

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

LUIZA ALESSANDRA PIENIS MASSARO

**COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE ESTRUTURA DE CONCRETO
MOLDADA *IN LOCO* E PRÉ-FABRICADA: UM ESTUDO DE CASO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2019**

LUIZA ALESSANDRA PIENIS MASSARO

**COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE ESTRUTURA DE CONCRETO
MOLDADA *IN LOCO* E PRÉ-FABRICADA: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada para obtenção de título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, do Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Adalberto Matoski, Dr.

**CURITIBA
2019**

LUIZA ALESSANDRA PIENIS MASSARO

**COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE ESTRUTURA DE CONCRETO
MOLDADA *IN LOCO* E PRÉ-FABRICADA: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Adalberto Matoski (orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M. Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2019

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

MASSARO, L.A.P. **Comparação de custos entre estrutura de concreto moldada *in loco* e pré-fabricada**: Um estudo de caso. 2019. 58 f. Monografia de Especialização (Gerenciamento de Obras) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

O presente trabalho traz uma comparação de custos entre a estrutura de concreto armado moldada *in loco* e a pré-fabricada para edificação de uso misto de 573,70 m², localizada em área urbana de cidade do Oeste do Paraná. A comparação é feita com base no anteprojeto de arquitetura – e não no projeto arquitetônico –, tendo como finalidade auxiliar na escolha do método construtivo a ser empregado no projeto final, com base no valor de execução. Em um primeiro momento são apresentados e analisados orçamentos recebidos de três empresas diferentes de pré-fabricados. É então apresentada a orçamentação realizada para o uso de estrutura moldada *in loco*, que constitui a primeira base de comparação. Posteriormente, os orçamentos de pré-fabricados são equalizados, equilibrando-se a disparidade dos serviços oferecidos por cada empresa; a média desses valores é adotada como uma representação do valor de mercado para esse serviço, e constitui a segunda base de comparação. Conclui-se, enfim, que o valor da estrutura moldada *in loco* para a edificação em questão fica 20,07% abaixo dos valores de mercado praticados para a estrutura pré-moldada.

Palavras-chave: Orçamentos de obras. Pré-fabricação. Métodos construtivos. Estruturas em concreto armado.

ABSTRACT

MASSARO, L. A. P. **Cost comparison between cast-in-place reinforced concrete structures and precast ones:** A case study. 2019. 58 f. Monografia de Especialização (Gerenciamento de Obras) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

This work presents a cost comparison between cast-in-place and precast reinforced concrete structures for a 573.70 m² mixed use building, located in the urban area of a city in the west region of Paraná state. This comparison is based on the preliminary project – not on the basic project –, with the purpose of assisting in the process of choosing which construction method will be employed in the final project, based on construction price. Initially, quotations received from three different companies specialized in precast structures are presented and analyzed. Then, for the cast-in-place structure, a cost estimation is presented, which constitutes the first basis of comparison. Subsequently, the precast structure quotations are equalized, balancing the disparity of the services offered by each company; the average of these values is adopted as a representation of the market value for this service, and constitutes the second basis of comparison. Finally, it is concluded that the price for the cast-in-place structure for the aforementioned building is 20.07% lower than the market values practiced for the precast structure.

Keywords: Construction cost estimation. Precast structures. Construction methods. Reinforced concrete structures.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Plantas de situação com demarcação dos usos.....	29
Figura 2 – Renderização da fachada.....	30
Figura 3 – Projeto estrutural 01: Nível +0,00 m.....	31
Figura 4 – Projeto estrutural 01: Nível +3,90 m.....	32
Figura 5 – Projeto estrutural 01: Nível +7,10 m.....	32
Figura 6 – Projeto estrutural 01: Perspectiva.....	33
Figura 7 – Projeto estrutural 02: Nível +0,00 m.....	35
Figura 8 – Projeto estrutural 02: Nível +3,90 m.....	35
Figura 9 – Projeto estrutural 02: Nível +7,10 m.....	36
Figura 10 – Projeto estrutural 02: Corte	36
Figura 11 - Projeto estrutural 03: Nível +2,75 m	38
Figura 12 - Projeto estrutural 03: Nível +6,65	38
Figura 13 - Projeto estrutural 03: Nível +6,65	39
Figura 14 – Cronograma de execução da estrutura moldada <i>in loco</i>	42
Quadro 1 – Comparação dos orçamentos	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativo do Orçamento 01.....	33
Tabela 2 – Quantitativo do Orçamento 02.....	37
Tabela 3 – Quantitativo do Orçamento 03.....	39
Tabela 4 – Resumo de materiais para moldagem <i>in loco</i>	41
Tabela 5 – Resumos dos custos diretos para moldagem <i>in loco</i>	42
Tabela 6 – Resumo dos custos indiretos (período de 37 dias).....	43
Tabela 7 – Resumo dos custos acessórios	43
Tabela 8 – Resumo de lucro e impostos	44
Tabela 9 – Cálculo do custo total	44
Tabela 10 - Cálculo do preço de venda	45
Tabela 11 – Equalização dos orçamentos.....	46
Tabela 12 – Média dos orçamentos da pré-fabricada.....	47
Tabela 13 - Índices de variância.....	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO GERAL.....	10
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.3	JUSTIFICATIVA.....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	ESCOLHA DO MÉTODO CONSTRUTIVO	13
2.1.1	Exploração da materialidade no projeto.....	13
2.1.2	Materialidade na construção.....	14
2.1.3	Ciclo de vida do material.....	15
2.1.4	Evolução dos métodos construtivos	15
2.2	Pré-fabricação.....	16
2.2.1	Pré-fabricados e pré-moldados de concreto	17
2.2.2	Estruturas em esqueleto.....	18
2.3	ORÇAMENTOS DE OBRAS.....	19
2.3.1	Atributos do orçamento	20
2.3.2	Graus de detalhe do orçamento	20
2.3.3	Etapas da orçamentação	21
2.3.4	Custos diretos	21
2.3.5	Custos indiretos	22
2.3.6	Custos acessórios.....	22
2.3.7	Lucratividade e impostos.....	23
2.3.8	Cálculo do BDI.....	23
3	METODOLOGIA	24
3.1	PLANEJAMENTO DA PESQUISA.....	24
3.1.1	Análise dos orçamentos recebidos	24
3.1.2	Orçamentação da estrutura moldada <i>in loco</i>	24
3.1.2.1	<i>Levantamento de quantitativos.....</i>	<i>25</i>
3.1.2.2	<i>Composição dos custos diretos</i>	<i>25</i>
3.1.2.3	<i>Composição dos custos indiretos</i>	<i>25</i>
3.1.2.4	<i>Atribuição de custos acessórios</i>	<i>26</i>

3.1.2.5	<i>Atribuição de lucratividade e impostos</i>	27
3.1.2.6	<i>Geração do preço de venda</i>	27
3.1.2.7	<i>Fechamento</i>	27
3.1.3	Equalização e comparação entre os orçamentos	27
3.1.4	Análise do método utilizado.....	27
3.2	APRESENTAÇÃO DE DADOS	28
3.2.1	Projeto arquitetônico	28
3.2.1.1	<i>Implantação</i>	28
3.2.1.2	<i>Programa</i>	28
3.2.1.3	<i>Espacialidade e materialidade</i>	30
4	RESULTADOS	31
4.1	ANÁLISE DOS ORÇAMENTOS RECEBIDOS	31
4.1.1	Orçamento 01	31
4.1.1.1	<i>Projeto</i>	31
4.1.1.2	<i>Escopo</i>	33
4.1.2	Orçamento 02	34
4.1.2.1	<i>Projeto</i>	34
4.1.2.2	<i>Escopo</i>	36
4.1.3	Orçamento 03	37
4.1.3.1	<i>Projeto</i>	37
4.1.3.2	<i>Escopo</i>	39
4.2	ORÇAMENTAÇÃO DA ESTRUTURA MOLDADA <i>IN LOCO</i>	40
4.2.1	Composição de custos	40
4.2.1.1	<i>Levantamento dos quantitativos</i>	40
4.2.1.2	<i>Custos diretos</i>	40
4.2.1.3	<i>Custos indiretos</i>	42
4.2.1.4	<i>Custos acessórios</i>	43
4.2.2	Impostos e lucro	44
4.2.3	Preço de venda.....	44
4.2.4	Fechamento	45
4.3	EQUALIZAÇÃO E COMPARAÇÃO ENTRE OS ORÇAMENTOS	45
4.4	ANÁLISE DO MÉTODO UTILIZADO	48

5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICE A – PLANILHA DE ORÇAMENTAÇÃO DA ESTRUTURA MOLDADA <i>IN LOCO</i>.....	52
	APÊNDICE B – PLANILHA DE EQUALIZAÇÃO DOS ORÇAMENTOS	55

1 INTRODUÇÃO

O profissional arquiteto e urbanista tem sua carga de responsabilidade ao especificar tecnologias construtivas durante seu projeto, sendo que essas escolhas trarão consequências de qualidade, financeiras, ambientais e sociais (CHING, ECKLER, 2014).

No entanto, a responsabilidade do profissional não é só a definição da materialidade da obra, mas também a apresentação dessa solução ao cliente que encomendou o projeto, que na maior parte das vezes não possui conhecimento técnico e tem certa resistência em fugir do modo tradicional (SABBATINI, 1989).

Nesse momento o profissional deve ter o conhecimento de ferramentas para comparar possíveis métodos construtivos de forma a embasar sua escolha. Como projetista, fazer uma estimativa de custo é saber lidar com incertezas, afinal o resultado será apenas uma simulação que pode ou não estar próxima dos valores que as construtoras apresentarão ao cliente. Desse modo, é necessária uma análise cuidadosa da obra em questão, dos procedimentos adotados e dos serviços a serem incluídos no escopo do orçamento (MATTOS, 2006).

Assim, este trabalho pretende comparar o custo de dois métodos construtivos para uma mesma obra durante a etapa de elaboração do projeto arquitetônico, sendo o caso escolhido uma comparação entre a estrutura em concreto armado pré-fabricado e a em concreto armado moldado *in loco*.

1.1 OBJETIVO GERAL

Comparar os custos de execução da estrutura de concreto armado pré-fabricada e da estrutura moldada *in loco* para uma mesma obra de forma a definir o método construtivo mais vantajoso durante a etapa de projeto.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar análises dos orçamentos da estrutura em concreto armado pré-fabricado recebidos para identificar os componentes inclusos em cada um, possibilitando assim a comparação dos valores ao adicionar os custos dos serviços faltantes nas diferentes propostas;
- realizar a orçamentação da estrutura em concreto armado moldada *in loco* com a finalidade de obter valores comparáveis com os da estrutura pré-moldada;

- analisar a aplicabilidade da metodologia adotada com a finalidade de levantar pontos fortes ou fracos e sugerir possíveis melhorias para aplicações futuras.

