabricados em concreto podem ser produzidos em diversas formas de seções, sendo maciços ou vazados no meio funcionando como escoamento de água.

As vigas, por serem elementos de ligação e por absorverem esforços do restante da estrutura, recebem inúmeras geometrias, na qual, as formas também devem se adaptar a esses formatos (TEIXEIRA, 1986).

Segundo Moreira (2009), as vigas podem ser executadas em concreto armado e protendido. Funcionam como suporte para laje, viga-telha, elementos da cobertura, etc. A viga também pode funcionar como elemento de travamento dos painéis. Podem ser de formato padrão ou de variados tipos e formatos, dependendo das necessidades de projeto.

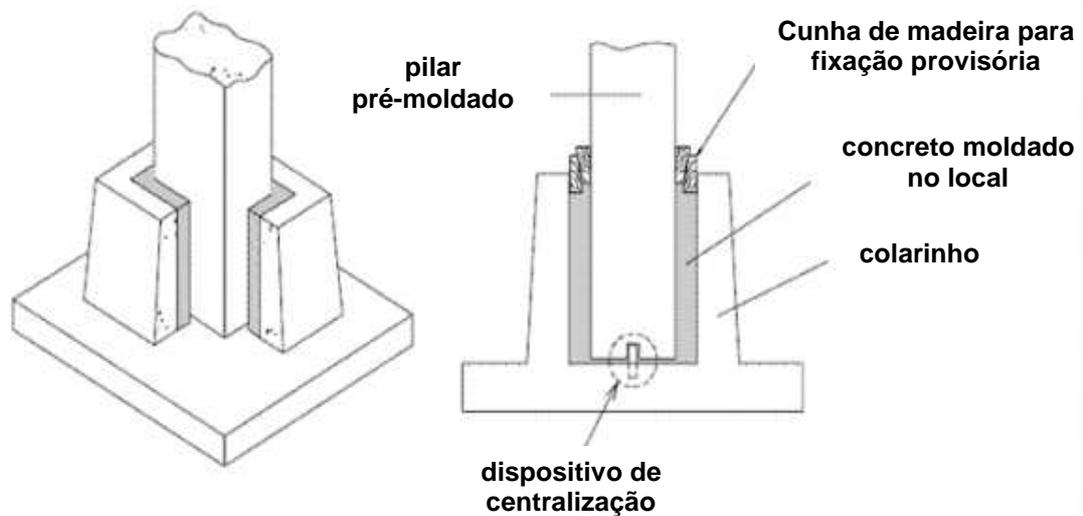
2.1.3.2 Fundações em concreto pré-moldado

Quando o assunto é seu comportamento estrutural, segundo Ebeling (2006), as estruturas pré-moldadas de concreto se caracterizam por sua divisão em elementos, que são unidos por ligações. O tipo de ligação escolhido para junção dos elementos é de grande importância, pois pode ser um fator crucial de interferência no tempo de montagem da estrutura e no seu comportamento final.

Para Monteiro (2011), dentre os tipos de ligações pilar-fundação, o mais executado no Brasil é o de cálices pré-moldados. Este tipo de fundação corresponde no embutimento de uma parte do pilar em uma cavidade existente no elemento de fundação. Depois de realizado o encaixe, o espaço vazio existente entre o pilar e o colarinho é preenchido com concreto. A acomodação do pilar se dá com a utilização de cunhas de madeira que são colocadas no espaço entre o pilar e o colarinho.

Este tipo de ligação apresenta uma boa capacidade de transmissão de forças que remete num comportamento próximo do monolítico. O cálice pode ser tanto moldado no local, utilizado com colarinho pré-moldado ou até mesmo a pré-moldagem inteira do cálice, sendo este o tipo de ligação mais comum no país quando se trata de construções pré-moldadas (EBELING, 2006).

Figura 01 - Ligação pilar-fundação por meio de cálice.



Fonte: Adaptado de Campos (2009)

2.1.3.3 Lajes protendidas alveolares

Conforme El Debs (2000), as lajes alveolares tiveram seu surgimento na Alemanha e atualmente sua técnica de construção é largamente difundida na América do Norte e Europa Ocidental. Uma das características principais das lajes alveolares é a sua protensão, na qual, influencia na diminuição de peso comparando-se com o concreto armado e também na melhora das condições dos limites referentes à abertura de fissuras e deformações excessivas. Os alvéolos, que se configuram como núcleos vazios no interior da laje, funcionam também como espaços que podem ser utilizados para a passagem de tubulações hidrossanitárias e elétricas da edificação.

Segundo Da Silva (2011), em sua face superior, as lajes protendidas alveolares recebem uma camada de no mínimo 5 centímetros de concreto moldado no local da obra, juntamente com uma malha de ferro distribuída sobre a laje. Esta camada contribui, trabalhando em conjunto com a laje pré-moldada, no aumento da resistência à flexão da laje e no aumento da resistência ao cisalhamento. Esta capa também exerce um maior enrijecimento das nervuras e contribui para aperfeiçoar o nivelamento final da laje.

Figura 02 – Pistas de execução das lajes e aplicação de desmoldante com proteção das cordoalhas.



Fonte: Petrucelli (2009).

As etapas do processo de fabricação dessas lajes podem ser todas realizadas exclusivamente dentro da empresa fabricante, dependendo do porte e infraestrutura existente. Ainda conforme Petrucelli (2009), o processo se inicia nas pistas de execução, que são constituídas de formas metálicas com trilhos, onde é aplicado um desmoldante, através de um pulverizador, para garantir que a face inferior dos painéis fique lisa. Depois disso são posicionados os cabos de protensão, nos quais são presas cunhas nas extremidades da pista. A região onde será realizada a protensão deve ser protegida por grades, devido ao risco de acidentes gerados pelas correntes de protensão impulsionadas pelo macaco hidráulico. Após essa etapa, é realizado o lançamento do concreto nas formas. Para o sistema que usa máquinas extrusoras, o concreto é lançado e comprimido nas paredes das formas e somente concretos com relação água/cimento muito baixas podem ser usados, gerando um concreto com alta resistência. Já nos sistemas de moldadoras, que utilizam formas deslizantes, são usadas relações mais altas de água/cimento, possibilitando uma melhor trabalhabilidade na execução; porém, a resistência do concreto é um pouco mais baixa. Realizado o lançamento, vibração e adensamento

das lajes e por fim sua cura, podem ser executados cortes nas lajes, conforme a modulação solicitada no empreendimento e para melhor atender as exigências do projeto arquitetônico. Cortes nos cantos das lajes, os quais indicam os encaixes dos pilares, podem ser feitos com o concreto ainda fresco nas pistas de execução e no caso da necessidade de colocação de barras ou preenchimento do alvéolo, os cortes são realizados após a produção, com o produto já em estoque.

Outros tipos de corte, como os longitudinais, também são comumente executados, porém exigem maiores cuidados, devendo existir certa cautela para os cortes serem efetuados nos alvéolos, diminuindo as chances de atingir o aço e comprometer a estrutura. Por fim são realizados os cortes transversais que definem o comprimento final das peças e liberam a protensão. Essas peças podem ser içadas das pistas por meio de sistema de cabo garras, ou gancho e direcionadas ao estoque, onde devem seguir critérios e limites cuidadosamente organizados para não comprometerem o produto final e para que não surjam fissuras ou rupturas. PETRUCCELLI (2009).

A laje a ser utilizada na obra depende do vão a ser vencido e da sobrecarga exercida sobre a laje, conforme tabela a seguir:

Figura 03 – Sobrecarga/vão, determinação da espessura da laje pré-fabricada.

SOBRECARGA (Kgf/m ²)	VÃOS (m)																						
	05	5,5	06	6,5	07	7,5	08	8,5	09	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16
100	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	25	25	25	25	30
200	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	25	25	25	25	25	30	30	30
300	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	25	25	25	25	25	30	30	30		
400	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	25	25	25	25	30	30	30	30			
500	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	25	25	25	30	30	30	30	30				
600	15	15	15	15	15	15	20	20	20	25	25	25	25	30	30	30	30						
800	15	15	15	15	15	20	20	20	25	25	25	25	30	30	30								
1000	15	15	15	15	20	20	20	25	25	25	30	30	30										
1200	15	15	15	20	20	20	25	25	25	30	30	30	30										
1500	15	20	20	20	25	25	25	30	30	30	30												
2000	15	20	20	25	25	25	30	30	30														
2500	20	20	25	25	30	30																	
3000	25	25	25	30																			
3500	30	30	30																				
4000	30																						
4500	30																						

Fonte: Manual ROTESMA – Indústria de Pré-fabricados de Concreto (2013).

Algumas das lajes pré-fabricadas fornecidas no mercado, conforme apresenta a empresa ROTESMA – Indústria de Pré-fabricados de Concreto, são constituídas de painéis de concreto protendido que possuem seção transversal com altura constante e alvéolos longitudinais, para redução do peso dos elementos. Os painéis possuem largura padrão de 1,25 m e alturas de 15, 20, 25, 30 cm.

2.1.3.4 Painéis pré-fabricados em concreto armado

Os painéis para vedação vertical podem possuir tanto funções estruturais como estéticas e arquitetônicas. A utilização desses painéis se apresenta como alternativa ao uso da alvenaria estrutural amplamente utilizada nas construções atuais e também como alternativa à vedação (CAMPOS, 2012). Segundo o autor, o uso de vedação com peças pré-moldadas de concreto é mais sustentável que o uso convencional de alvenaria, pois esta, devido ao seu método de execução gera muitos resíduos provenientes da argamassa necessária para seu acabamento e de pedaços de tijolos. Outra vantagem das peças pré-moldadas para este fim, ainda segundo o autor, é a utilização de materiais reaproveitados como a escória de alto forno, tipo de material que não teria utilidade a não ser para esta destinação.

Com relação aos tipos de painéis pré-fabricados utilizados no objeto de estudo deste trabalho e conforme a NBR ISO 15575-2 (ABNT, 2010), as placas são todas externas, utilizadas nas fachadas e possuem espessura de 15 cm e altura máxima de 2m. Os painéis possuem superfícies acabadas nas faces interna e externa. As juntas verticais e laterais são preenchidas com material elastomérico, agindo contra a fissuração da estrutura devido a sua movimentação e garantindo a estanqueidade da edificação. Possuem também a opção da eliminação da viga de baldrame (ROTESMA, 2013).

Existem quatro tipos de painéis arquitetônicos pré-fabricados de vedação que são disponibilizados pela empresa: alveolar, maciço, nervurado e o utilizado no objeto de estudo, Painel Térmico acústico em concreto celular (tipo sanduíche). Esse, por sua vez, é constituído de duas camadas de concreto separadas pelo material não estrutural (EPS), o que faz com que seja aumentada a capacidade de isolamento térmico e acústico. Podem ser alinhados por dentro dos pilares, ficando

lado a lado ou por fora, encobrendo os pilares e vigas, na qual é utilizado na obra em estudo, conforme figura abaixo:

Figura 04 - Placas de fechamento tipo sanduíche.



Detalhe das placas unidas por ligante e posicionadas por fora do pilar.

Fonte: Autor

2.2 Sistema convencional

Considerando-se os tipos de edifícios comumente construídos e seus sistemas estruturais, segundo Melhado (1998), é possível classificá-los de acordo com sua concepção estrutural ou pela sua intensidade de emprego. Os edifícios que recebem a denominação de convencionais ou tradicionais, são aqueles mais empregados em um determinado meio e executados com estrutura de lajes, pilares e vigas com concreto armado moldado no local da obra. A construção convencional ou tradicional baseia-se fundamentalmente nos seguintes aspectos construtivos: produção e montagem das formas; preparo e distribuição das armaduras; lançamento, adensamento e cura do concreto.

2.2.1 Fundações

O projeto e execução de fundações, segundo Velloso e Lopes (2011), requer conhecimentos de Geotecnia e Cálculo Estrutural. As fundações quando carregadas, solicitam o terreno e este, por sua vez, se deforma, gerando deslocamentos verticais, horizontais e rotações. Dessa forma, a hipótese usual de apoios indeslocáveis se torna duvidosa, e nas estruturas do tipo hiperestáticas, no qual são as mais utilizadas, os cálculos precisam ser refeitos.

Ainda conforme o autor, em nosso País, as técnicas de fundações não têm recebido o devido tratamento científico e a experiência e vivência do engenheiro são os fatores mais requeridos na especialização desse assunto. Assim, a tomada de decisão é baseada numa previsão e o tipo de fundação é escolhido de acordo com as particularidades da obra.

Conforme a NBR 6122 (ABNT, 1996), as fundações são divididas em superficiais (rasa ou direta) e profundas.

As superficiais são elementos de fundação na qual a carga é transmitida para o solo, pelas tensões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente deve ser inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação. Incluem-se neste tipo de fundação, segundo a NBR 6122 (ABNT, 1996):

- Sapata: Elemento de concreto armado dimensionado de forma em que as forças de tração sejam resistidas pelo emprego da armadura e não pelo concreto. Sua base em planta normalmente se apresenta de formato quadrada, retangular ou trapezoidal.
- Bloco: Elemento de concreto armado dimensionado de forma em que as forças de tração sejam resistidas pelo concreto, não sendo necessária armadura. Pode apresentar faces verticais, inclinadas ou escalonadas e, em planta, seção quadrada ou retangular.
- Sapata associada: É o tipo de sapata comum em vários pilares nas quais os centros de gravidade não estão no mesmo alinhamento.

- Sapata corrida: É o tipo de sapata sujeita a uma determinada carga distribuída linearmente.
- Radier: Fundação superficial que abrange todos os pilares e carregamentos distribuídos de uma obra.
- Viga de Fundação: É o tipo de fundação comum a vários pilares, na qual os centros de gravidade estão no mesmo alinhamento.

Ainda pela norma NBR 6122 (ABNT, 1996), nas fundações profundas, a carga é transmitida ao terreno pela sua base (resistência de ponta), por sua superfície lateral, também denominada de fuste (resistência lateral), ou pela combinação das duas, devendo estar assentada a uma profundidade superior ao dobro da sua menor dimensão em planta, ou no mínimo uma profundidade de 3 metros. Incluem-se:

- Estacas: São executadas por equipamentos ou ferramentas, não ocorrendo descida de operário nas escavações.
- Caixões: Possuem forma prismática. São concretados na superfície e inseridos por meio de escavação interna.
- Tubulões: Elemento Cilíndrico em que, pelo menos na etapa final, existe a descida de operário. Podem ser executados com ou sem revestimento, podendo estes ser de aço ou de concreto. Podem também possuir base alargada ou não.

2.2.2 Estrutura de concreto armado

Conforme Araújo (2010), concreto armado é o composto formado pela junção do concreto com barras de aço dispostas em seu interior. As barras de aço cumprem a função de absorver os esforços de tração exercidos pela estrutura, pois a resistência à tração do concreto é baixa, cerca de 10% da resistência à compressão. O funcionamento dos dois elementos se dá devido à aderência, assim, as deformações do aço são praticamente iguais as do concreto envolvido nele.

Ainda segundo o autor, apesar da fissuração quase inevitável, a armadura não fica prejudicada, existindo limitação da abertura dessas fissuras. Portanto, um

cobrimento mínimo de concreto sobre a armadura é necessário, dependendo da agressividade do meio.

Quando uma estrutura de concreto armado é submetida a variações de temperatura, as tensões entre aço e concreto serão pequenas, devido aos coeficientes de dilatação térmica dos materiais serem aproximadamente iguais. Em caso de elevadas temperaturas, como incêndio, deve-se adotar um cobrimento maior de concreto sobre a armadura (ARAÚJO, 2010).

2.2.3 Fôrmas

Conforme Melhado (1998), as fôrmas podem ser consideradas como o elemento que tem função de dar formato ao concreto, contê-lo e sustentá-lo até que atinja a resistência suficiente para poder sustentar a si mesmo. Além disso, as fôrmas são responsáveis por garantir a textura desejada para a superfície do concreto.

Segundo Maranhão (2000), desde o início do século passado, tratando-se de construções de edifícios em concreto armado, as fôrmas não eram itens relevantes na composição de custos de uma obra, pois o material e mão de obra representavam uma pequena porcentagem no custo das mesmas. Atualmente, estes dados se mostram diferentes, pois 60% das horas gastas para moldagem da estrutura são utilizadas na execução das fôrmas, 25% para a montagem da armação e 15% para a concretagem.

Para a execução das fôrmas é empregado o uso da madeira, sendo esta a matéria-prima mais utilizada na fabricação dos moldes. Outros tipos de materiais também podem ser empregados, como o aço, polímero (plástico, isopor), papelão e etc. As fôrmas devem apresentar resistência suficiente para suportar seu peso próprio, peso do concreto, ação do adensamento e demais fatores existentes no local da obra que possam influenciar no peso final a ser resistido. A estabilidade deve ser garantida utilizando-se de suportes e contraventamentos, normalmente suportes verticais de madeira, conhecidos também como escoras ou cimbramentos (MARANHÃO 2000).

Figura 05 - Fôrmas de madeira em sistema convencional e escoras verticais de madeira.



Fonte: Fontoura (2012).

2.2.4 Ferragens

Segundo Melhado (1998), os aços para concreto armado, normalmente comercializados em barras de 12m de diferentes bitolas, possuem a função de aumentar a capacidade resistente das peças e absorver as tensões de tração e cisalhamento, sendo empregados como armação de componentes estruturais. Depois de efetuada a compra do aço e realizado seu recebimento, realizam-se os processos de corte e dobra no canteiro de obras, na qual os encarregados montam a armação dos elementos estruturais (vigas, pilares, lajes), a serem dispostos dentro das fôrmas para a posterior concretagem.

Enquanto que o concreto apresenta boa resistência à compressão, o aço, por sua vez, possui excelente resistência à tração, sendo elemento crucial no desempenho da estrutura. Portanto o concreto armado se caracteriza como uma aliança de materiais com características mecânicas diferentes que se complementam (MELHADO, 1998).

2.2.5 Lajes

De acordo com Da Silva (2006), as lajes são elementos planos que possuem cargas predominantes sobre si. Lajes do tipo maciça, mistas e pré-moldadas foram desenvolvidas juntamente com o surgimento do concreto armado. Com o avanço da tecnologia, surgiram mudanças e melhorias, como o concreto protendido, que possibilita vãos maiores e menor espessura. No caso das lajes maciças, se faz necessária a execução de fôrmas que trabalham na sustentação e moldagem do concreto, até que este atinja a resistência adequada.

Para Araújo (2008), as lajes convencionais são elementos que desempenham a função de absorver os carregamentos gerados sobre o piso. Normalmente elas são apoiadas sobre vigas que transmitem os esforços solicitantes para os pilares e, por fim, para as fundações.

O sistema de laje convencional moldado *in loco* é executado com o uso de fôrmas para a obtenção da geometria, sendo sustentado por escoras até que seja adquirida a resistência necessária (ARAÚJO,2008).

2.2.6 Alvenaria

Segundo Azeredo (1997), alvenaria é definida como todo o tipo de obra constituída de pedras, tijolos ou blocos de concreto ou cerâmico, ligados ou não por argamassa. Deve oferecer condições de resistência, durabilidade e impermeabilidade. Pode ser classificada em estrutural e de vedação.

2.2.6.1 Alvenaria de vedação

A alvenaria de vedação pode ser definida como o tipo de alvenaria na qual é dimensionada apenas para resistir ao seu próprio peso. Exerce função de proteção dos edifícios contra chuva e outros agentes, atuando também na função de separação dos ambientes (ALVARENGA et al., 2006).

Os blocos ou tijolos utilizados na execução são chamados de componentes da alvenaria. São elementos de geometria regular que apresentam tamanho e peso

manuseáveis. A solidarização dos componentes se dá por meio das juntas de argamassa, que são constituídas pela argamassa de assentamento aplicada em estado plástico para posterior endurecimento e cura (TAGUCHI, 2010).

Figura 06 - Alvenaria de vedação em sistema construtivo convencional.



Fonte: Galib (2011).

2.2.6.2 Revestimento da alvenaria

Conforme Taguchi (2010), os revestimentos constituem-se de diversas camadas de materiais distintos. As características físicas de cada camada atuam contra o aparecimento de deformações no conjunto todo, pois as camadas encontram-se ligadas entre si.

Segundo o autor, existem várias possibilidades na execução das camadas de revestimento, mas de uma forma geral, classificam-se nas seguintes:

- Base: é constituída pelos elementos da alvenaria, ou seja, argamassa, tijolos, blocos cerâmicos ou de concreto.

- Revestimento: é conhecido como a camada de cobertura da base da alvenaria, melhorando o aspecto visual e dando o acabamento necessário. Normalmente é constituído por três camadas:

- Chapisco: é o composto de areia grossa e argamassa de cimento. É a primeira camada projetada sobre a superfície da base, formando uma camada áspera e irregular, facilitando a aderência da próxima camada.

- Emboço: é a camada de revestimento que tem função de regularizar a base. Permite o recebimento da camada de reboco ou revestimento decorativo. Exerce função de proteção da edificação e evita que agentes agressivos infiltrem-se na alvenaria.

- Reboco: é a camada utilizada para cobrimento do emboço, podendo se constituir em uma superfície que permita o recebimento do revestimento decorativo, ou mesmo no acabamento final. O reboco se caracteriza como uma camada fina, permitindo o recebimento do processo final, constituído de lixamento, aplicação de tinta base e pintura.

2.3 Vantagens e desvantagens dos dois sistemas

2.3.1 Vantagens e desvantagens do uso de pré-moldados

Segundo Ferreira (2003), comparando-se ao sistema tradicional, o sistema pré-moldado de concreto possui muitas características positivas. Devido ao seu processo de produção ser realizado em fábrica, como também pode ser caracterizado como sua racionalização, é possível atribuir na sua produção uma mão de obra especializada e maior controle de qualidade no produto final.

Conforme as características construtivas adotadas para uma obra, o uso de pré-moldados se torna usual. Segundo a ABCP (1994), os edifícios mais modernos e que exigem um maior espaço livre interno, como grandes escritórios, estabelecimentos comerciais ou até mesmo residenciais, muito utilizados em apartamentos europeus, utilizam fachadas com placas de fechamento tipo

sanduíche, onde existe uma camada intermediária de isolamento em meio a duas camadas de concreto, fazendo com que haja um bom isolamento térmico e acústico.

Existem outras características vantajosas neste tipo de construção: rapidez de instalação, resistência ao fogo e superfície já preparada para receber pintura. Existem também algumas desvantagens ligadas a estes fatores, que estão contidas principalmente na flexibilidade reduzida das adaptações de projeto, devido a uma pré-organização das peças e tamanhos já especificados de fábrica para atender vãos e aberturas (IGLESIA, 2006).

Ainda segundo Iglesia (2006), a construção pré-moldada possibilita uma maior rapidez no processo de construção, devido à utilização de componentes industrializados com alto controle de qualidade através de empresas possuidoras de mão de obra treinada, o que possibilita também uma maior segurança e organização na obra.

De forma geral, referindo-se diretamente às lajes do sistema pré-moldados, Petrucelli (2009) comenta algumas vantagens interessantes como: rapidez na montagem; dispensa de escoramento; excelente relação custo benefício; dispensa de reboco inferior; possibilita a redução da largura da peça, abertura dos shafts na laje e pode ser também utilizada em obras com estrutura moldada *in loco* ou estruturas metálicas.

A respeito dos cálices de fundação, o tipo de fundação pré-moldada mais utilizada no país, para Monteiro (2011), existem algumas vantagens e desvantagens expressivas nesse tipo de fundação:

Vantagens:

- Facilidade na etapa de montagem;
- Permite a absorção de desvios dimensionais de geometria ou de locação da obra;
- Boa capacidade de transmitir os esforços solicitantes, com comportamento semelhante ao de uma ligação monolítica.

Desvantagens:

- No processo executivo das ligações, há necessidade de maiores cuidados no preenchimento com concreto do espaço vazio entre pilar e cálice, principalmente na parte do seu adensamento.
- O uso do colarinho em divisas só é possível quando existe uma determinada distância segura entre o pilar e a divisa.

2.3.2 Vantagens e desvantagens do sistema convencional

Segundo Araújo (2010), o concreto armado tem muitas vantagens sobre os demais materiais estruturais, como a facilidade de execução em diversos tipos de formas; praticamente não requer manutenção ou conservação; permite facilmente a construção de estruturas hiperestáticas, ou seja, estruturas com reservas de segurança.

Ainda conforme o autor, dentre as desvantagens do concreto armado, podem ser citadas:

- O elevado peso das construções;
- Dificuldades para a execução de reformas ou demolições;
- Menor proteção térmica.

Existem também algumas desvantagens provenientes do uso da alvenaria de vedação convencional. É visível o desperdício de materiais, ou seja, quebra de tijolos no transporte e na execução. Os problemas de execução normalmente precisam ser detectados por conferência de prumo, gerando elevados consumos de argamassa para correção da prumada da parede (ALVARENGA et al., 2006).

Segundo Araújo (2008), as lajes maciças moldadas *in loco* constituem-se em um dos sistemas mais empregados até hoje. Devido à sua vasta utilização, oferece uma mão de obra bastante capacitada. Por outro lado, apresentam uma pequena capacidade portante, demandando uma quantidade grande de vigas, aumentando assim o volume de concreto utilizado e dificultando a execução das fôrmas.

2.4 Orçamento de obra

O principal objetivo deste trabalho está em comparar os custos totais de obra de dois tipos distintos estruturais, com características que divergem entre si. Deste modo, é necessária uma descrição abordando os conceitos e algumas particularidades envolvendo o orçamento de obras na construção civil.

Segundo González (2008), existem vários tipos de orçamento, e dependendo da finalidade e dos dados que estão à disposição, pode ser escolhido um padrão para ele. Se o interesse for de preparar um orçamento rápido, normalmente baseado em um anteprojeto, pode ser escolhido o orçamento do tipo paramétrico. Se a intenção for a de realizar um orçamento mais detalhado, e que irá reunir um maior número de informações, é indicado o orçamento discriminado. Segundo o autor, os dois tipos de orçamento se definem como:

- Orçamento paramétrico: é o orçamento aproximado, na qual se adequa às verificações iniciais e utiliza como parâmetro, estudos de viabilidade e consultas com clientes. É um valor estimativo, obtido de valores unitários de obras anteriores e cálculos de indicadores.

- Orçamento Discriminado: é composto por uma relação dos serviços que serão executados na obra. Baseia-se na relação dos preços unitários de cada um dos grupos de serviços, como: materiais, equipamentos e mão de obra. Esses orçamentos, em sua maioria, são executados utilizando composições de custos obtidas em livros ou tabelas. Sendo assim, sempre existem imperfeições se estas composições forem ajustadas a uma empresa em particular, podendo ser corrigidas com a apropriação de custos, que verifica os materiais e equipamentos empregados, juntamente com o tempo utilizado para tais serviços, diretamente no local da obra.

Por fim, o orçamento discriminado se resume na divisão dos serviços seguindo um padrão de composições, facilitando a conferência dos resultados. Para isso, é necessário que o conjunto de dados do projeto da obra já esteja desenvolvido, pois o levantamento dos serviços e quantitativos de materiais é realizado com a utilização da planta do projeto, de acordo com os critérios especificados no orçamento (GONZÁLEZ, 2008).

Segundo Tisaka (2006), por se tratar de orçamento, um certo grau de imprecisão nos cálculos deve ser levado em conta, devido aos preços variáveis de mercado e dos erros de avaliação dos coeficientes utilizados na composição dos preços. Porém, se caracterizadas as mesmas condições de trabalho, os custos diretos de uma obra não devem ter grandes diferenças de valores de uma empresa para outra.

Quando é solicitado a um profissional ou a uma empresa construtora um orçamento para a execução de obra, seja residencial, comercial, industrial ou pública, a primeira coisa a ser feita é ter os projetos em mãos e levantar as quantidades dos materiais, verificar os equipamentos necessários e dimensionar a mão de obra a ser utilizada (TISAKA, 2008).

2.4.1 Custo

Custo, segundo Martins (2000), é um gasto referente a um tipo de bem ou serviço, na qual utiliza o valor da soma de mão de obra, materiais e equipamentos que se tornam necessários para a realização de uma determinada obra ou serviço.

2.4.1.1 Custo direto

Custo Direto, segundo Martins (2000), pode ser definido como, o somatório dos custos de todos os itens e serviços que compõem a construção da edificação. Nesse somatório se aplica o consumo dos insumos sobre os preços de mercado e também os custos relacionados à infraestrutura necessária para a construção da obra.

Esses insumos se resumem em:

Mão de obra: Representa o consumo de horas ou fração de horas exercidas por trabalhadores, qualificados ou não, para a execução de uma determinada unidade de serviço, multiplicados pelo custo horário de cada trabalhador. O custo horário se resume no salário por hora do trabalhador, adicionando-se os encargos sociais.

Materiais: São os custos referentes ao consumo de todos os materiais a serem utilizados na execução da obra ou serviço, multiplicando-se o preço unitário de mercado destes respectivos materiais.

Segundo Da Rocha (2013), por fazer parte das composições de custos unitários diretos, a taxa de encargos sociais é calculada sobre o salário-hora, na qual utiliza em sua soma diversos encargos diferentes. Cada componente da taxa utiliza uma equação diferente em seu cálculo, onde inicialmente é atribuído o número de horas produtivas anuais na construção civil, o qual é utilizado em quase todas as equações. Conforme o autor, tem-se um total 1.990,26 horas trabalhadas no ano.

A taxa de encargos sociais está dividida em 5 grupos, sendo eles: encargos decorrentes das leis trabalhistas, encargos trabalhistas, fundo de garantia dos trabalhadores, reincidências cumulativas dos encargos anteriores e encargos complementares ou encargos locais. O somatório desses grupos de encargos resulta na taxa total atribuída, na qual pode variar de acordo com os critérios escolhidos e a localidade em que se realiza a obra. (DA ROCHA, 2013).

2.4.1.2 Custo indireto

Segundo Castro et al. (1997), os custos indiretos são aqueles que não oferecem medida objetiva e sua alocação é feita de forma estimada. Basicamente se divide entre as partes de administração da obra, administração central, máquinas e equipamentos e serviços gerais. Os custos da administração da obra englobam a instalação do canteiro, mobilização de equipamentos, gastos com pessoal administrativo, e todas as taxas e impostos que incidem diretamente sobre a obra. Já os custos envolvendo a administração central, são os impostos, gastos com funcionários, taxas e todas as despesas financeiras envolvendo a administração central da empresa. O custo envolvendo os equipamentos é definido como o custo horário dos equipamentos necessários para um determinado serviço, multiplicado-se o número de horas ou fração de horas de utilização do mesmo.

Para Mattos (2007), o custo indireto de uma obra pode representar de 5 a 30 % do orçamento total da construção, sendo que este percentual oscila em função de

alguns aspectos que o influenciam, como: a localização geográfica da obra, política da empresa, prazos e o grau de dificuldade de execução da obra.

Ainda segundo o autor, a administração central da empresa é uma geradora de despesas sem ser necessariamente uma geradora de receitas, pois são as obras que arcam com as despesas da matriz. As obras geram um rateio dos custos da matriz, dependendo do porte de cada contrato. O percentual dos custos que são rateados pelas obras é nomeado como taxa da administração central. Essa taxa cobre as seguintes despesas:

- Pessoal: Custo de todas as equipes do escritório, salários, etc.
- Instalações físicas: Despesas referentes ao aluguel e manutenção dos imóveis, incluindo custos de locação e impostos prediais.
- Despesas correntes: custos como água, luz, telefone, material de escritório, limpeza e etc.
- Veículos e equipamentos: despesas de equipamentos de escritório, e veículos utilitários.
- Serviços de terceiros: assessoria jurídica, consultoria para projetos de obras, contabilidade, graficação, treinamento de pessoal.

2.4.2 BDI

Conforme coloca o Instituto de Engenharia (2004), existem no mercado atual, programas de computador e publicações que ajudam a levantar os custos de obra, utilizando-se de uma extensa lista de composições de custos unitários dos serviços de edificações e também custos unitários por metro quadrado de materiais para construções, tanto de caráter habitacional, comercial ou industrial, em várias regiões do Brasil, mas todos eles levantam mais especificamente os custos e não preços.

Para que esses dados se transformem em orçamento, ou preço de venda, é necessário adicionar o BDI, que significa: “ Benefícios e Despesas Indiretas”, nas quais entende-se como as despesas indiretas do construtor ou do profissional

responsável pela obra, juntamente com os encargos financeiros, os impostos federais e municipais e a remuneração ou lucro que precisa ter para assumir esta responsabilidade. O BDI é utilizado como uma taxa adicionada ao custo total da obra e seu resultado é fruto de uma operação matemática baseada em dados objetivos envolvidos em cada tipo de construção (INSTITUTO DE ENGENHARIA, 2004).

Segundo González (2008), o BDI inclui tanto a parte de benefícios, sendo o lucro da empresa e divulgação, quanto a parte de despesas indiretas. Estas despesas se caracterizam basicamente nos custos administrativos da empresa e possíveis imprevistos tais como: aluguel do prédio, mobiliário, despesas com energia elétrica, aluguel de equipamentos, salário dos funcionários, despesas com veículos, assessorias e tributação em geral. O valor do BDI pode variar de acordo com as condições de cada empresa e das condições particulares da obra.