1.3 JUSTIFICATIVA

Durante o desenvolvimento de um projeto arquitetônico uma das preocupações mais recorrentes de quem vai construir é com os custos. O profissional arquiteto é questionado sobre esse aspecto desde as primeiras reuniões e continua a ser até a definição do projeto executivo. Cada etapa do projeto arquitetônico pode vir acompanhada de uma estimativa de custos, que tendem a atingir grau cada vez maior de detalhe, e, algumas vezes é necessário que o profissional crie cenários alternativos para o projeto com diferentes materiais ou metodologias construtivas.

Para o presente trabalho optou-se pela comparação entre os custos da estrutura em concreto armado moldada *in loco* (originalmente idealizada para a obra do estudo de caso) e os custos da estrutura em concreto armado pré-fabricada (como alternativa à solução original). Tal escolha foi feita pois ainda há muita resistência por parte dos investidores em optar pela estrutura pré-fabricada e o estudo e interpretação dos custos pode ajudar na hora da escolha.

O projeto objeto de estudo foi escolhido por três motivos principais: possibilidade de modificação da estrutura moldada *in loco* para pré-fabricada sem necessidade de grandes alterações formais; ser uma obra de pequeno porte, com menos de 600 m², facilitando assim o processo de levantamento dos quantitativos; e finalmente pela sua característica de edificação de tipologia mista que traz necessidades variadas para os diferentes usos (como, por exemplo, diferentes alturas de pé direito), sendo necessário em caso como este uma orçamentação mais detalhada para definir seus custos.

Apesar de existirem vários trabalhos acadêmicos explorando a questão da comparação de custos entre metodologias construtivas, foi percebido uma tendência a ignorar a necessidade de análise e equalização dos orçamentos recebidos antes da comparação. Alguns autores abordaram o problema e definiram o projeto e o escopo detalhado do serviço antes do envio para orçamento, conseguindo assim orçamentos de fato comparáveis. A vantagem dessa abordagem é que, dependendo da metodologia adotada, esses dados podem ser aplicados em diferentes cenários e utilizados para estimativas futuras. A desvantagem é que não representa muito bem a realidade da prática profissional, em que é necessário lidar com informações oriundas de diferentes empresas e interpretá-las da melhor forma possível.

Outra desvantagem tem a ver com a metodologia escolhida para a comparação, por ser um produto industrializado, a solução para a estrutura de concreto armado pré-fabricada ainda depende muito da empresa que a propõe. Como o objetivo do trabalho é a análise do custo, limitar todas as empresas à mesma solução poderia impedir o surgimento de soluções ainda mais econômicas.

Este trabalho, assim, traz a proposta de analisar um caso específico sob a ótica do dia a dia de um profissional da área. Torna-se importante então estudar modos de trabalho que atinjam o resultado esperado e que possam ser utilizadas pela autora em novas comparações no futuro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica apresentará os temas estudados para o desenvolvimento do trabalho: escolha do método construtivo; pré-fabricação; e orçamentos de obras. Dentro desses tópicos serão ainda explorados subtópicos, de modo a incluir todo o estudo teórico necessário para o entendimento e desenvolvimento do trabalho.

2.1 ESCOLHA DO MÉTODO CONSTRUTIVO

A escolha dos materiais de determinada obra começa no processo de projeto com uma exploração para definir o aspecto formal e o partido arquitetônico. A cada etapa do projeto as escolhas dos materiais vão ficando mais detalhadas de modo que o projeto executivo contenha todas as informações suficientes para a perfeita orçamentação da edificação (CHING, ECKLER, 2014).

Desse modo, o processo de projeto está intimamente ligado ao avanço das tecnologias construtivas. Ching e Eckler (2014) argumentam que à medida que as tecnologias e os conhecimentos sobre os materiais avançam os arquitetos continuamente descobrem novas possibilidades de projeto.

Os próximos tópicos abordarão os aspectos mais relevantes no que tange exploração e definição dos métodos construtivos durante o projeto da obra.

2.1.1 Exploração da materialidade no projeto

Diferente de um método, no qual os resultados podem ser previstos com precisão, o processo do projeto se assemelha mais a uma exploração, um processo não linear embasado no conhecimento técnico prévio do arquiteto e na problemática proposta. (CHING, ECKLER, 2014).

Para Ching e Eckler (2014, p.228) “a compreensão dos sistemas estruturais em conjunto com o conhecimento de como os materiais se conectam e as edificações são construídas serve como guia para a definição da forma e da materialidade do projeto”.

Em seu livro, Rebelo, Bogéa e Lopes, demonstram através da análise do funcionamento estrutural dos edifícios a relação entre a engenharia e a arquitetura. Para os autores:

“Conceber uma obra significa necessariamente pensar uma intenção de estrutura. Toda construção pressupõe uma estrutura, um material e uma técnica que a caracteriza. Assim, estrutura e arquitetura nascem juntas no momento do projeto. Embora óbvio, trata-se de um aspecto nem sempre consciente de quem projeta, como se a estrutura pudesse vir a posteriori.” (REBELLO, BOGÉA e LOPES, 2006, p.35).

Dessa forma a exploração da materialidade está intrinsecamente ligada com a definição das características básicas de um projeto: mais do que a escolha de um material, envolve a compreensão dos métodos construtivos como meio de dar forma ao projeto.

Em sua tese de mestrado Ferreira (2012) afirma que a exploração da materialidade abrange o conceito de materiais de construção, mas não necessariamente se limita a este. Assim, apesar de necessário que o profissional tenha contemplado a materialidade durante o desenvolvimento do projeto, a escolha dos materiais de fato empregados vai além das intenções projetuais, sendo que existem materiais que podem ser substituídos por equivalentes em etapas posteriores sem prejuízo para a solução arquitetônica.

2.1.2 Materialidade na construção

Os materiais escolhidos aparecerão na obra empregados em tecnologias, métodos, processos ou sistemas construtivos. Para Sabbatini (1989) há “uma ambiguidade muito grande no significado dos termos técnica, método, processo e sistema produtivo”. Para o presente trabalho existe a necessidade de se diferenciar conceitualmente esses termos e, para isso, utilizar-se-á da definição adotada por Sabbatini:

Técnica construtiva é um conjunto de operações empregadas por particular ofício para produzir parte de uma construção [...].

[...] **Método construtivo** é um conjunto de técnicas construtivas independentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (sub-sistema ou elemento) de uma edificação [...].

[...] **Processo construtivo** é um organizado e bem definido modo de se construir um edifício. Um específico processo construtivo caracteriza-se pelo seu particular conjunto de métodos utilizados na construção da estrutura e das vedações do edifício (invólucro) [...].

[...] **Sistema Construtivo** é um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo. (SABBATINI, 1989, p.15-25, grifo nosso).

Pode-se perceber que existe entre esses termos uma relação hierárquica, sendo que o sistema construtivo engloba processos construtivos que são formados pela combinação de métodos construtivos e assim por diante. Sabbatini (1989) destaca, no entanto que o sistema construtivo também subentende um maior nível de complexidade das soluções técnicas. Assim,

não faz sentido, por exemplo, utilizar a expressão “sistema construtivo tradicional” pois os modos de construir no nosso país ainda são pobremente organizados e não se enquadram na definição de sistema construtivo adotada.

Essas definições ajudam a compreender o escopo do presente trabalho, sendo que a utilização de estrutura de concreto pré-moldado ou moldado *in loco* compreende uma escolha entre dois métodos construtivos, cada um composto por suas respectivas técnicas construtivas que farão parte do processo produtivo da edificação.

2.1.3 Ciclo de vida do material

Na etapa de detalhamento do projeto, tem-se já definidas as intenções projetuais e a especificação dos materiais. Nessa etapa surge a necessidade de análise dos impactos causados pela escolha de determinado material. Ching e Eckler (2014) defendem que essa avaliação se dê na forma da análise do ciclo de vida do material.

Ela engloba a extração e o processamento das matérias primas, a fabricação, a embalagem e o transporte do produto ao local de uso, a manutenção necessária durante o uso, a possibilidade de reciclagem e reuso do material e de seu descarte final. Essa análise consiste em três componentes: entradas, inventário do ciclo de vida e saídas (CHING, ECKLER, 2014).

2.1.4 Evolução dos métodos construtivos

No momento da escolha dos materiais também é importante considerar que novas tecnologias surgem com enorme velocidade, e influenciam diretamente o mercado da construção. Para melhor compreender essa relação entre os avanços tecnológicos e as edificações, neste tópico será abordado um breve histórico da evolução dos métodos construtivos.

Segundo Addins (2009), por volta de 1750 o engenheiro civil dispunha de uma grande quantidade de informações sobre diferentes materiais de construção e elementos estruturais, e a engenharia progredia em relação a estrutura das edificações. No entanto esses avanços ainda não começaram a influenciar o projeto e a construção de edificações, pois esta era realizada pela experimentação prática de seus construtores que poucas vezes eram convencidos a mudar seus métodos de trabalho. Assim, as abordagens técnicas e científicas evoluíram em rotas distintas até por volta de 1850, quando as correntes se uniram e proporcionaram grandes avanços para a indústria da construção.

Na década de 1830 o uso do ferro em colunas e vigas de fábricas e depósitos já era comum e surgia também a estrutura com vínculos rígidos entre pilares e vigas para garantir a estabilidade. O uso do concreto armado começou na década de 1880, sendo que durante a década seguinte vez mais firmas criavam e patenteavam seus próprios sistemas de armar o concreto com aço (ADDINS, 2009).

O surgimento do concreto armado levantou diversas questões para as construtoras e os projetistas. O concreto armado era um material novo e envolvia um método de construção novo; de modo singular, o material era produzido no próprio canteiro de obras. As autoridades reguladoras tinham que considerar tanto a segurança do projeto proposto para uma estrutura quanto a qualidade do material utilizado. (ADDINS, 2009).

No período após a Segunda Guerra Mundial em decorrência do grande número de edificações destruídas, principalmente na Europa, surgiu a necessidade de construir em grande escala. A solução encontrada foi a utilização intensiva de elementos pré-fabricados em concreto começando assim uma manifestação mais significativa da industrialização na construção (ORDONÉZ, 1974).

2.2 PRÉ-FABRICAÇÃO

Define-se pré-fabricação como “uma fabricação industrial, fora do canteiro, de partes da construção, capazes de serem utilizadas mediante ações posteriores de montagem” (ORDONÉZ, 1974, p. 50).

No entanto, Bruna (1976) argumenta que os termos pré-fabricação e industrialização vêm sendo usados de forma indiscriminada gerando certa confusão entre os profissionais da área. Para o autor, a pré-fabricação é apenas uma fase de um processo de industrialização mais amplo e complexo; deve ser entendida como uma racionalização do sistema de construção que permanece artesanal em sua organização. Ainda assim, o autor defende que a racionalização aliada a um processo de mecanização dos meios produtivos é a única forma de baratear o custo final da construção de habitações no Brasil.

Sabbatini (1989) também afirma em sua tese que a evolução dos meios de produção na construção civil passa necessariamente pelos processos de industrialização e racionalização. Dessa forma, pode-se afirmar que a pré-fabricação é uma forma de trazer a racionalização para os métodos construtivos.

Segundo Serra, Ferreira e Pigozzo (2005) os pré-fabricados vem evoluindo do ciclo fechado e sem flexibilidade do período pós-guerra para um ciclo aberto de pré-fabricação. Novas tecnologias já permitem sistemas flexibilizados de pré-fabricação com alto grau de especificação, permitindo combinação com outros métodos construtivos.

Atualmente o desenvolvimento dos automatismos industriais de sistemas pré-fabricados está ligado não só aos processos de fabricações, mas também aos processos de transporte, de montagem, aos métodos de inspeção e controle, à criação de novos materiais e ao controle das consequências desses processos ao meio ambiente. (SERRA; FERREIRA; PIGOZZO, 2005).

2.2.1 Pré-fabricados e pré-moldados de concreto

Segundo a NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado (ASSOCIAÇÃO..., 2017), o elemento pré-moldado é aquele executado fora do local de utilização definitiva na estrutura, em condições menos rigorosas de controle de qualidade, que devem ser inspecionados individualmente ou por lotes, através de inspetores do próprio construtor, da fiscalização do proprietário ou de organizações especializadas, dispensando-se a existência de laboratório e demais instalações congêneres próprias.

Já o elemento pré-fabricado é definido pela mesma norma como um pré-moldado executado industrialmente, sob rigorosas condições de controle de qualidade. As instalações que produzem os elementos devem dispor de pessoal, organização de laboratório e demais instalações permanentes para o controle de qualidade, além de atender requisitos específicos rigorosos.

Acker (2002) lista as vantagens do concreto pré-fabricado: produtos feitos na fábrica, com possibilidade de automação no preparo de armadura, execução e montagem de formas, preparo e lançamento do concreto, entre outros; Uso otimizado de materiais, sendo que o adensamento e a cura são executados em condições controladas; Menor tempo de construção já que a fabricação independe das condições adversas do clima; Qualidade, baseada num sistema de controle da produção; Oportunidade para boa arquitetura, sendo que a pré-fabricação permite a modulação em sistema aberto como solução construtiva; Eficiência estrutural, com o uso do concreto protendido para vigas e lajes permitindo maiores vãos; Flexibilidade no uso, com a criação de plantas livres que aceitam diversos tipos de subdivisões com divisórias; Adaptabilidade, facilitando renovação e melhorias durante a vida útil da construção; Material resistente ao fogo; E construção menos agressiva ao meio ambiente, possibilitando redução do

uso de materiais de até 45%, redução do consumo de energia de até 30% e diminuição do desperdício com demolição de até 40%.

Para melhor aproveitar as vantagens oferecidas pelo concreto pré-fabricado o sistema de estrutura deve ser adequado tipologia de projeto. Acker (2002) lista alguns dos sistemas estruturais básicos que podem ser adotados: estruturas aporticadas, para construções industriais e armazéns; Estruturas em esqueleto para construções de escritórios, escolas, hospitais, estacionamentos; Estruturas em painéis estruturais para construção de casas e apartamentos, hotéis, escolas; Além de estruturas para pisos, sistemas para fachadas e sistemas celulares. Para o presente trabalho será abordada em maior profundidade o sistema estrutural pré-fabricado em esqueleto.

2.2.2 Estruturas em esqueleto

A estrutura em esqueleto é um conjunto de elementos de viga e pilar interligados entre si para formar o sistema estrutural. Diferente das estruturas moldadas no local principalmente pela existência das ligações entre os componentes pré-moldados e possibilidade de maiores vãos. O pórtico estrutural é composto por pilares retangulares com comprimento superior à altura de um ou mais pavimentos e por vigas em formato retangular, L ou T invertido, com apoios simples e conectados por meio de chumbadores nos topos dos pilares ou sobre consolos de concreto, ou mesmo com ligações desenvolvidas especialmente para ficarem embutidas. Para construções até quatro pavimentos a estabilidade horizontal pode ser garantida pelo efeito do balanço dos pilares, sendo que para múltiplos pavimentos passa a ser necessário utilizar sistemas de contraventamento (ACKER, 2002).

Acker (2002) desenvolve que as estruturas moldadas no local se comportam como pórticos tridimensionais, sendo que o equilíbrio das forças é conseguido pela continuidade das armaduras através das juntas e ligações. No entanto, no caso das estruturas pré-moldadas é difícil conseguir essas ligações e o conceito de pórticos tridimensionais não se aplica. Neste caso, a estabilidade da estrutura deve ser garantida por meio de sistemas de contraventamento: engaste de pilares nas fundações; rigidez horizontal das paredes de cisalhamento; diagonais de contraventamento; ação de pórticos planos; efeitos de diafragma das lajes de piso e de cobertura, e combinações dos sistemas anteriores.

2.3 ORÇAMENTOS DE OBRAS

Ao propor a comparação de custos estamos necessariamente falando da comparação entre orçamentos. Segundo Limmer (1996) orçamento pode ser definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto, de acordo com um plano de execução previamente estabelecido, gastos esses traduzidos em termos quantitativos.

Mattos (2006) também fala que orçamentação é o processo de determinação dos custos prováveis de execução da obra, sendo o orçamento seu produto final. O orçamento é determinado somando-se os custos diretos, os custos indiretos e por fim adicionando-se os impostos e o lucro da empresa para se chegar ao preço de venda. Dessa forma, o orçamento estará sempre condicionado à empresa que o realizou:

Muito provavelmente duas empresas chegarão a orçamentos distintos, porque distintos são os processos teóricos utilizados, a metodologia de execução proposta para a obra, as produtividades adotadas para as equipes de campo e os preços coletados, dentre outros fatores. (MATTOS, 2006, p. 23).

Pode-se então afirmar que o estudo de caso de que se trata esse estudo acadêmico será a comparação entre diferentes orçamentos para descobrir o menor custo para a realização dos serviços.

Sobre a avaliação de orçamentos recebidos, Limmer (1996) afirma que deve ser preparado um parecer técnico apontando vantagens e desvantagens de cada proposta, sendo que um dos aspectos a se considerar é a equalização. Pode haver divergência na condição dos concorrentes de atender o objeto proposto, sendo que alguns propõem substituição de itens por outros com características semelhantes. Torna-se então necessário homogeneizar essas divergências por meio de critérios adequados, de modo que se obtenham condições comparáveis entre si.

Limmer (1996) ainda pontua que após a hierarquização técnica são avaliadas as propostas comerciais para classificar em ordem decrescente as maiores vantagens comerciais. Normalmente o primeiro ou o primeiro e segundo colocados são convocados para uma etapa de negociação com o contratante de forma a obter condições ainda melhores de preço, prazo e qualidade.

2.3.1 Atributos do orçamento

O orçamento, segundo Mattos (2006), possui três atributos principais: o primeiro é a aproximação, pois por mais que todas as variáveis sejam ponderadas, todo orçamento é aproximado; dessa forma, o orçamentista deve buscar formas de diminuir sua margem de erro. O segundo é a especificidade, pois o orçamento é sempre referente à obra em questão, não podendo ser padronizado ou generalizado, sendo que está intrinsecamente ligado à uma empresa que o realiza e às condições locais da obra em questão. O terceiro e último é a temporalidade pois o orçamento tem um prazo para a sua validade: o valor sofrerá variações ao longo do tempo devido a influências de flutuações no custo dos insumos, alterações de impostos e encargos, evolução de métodos construtivos ou diferentes cenários financeiros ou gerenciais.

2.3.2 Graus de detalhe do orçamento

Segundo Mattos (2006), dependendo do grau de detalhamento de um orçamento ele pode ser classificado como: estimativa de custo, quando é baseado em custos históricos e comparação com similares; orçamento preliminar, com levantamento de quantidades e atribuição do custo de alguns serviços; e orçamento analítico ou detalhado, com composição de custos e extensa pesquisa de preços de insumos.

Como indicador para uma estimativa de custos, Mattos (2006), cita o custo do metro quadrado construído, sendo o parâmetro mais utilizado o Custo Unitário Básico (CUB) que apresenta o custo por m² para cada um dos padrões de imóveis estabelecidos, valores calculados e divulgados mensalmente pelos Sindicatos da Indústria da Construção de cada estado. Mattos destaca que por se tratar de um parâmetro médio o valor do CUB não considera custos referentes às especificidades da construção.

Já para o orçamento preliminar, o autor cita indicadores mais específicos que podem ser calculados com base em obras similares, como: volume de concreto por pavimento, peso de armação por m³ de concreto, área de fôrma em função do volume de concreto.

O orçamento analítico é o mais detalhado e consiste na composição de custos unitários para cada serviço, levando em conta material, mão-de-obra e equipamentos necessários, assim como todas as demais despesas necessárias para a execução.

2.3.3 Etapas da orçamentação

Mattos (2006) separa a orçamentação em três etapas de trabalho: o estudo das condicionantes, a composição de custos e a determinação do preço. Com base nelas o autor lista os passos de uma orçamentação:

Estudo das condicionantes é o conhecimento das condições da obra, com análise dos documentos disponíveis, visita de campo e consultas ao cliente. Dividida nos seguintes passos:

1. Leitura e interpretação do projeto e especificações técnicas.
2. Leitura e interpretação do edital.
3. Visita Técnica.

Composição de custos é proveniente de definições técnicas, do plano de ataque da obra, dos quantitativos dos serviços, das produtividades e da cotação de preços de insumos. Dividida nos seguintes passos:

4. Identificação dos serviços.
5. Levantamento de quantitativos.
6. Discriminação dos custos diretos.
7. Discriminação dos custos indiretos.
8. Cotação de preços.
9. Definição de encargos sociais e trabalhistas.