São vários os impostos incidentes sobre a construção. Para Mattos (2007), a inclusão desses impostos se dá no final da orçamentação e devido estes serem incididos sobre o preço de venda da obra, os custos diretos e indiretos já devem estar determinados. Os impostos incidentes são:

COFINS: Contribuição para Financiamento da Seguridade Social.

Imposto federal na qual se destina a seguridade social. É o segundo maior tributo arrecadatório do Brasil. Sua alíquota é de 3% sobre o preço de venda do imóvel.

PIS: Programa de Integração Social.

Imposto federal que objetiva o financiamento do pagamento do seguro desemprego e para financiar programas de desenvolvimento econômico. Alíquota de 0,65 % sobre o preço de venda.

ISSQN: Imposto sobre serviço de qualquer natureza.

Imposto municipal, na qual varia de município para município. Serve como instrumento de atração de empresas e negócios. Cada município define regras específicas para a aplicação desse tipo de imposto.

IRPJ: Imposto de renda de Pessoa Jurídica.

CSLL: Contribuição social sobre o Lucro Líquido

Impostos federais que dependem da apuração do lucro da empresa, podendo ser do tipo real ou presumido, sendo o cálculo efetuado pela alíquota multiplicada pelo lucro.

Lucro real: Os impostos são calculados sobre o lucro efetivamente obtido pela empresa. Se o lucro for negativo ou nulo, não é necessário o pagamento do Imposto de Renda.

Lucro Presumido: Os impostos são calculados sobre um percentual definido pela lei, previamente estabelecido. Se o lucro for negativo ou nulo, ainda assim a empresa precisa pagar o Imposto de Renda.

Para Holanda (1995), usualmente ocorre a prática da inserção do BDI como uma medida para absorver os erros e desperdícios ocultos cometidos tanto pelos orçamentistas, quanto nos processos envolvendo a execução. Entretanto, estes possíveis intervenientes deveriam ser melhor analisados durante as fases anteriores, ou seja, na definição dos projetos e continuando sua análise durante a execução das obras, prevenindo alterações de custo.

Segundo Pius (1999), a determinação do valor do BDI deve levar em consideração as particularidades de cada obra, já que o custo final é determinado pela sua incidência. Sendo assim, as situações diferentes das consideradas no cálculo, ocorridas durante a execução da obra, refletem diretamente no preço, aumentando ou diminuindo a lucratividade prevista.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo encontram-se descritos o objeto de estudo escolhido para comparação e os métodos de orçamento a serem realizados, conforme os objetivos propostos nesse trabalho.

A metodologia utilizada é o estudo de caso com pesquisa bibliográfica e coleta de dados da obra existente, que se encontra descrita no objeto de estudo deste trabalho.

As informações utilizadas para o orçamento partem do objeto de estudo, onde serão descritos o orçamento dos elementos juntamente com a mão de obra, fornecidos pela empresa ROTESMA – Indústria de Pré-fabricados de concreto. Para que pudesse ser possível a comparação de custos, foi realizado o dimensionamento da estrutura convencional de concreto armado, utilizando o software Eberick¹, para o levantamento e quantitativo dos itens necessários para a relação de custos. O dimensionamento da estrutura convencional foi realizado com auxílio da empresa Emprec Engenharia Ltda, na qual possui licença autorizada sobre o software.

Depois de dimensionada a estrutura convencional em concreto armado, baseando-se no projeto arquitetônico do objeto de estudo constante nos Anexos deste trabalho, foi gerado o orçamento da estrutura convencional.

¹ Software para projeto estrutural em concreto armado moldado in loco e concreto pré-moldado. Desenvolvido pela empresa AltoQi – Tecnologia aplicada à engenharia.

A comparação de custos entre a estrutura existente pré-moldada e a estrutura a ser dimensionada convencional de concreto armado, utilizou o orçamento do tipo discriminado, seguindo o que preconiza a NBR 12721(2006), que se caracteriza pela divisão dos serviços, separando os materiais da mão de obra.

Somente os elementos estruturais e de vedação foram utilizados na comparação de custos, juntamente com a respectiva mão de obra de cada um.. O orçamento do presente estudo faz uso dos seguintes itens e etapas construtivas dos dois sistemas:

Tabela 02 – Elementos a serem orçados nos dois sistemas.

Sistema pré-moldado	Sistema convencional
Fundações do tipo cálice de fundação	Fundações Convencionais moldadas no local
Pilares Pré-fabricados	Pilares moldados no local
Vigas Pré-fabricadas	Vigas moldadas no local
Lajes protendidas alveolares	Lajes maciças moldadas no local
Painéis de fechamento do tipo térmico acústico em concreto celular	Vedação em alvenaria de tijolos furados com reboco
Escadas pré-fabricadas	Escadas moldadas no local
Vigas Tesoura de alma cheia para apoio da cobertura	Treliças metálicas triangulares para apoio da cobertura

Fonte: autor

3.1 Objeto de estudo

O presente trabalho utiliza como objeto de estudo para comparação de orçamentos um prédio com estrutura pré-moldada de propriedade da empresa WAN MED Distribuidora de Medicamentos Ltda. Localizado na Rua Vereador Mário Bagatini Nº 227, bairro Santa Clara, município de Encantado - RS. A edificação

consiste na ampliação de uma área já existente que foi construída com estrutura convencional há mais de 15 anos, segundo o Responsável Técnico da obra, Arquiteto Vitor Luís Resmini, CAU A17879-9. A área existente possui um total de 1040 m² sendo o primeiro pavimento com 340,00 m² e o segundo com 700 m².

Figura 07 - Fachada do prédio com frente para a Rua Vereador Mário Bagatini.



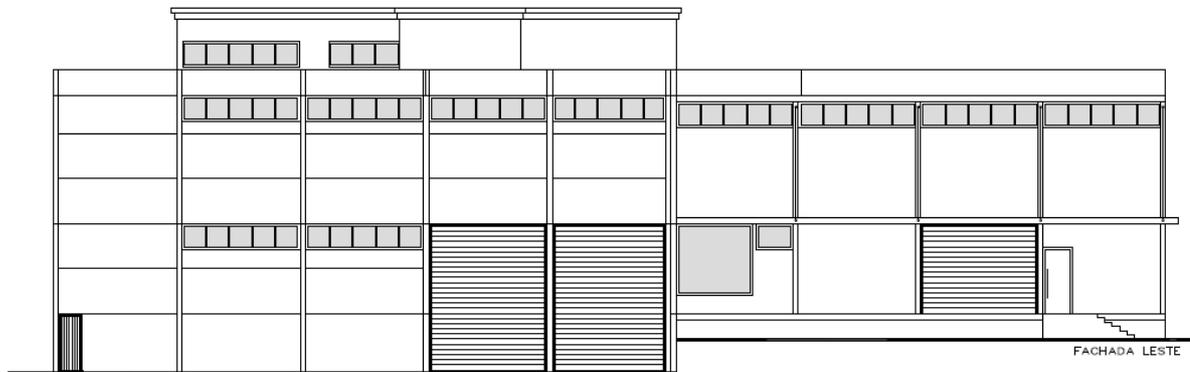
Fonte: Autor

A área a edificar, constante no projeto da construção, consiste de escritórios e depósitos para a empresa de medicamentos utilizando estrutura pré-moldada, montada por mão de obra especializada atribuída à empresa ROTESMA – Indústria de Pré-fabricados de Concreto, unidade de Chapecó – SC, responsável pelos elementos pré-moldados.

A área total a ser construída é de 1.655,03 m², sendo o pavimento térreo com um estacionamento de 67,83 m², depósito de 687,86 m². O segundo pavimento contém outro depósito com 440,00 m² e escritório com 238,26 m². O terceiro pavimento contém escritório de 238,40 m².

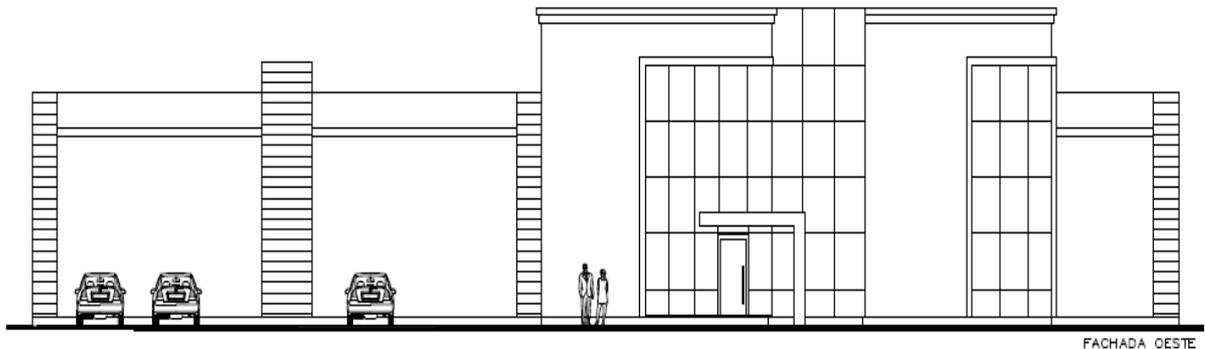
Seguem na sequência, as figuras 08 e 09, apresentando as fachadas do projeto arquitetônico da obra utilizada neste estudo:

Figura 08 - Fachada sudeste, frente para Rua Vereador Mário Bagatini.



Fonte: Vitor Luiz Resmini – Responsável Técnico da edificação.

Figura 09 - Fachada noroeste, frente para RS – 130.



Fonte: Vitor Luiz Resmini – Responsável Técnico da edificação.

O estudo de quantitativo para comparação de custos com estrutura convencional utilizou somente a área a edificar da construção, a fim de descrever e estabelecer as diferenças somente do que foge ao sistema convencional utilizado em prédios de estrutura de concreto armado. A área existente, que constitui o pavilhão, foi executada com estrutura convencional de concreto armado.

3.2 Quantitativo de materiais e orçamento da estrutura Pré-moldada

Através do contato com a empresa pré-fabricante foi possível ter acesso ao orçamento e ao quantitativo de elementos disponibilizados para execução da estrutura, conforme Anexo A contido no final deste trabalho. É importante ressaltar, que a mão de obra e o transporte desses matérias estão incluídos nos totais e no total geral deste orçamento. O orçamento possui valores atualizados para março de 2016, período utilizado para a comparação dos dois sistemas construtivos, conforme proposto neste trabalho. De acordo com o Arquiteto Vitor Luís Resmini, CAU A17879-9, a construção total da estrutura Pré-moldada apresentada neste trabalho, teve uma duração de 40 dias para sua completa execução.

3.2.1 Responsabilidades da Empresa e responsabilidades do cliente

Como parte complementar do orçamento elaborado pela empresa, segue abaixo a descrição complementar, em que a empresa diferencia as atividades de sua responsabilidade com as de responsabilidade do cliente:

- Responsabilidades da fornecedora:
 - Transporte dos materiais;
 - Mão-de-obra de montagem da estrutura;
 - Equipamento de montagem da estrutura;
 - Garantia de 05 (cinco) anos contra defeitos na estrutura pré-fabricada especificada;
 - Responsabilidade técnica da estrutura pré-fabricada;
- Responsabilidades CLIENTE:
 - Fornecer acesso do equipamento de montagem ao local da obra.
 - Remoção de solo escavado (bota-fora);
 - Terraplanagem e nivelamento do terreno.
 - Água e energia trifásica no local da obra;
 - Marcação da obra;
 - Execução das fundações (material e mão-de-obra);
 - Execução do capeamento em concreto armado das lajes Alveolar (material e mão de obra).
 - Execução da cobertura (terças, telhas e acessórios).
 - Execução de rufos e algerosas (material e mão-de-obra);
 - Execução das contenções "in-loco";

Notas:

- A sobrecarga do escritório foi considerada para suportar divisórias leves;
- Engastamento de 1,50 m do pilar com o cálice;
- Não foi considerado condutor interno nos pilares para captação de água da cobertura;
- Foi considerada carga horizontal de 500 Kgs devido a ação do vento na cobertura;

3.3 Especificações da etapas de fundação e capeamento das lajes

3.3.1 Levantamento de materiais da Fundação (Moldada no local)

Conforme a descrição das responsabilidades de ambas as partes, a fundação é um elemento de responsabilidade do cliente. Devido este elemento não ser de responsabilidade da empresa, foi necessária uma consulta direta com os responsáveis pela execução desta etapa da obra. De acordo com o mestre de obras que exercia sua função na referida obra, no local de implantação foram encontradas rochas que dificultaram a execução das fundações, acarretando em sapatas grandes de 1,50m x 1,50m e 0,50m de altura, utilizando concreto de 35 Mpa e malha de ferro 4,2 mm. Juntamente com as sapatas, foram executados os cálices para a acomodação dos pilares. Utilizou-se ferragem de 8mm e 10 mm, aço CA 50 conforme descrição abaixo:

SAPATA

40 sapatas de $1,125 \text{ m}^3 = 45 \text{ m}^3$

ARMADURA COMPLEMENTAR

28 \emptyset^2 FERRO 4.2 CADA 10 C=185cm

Malha de 10 x 10 cm = 4,42 m² por sapata,

Total de 176,9 m² de aço CA-60 4.2 mm

2072 m de aço \emptyset 4.2 mm = 225,85 kg

CÁLICES

h=80 cm

15 PILARES DE 30X50

ARMADURA HORIZONTAL

6 \emptyset 5/16 (8mm) CADA 10 C= 292

6 \emptyset 3/8 (10mm) CADA 10 C= 284

² \emptyset = Diâmetro do aço

12 PILARES DE 30X40
 ARMADURA HORIZONTAL
 6 Ø 5/16 (8mm) CADA 10 C= 272
 6 Ø 3/8 (10mm) CADA 10 C= 264

13 PILARES DE 30X30
 ARMADURA HORIZONTAL
 6 Ø 5/16 (8mm) CADA 10 C= 252
 6 Ø 3/8 (10mm) CADA 10 C= 244

Tabela 03 – Quantitativo total de materiais para a fundação do sistema pré-moldado executado.

CONCRETO =	5,79	M ³		
Ø 5/16=	655,2	M	255,528	KG
Ø 3/8 =	636	M	356,16	KG

Fonte: Autor

3.3.2 Levantamento de materiais do capeamento das lajes (Moldado no local)

A capa de reforço em concreto armado executada sobre as lajes pré-moldadas alveolares é também, conforme a descrição das responsabilidades da empresa e as responsabilidades do cliente, um item atribuído ao cliente da obra.

A capa executada, conforme descreve o responsável Técnico da obra, utilizou uma espessura de 5 cm de concreto C-35 e malha de aço CA-60 bitola 4,20 mm, malha de 10 x 10 cm.

- Concreto Fck= 35 Mpa, total de 53,17 m³

- Aço CA-60 bitola 4,20 mm, malha de 10 x 10 cm, total de 1.063,39 m²

3.4 Quantitativo de materiais e orçamento estrutura Convencional (Moldada in Loco)

Conforme proposto no início deste capítulo, realizou-se o redimensionamento da estrutura apresentada pela empresa de elementos pré-moldados, utilizando-se os mesmos parâmetros a serem lançados no software Eberick. Através do software é possível realizar o dimensionamento das plantas de fôrma da estrutura convencional, bem como os quantitativos de materiais utilizados na construção, separando por pavimento as quantidades de volume de concreto, peso de aço, consumo de aço e área de formas, relacionadas com cada elemento.

De acordo com os responsáveis pela empresa Emprec Engenharia Ltda, com a qual foi realizado o dimensionamento da estrutura convencional, a execução desta estrutura moldada no local, exigiria um tempo de execução aproximado de 10 meses para ser finalizada.

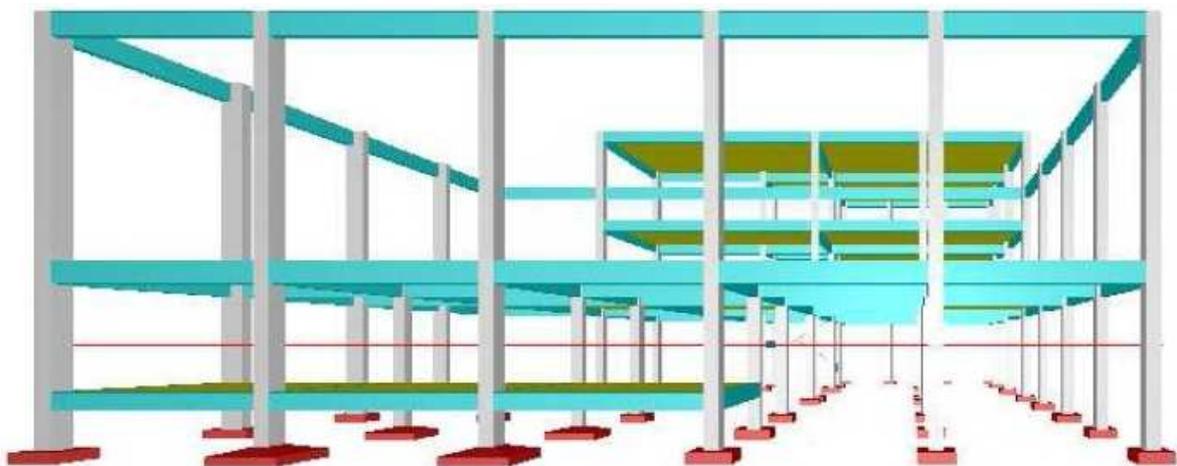
Segue abaixo o resumo dos quantitativos totais de materiais levantados pelo software. O Relatório total encontra-se no Apêndice A deste trabalho.