Fechamento do orçamento é a soma dos custos com o BDI e o lucro, fazendo ajustes caso necessário para obter assim o preço de venda da obra. Dividido nos seguintes passos:

10. Definição da lucratividade.
11. Cálculo do BDI.
12. Desbalanceamento da planilha.

2.3.4 Custos diretos

Para a determinação dos custos diretos de uma obra primeiro é necessária a identificação e quantificação dos serviços e depois a elaboração das composições de custo a serem utilizadas. Uma composição de custos contém a soma dos insumos do serviço, como mão-de-obra, material ou equipamento, com seus respectivos índices e valor. Para a orçamentação podem ser usadas composições próprias ou obtidas em publicações especializadas, como a TCPO da Editora PINI (MATTOS, 2006).

2.3.5 Custos indiretos

Segundo Mattos (2006) todo o custo que não apareceu nas composições de custos unitários entra no orçamento como custo indireto. Normalmente incluem equipes técnicas e de apoio, manutenção do canteiro de obras, despesas administrativas, taxas, contas, entre outras. Os custos indiretos, diferem dos diretos pois não variam em função dos quantitativos levantados, mas sim em função da estrutura organizacional da empresa, da localização, prazo e complexidade da obra.

O autor ainda ressalta que para chegar num valor mais preciso o ideal é analisar em detalhe os diversos aspectos que compõem o custo indireto, evitando estimá-lo apenas como um percentual fixo do custo direto, pois esse percentual pode variar bastante quando se analisa as peculiaridades de cada obra.

2.3.6 Custos acessórios

São custos acessórios: o rateio da administração central; imprevistos e contingências; e custo financeiro. Esses serão incluídos no orçamento como percentuais aplicados sobre a soma dos custos diretos e dos custos indiretos (MATTOS, 2006).

O autor desenvolve que a administração central é a estrutura necessária para a execução das atividades de direção da empresa nas áreas administrativa, financeira, contábil etc. As despesas dessa administração são rateadas entre as obras em execução na forma de taxa da administração central. O valor da taxa é obtido dividindo o orçamento anual da administração central pelo custo total das obras durante o ano.

Durante a obra podem ocorrer imprevistos que geram despesas adicionais. Em obras por preço global por exemplo os imprevistos e contingências devem ser mais elevados do que em obras por preço unitário, pois a concentração do risco fica na figura do construtor. Quando a construtora opta por fazer seguro o patamar de incerteza diminui.

O custo financeiro é calculado com base na defasagem entre o momento de desembolso pela construtora e o momento do recebimento da medição, sendo equivalente a remuneração que seria recebida caso este valor estivesse numa aplicação bancária típica. (MATTOS, 2006).

2.3.7 Lucratividade e impostos

A taxa de lucratividade e os impostos incidem sobre o preço de venda, dessa forma é errado aplicá-la sobre os custos. Sendo que o preço de venda pode ser calculado, segundo Mattos (2006), da seguinte forma:

$$P_v = C / (1 - i), \text{ sendo:}$$

P_v = preço de venda (R\$).

C = somatório dos custos diretos, indiretos e acessórios (R\$).

i = somatório do lucro e impostos (%).

2.3.8 Cálculo do BDI

O BDI pode ser definido como a forma percentual do multiplicador a ser aplicado sobre o custo direto para a obtenção do preço de venda. Dessa forma inclui os custos indiretos, custos acessórios, impostos e lucro. Pode-se então utilizar também a seguinte fórmula, apresentada por Mattos (2006), para a definição do preço de venda:

$$P_v = C_D \times (1 + B), \text{ sendo:}$$

P_v = preço de venda (R\$).

C_D = custos diretos (R\$).

B = BDI (%).

Sendo que a fórmula do BDI é a que segue:

$$B = \frac{P_v}{C_{D-1}}, \text{ sendo:}$$

B = BDI (%).

P_v = preço de venda (R\$).

C_D = custos diretos (R\$).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho é um estudo de caso, sendo que a partir do referencial teórico apresentado, dos dados recolhidos e das planilhas elaboradas pretende-se cumprir os objetivos propostos. Para o estudo de caso será utilizado um projeto de edificação de uso misto, em nível de estudo preliminar, localizado em cidade do oeste do Paraná e desenvolvido pela autora em seu escritório de arquitetura.

3.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa pode ser dividida em quatro grandes etapas: análise dos orçamentos das empresas de pré-fabricados recebidos; orçamentação da estrutura moldada *in loco*; equalização e comparação dos orçamentos; e análise do método utilizado para a comparação. Que serão detalhadas a seguir:

3.1.1 Análise dos orçamentos recebidos

O primeiro passo da pesquisa foi o envio do anteprojeto para orçamento da estrutura para diversas empresas de pré-fabricados da cidade. Foi dada liberdade para cada empresa desenvolver seu próprio projeto estrutural com base no projeto enviado.

Foi então realizada análise das informações contidas nos orçamentos recebidos com o objetivo de determinar qual a solução adotada e quais são os serviços inclusos, entrando em contato com as empresas responsáveis para sanar quaisquer dúvidas.

3.1.2 Orçamentação da estrutura moldada *in loco*

Para a comparação dos métodos construtivos é necessária também a definição dos custos do projeto moldado *in loco*. Normalmente esse serviço não vem de forma isolada, mas como um conjunto de insumos e composições que fará parte do orçamento da empresa a executar a obra. Como o presente estudo está sendo elaborado como parte do desenvolvimento do projeto arquitetônico, e ainda não existe projeto executivo, não há informações de projeto suficientes para realizar essa cotação com as construtoras da cidade.

Dessa forma, em primeiro lugar, para chegar a um valor próximo do praticado no mercado, optou-se por realizar a orçamentação utilizando as composições de custo fornecidos pelo

sistema de referência SINAPI, que atualiza mensalmente os relatórios de preço em seu banco de insumos. E, em segundo lugar, considerando que o objetivo é a definição da metodologia construtiva a ser empregada no projeto, foi decidido que o orçamento englobaria apenas o serviço analisado: de execução da estrutura de concreto armado *in loco*.

O orçamento analítico da obra como um todo será posteriormente elaborado pelas empresas interessadas na execução, sendo o objetivo do orçamento elaborado chegar a um valor próximo ao de mercado para o serviço em questão.

O processo de orçamentação utilizado foi definido com base nas etapas apresentadas por Mattos (2006) e dividido nas seguintes etapas: levantamento de quantitativos; composição dos custos diretos; composição dos custos indiretos; atribuição de custos acessórios; atribuição de lucratividade e impostos; e geração do preço de venda.

3.1.2.1 Levantamento de quantitativos

Para o levantamento dos quantitativos da estrutura em concreto armado moldada *in loco* será realizado um pré-lançamento da estrutura no *software* Eberick. Serão utilizados os resultados obtidos no resumo de materiais.

3.1.2.2 Composição dos custos diretos

A composição de custos diretos será elaborada com base nas composições de custo da SINAPI desonerada do mês de referência 03/2019. Para orientar a escolha das composições a utilizar para cada serviço, e sua adequada quantificação serão consultados os cadernos técnicos disponibilizados pela SINAPI. Caso necessário as composições serão adaptadas para atender às especificações do projeto estrutural elaborado e, na falta de algum insumo, seus valores serão cotados com empresas locais e será adotada a média entre os valores obtidos.

3.1.2.3 Composição dos custos indiretos

Foi considerado que tanto a execução da estrutura pré-moldada como a da moldada *in loco* configuram parte da execução da edificação como um todo e por isso sobre as duas incidirão os valores de BDI da construtora responsável.

No cálculo dos custos indiretos serão desconsiderados os custos que não apresentam relação direta com a estrutura em concreto armado, como, por exemplo, mobilização e

desmobilização do canteiro, placa de obra, movimentações de terra, muros de contenção, ligações provisórias de água e luz etc.

Serão considerados os custos com equipe técnica composta por engenheiro civil e mestre de obras, cujos valores mensais serão obtidos pela composição da SINAPI; e despesas gerais mensais compostas por seguro de obra e aluguel de containers, cujos valores serão cotados com empresas da região.

Por estar intimamente ligada ao prazo de execução da obra, a determinação do custo da administração central dependerá da elaboração de um cronograma no *software* Microsoft Excel para a execução do serviço.

A primeira etapa para obtenção do cronograma será a elaboração de um QCEMO (Quadro de Cálculo Efetivo de Mão-de-Obra). Serão utilizadas as horas aferidas pela SINAPI como base para estimar o índice de produtividade das equipes e o tamanho da equipe será estimado com base no porte da obra. Serão levadas em consideração a sequência lógica da execução dos serviços para a obra assim como as peculiaridades da metodologia construtiva em questão.

Como a metodologia adotada pela SINAPI para aferição considera o tempo improdutivo inerente ao processo produtivo, no entanto exclui os eventos extraordinários como greves, acidentes de trabalho e impacto de chuvas, será acrescido ao cronograma os dias perdidos em função de chuva. Como referência para o número de dias chuvosos foi utilizada a pesquisa de Santos e Bassegio (2011) para a precipitação média na cidade de Cascavel no período de 2000 a 2009. A média de dias chuvosos (precipitação acima de 5 mm) observada pelos autores foi de 17,5%, valor que será adotado como porcentagem de dias improdutivos para a obra em questão.

Após a elaboração do cronograma será adicionado ao custo indireto para a obra apenas o valor da administração indireta para o período que exceder o prazo estipulado pelas empresas de pré-fabricados, de forma a facilitar a equalização.

3.1.2.4 Atribuição de custos acessórios

Diferentemente dos custos indiretos que dependem do prazo da obra os custos acessórios normalmente aparecem como taxas sobre o custo total da obra. Por esse motivo, serão adotados os valores padrão da Paraná Edificações vigentes no período do desenvolvimento do trabalho.

3.1.2.5 Atribuição de lucratividade e impostos

Para determinar as taxas de impostos e de lucratividade também serão utilizados os valores vigentes no período da Paraná Edificações. O orçamento foi realizado com desoneração da folha de pagamento, incidindo assim sobre o preço de venda também o valor da Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta (CPRB).

3.1.2.6 Geração do preço de venda

Tendo definidos os custos e todos os percentuais de impostos assim como a lucratividade desejada, será possível definir o preço de venda da obra. As taxas de lucratividade e impostos incidirão sobre o preço de venda e não sobre os custos.

3.1.2.7 Fechamento

Para fechamento do orçamento será elaborado o cálculo do valor do BDI e adicionado à planilha analítica de forma a evidenciar o preço de venda.

3.1.3 Equalização e comparação entre os orçamentos

Para possibilitar a equalização será elaborada uma comparação entre os serviços presentes em cada orçamento e serão adicionados os valores dos serviços faltantes.

Tendo os valores equalizados, será possível a comparação dos custos entre a estrutura de concreto armado pré-fabricada e moldada *in loco* para a obra em questão. A comparação será feita entre a média dos valores pré-fabricados e o valor orçado pela autora para a estrutura moldada *in loco*, ambos já equalizados.

3.1.4 Análise do método utilizado

Será realizada a análise da metodologia adotada identificando possíveis problemas e sugerindo alterações para seu uso no futuro.

3.2 APRESENTAÇÃO DE DADOS

3.2.1 Projeto arquitetônico

O projeto escolhido para o estudo de caso foi desenvolvido pela autora, em seu escritório de arquitetura, no ano de 2018 para lote urbano em uma cidade do oeste do Paraná. O terreno tem 13 metros de testada por 40 metros de comprimento, com área total de 520m², sendo que a edificação possuirá área de 573,70m² com três pavimentos e uso misto comercial e residencial. Para a elaboração desse trabalho será considerado o projeto em fase de anteprojeto, sendo que o projeto executivo dependerá da definição do método construtivo adotado para a estrutura. A seguir alguns detalhes sobre o projeto.

3.2.1.1 *Implantação*

O terreno possui orientação Leste-Oeste, a diferença de cota entre ponto mais baixo e o mais alto do meio fio é de aproximadamente 0,70 metros e a extremidade mais a oeste possui 2,40 metros de desnível com relação à frente leste. Essa diferença de nível foi aproveitada no projeto para a construção no subsolo de vagas cobertas de estacionamento.

A edificação foi recuada cinco metros com relação ao alinhamento predial, permitindo assim vagas de garagem com acesso 90° na área frontal. O volume edificado tem 16,15 metros × 13 metros que é a largura total do terreno, projetando-se para além do volume apenas a circulação vertical e a área de sacada e marquise. A taxa de ocupação do terreno é de 46,57%.

O acesso de cada tipologia é independente, sendo que o acesso das unidades comerciais é frontal pelo nível térreo e o acesso das unidades residenciais ocorre exclusivamente pela circulação vertical, no subsolo. A circulação vertical não tem conexão com o nível térreo, garantindo assim maior segurança e privacidade para o uso residencial.

3.2.1.2 *Programa*

As intenções projetuais que influenciaram o desenvolvimento do projeto foram principalmente: ocupação total da testada do terreno para maximizar a área de fachada das salas comerciais; salas comerciais com planta livre, que possam se adequar a diferentes tipos de uso; apartamentos que privilegiem a área social com cozinha, estar, jantar e sacada integrados.

A Figura 1 traz a solução projetual adotada. A edificação resultante tem área de 573,70m², dividida em três pavimentos: subsolo de 146,77m² com garagem; térreo de 207,22m² com duas unidades comerciais; e primeiro pavimento de 219,71m² com duas unidades residenciais.

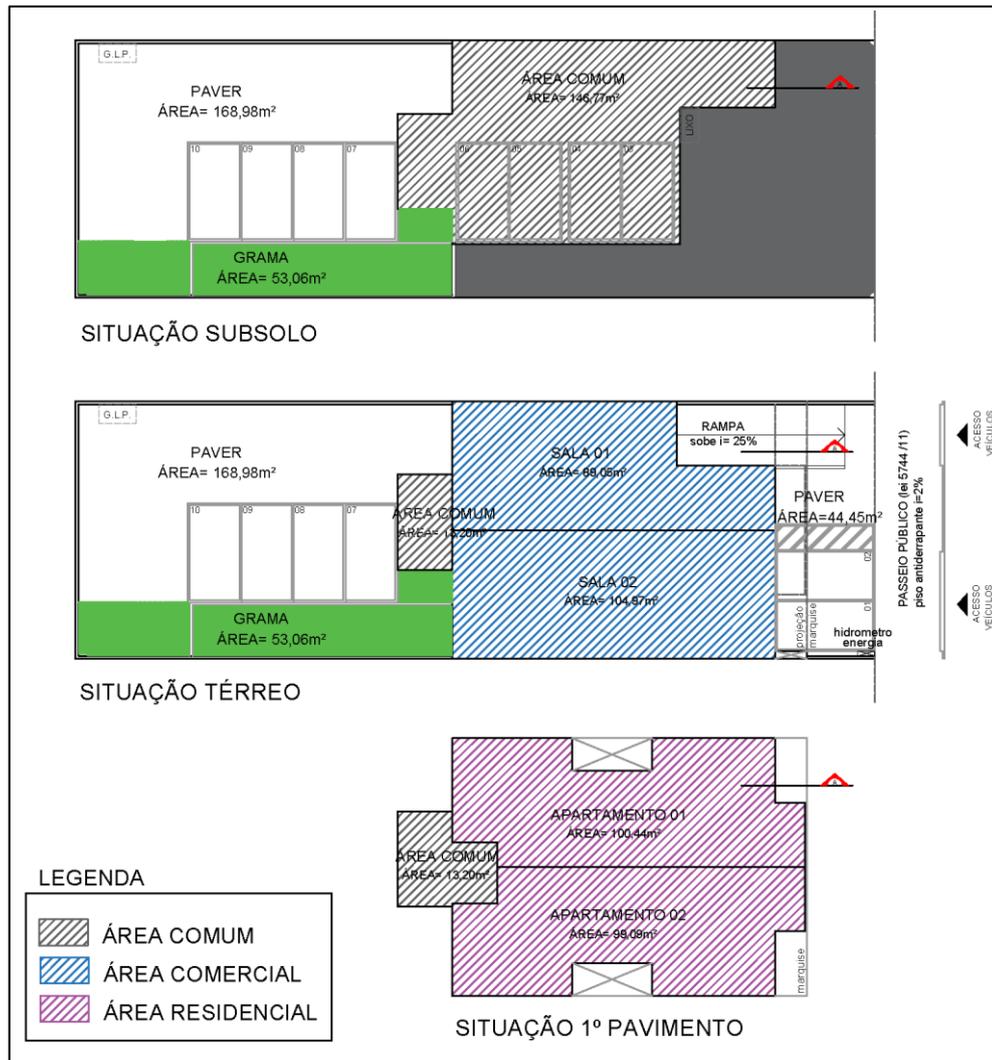


Figura 1 – Plantas de situação com demarcação dos usos
Fonte: A autora (2019).

No subsolo há quatro vagas de garagem cobertas e acesso de veículos para os fundos do lote, onde há mais quatro vagas de garagem descobertas. No pavimento térreo as salas comerciais têm cada uma um banheiro atendendo as normas de acessibilidade e o restante da planta livre para divisão conforme necessidade do locatário. No primeiro pavimento cada apartamento conta com uma suíte, um quarto, um banheiro, área de serviços, cozinha integrada com sala de estar e jantar e sacada com churrasqueira.

3.2.1.3 *Espacialidade e materialidade*

Quanto a escolha dos materiais, o projeto vem sendo desenvolvido com a intenção de buscar economia e um bom padrão de acabamento. Inicialmente foi desenvolvido para técnica construtiva de concreto armado e vedação em blocos cerâmicos executada *in loco*, a edificação também possui configuração favorável para uso técnica construtiva de concreto armado pré-fabricados. A alteração entre os métodos construtivos não traz grandes impactos na concepção formal do projeto, apenas eventuais ajustes durante a compatibilização.

O projeto foi concebido de forma a alinhar as principais paredes divisórias dos usos comerciais e residenciais, com a divisão entre as unidades no centro da ocupação (Figura 2).



Figura 2 – Renderização da fachada
Fonte: A autora (2019).

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DOS ORÇAMENTOS RECEBIDOS

Após envio do anteprojeto de arquitetura para orçamento três empresas de pré-fabricados responderam com suas propostas. A seguir será realizada a análise dos orçamentos da estrutura em concreto armado pré-fabricado recebidos.

4.1.1 Orçamento 01

O valor do orçamento 01 recebido é de R\$ 181.973,30 (Cento e oitenta e um mil, novecentos e setenta e três reais e trinta centavos). O prazo de entrega da estrutura é de 90 (noventa) dias a contar da data da contratação. A seguir alguns detalhes sobre a proposta:

4.1.1.1 Projeto

A solução projetual proposta por esse fornecedor é bastante compacta e adequada para o projeto em questão (Figura 3 a Figura 6).

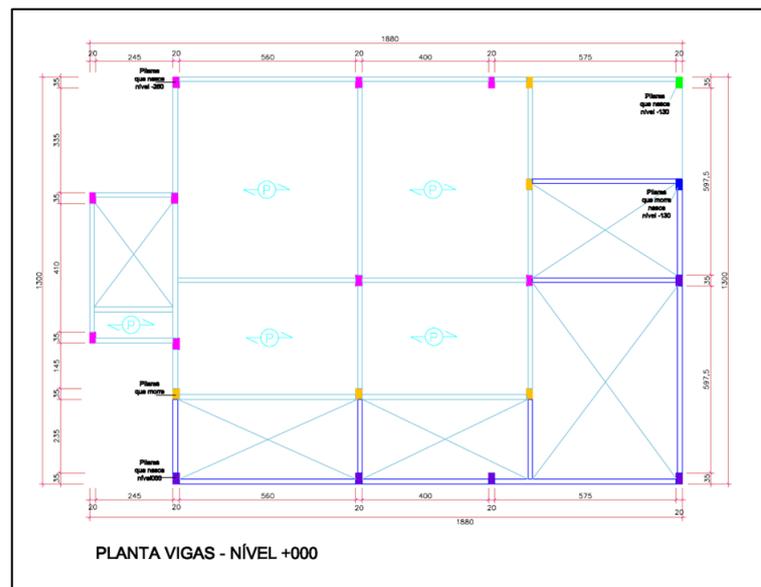


Figura 3 – Projeto estrutural 01: Nível +0,00 m
Fonte: Orçamento recebido pela autora (2019).