Tabela 04: Resumo de quantitativo de materias para a estrutura convencional.

		Vigas	Pilares	Lajes	Escadas	Fundações	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	5110.6	2492.5	9061.4	290.6	385.4	17340.05
	CA60	18.6	1134.7	2240.1	52.4		3445.8
	Total	5129.2	3627.2	11301.5	343	385.4	20785.85
Volume concreto (m ³)	C-35			162.7	9.6	7.9	180.2
	C-40	66.0	48.4				114.4
	Total	66.0	48.4	162.7	9.6	7.9	294.6
Área de forma (m ²)		778.6	540.8	1104.3	79.6	33.8	2537.1
Consumo de aço (kgf/m ³)		77.7	74.9	69.5	38.86	48.7	70.55

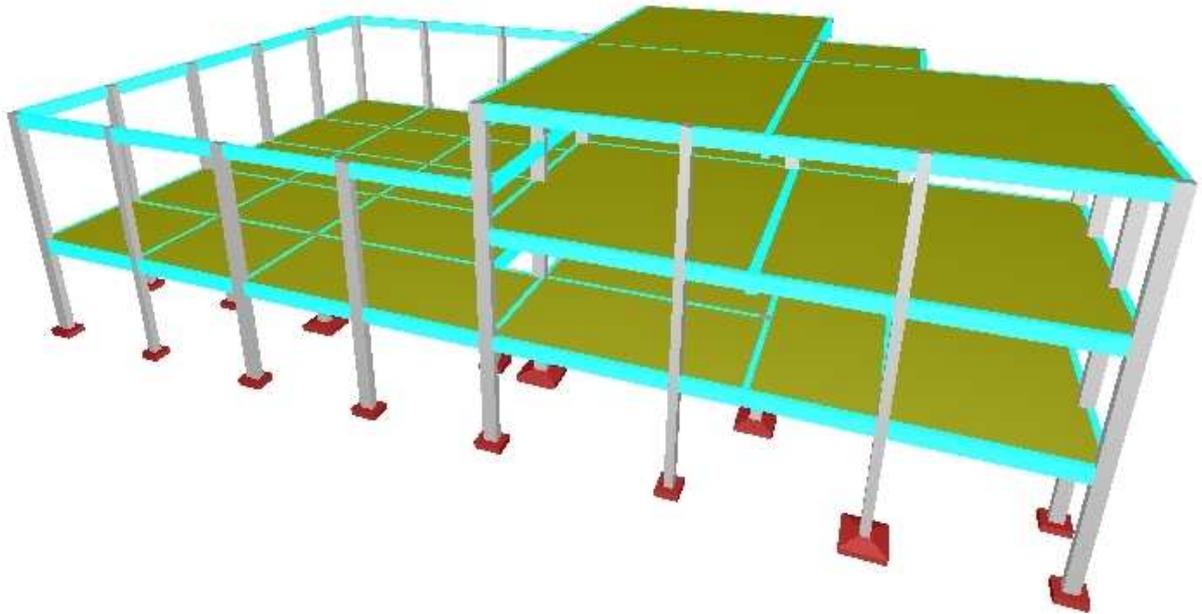
Fonte: autor

Figura 10 – Desenho em 3D da estrutura convencional dimensionada pelo software.



Fonte: Software Eberick

Figura 11 – Vista aérea em 3D da estrutura convencional dimensionada pelo software.



Fonte: Software Eberick

3.5 Orçamento discriminado Estrutura Convencional moldada in loco

Através das tabelas TCPO da PINI, foram levantados os preços unitários dos materiais e mão de obra, necessários para a execução da estrutura moldada in loco. Os valores coletados são referentes ao mês de março de 2016. As etapas e serviços utilizados são os mesmos do orçamento da estrutura pré-moldada, para que possa ser feito um comparativo nas mesmas dimensões. Para este orçamento foram atribuídas leis sociais no valor de 150% sobre a mão de obra de cada elemento e inicialmente sem adição de BDI.

O APÊNDICE C deste trabalho apresenta o orçamento da estrutura convencional moldada in loco, utilizando-se as quantidades calculadas pelo software Eberick.

4 ANÁLISES COMPARATIVAS E RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas as comparações de custo da estrutura e vedação dos dois sistemas construtivos, conforme proposto neste trabalho. Para isso, serão apresentadas para cada etapa, as diferenças envolvendo cada método construtivo, com o intuito de verificar as diversidades de valores para cada método.

Conforme apresentado nos apêndices B e C, os orçamentos dos dois sistemas construtivos apresentam valores diversos para cada etapa de construção. Serão analisadas neste capítulo, cada etapa de execução da estrutura, como objetivo de comparação.

4.1 Comparativo estrutura Pré-moldada total e estrutura convencional sem adição de BDI

A comparação utilizou-se do orçamento total fornecido pela fabricante de pré-moldados, sabendo-se que a mesma informa o orçamento com os custos totais da obra (diretos e indiretos). Juntamente com o orçamento da empresa foram somadas as responsabilidades atribuídas ao cliente, nas quais foram julgadas relevantes para o somatório do custo total da estrutura.

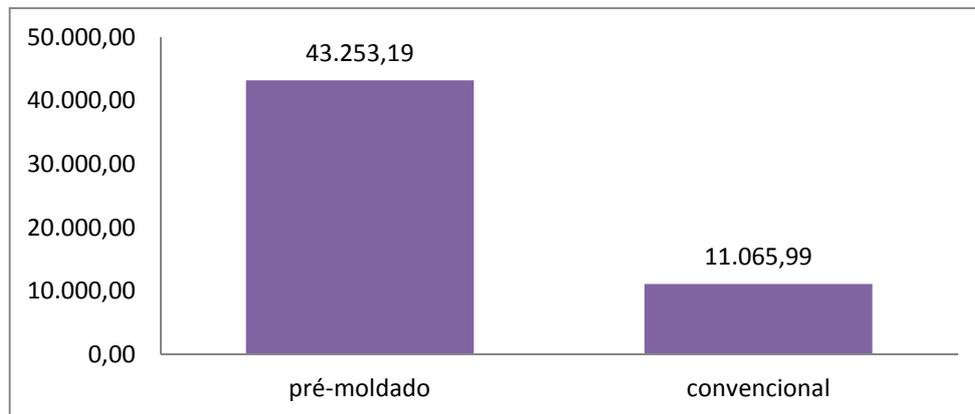
O orçamento convencional utiliza o princípio do orçamento discriminado, que segundo González (2008), se baseia na divisão dos serviços e materiais empregados utilizando uma tabela de preços. Neste caso, foram utilizadas tabelas TCPO da PINI, com os valores dos materiais ,serviços e insumos referentes a março de 2016. Foram atribuídas no lucro da mão obra, leis sociais 150 % e BDI utilizado igual a 0%.

4.1.1 Etapa 01: Fundações

Conforme Monteiro (2011), existem diferenças na execução de fundações para estruturas pré-moldadas, se compararmos com as fundações mais populares na construção civil. De acordo com as informações cedidas pelo responsável técnico da obra, arquiteto Vítor Luís Resmini, CAU A17879-9, as fundações executadas na obra objeto de estudo deste trabalho, descritas nos item 3.3.1, apresentam quantitativos visivelmente diferentes da estrutura convencional (descrita no item 3.4 deste trabalho) devido às necessidades apresentadas para a acomodação dos pilares e execução com segurança dos cálices de fundação.

No gráfico 01 abaixo, pode ser observado a diferença de valores desta etapa nos dois métodos construtivos. A diferença verificada entre os dois sistemas foi de R\$: 32.187,20, sendo o orçamento da fundação convencional 74,42 % mais barata se comparada ao custo da fundação executada para a estrutura pré-moldada.

Gráfico 01: Fundação



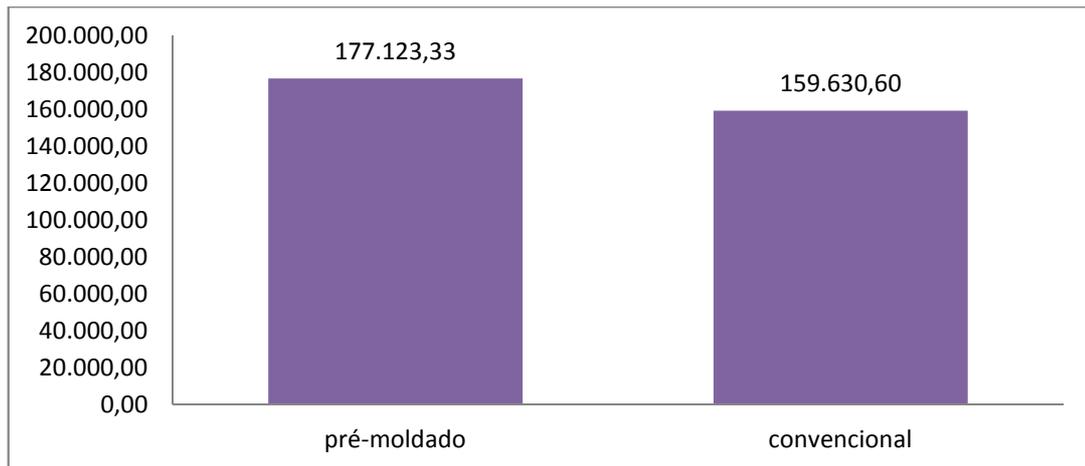
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.2 Etapa 02: Vigas

Conforme as plantas de fôrma criadas pelo dimensionamento no software Eberick, apresentadas nos Apêndices D a H, foram usadas no quantitativo do sistema convencional as mesmas dimensões apresentadas pelo quantitativo do sistema Pré-moldado. O fck utilizado é o mesmo para os dois sistemas, $F_{ck} = 40$ Mpa. A ferragem necessária calculada é dimensionada pelo software Eberick.

O que diferencia principalmente os dois orçamentos, é a necessidade de formas para a execução da estrutura no método convencional. Mesmo assim, as vigas moldadas no local apresentam uma diferença de R\$: 17.492,73, ou seja, 9,88 % mais baratas se comparadas às vigas pré-fabricadas.

Gráfico 02: Vigas

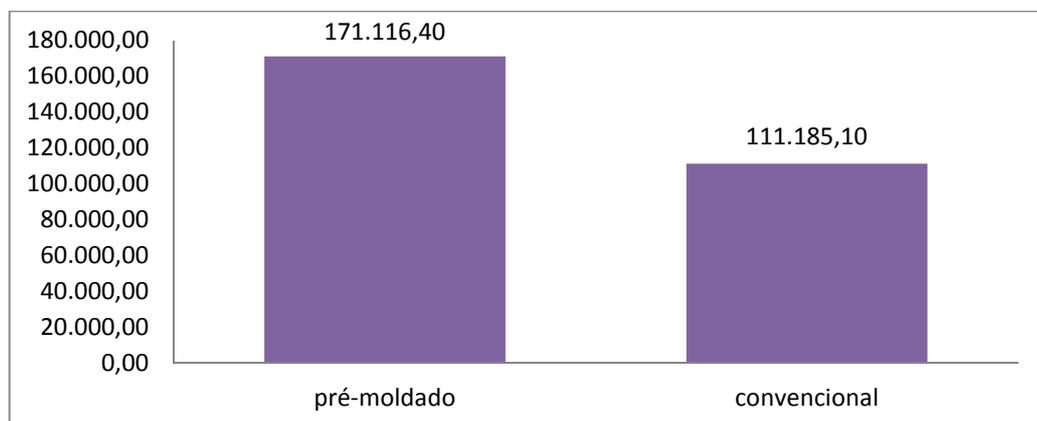


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.3 Etapa 03: Pilares

Os pilares seguem o mesmo critério das vigas e usa mesmas dimensões adotadas entre os dois sistemas e concreto $F_{ck} = 40$ Mpa. A comparação entre os dois sistemas apresenta uma diferença de R\$: 59.931,31, ou seja, a estrutura convencional torna-se 35,02 % mais barata nesta etapa.

Gráfico 03: Pilares



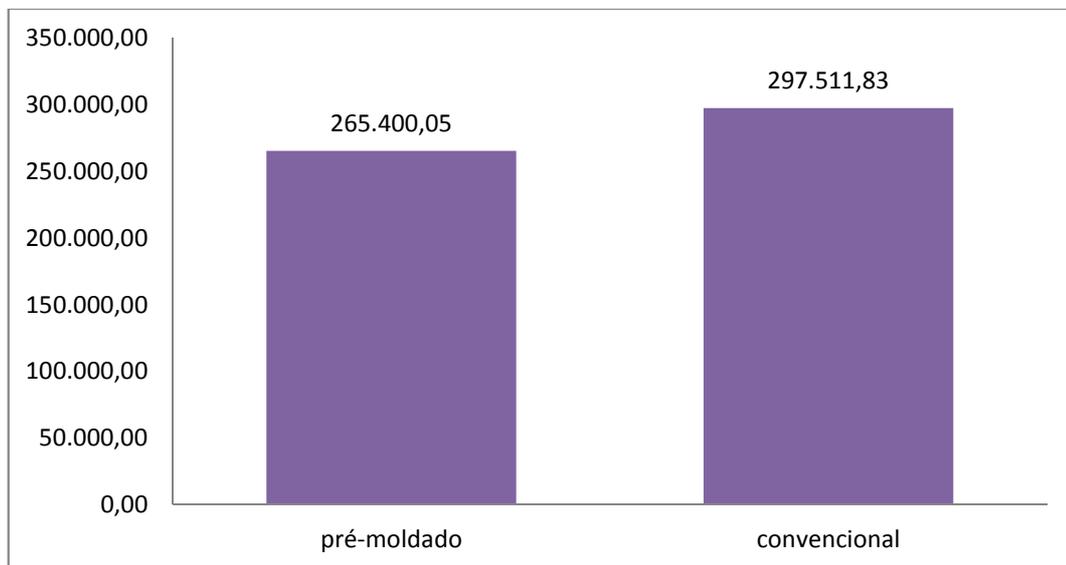
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.4 Etapa 04: Lajes

As lajes adotadas para o sistema convencional foram as do tipo maciças, nas quais utilizam mão de obra na montagem e desmontagem de formas, armação de ferragens e adensamento do concreto. Já as lajes alveolares empregadas no sistema pré-moldado, são içadas e encaixadas umas nas outras, recebendo uma capa de concreto de 5 cm de espessura.

Nesta etapa, exclusivamente, o sistema pré-moldado se mostrou mais barato que o convencional, com uma diferença de R\$: 32.111,78, sendo o sistema convencional nesta etapa, 12,10 % mais caro que o sistema pré-moldado.

Gráfico 04: Lajes



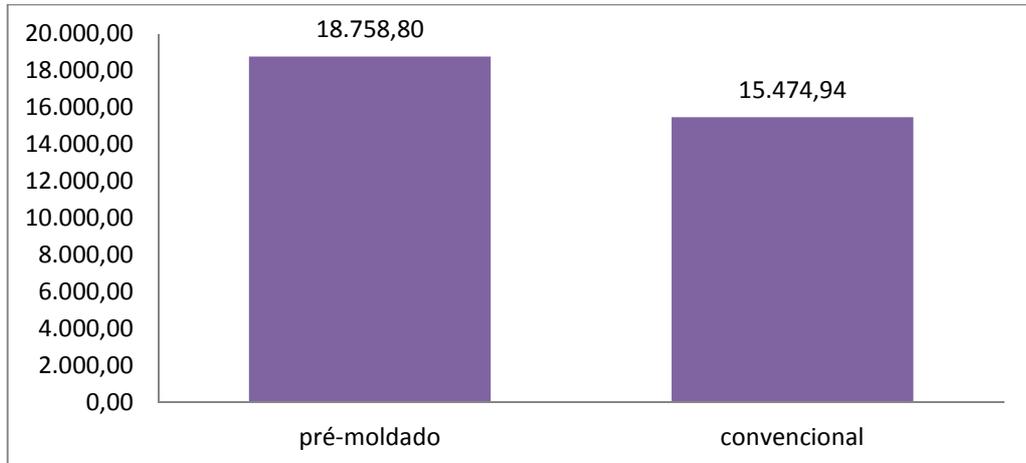
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.5 Etapa 05: Escadas

As escadas pré-fabricadas são peças prontas encaixadas no vão destinado a elas, enquanto que as moldadas in loco necessitam de materiais e mão de obra empregados na execução das fôrmas, ferragens e adensamento do concreto.

Nesta etapa não foram apresentadas diferenças muito significativas no custo entre as duas estruturas, sendo uma diferença de R\$: 3.283,86. As escadas pré-fabricadas se mostraram 17,51% mais caras que as moldadas no local.

Gráfico 05: Escadas



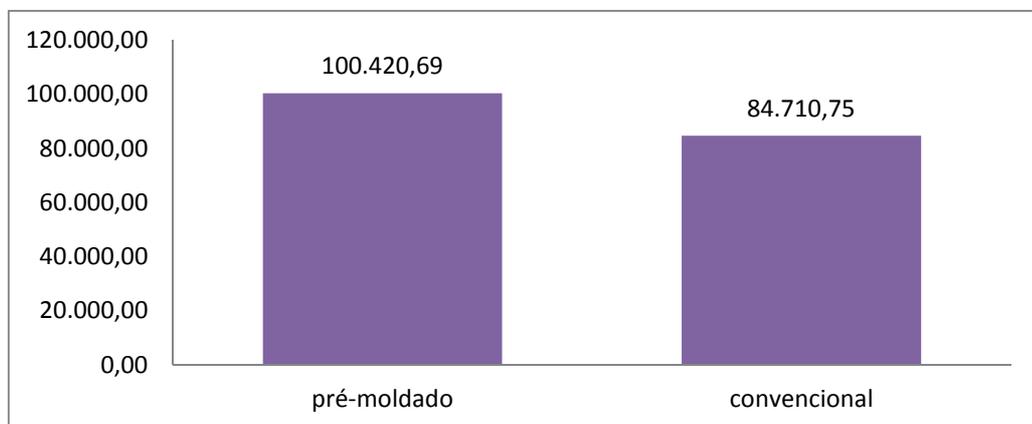
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.6 Etapa 06: Vedação

A vedação na estrutura pré-moldada se dá pelas placas de fechamento do tipo térmico acústico em concreto celular (tipo sanduíche), ligados com material elastomérico. Para a estrutura convencional foi adotada a alvenaria de blocos cerâmicos de 6 furos, com revestimento interno e externo, envolvendo as camadas de chapisco emboço e reboco.

Nesta etapa, a diferença apresentada foi de R\$: 15.709,94, portanto, o sistema convencional se mostrou 15,64 % mais barato.

Gráfico 06: Vedações



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.7 Etapa 07: Estrutura da cobertura

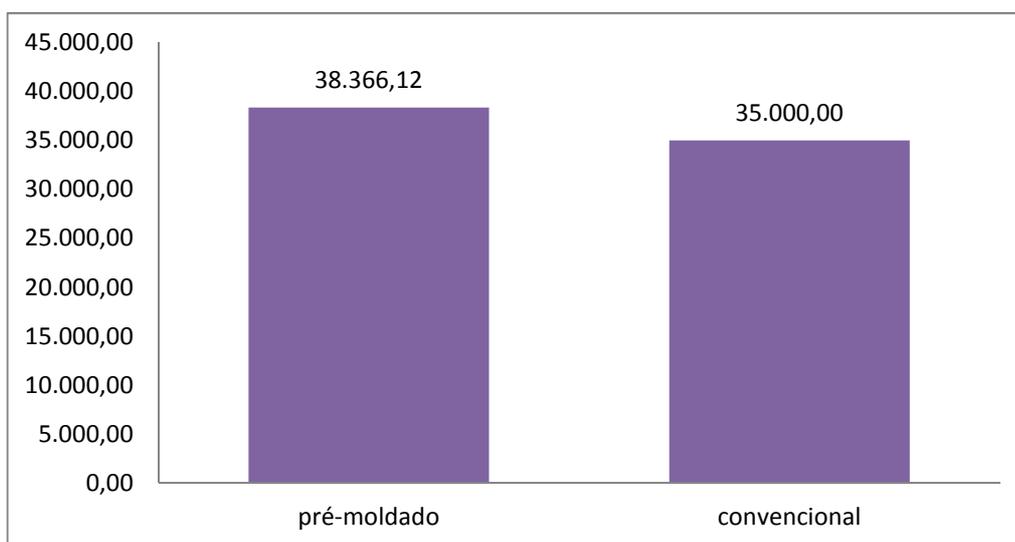
Esta etapa corresponde a estrutura de cobertura utilizada no nível 7,98 da estrutura, conforme Apêndice G, correspondente ao segundo pavimento do depósito do projeto arquitetônico, conforme Anexo C.

A estrutura de sistema pré-moldado, objeto de estudo deste trabalho, utiliza vigas de concreto armado pré-fabricado, do tipo viga tesoura de alma cheia, com vão de 20 m. A cobertura do pavilhão constitui-se de telhas aluzinc com preenchimento para vedação térmica.

Para a estrutura convencional, buscando-se uma estrutura mais usualmente utilizada em nossa região, foram adotadas tesouras metálicas de duas águas medindo 20 m, com resistência mecânica de 25 Mpa. Os valores apresentados no orçamento foram orçados pela empresa I. E. RIOGRANDENSE IND. DE ESTRUTURAS METÁLICAS LTDA. Orçamento gerado pelo engenheiro ILVO GISELER – CREA/RS 068508.

A diferença de custo entre os dois sistemas nesta etapa foi de R\$: 3.366,12. O custo para execução desta etapa da estrutura utilizando o sistema convencional se mostrou 8,77 % mais barato que o sistema pré-moldado, valor não muito significativo se comparado com outras etapas da estrutura.

Gráfico 07: Estrutura da cobertura

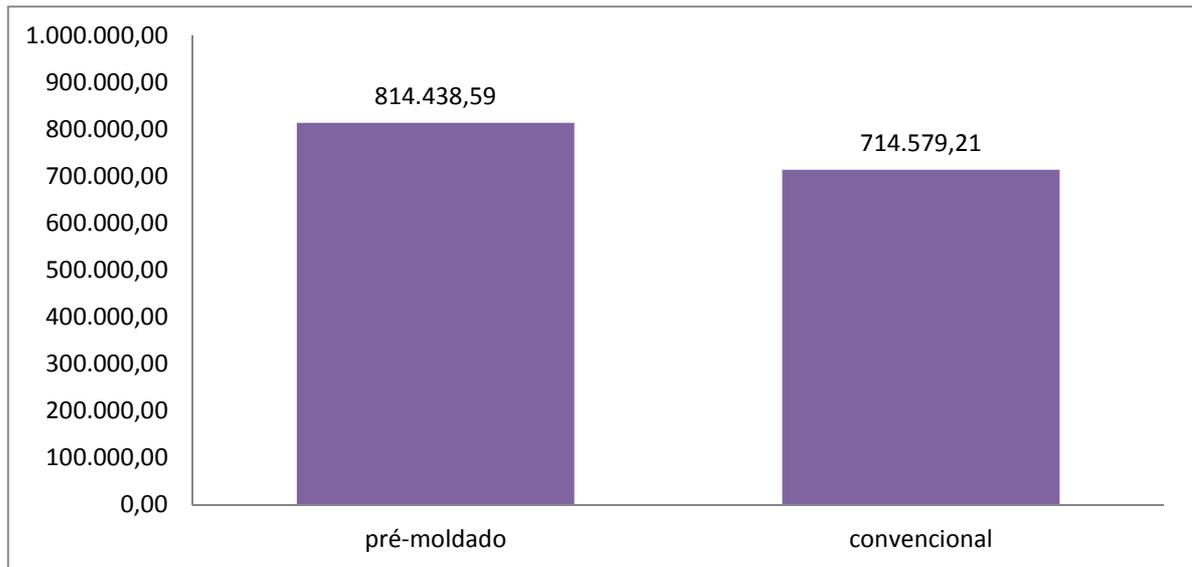


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.8 Comparativo do custo total dos dois sistemas

Analisando-se os valores totais de cada orçamento, tem-se uma diferença de R\$: 99.859,28, na qual o sistema de estrutura convencional se mostra 12,26% mais barato que o total somado na construção da estrutura pré-moldada.

Gráfico 08: Orçamento total da estrutura



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises que abrangeram a comparação dos orçamentos dos dois sistemas construtivos apresentados neste trabalho e, através dos dados obtidos no estudo de caso e na pesquisa bibliográfica, foi possível reunir informações que diferenciam um sistema do outro.

De modo geral, tomando-se por base o objeto de estudo e lembrando que o orçamento da estrutura convencional foi realizado sem a adição do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), a construção da estrutura convencional mostrou-se 12,26% mais barata que a estrutura pré-moldada. Porém, se analisarmos essa porcentagem, e, supondo que a mesma fosse utilizada na aplicação do BDI para “empatar” com o valor do orçamento pré-moldado, ainda é muito baixa se comparada à porcentagem de BDI usualmente utilizada pelos orçamentistas em obras de sistema convencional, na qual se utiliza um valor mínimo entre 25% a 30%.

Ainda, pode-se levar em conta a atribuição das leis sociais sobre a mão de obra dos trabalhadores, na qual foi utilizado um valor de 150%. Supondo-se que a atribuição de uma porcentagem maior sobre as leis sociais ocasiona a diminuição da diferença entre os dois orçamentos, o custo final da estrutura convencional torna-se uma variável dependente da porcentagem atribuída tanto nos encargos sociais incididos sobre o trabalhador, quanto na escolha da lucratividade e custos indiretos contabilizados dentro do BDI escolhido pelo responsável na construção da estrutura convencional. Portanto, esses dois fatores é que vão ser cruciais para a formação do custo orçado final.

Analisando-se as comparações de cada etapa construtiva da estrutura, as diferenças realmente significativas foram encontradas nas etapas de construção das fundações e das lajes.

As fundações, por apresentarem diferenças de elementos e, conseqüentemente de materiais, obtiveram uma diferença grande de valores na comparação dos dois orçamentos, sendo a estrutura convencional 74% mais barata que a pré-moldada, demandando um quantitativo de materiais menor, já que não utiliza os cálices de fundação, necessários na fundação da estrutura pré-moldada. Devido a essas diferenças, em trabalhos futuros envolvendo este tipo de estudo, a etapa das fundações pode ser desconsiderada no comparativo entre as duas estruturas.

A etapa das lajes foi a única em que o sistema pré-moldado se mostrou mais barato que o convencional para o caso estudado neste trabalho. Os depósitos da obra da Empresa WAN MED Distribuidora de Medicamentos Ltda. possuem lajes de vão grande, portanto é necessária uma grande quantidade de ferragens e mão de obra empregada para sua execução moldada no local. Além do custo menor, as lajes pré-moldadas demandam um menor tempo de execução, evitam desperdícios na obra e asseguram a garantia da qualidade de acabamento das peças fornecidas pela empresa de pré-fabricados. As lajes adotadas pelo objeto de estudo, protendidas alveolares, necessitam somente do capeamento de 5 cm de concreto armado moldado no local.

Segundo o Responsável Técnico da obra do objeto de estudo, Arquiteto Vitor Luís Resmini, CAU A17879-9, a construção total da estrutura pré-moldada teve uma duração de cerca de 40 dias. Estima-se que esta mesma estrutura construída em sistema convencional de concreto armado levaria no mínimo 10 meses para sua completa execução, sendo assim, 7 a 8 vezes mais lenta que a construção pré-moldada.

Por fim, baseando-se no total da estrutura e o orçamento convencional sem a adição do BDI, conclui-se que para este tipo específico de obra, o sistema de construção utilizando estrutura pré-moldada se torna mais vantajoso, devido ao seu

tempo de execução ser significativamente menor e por não apresentar diferenças significativas no orçamento total se comparado ao sistema convencional orçado.

REFERÊNCIAS

ABCIC – Associação Brasileira de Construção Industrializada de Concreto. **Curso Sistemas Pré-fabricados de Concreto**. Curso Básico ABCIC - Construction EXPO 2013. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.abcic.org.br/pdfs_curso_basico/CursoBasicoConstruction-EXPO-07-06-13.pdf>. Acesso em: 10 set. 2015.

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Fôrmas de madeira para estrutura de concreto armado de edifícios comuns**. São Paulo, n. 50, 1994.

(ABNT). **NBR-12721**: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios. Rio de Janeiro, 2005. 13 p.

_____. **NBR-15575-2**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 2: Requisitos para os sistemas de estruturais. Rio de Janeiro, 2013. 32 p.

_____. **NBR-6122**: Projeto e execução de fundações - Procedimento. Rio de Janeiro, 2010. 91 p.

_____. **NBR-9062**: Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado. Rio de Janeiro, 1985.

ALBUQUERQUE, Augusto T. **Levantamento dos sistemas estruturais em concreto pré-moldado para edifícios no Brasil**. Fortaleza – CE, 2005.

ALVARENGA, Rita de Cássia S. S.; DA SILVA, Reginaldo C.; GONÇALVES, Márcio de Oliveira. **Alvenaria Racionalizada**. Revista Técnica. Editora Pini, Edição 112, julho: São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/112/artigo285542-1.aspx>>. Acesso em: 02 de nov. 2015.

ARAÚJO, Anderson D. **Estudo técnico comparativo entre pavimentos executados com lajes nervuradas e lajes convencionais**. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2008.

ARAÚJO, José Milton. **Curso de concreto armado**. 3. ed. Vol 1. Rio Grande: Dunas, 2010. 257 p.

AZEREDO, Hélio A. de. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1997. 188p.

CAIO, Felipe. **Engenheiro Civil**. CREA/RS 205638. Encantado, 2016.

CAMPOS, Felipe H. A. **Análise do ciclo de vida na Construção Civil: Um estudo comparativo entre vedações estruturais em painéis Pré-Moldados e Alvenaria em Blocos de Concreto**. Belo Horizonte, 2012.

CAMPOS, Gabriela M.; NUNES, Vinícius C. P.; CANHA, Rejane M. F.; EL DEBS, Mounir K. **Análise do comportamento das paredes transversais do colarinho de cálices de fundação na situação de montagem e definitiva**. Escola de Engenharia de São Carlos. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.set.eesc.usp.br/2enpppcpm/apresentacoes_pdf/ST2.pdf/4-Gabriela%20M.Campos.pdf>. Acesso em: 22 set. 2015.

CASTRO, João Ernesto Escosteguy; ROQUE, Ruth Ferreira; DA ROSA, Giovane Silva, BONFIN, Norberto Santos. **Custos administrativos na construção civil - Estudo de caso**. Florianópolis, 1997.

DA SILVA, Adriano Mariot; DARÉ, Mônica Elizabeth. **Custo comparado de elementos pré-fabricados de concreto: Pré-laje protendida x Laje alveolar Protendida**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2011.

DA SILVA, Fernando B. **Lajes Mistas e Pré-moldadas**. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2006.

DA ROCHA, Márcio Soares. **A Composição Detalhada da Taxa de Encargos Sociais dos Operários – Histórias**. 2013. Disponível em: <http://www.ibraeng.org/public/uploads/publicacoes/A_Composi%C3%A7%C3%A3o_Detalhada_da_Taxa_de_Encargos_Sociais_dos_Oper%C3%A1rios.pdf>. Acesso em 24 maio 2016.

DE BRITO, Rafael Silva; GANTOIS, Carlos Henrique Jorge. **Estruturas de concreto pré-fabricadas em edifícios de múltiplos pavimentos contraventados por núcleo de rigidez**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil, Unifacs - Universidade Salvador, 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.unifacs.br/index.php/sepa>>. Acesso em: 29 out. 2015.

EBELING, Eimair B. **Análise da base de pilares pré-moldados na ligação com cálice de fundação**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Estruturas. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2006.

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. 1. ed. EESC-USP. São Carlos, 2000.

FERREIRA, Marcelo A. **Manual de Sistemas Pré-fabricados de Concreto**. ABCIC. São Paulo, 2003.

FONTOURA, Engenharia. **Vigas e Lajes**. Curitiba, 2012. Disponível em: <<http://fontouraengenharia.com.br/wp-content/uploads/2012/12/Vigas-laje.jpg>>. Acesso em 20 out. 2015.

FUSCO, Péricles B. **Tecnologia do Concreto Estrutural: tópicos aplicados**. 1ª ed. São Paulo: Editora PINI Ltda, 2008.