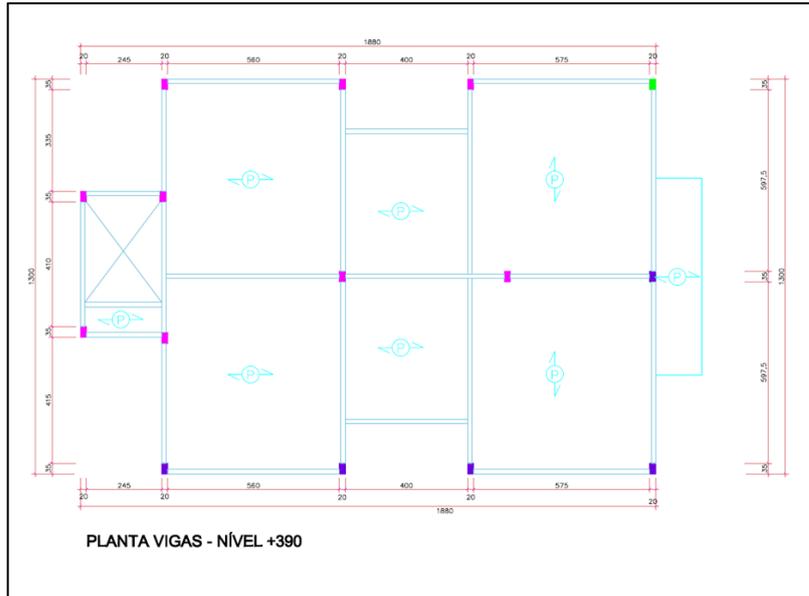


Figura 4 – Projeto estrutural 01: Nível +3,90 m
Fonte: Orçamento recebido pela autora (2019).

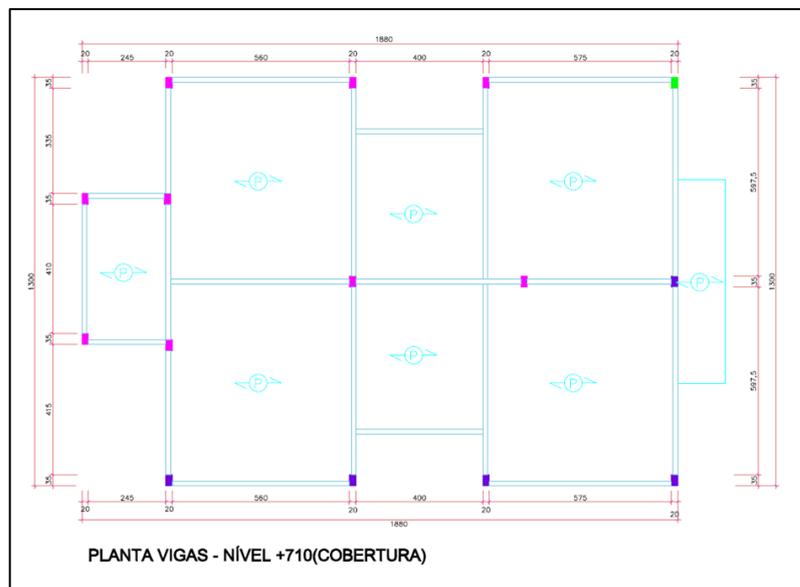


Figura 5 – Projeto estrutural 01: Nível +7,10 m
Fonte: Orçamento recebido pela autora (2019).

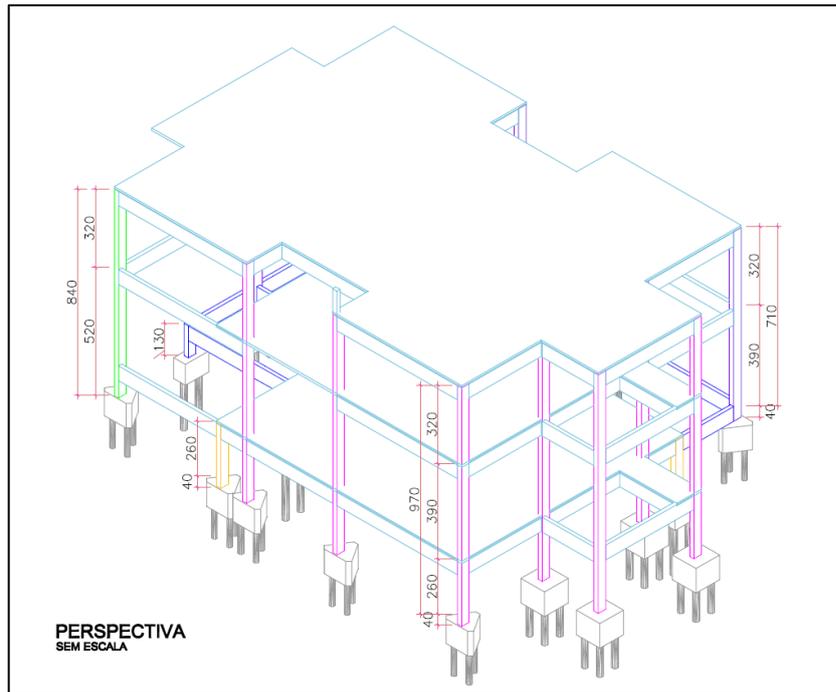


Figura 6 – Projeto estrutural 01: Perspectiva
Fonte: Orçamento recebido pela autora (2019).

4.1.1.2 Escopo

O Orçamento 01 contempla os serviços listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantitativo do Orçamento 01

(continua)

Descrição dos Produtos	Quantidade
Fundações	...
Bloco 2 estacas	5 und
Bloco 3 estacas	9 und
Bloco 4 estacas	7 und
Estacas \varnothing 25cm - compressão	550 m
Estacas \varnothing 25cm - tração	72 m
Pilares (20x35cm)	...
Pilar h=2,30m	1 und
Pilar h=3,60m	5 und
Pilar h=8,10m	5 und
Pilar h=9,40m	1 und
Pilar h=10,70m	9 und
Vigas (15x60cm)	...
Nível + 0,00m	114,90 m

(conclusão)

Descrição dos Produtos	Quantidade
Nível + 3,90m	105,30 m
Nível + 7,10m	102,85 m
Consolos (15x20x20cm)	...
Consolos	146 und
Lajes	...
Vigotas protendidas para piso – Nível + 0,00m	120,48 m ²
Vigotas protendidas para piso – Nível + 3,90m	209,54 m ²
Vigotas protendidas para piso – Nível + 7,10m	219,22 m ²
Escadas	...
Escada pré-moldada	4 und

Fonte: a autora, adaptado de orçamento recebido (2019).

O orçamento recebido cita como responsabilidades da empresa: o projeto estrutural; a perfuração e armação das fundações; o transporte e montagem dos produtos, inclusive todos os equipamentos necessários; e a responsabilidade técnica da estrutura pré-fabricada.

Ficam por responsabilidade do cliente as etapas da obra preliminares a execução da estrutura: movimentações de terra; depósito de obra; fornecimento de água e energia; e execução de contenções. E demais serviços de estrutura: vigas baldrame; concreto para fundações; blocos de EPS, montagem e capeamento das lajes.

4.1.2 Orçamento 02

O valor do orçamento 02 recebido é de R\$ 296.918,19 (Duzentos e noventa e seis mil, novecentos e dezoito reais e dezenove centavos). Assim como no Orçamento 01 o prazo de entrega da estrutura também é de 90 (noventa) dias a contar da data da contratação. A seguir alguns detalhes sobre a proposta:

4.1.2.1 Projeto

Esta proposta (Figura 7 a Figura 10) trouxe um projeto estrutural ainda mais racionalizado do que a proposta anterior. Pode-se perceber nos quantitativos um menor número de elementos estruturais e conseqüentemente quantidade menor de elementos de fundação.

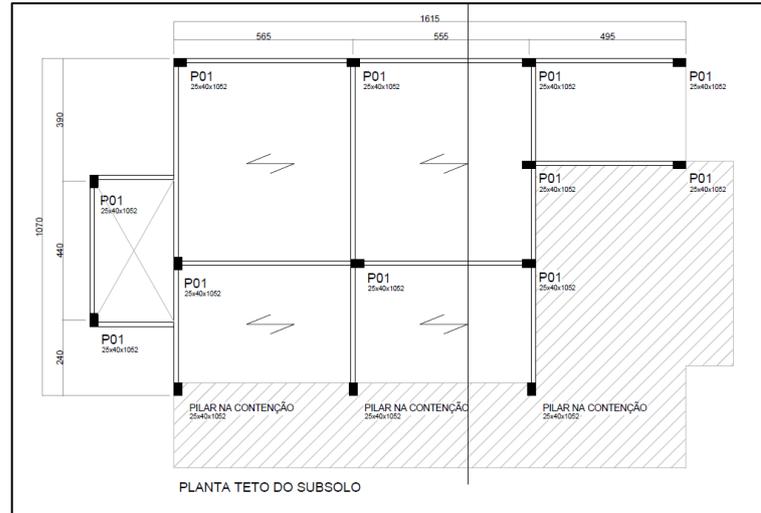


Figura 7 – Projeto estrutural 02: Nível +0,00 m
Fonte: Orçamento recebido pela autora (2019).

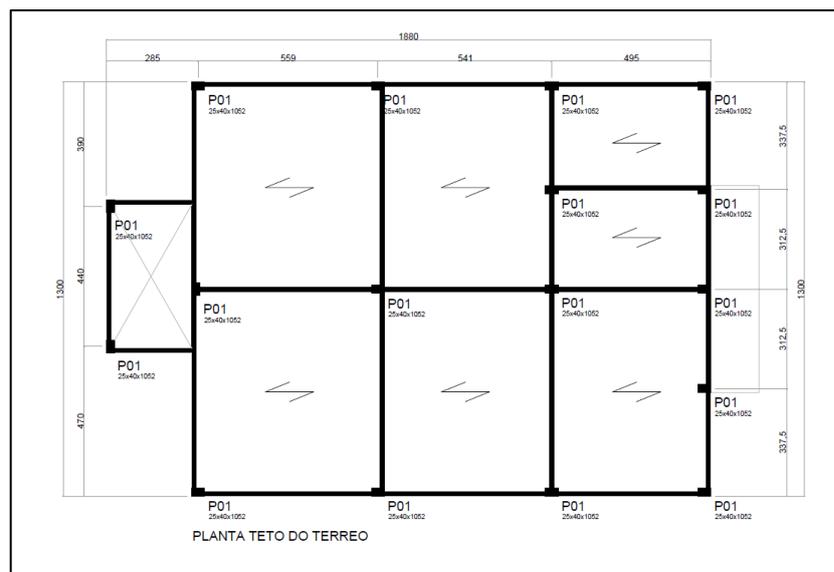


Figura 8 – Projeto estrutural 02: Nível +3,90 m
Fonte: Orçamento recebido pela autora (2019).