GALIB, Construtora. **Bloco**. Teresina, 2011. Disponível em: <<http://www.galibbrasil.com.br/images/CP%20BLOCO%20C%201.jpg>>. Acesso em: 30 de out. 2015.

GISELER, Ilvo. **Engenheiro Civil**. – CREA/RS 068508. Erechim, 2016.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio S. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2008.

HOLANDA, Romildo M. de, RESENDE, Maria de F. **Desperdício oculto na construção civil: sua influência no sub-setor de incorporações imobiliárias, notas sobre o estado da arte**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15./ BRAZIL INTERNATIONAL CONGRESS OF INDUSTRIAL ENGINEERING, 1. Anais. São Carlos, UFSCar, 1995. v. 1, p. 43 - 6.

I. E. RIOGRANDENSE IND. DE ESTRUTURAS METÁLICAS LTDA. Empresa. Erechim, 2016.

IGLESIA, Tiago B. **Sistemas Construtivos em Concreto Pré-moldado**. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2006.

INSTITUTO DE ENGENHARIA. **Metodologia de cálculo do orçamento em edificações - Regulamento para composição do custo direto e do BDI / LDI**. 2004. Disponível em: <http://www.institutodeengenharia.org.br/site/noticias/exibe/id_sessao/7/id_noticia/1212/Regulamento-para-composi%C3%A7%C3%A3o-do-custo-direto-e-do-BDI--LDI---Metodologia-de-c%C3%A1lculo>. Acesso em: 23 set. 2015.

MARTIS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 9ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2003. 262 p.

MARANHÃO, George M. **Fôrmas para concreto: subsídios para a otimização de projeto segundo a NBR 7190/97**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Estruturas. Escola de engenharia de São Carlos. São Carlos, 2000.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras**. 1ª ed. São Paulo: Editora PINI Ltda, 2007. 281 p.

MELHADO, Silvio Burrattino; BARROS Mercia Maria S. Bottura. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. Projeto EPUSP/SENAI, 1998.

MILANI, Cleovir José; BOESING, Rodrigo; PHILIPPSEN, Rogério Alberto; MIOTTI, Luís Antonio. **Processo produtivo de elementos pré-moldados de concreto armado**. Revista de pesquisa em arquitetura e urbanismo. São Paulo, 2012.

MONTEIRO, Thiago P. **Dimensionamento e detalhamento de Cálices de Fundação com interface lisa**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011.

MOREIRA, Kirke A. W. **Estudo das Manifestações Patológicas na Produção de Pré-fabricados de Concreto**. Universidade Tecnológica federal do Paraná – Departamento de Pesquisa e Pós-graduação. Curitiba, 2009.

PETRUCELLI, Natália S. **Considerações sobre Projeto e Fabricação de Lajes Alveolares Protendidas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2009.

PIUS, Maria A. **Análise de algumas práticas utilizadas no cálculo do BDI - bonificação e despesas indiretas - para a fixação de preços e obras na construção civil**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. 223 p.

RESMINI, Vitor Luís. **Arquiteto e Urbanista CAU A17879-9**. Encantado, 2015.

ROTESMA – Indústria de Pré-fabricados de Concreto. **Manual do Usuário**. Unidade Chapecó, 2013.

SERRA, S.M.B. **Evolução dos Pré-Fabricados de Concreto**. Departamento de Engenharia Civil da Universidade de São Carlos, 2005. Disponível em: <http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/cd/conteudo/trab_pdf/164.pdf>. Acesso em 10 set. 2015.

TAGUCHI, Mário k. **Avaliação e Qualificação das Patologias de Vedação nas Edificações**. Dissertação de Pós-Graduação em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

TEIXEIRA, E. H. S; **Manual técnico de pré-fabricados de concreto**. ABCIC, São Paulo: Projeto, 1986.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na Construção Civil: Consultoria, projeto e execução**. 1ª ed. São Paulo: Editora PINI Ltda, 2006.

VELLOSO, Dirceu de A; LOPES, Francisco de R. **Fundações**. Critérios de projeto – Investigação do Subsolo – Fundações Superficiais. 2. Ed. Vol. 1. São Paulo, 2011.

PIUS, Maria A. **Análise de algumas práticas utilizadas no cálculo do BDI - bonificação e despesas indiretas - para a fixação de preços e obras na construção civil.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. 223 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Quantitativo de materiais levantados pelo software Eberick para o orçamento da estrutura convencional em concreto armado separado por níveis.

Resumo de Materiais (Moldados in Loco)

Pavimento	Elemento	Peso do aço +10 % (kg)	Volume de concreto (m ³)	Área de forma (m ²)	Consumo de aço (kg/m ³)
Nível 10.43	Vigas	881.7	9.9	118.4	88.8
	Pilares	442.1	5.1	57.8	85.9
	Lajes	2615.3	33.8	225.4	77.3
	Escadas	71.5	1.7	17.6	42.3
	Fundações	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total		4010.6	50.6	419.3
Vigas	Nível 7.98	414.6	8.4	100.8	49.4
Pilares		482.0	6.0	66.0	80.5
Lajes		0.0	0.0	0.0	0.0
Escadas		71.5	1.7	17.6	42.3
Fundações		0.0	0.0	0.0	0.0
Total			968.1	16.1	184.8
Nível 6.73	Vigas	1136.5	11.3	123.7	100.2
	Pilares	955.5	15.0	165.0	63.9
	Lajes	3163.5	33.6	223.7	94.3
	Escadas	71.5	1.7	17.6	42.3
	Fundações	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total		5327	61.6	530
Vigas	Nível 2.98	2459.1	32.1	383.3	76.6
Pilares		1110.8	14.5	164.1	76.4
Lajes		5206.1	89.3	595.3	58.3
Escadas		128.5	4.5	26.8	28.55
Fundações		0.0	0.0	0.0	0.0
Total			8847.5	137.6	1160.2
Nível 0	Vigas	237.3	4.2	52.3	56.4
	Pilares	636.8	7.8	87.9	81.8
	Lajes	316.6	6.0	59.9	52.9
	Escadas	0.0	0.0	0.0	0.0
	Fundações	385.4	7.9	33.8	48.7

	Total	1576.0	25.9	234.0	60.9
--	--------------	---------------	-------------	--------------	-------------

Aço	Diâmetro (mm)	Peso + 10 % (kg)					
		Vigas	Pilares	Lajes	Escadas	Fundações	Total
CA50	6.3	1500.1		2107.1	204.6		3811.8
CA50	8.0	424.9		1875.0	86	297.3	2683.2
CA50	10.0	1297.9	1437.7	4615.5		52.2	7403.2
CA50	12.5	487.7	755.0	463.8		35.9	1742.3
CA50	16.0	533.7	299.9				833.6
CA50	20.0	392.3					392.3
CA50	25.0	474.0					474.0
CA60	5.0	18.6	1134.7	2240.1	52.4		3445.8

Fonte: Software Eberick.

APÊNDICE B - Orçamento total dos elementos pré-fabricados fornecidos e somadas etapas estruturais de responsabilidade do cliente (Fundações e capeamento das lajes).

Planilha de Orçamento - Estrutura Pré-moldada

Obra:	WAN MED - Distribuidora de medicamentos		
Sistema Construtivo	Estrutura de concreto armado Pré-moldado		
Tipo de obra	Comercial		
Endereço da obra	Rua Vereador Mário Bagatini Nº 227, Bairro Santa Clara, Encantado -RS		
BDI	10%	Encargos Sociais	150%
Preços expressos em	R\$ (Real)		

Etapa	Descrição - (Material + Mão-de-obra + Transporte)	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total
01	FUNDAÇÕES - CÁLICES E SAPATAS (Moldados in loco)				
1.1	Formas	m ²	33,80	87,64	2.962,23
	SAPATAS - Armadura de tela de aço CA-60 Ø 4,20 mm, malha 10x10 cm	m ²	176,90	17,26	3.053,29
1.2	CÁLICES - Armadura de aço CA-50 Ø até 12,5 mm	kg	1.060,97	10,49	11.129,58
1.3	Concreto estrutural dosado em central, fck 35 Mpa	m ³	50,79	514,04	26.108,09
	Sub total item 01				43.253,19
02	VIGAS PRÉ-FABRICADAS EM CONCRETO ARMADO				
2.1	VIGAS TODOS OS NÍVEIS	unid.	101	1.753,70	177.123,33
	Sub total item 02				177.123,33
03	PILARES PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO ARMADO				
3.1	PILARES 30 X 40, 30 X 50 E 30 X 30	unid.	39	4.387,60	171.116,40
	Sub total item 03				171.116,40
04	LAJES PRÉ-FABRICADAS EM CONCRETO PROTENDIDO + CAPEAMENTO DE 5CM (MOLDADO IN LOCO)				
4.1	LAJE ALVEOLAR SC= 800 + 0 = 800 kgf/m ² - DEPÓSITO	m ²	62,00	215,09	13.335,58
4.2	LAJE ALVEOLAR SC= 800 + 0 = 800 kgf/m ² - DEPÓSITO	m ²	530,50	215,09	114.105,25
4.3	LAJE ALVEOLAR SC= 300 + 200 = 500 kgf/m ² -	m ²	207,00	215,09	44.523,63
4.4	LAJE ALVEOLAR SC= 100 + 100 = 200 kgf/m ² - COBERTURA (NÍVEL + 10,429 m)	m ²	222,00	215,09	47.749,98
4.5	CAPEAMENTO DE LAJE 5CM - Concreto estrutural	m ³	53,17	514,04	27.331,51
4.6	CAPEAMENTO DE LAJE 5CM - Armadura de tela de aço CA-60 Ø 4,20 mm, malha 10x10 cm (moldado in loco)	m ²	1.063,39	17,26	18.354,11
	Sub total item 04				265.400,05
05	ESCADAS PRÉ-FABRICADAS				
5.1	LANCES DE ESCADAS 1,8 X 3,8	pç	2,00	4.689,70	9.379,40
5.2	LANCES DE ESCADAS 1,00 X 4,7	pç	2,00	4.689,70	9.379,40
	Sub total item 05				18.758,80
06	PLACAS PRÉ-FABRICADAS EM CONCRETO ARMADO - PAINÉIS TERMOACÚSTICOS DE FECHAMENTO				
6.1	PAINÉIS COM ESPESSURA DE 15 cm	m ²	405,80	33,96	13.780,97
6.2	MASTIQUE INTERNO, EXTERNO, HORIZONTAL E	m	811,60	3,48	2.824,37
	Sub total item 06				100.420,69
07	VIGAS TESOURAS PRÉ-FABRICADAS EM CONCRETO ARM				
7.1	VIGAS TESOURA DE ALMA CHEIA VÃO 20 S/ BEIRAL	pç	6,00	6.394,35	38.366,12
	Sub total item 07				38.366,12
Valor total da obra					814.438,59
Custo por m²					509,02

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE C - Orçamento total da estrutura convencional.

Planilha de Orçamento - Estrutura convencional

Obra:	WAN MED - Distribuidora de medicamentos		
Sistema Construtivo	Estrutura de concreto armado convencional		
Tipo de obra	Comercial		
Endereço da obra	Rua Vereador Mário Bagatini Nº 227, Bairro Santa Clara, Encantado - RS		
BDI	0%	Encargos Sociais	150%
Preços expressos em	R\$ (Real)		

Etapa	Descrição - (Material + Mão-de-obra)	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total
01	FUNDAÇÕES				
1.1	Formas	m ²	33,80	87,64	2.962,23
1.2	Armadura de aço CA-50 Ø até 12,5 mm	kg	385,40	10,49	4.042,85
1.3	Concreto estrutural dosado em central, fck 35 Mpa	m ³	7,90	514,04	4.060,92
	Sub total item 01				11.065,99
02	VIGAS (todos os níveis)				
2.1	Formas	m ²	778,60	87,64	68.236,50
2.2	Armadura de aço CA-60 Ø até 5,00 mm	kg	18,60	9,84	183,02
2.3	Armadura de aço CA-50 Ø até 12,5 mm	kg	3.710,60	10,49	38.924,19
2.4	Armadura de aço CA-50 Ø >12,5 mm até 25,0 mm	kg	1.400,00	12,00	16.800,00
2.5	Concreto estrutural dosado em central, fck 40 Mpa	m ³	66,00	537,68	35.486,88
	Sub total item 02				159.630,60
03	PILARES (todos os níveis)				
3.1	Formas	m ²	540,80	87,64	47.395,71
3.2	Armadura de aço CA-60 Ø até 5,00 mm	kg	1.134,70	9,84	11.165,45
3.3	Armadura de aço CA-50 Ø até 12,5 mm	kg	2.192,70	10,49	23.001,42
3.4	Armadura de aço CA-50 Ø >12,5 mm até 25,0 mm	kg	299,90	12,00	3.598,80
3.5	Concreto estrutural dosado em central, fck 40 Mpa	m ³	48,40	537,68	26.023,71
	Sub total item 03				111.185,10
04	LAJES (todos os níveis)				
4.1	Formas	m ²	1.104,30	87,64	96.780,85
4.2	Armadura de aço CA-60 Ø até 5,00 mm	kg	2.240,10	9,84	22.042,58
4.3	Armadura de aço CA-50 Ø até 12,5 mm	kg	9.061,40	10,49	95.054,09
4.4	Concreto estrutural dosado em central, fck 35 Mpa	m ³	162,70	514,04	83.634,31
	Sub total item 04				297.511,83
05	ESCADAS (todos os níveis)				
5.1	Formas	m ²	79,60	87,64	6.976,14
5.2	Armadura de aço CA-60 Ø até 5,00 mm	kg	52,40	9,84	515,62
5.3	Armadura de aço CA-50 Ø até 12,5 mm	kg	290,60	10,49	3.048,39
5.4	Concreto estrutural dosado em central, fck 35 Mpa	m ³	9,60	514,04	4.934,78
	Sub total item 05				15.474,94
06	VEDAÇÃO EM ALVENARIA (interna e externa)				
6.1	blocos cerâmico furados 9 x 19 x 19 cm, espessura da parede 9 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8	m ²	405,80	84,11	34.131,84
6.2	Chapisco	m ²	811,60	5,67	4.601,77
6.3	Emboço	m ²	811,60	36,21	29.388,04
6.4	Reboco	m ²	811,60	20,44	16.589,10
	Sub total item 06				84.710,75
07	ESTRUTURA DE COBERTURA (Material + mão de obra)				
7.1	Tesoura metálica duas águas, 20 m, resistência 25 MPa	unid.	6,00	4.916,667	29.500,00
7.2	Serviço de deslocamento e retirada das tesouras	unid.	1,00	5.500,00	5.500,00
	Sub total item 07				35.000,00
Valor total da obra					714.579,21
Custo por m²					446,61

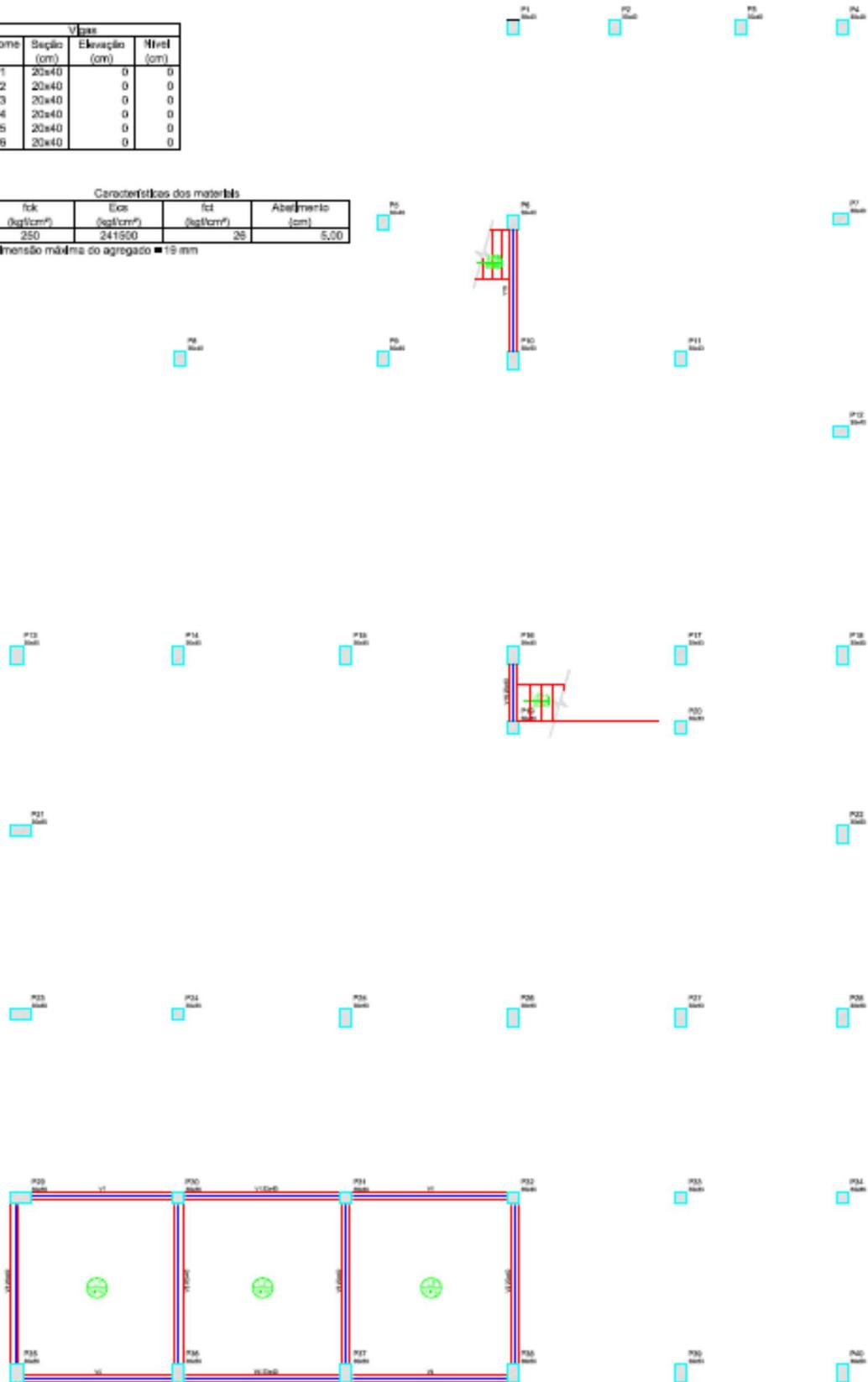
Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE D - Planta de Fôrma Nível 0.