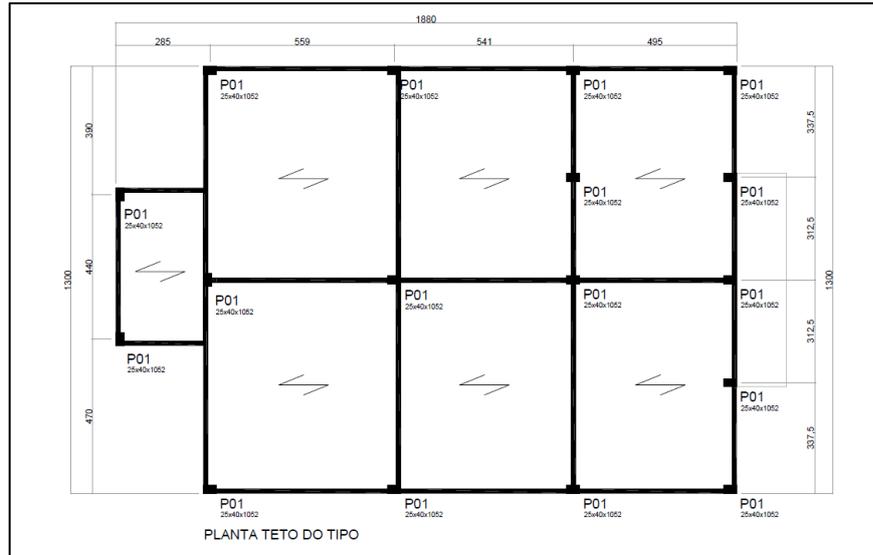


Figura 9 – Projeto estrutural 02: Nível +7,10 m
Fonte: Orçamento recebido pela autora (2019).

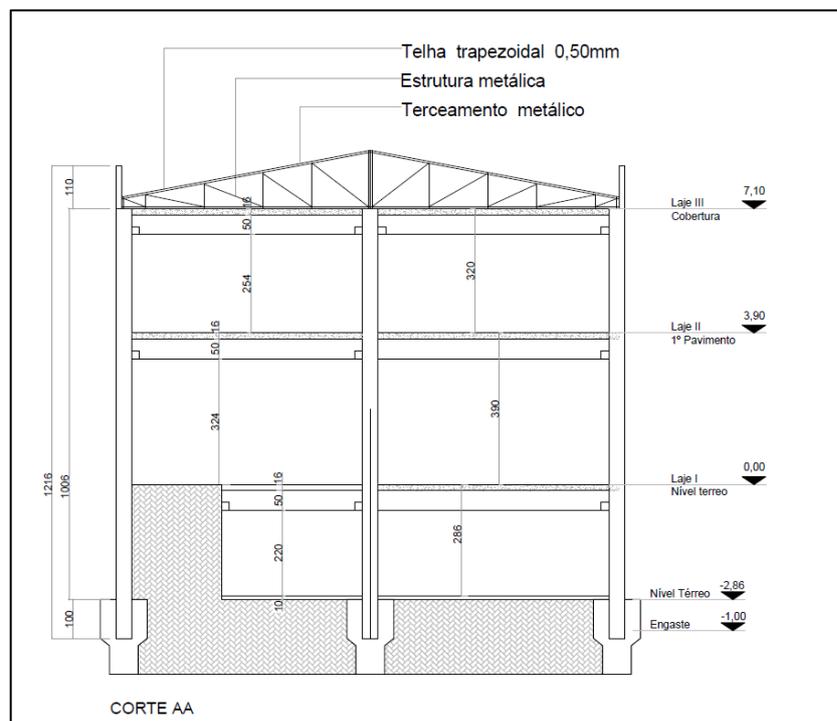


Figura 10 – Projeto estrutural 02: Corte
Fonte: Orçamento recebido pela autora (2019).

4.1.2.2 Escopo

O Orçamento 02 contempla os serviços listados na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantitativo do Orçamento 02

Descrição dos Produtos	Quantidade
Fundações	...
Perfuração e armação	17 und
Pilares (25x40cm)	...
Pilares	17 und
Vigas (15x50cm)	...
Vigas	297,80 m
Lajes	...
Lajes pré-fabricadas	564,00 m ²
Escadas	...
Escadas	2 und

Fonte: A autora, adaptado de orçamento recebido (2019).

Este orçamento cita como responsabilidades da empresa: o projeto estrutural; a perfuração e armação das fundações; o transporte e montagem dos produtos, inclusive todos os equipamentos necessários; a responsabilidade técnica da estrutura pré-fabricada; e o serviço de execução de laje completo, com EPS, aço, escoramento, formas e concreto para capeamento.

Ficam por responsabilidade do cliente as etapas da obra preliminares a execução da estrutura: movimentações de terra; depósito de obra; fornecimento de água e energia; e execução de contenções. E demais serviços de estrutura: vigas baldrame; concreto para fundações.

4.1.3 Orçamento 03

O valor do orçamento 03 recebido é de R\$ 240.432,45 (Duzentos e quarenta mil, quatrocentos e trinta e dois reais e quarenta e cinco centavos). Assim como nos orçamentos anteriores o prazo de entrega da estrutura é de 90 (noventa) dias a contar da data da contratação. A seguir alguns detalhes sobre a proposta.

4.1.3.1 Projeto

Essa proposta possui algumas diferenças com relação às outras. Em primeiro lugar, a solução das fundações não utiliza blocos, apenas estacas. E em segundo lugar, foi empregada a laje pi (TT) que dispensa escoramento para concretagem.

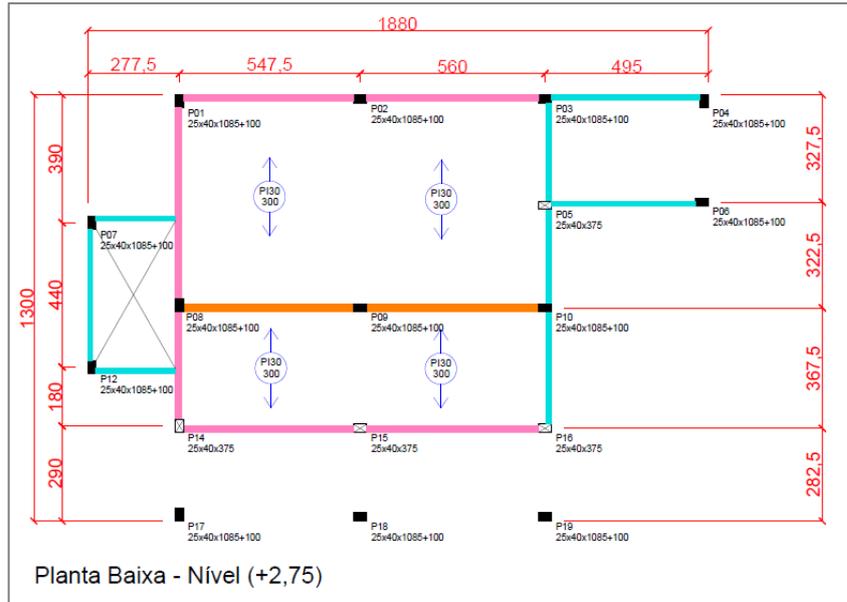


Figura 11 - Projeto estrutural 03: Nível +2,75 m
Fonte: Orçamento recebido pela autora (2019).

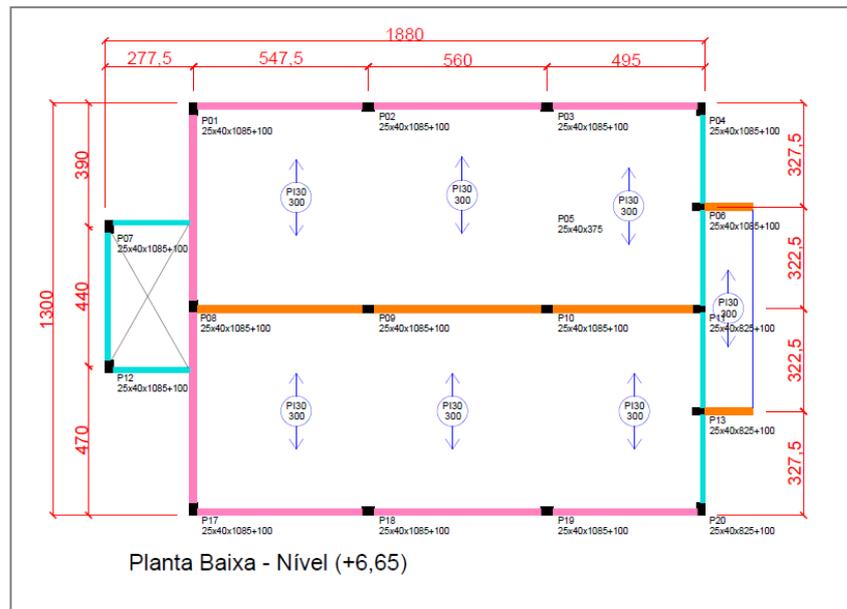


Figura 12 - Projeto estrutural 03: Nível +6,65
Fonte: Orçamento recebido pela autora (2019).

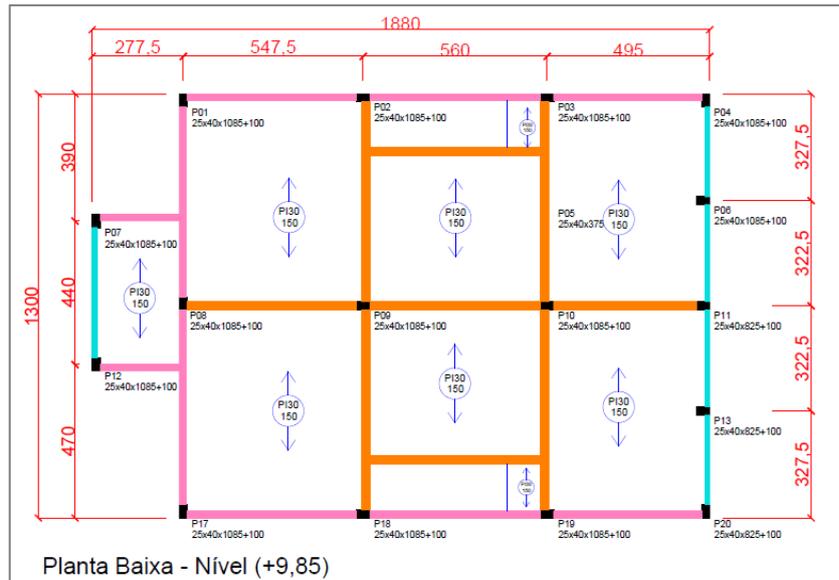


Figura 13 - Projeto estrutural 03: Nível +6,65
Fonte: Orçamento recebido pela autora (2019).

4.1.3.2 Escopo

O Orçamento 03 contempla os serviços listados na Tabela 3.