Nome	Vigas		
	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
v1	20x40	0	0
v2	20x40	0	0
v3	20x40	0	0
v4	20x40	0	0
v5	20x40	0	0
v6	20x40	0	0

Características dos materiais			
fck (kgf/cm ²)	Eca (kgf/cm ²)	ftc (kgf/cm ²)	Abeiramento (cm)
250	241500	25	5,00

Dimensão máxima do agregado ■ 19 mm



Forma do pavimento Nível 0
escala 1:50

APÊNDICE E - Planta de Fôrma Nível 2,80.

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V1	20x50	0	280
V2	20x50	0	280
V3	20x50	0	280
V4	20x50	0	280
V5	20x50	0	280
V6	20x50	0	280
V7	20x50	0	280
V8	20x50	0	280
V9	20x50	0	280
V10	20x50	0	280
V11	20x50	0	280
V12	20x50	0	280
V13	20x50	0	280
V14	20x50	0	280
V15	20x50	0	280
V16	20x50	0	280
V17	20x50	0	280
V18	20x50	0	280
V19	30x50	-140	140

Características dos materiais				
Elemento	fck (kgf/cm ²)	Ecs (kgf/cm ²)	fct (kgf/cm ²)	Abatimento (cm)
Vigas	400	318758	35	5,00
Pilares	400	318758	35	5,00
Lajes	350	294029	32	5,00

Dimensão máxma do agregado = 19 mm



Forma do pavimento Nível 2.98 (Nível 280) escala 1:50

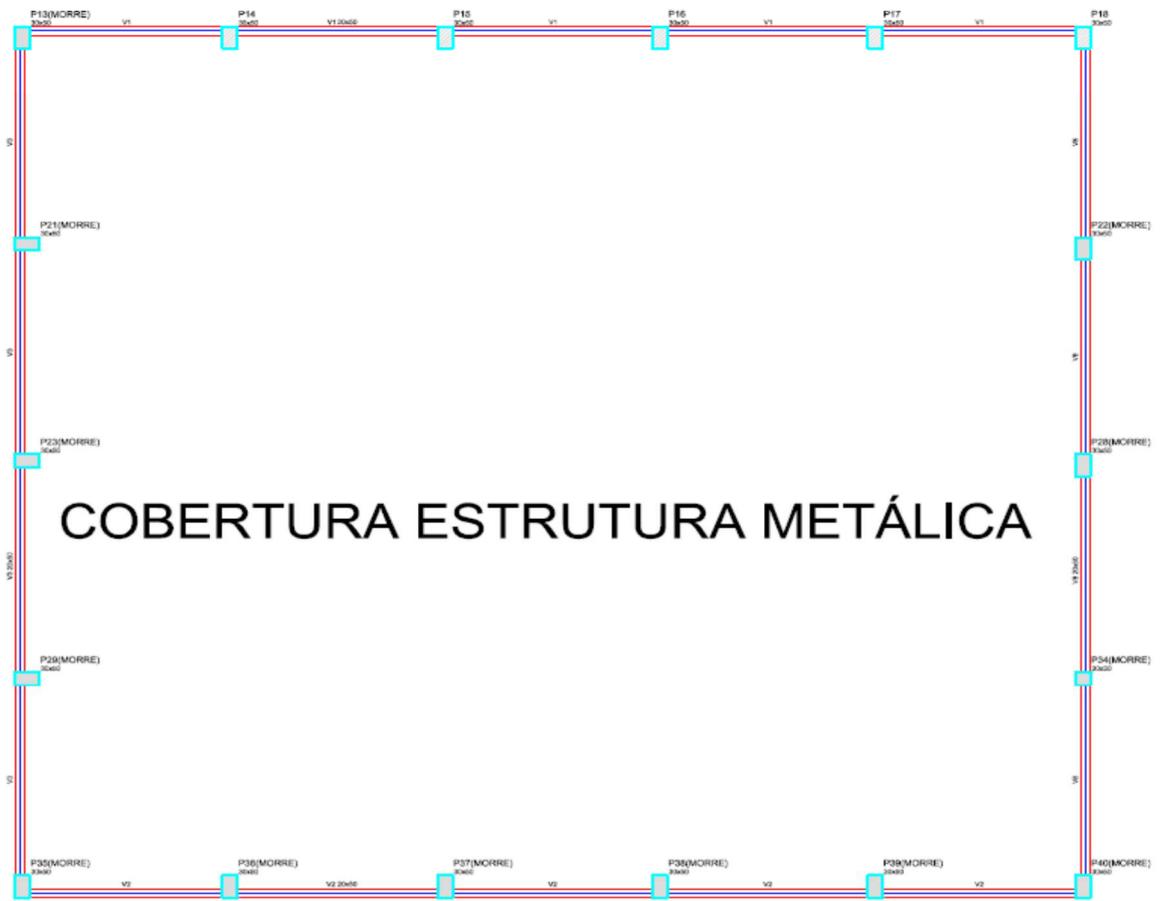
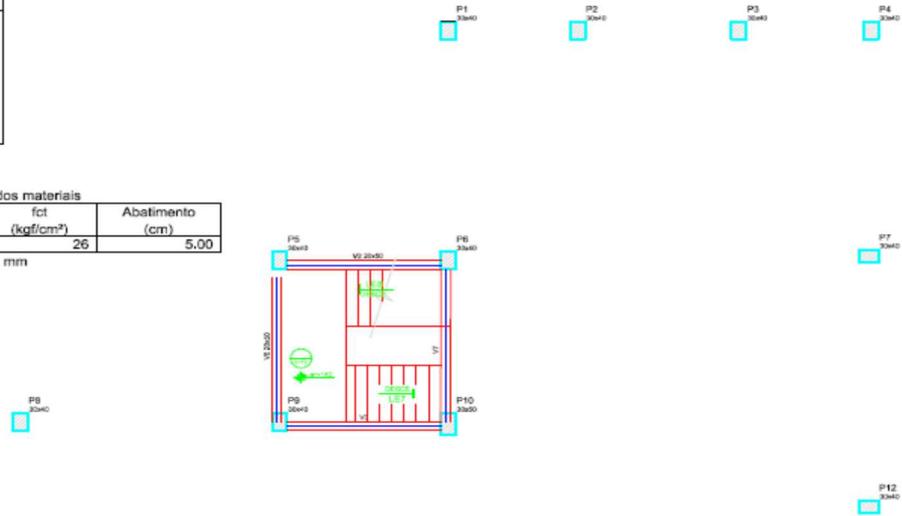
Fonte: Software Eberick

APÊNDICE G - Planta de Fôrma Nível 7,98.

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V1	20x50	0	805
V2	20x50	0	805
V3	20x50	0	805
V4	30x60	0	805
V5	30x60	0	805
V6	30x60	0	805
V7	30x60	0	805
V8	20x50	0	805

Características dos materiais			
fck (kgf/cm ²)	Ecs (kgf/cm ²)	fct (kgf/cm ²)	Abatimento (cm)
250	241500	26	5,00

Dimensão máxima do agregado = 19 mm



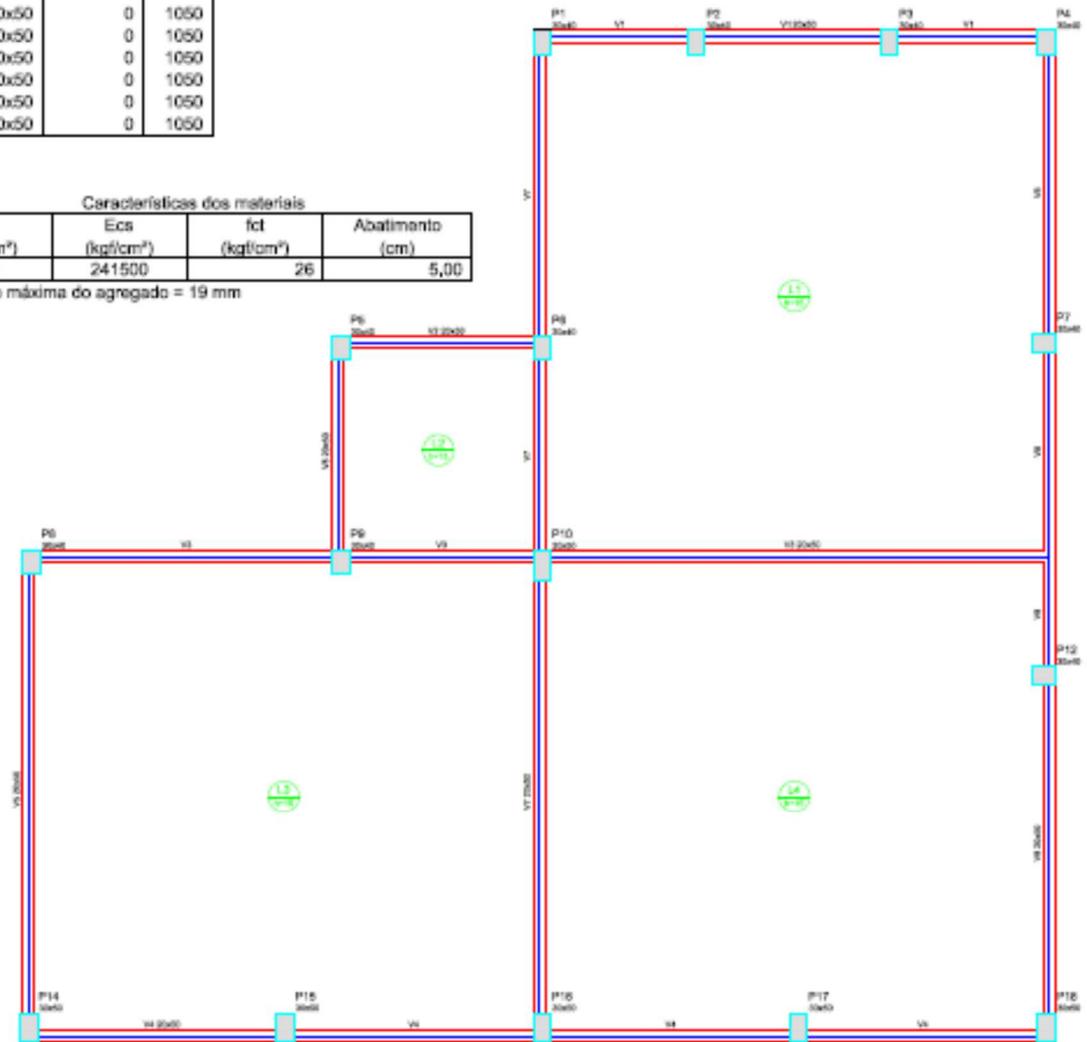
Forma do pavimento Nível 7.98 (Nível 805) escala 1:50

APÊNDICE H - Planta de Fôrma Nível 10,43.

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V1	20x50	0	1050
V2	20x50	0	1050
V3	20x50	0	1050
V4	20x50	0	1050
V5	20x50	0	1050
V6	20x50	0	1050
V7	20x50	0	1050
V8	20x50	0	1050

Características dos materiais			
f_{ck} (kgf/cm ²)	E_{cs} (kgf/cm ²)	f_{ct} (kgf/cm ²)	Abatimento (cm)
250	241500	26	5,00

Dimensão máxima do agregado = 19 mm



Forma do pavimento Nível 10,43
escala 1:50

Fonte: Software Eberick

ANEXOS

ANEXO A - Quantitativos e orçamento total dos elementos pré-fabricados fornecidos e dimensionados pela empresa ROTESMA – Indústria de Pré-fabricados de Concreto.

OBRA: WAN MED DISTRIBUIDORA					Orç: 2016 264
TIPO DE OBRA: Estrutura Pré-fabricada					26/02/2016
Local: ENCANTADO/RS					Área: 1.655,00 m ²
PILARES PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO ARMADO Fck = 40 Mpa					
Quant.	Unid.	Quant.	Descrição	Dimensões	Total
7	pç		PILARES	30 X 40 X 10,05	
3	pç		PILARES	30 X 40 X 13,10	
1	pç		PILARES	30 X 40 X 11,60	
1	pç		PILARES	30 X 40 X 4,20	
6	pç		PILARES	30 X 50 X 13,10	
9	pç		PILARES	30 X 50 X 15,50	
4	pç		PILARES	30 X 30 X 4,20	
8	pç		PILARES	30 X 30 X 6,00	
39	pç				R\$: 171.116,38
VIGAS PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO ARMADO Fck = 40 Mpa					
VIGAS DEPÓSITO (NÍVEL +0,00 m)					
26,1	m	6	VIGAS SEÇÃO "L"	25 X 50	
9,5	m	2	VIGAS RETANGULARES	15 X 50	
2	m	1	VIGAS RETANGULARES	20 X 40	
37,6	m	9			
VIGAS APOIO ESCADA (NÍVEL +1,54 m)					
2	m	1	VIGAS RETANGULARES	20 X 50	
2	m	1			
VIGAS DEPÓSITO (NÍVEL +3,029 m)					
52,2	m	12	VIGAS SEÇÃO "T"	30 X 60	
60,7	m	14	VIGAS SEÇÃO "L"	30 X 50	
29,5	m	6	VIGAS RETANGULARES	15 X 50	
24,6	m	6	VIGAS RETANGULARES	20 X 50	
15,4	m	2	VIGAS RETANGULARES	25 X 80	
182,4	m	40			
VIGAS APOIO ESCADA (NÍVEL +4,93 m)					
3,7	m	1	VIGAS RETANGULARES	20 x 50	
3,7	m	1			

VIGAS ESCRITÓRIO (NÍVEL +6,729 m)				
43,7	m	9	VIGAS SEÇÃO "L"	30 X 50
8,1	m	1	VIGAS SEÇÃO "L"	30 X 60
24,4	m	7	VIGAS RETANGULARES	15 X 50
8,1	m	1	VIGAS RETANGULARES	20 X 50
84,2	m	18		

VIGAS RESPALDO (NÍVEL +8,03 m)				
45,5	m	14	VIGAS RETANGULARES	15 X 40
45,5	m	14		

VIGAS COBERTURA (NÍVEL +10,429,03 m)				
3,4	m	1	VIGAS SEÇÃO "T"	30 X 50
42,7	m	9	VIGAS SEÇÃO "L"	30 X 50
8,1	m	1	VIGAS SEÇÃO "L"	30 X 60
21	m	6	VIGAS RETANGULARES	15 X 50
8,1	m	1	VIGAS RETANGULARES	20 X 50
83,2	m	18		

TOTAL:				
438,4	m	101		

R\$: 177.123,33

LAJES PRÉ-FABRICADAS EM CONCRETO PROTENDIDO. Fck = 35 Mpa
--

LAJES DEPÓSITO (NÍVEL +0,00 m)				
62	m ²		LAJE ALVEOLAR SC=	800 + 0 = 800 kgf/m ²
62	m²			

LAJES DEPÓSITO (NÍVEL +3,029 m)				
530,5	m ²		LAJE ALVEOLAR SC=	800 + 0 = 800 kgf/m ²
530,5	m²			

LAJES ESCRITÓRIO (NÍVEL + 6,729 m)				
207	m ²		LAJE ALVEOLAR SC=	300 + 200 = 500 kgf/m ²
207	m²			

LAJES COBERTURA (NÍVEL + 10,429 m)				
222	m ²		LAJE ALVEOLAR SC=	100 + 100 = 200 kgf/m ²
222	m²			

TOTAL:				
1021,5	m²			

R\$: 219.716,90

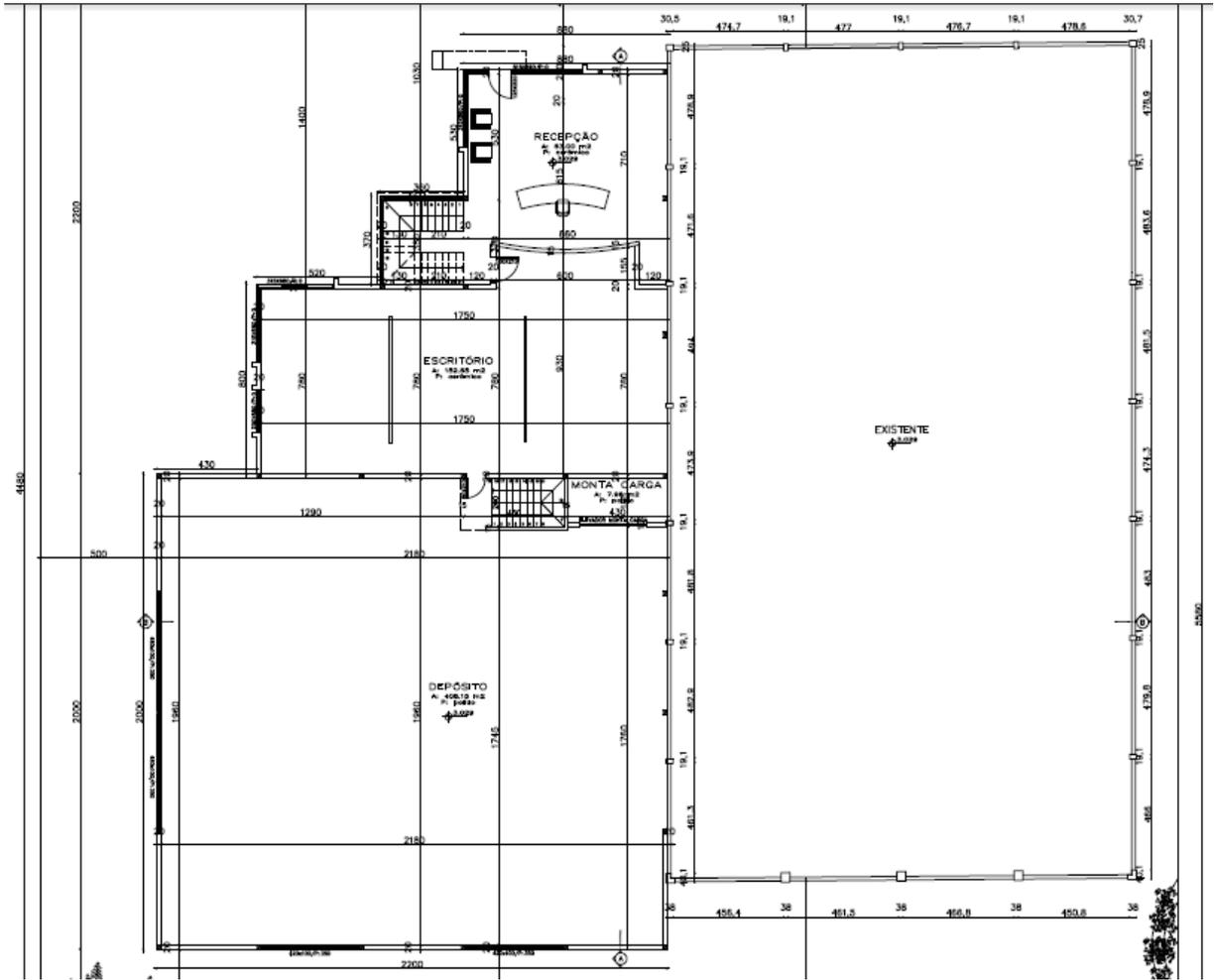
PLACAS PRÉ-FABRICADAS EM CONCRETO
--

ARMADO				
			PAINÉIS TERMOACÚSTICOS DE FECHAMENTO	
405,8	m ²	53	PAINÉIS COM ESPESSURA DE 15 cm	
837,8	m		MASTIQUE INTERNO, EXTERNO, HORIZONTAL E VERTICAL	
TOTAL:				R\$: 100.420,69

ESCADAS PRÉ-FABRICADAS EM CONCRETO ARMADO				
2	pç		LANCES DE ESCADAS	1,8 X 3,8
2	pç		LANCES DE ESCADAS	1,00 X 4,7
TOTAL:				R\$: 18.758,80
VIGAS TESOURAS PRÉ-FABRICADAS EM CONCRETO ARMADO				
			VIGAS TESOURA ALMA CHEIA	
6	pç		VIGAS TESOURA VÃO	20 S/BEIRAL
TOTAL:				R\$: 38.366,12
VALOR TOTAL DA PROPOSTA:				R\$: 725.502,21

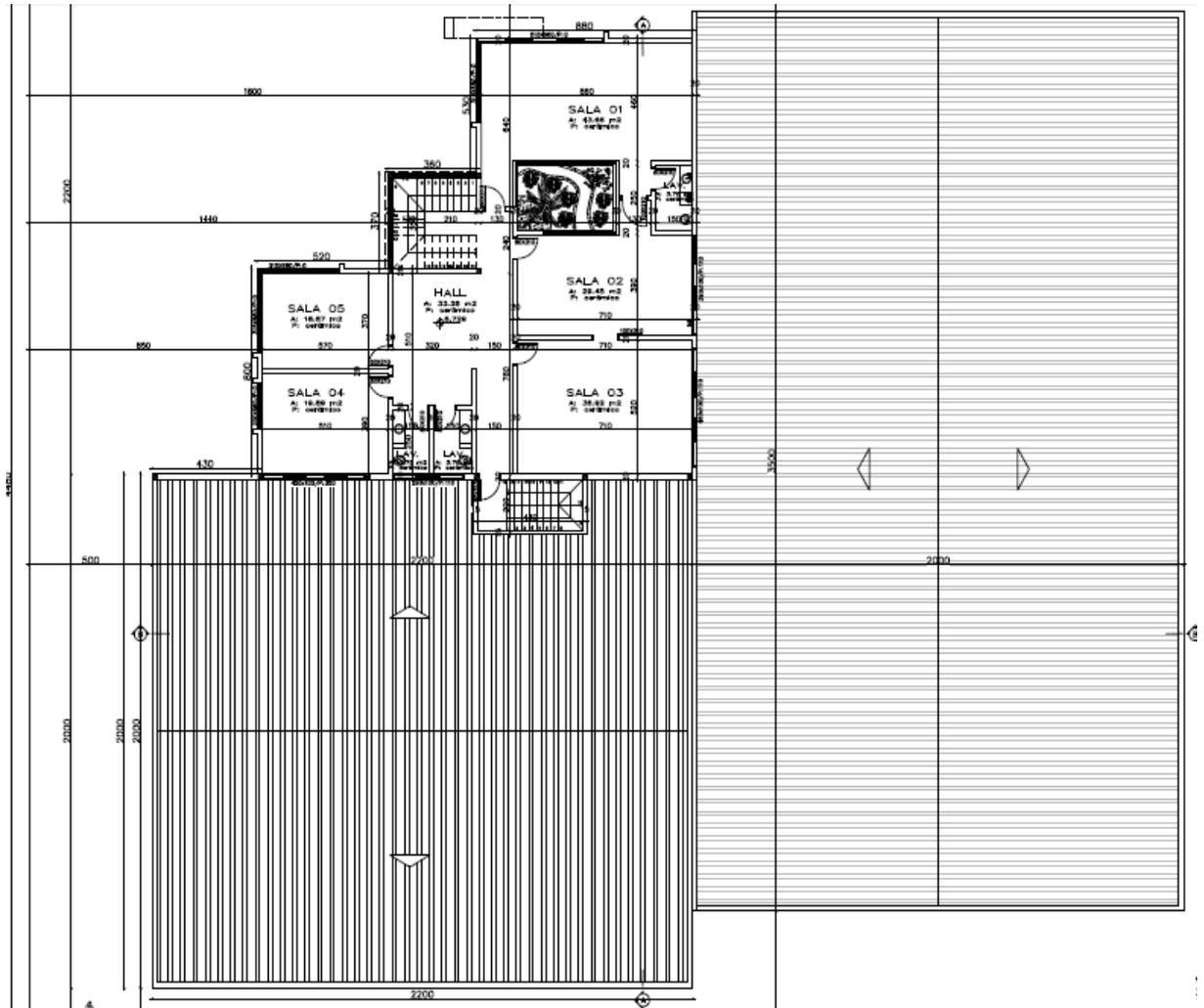
Fonte: ROTESMA – Indústria de Pré-fabricados de Concreto, conforme projeto apresentado.
Orçamentista: Renato P. Marcon.

ANEXO C - Planta segundo pavimento.



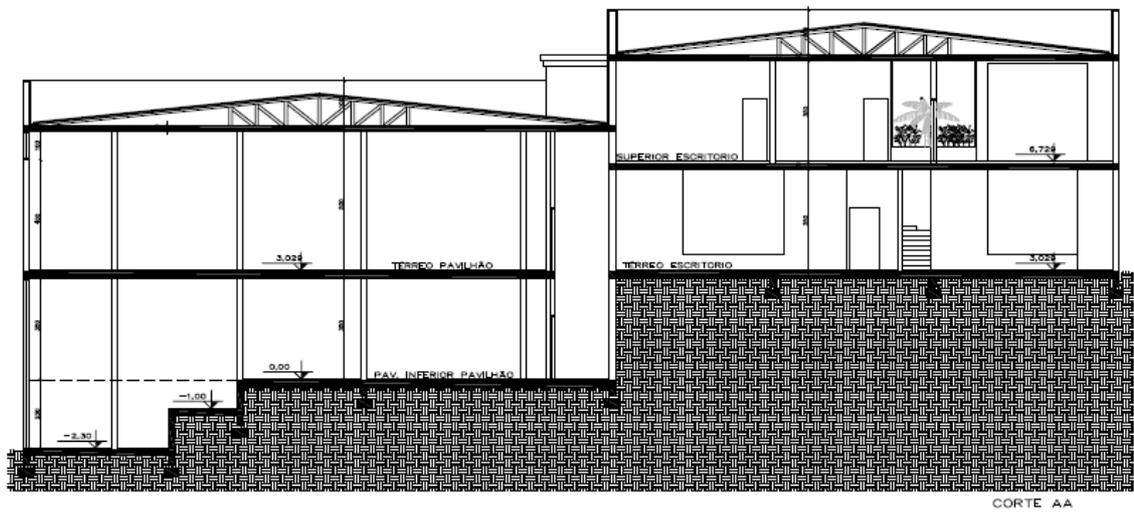
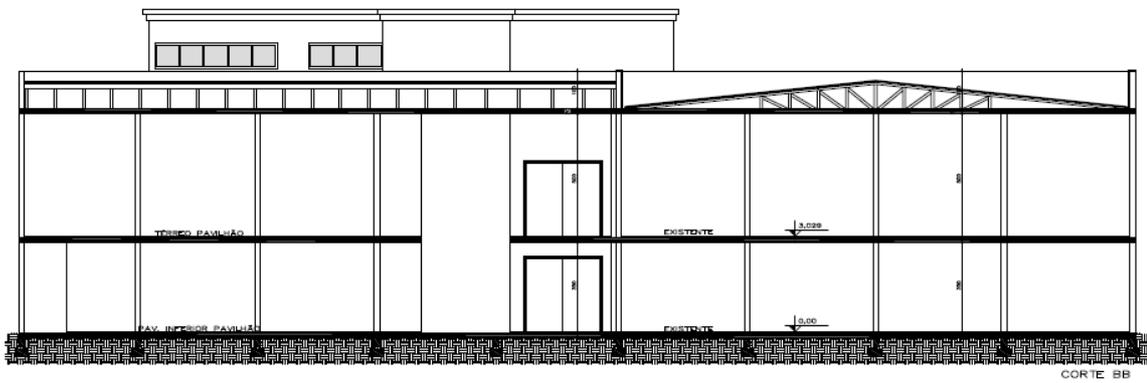
Fonte: Vitor Luiz Resmini – Responsável Técnico da edificação.

ANEXO D - Planta baixa terceiro pavimento.



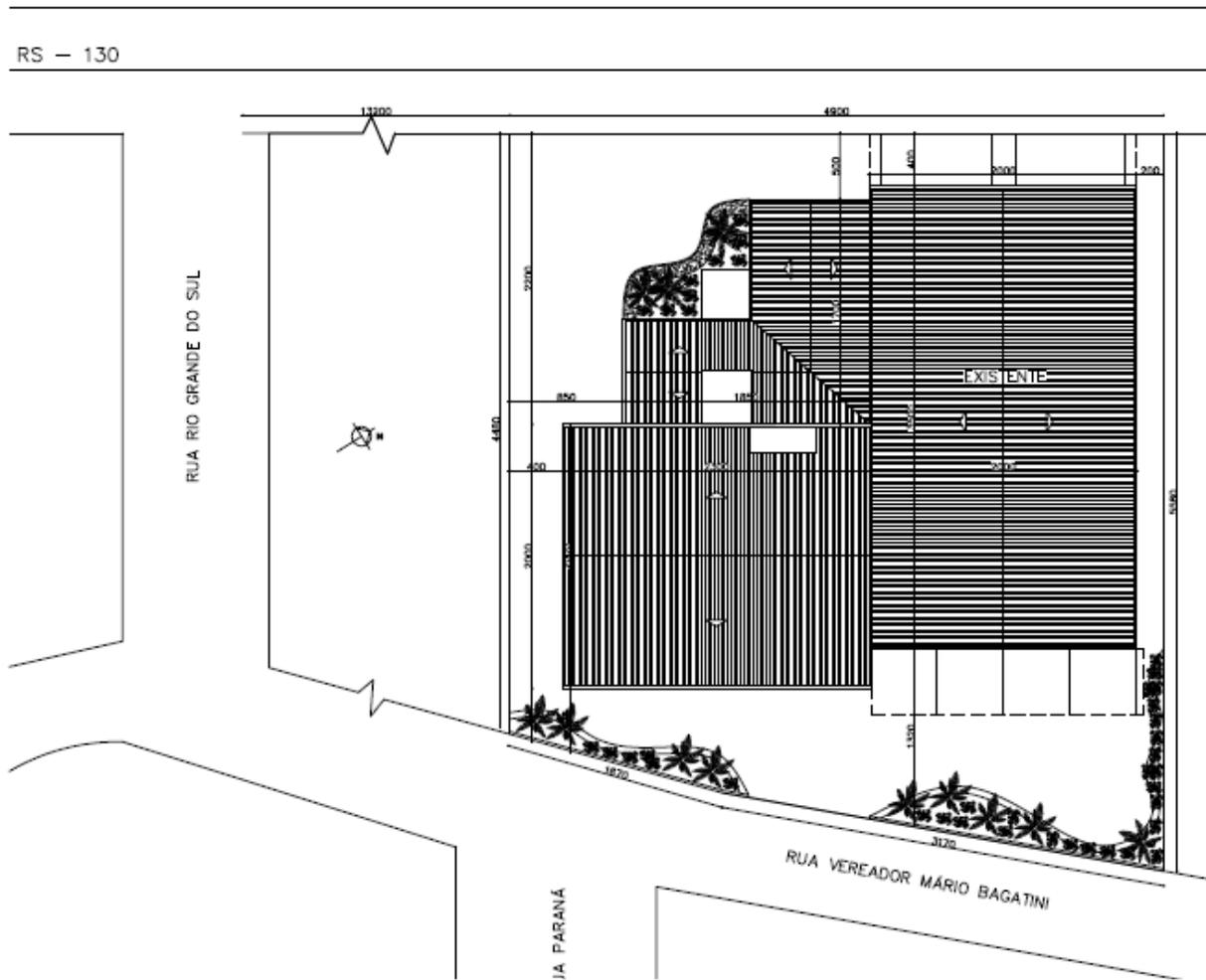
Fonte: Vitor Luiz Resmini – Responsável Técnico da edificação.

ANEXO E – Cortes BB e AA



Fonte: Vitor Luiz Resmini – Responsável Técnico da edificação.

ANEXO F - Situação e Localização.



Fonte: Vitor Luiz Resmini – Responsável Técnico da edificação.