Tabela 3 – Quantitativo do Orçamento 03

Descrição dos Produtos	Quantidade
Fundações	...
Estacas escavadas com ϕ 40cm - ϕ 80cm	20 und
Pilares (25x40cm)	...
Pilar h=2,75m com engaste	4 und
Pilar h=7,25m com engaste	3 und
Pilar h=9,85m com engaste	13 und
Vigas	...
15x40cm	62,65 m
20x50cm	128,00 m
25x50cm	62,05 m
Lajes	...
Laje TT h=30cm para térreo e subsolo	337,42 m ²
Laje TT h=30cm para cobertura	208,81 m ²
Escadas	...
Escada pré-moldada	6 und

Fonte: A autora, adaptado de orçamento recebido (2019).

O orçamento recebido cita como responsabilidades da empresa: o projeto estrutural; a execução da fundação especificada; fabricação, transporte e montagem dos produtos, inclusive todos os equipamentos necessários; e a responsabilidade técnica da estrutura pré-fabricada.

Ficam por responsabilidade do cliente as etapas da obra preliminares a execução da estrutura: movimentações de terra; depósito de obra; fornecimento de água e energia; e execução de contenções. E demais serviços de estrutura: vigas baldrame; material e mão de obra para capeamento das lajes.

4.2 ORÇAMENTAÇÃO DA ESTRUTURA MOLDADA *IN LOCO*

4.2.1 Composição de custos

A orçamentação da estrutura moldada *in loco* foi pensada de forma a facilitar a equalização com as propostas pré-fabricadas recebidas, dessa forma foram orçados os serviços equivalentes ou iguais aos das propostas já analisadas.

4.2.1.1 *Levantamento dos quantitativos*

O resumo de materiais gerado pelo software Eberick após pré-lançamento da estrutura moldada *in loco* encontra-se na Tabela 4.

4.2.1.2 *Custos diretos*

Para a maior parte dos serviços foi possível a utilização das composições da SINAPI. Apenas algumas composições foram adaptadas de forma a atender às especificações do projeto estrutural elaborado.

Na composição da laje pré-moldada que constava no caderno técnico, no entanto, o insumo “laje pré-moldada treliçada (lajotas + vigotas) com lajota em poliestireno expandido (EPS), h12, 33 × 100 × 12 cm (l × c × a) e vigota VTR 12 × 12 cm (l × a), para piso, unidirecional, sobrecarga de 350 kgf/m², vão até 6,00 m (sem colocação)” não estava incluso na planilha de referência. Para esse insumo especificamente foi realizada uma cotação com empresas locais e adotado a média entre os valores obtidos.

A planilha analítica obtida encontra-se no Apêndice A deste trabalho.

O resumo dos custos diretos obtidos pode ser consultado na

Tabela 5.

Tabela 4 – Resumo de materiais para moldagem *in loco*

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
1	Fundações		
1.1	Estacas		
	Concreto	m ³	13,6
	CA 50 10mm	kg	126
1.2	Blocos		
	CA 50 8mm	kg	16,6
	CA 50 10mm	kg	173
	CA 60 5mm	kg	160,7
	Concreto	m ³	12,7
	Área de forma	m ²	39,6
2	Superestrutura		
2.1	Pilares		
	CA 50 10mm	kg	450,5
	CA 50 12,5mm	kg	74,9
	CA 50 16mm	kg	44
	CA 60 5mm	kg	293,5
	Concreto	m ³	10,63
	Área de forma	m ²	167,8
2.2	Vigas		
	CA 50 8mm	kg	501,1
	CA 50 10mm	kg	134,2
	CA 50 12,5mm	kg	428,6
	CA 60 5mm	kg	874,6
	Concreto	m ³	30
	Área de forma	m ²	450,1
2.3	Lajes		
	Lastro concreto 4cm	m ³	17,2
	EPS Unidirecional B12 × 30 × 125 (cm)	m ²	519,32
	CA 50 10mm	kg	317,3
	CA 50 12,5mm	kg	622,6
	CA 60 5mm	kg	45,7
2.4	Escadas		
	CA 50 10mm	kg	185
	CA60 5mm	kg	67,5
	Concreto	m ³	3,7
	Área de forma	m ²	39,45

Fonte: A autora (2019).

Tabela 5 – Resumos dos custos diretos para moldagem *in loco*

Item	Descrição	Custo Total
1	Fundações	
1.1	Estacas	R\$ 16.379,45
1.2	Blocos	R\$ 10.973,01
2	Superestrutura	
2.1	Pilares	R\$ 23.178,93
2.2	Vigas	R\$ 67.352,47
2.3	Lajes	R\$ 47.510,63
2.4	Escadas	R\$ 11.982,15
Total Custos Diretos:		R\$ 177.376,65

Fonte: A autora (2019).

4.2.1.3 Custos indiretos

Tendo a informação que o serviço pré-fabricado será entregue em 90 dias, foi elaborado um cronograma para a execução dos serviços da estrutura moldada *in loco*.

Após considerados os índices de produtividade das equipes das composições da SINAPI, foi determinada para a obra em questão uma equipe composta de: três carpinteiros; dois pedreiros; três serventes; um armador; e um ajudante. Partindo desses dados, foi elaborado o cronograma no *software* Microsoft Excel levando em consideração a sequência lógica da execução dos serviços para a obra assim como as peculiaridades da metodologia construtiva em questão. A Figura 14 traz a versão compacta do cronograma elaborado.

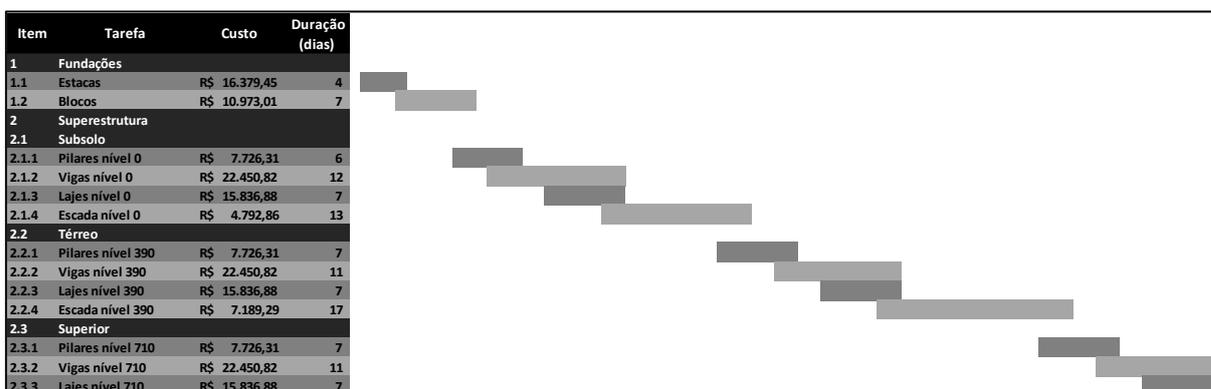


Figura 14 – Cronograma de execução da estrutura moldada *in loco*

Fonte: A autora (2019).

Pelo cronograma elaborado a execução da estrutura *in loco* levaria o equivalente a 77 dias corridos de trabalho. Adicionando 17,5% de dias perdidos em função de chuvas o prazo

para a execução da estrutura moldada *in loco* será de: $77 \times 1,175 / 5 = 18,01$ semanas, ou 127 dias.

Subtraindo o prazo de entrega da estrutura pré-moldada (de 90 dias) obteve-se que a execução da estrutura moldada *in loco* levará 37 dias a mais. Tendo este dado, foi possível calcular o custo da administração local da obra para este período, e obter o custo gerado pela duração a mais da obra.

A planilha completa do cálculo de custos indiretos é parte integrante do Apêndice A deste trabalho. Os resultados obtidos podem ser vistos na Tabela 6.

Tabela 6 – Resumo dos custos indiretos (período de 37 dias)

Item	Descrição	Custo Mensal	Custo Total (37 dias)
1	Pessoal CLT		
1.1	Engenheiro civil de obra	R\$ 13.293,00	R\$ 16.394,74
1.2	Mestre de obras	R\$ 8.370,20	R\$ 10.323,25
2	Despesas Gerais		
2.1	Seguro de obra	R\$ 1.400,00	R\$ 1.726,67
2.2	Aluguel de containers	R\$ 630,00	R\$ 777,00
Total Custos Indiretos:			R\$ 29.221,65

Fonte: A autora (2019).

4.2.1.4 Custos acessórios

Os dados obtidos do Paraná Edificações, para o mês de março de 2019 estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Resumo dos custos acessórios

Descrição	Taxa
ADM Central	4,00%
Imprevistos e contingências	2,07%
Custo financeiro	1,23%
Total Taxas:	7,30%

Fonte: A autora (2019).

4.2.2 Impostos e lucro

As taxas de impostos e de lucratividade para regime de lucro presumido foram obtidas do Paraná Edificações para o mês de março de 2019. As taxas adotadas encontram-se apresentadas na Tabela 8.

Foi acrescentada à planilha o valor da taxa de ISS municipal. Sabendo que a alíquota do ISS é 3,0% e que, conforme legislação tributária municipal, o percentual para base de cálculo em obras públicas é de 40%, a alíquota de ISS adotada para orçamento sobre o preço de venda foi de $0,4 \times 3,0\% = 1,2\%$.

Tabela 8 – Resumo de lucro e impostos

Descrição	Taxa
Lucratividade	7,50%
Impostos	9,35%
PIS	0,65%
COFINS	3,00%
ISS	1,20%
CPRB	4,50%
Total Lucratividade e Impostos:	16,85%

Fonte: A autora (2019).

4.2.3 Preço de venda

O cálculo do valor total dos custos encontra-se na Tabela 9 e o valor do preço de venda na Tabela 10.

Tabela 9 – Cálculo do custo total

Descrição	Valor
Custos diretos	R\$ 177.376,35
Custos indiretos	R\$ 29.221,65
Custos acessórios	R\$ 15.081,68
Total custos	R\$ 221.679,97

Fonte: A autora (2019).

As taxas de lucratividade e impostos incidem sobre o preço de venda e não sobre o custo, dadas pela fórmula:

$$P_v = C / (1 - i), \text{ sendo:}$$

P_v = preço de venda (R\$).

C = somatório dos custos diretos, indiretos e acessórios (R\$).

i = somatório do lucro e impostos (%).

Tabela 10 - Cálculo do preço de venda

Descrição	Valor
Total custos	R\$ 221.679,97
Lucratividade (7,5%)	R\$ 19.995,19
Impostos (9,35%)	R\$ 24.927,33
Preço de Venda:	R\$ 266.602,50

Fonte: A autora (2019).

4.2.4 Fechamento

A com base no preço de venda foi possível calcular a taxa de BDI a ser aplicada sobre os custos diretos. O resultado foi um BDI de 50,30% que foi adicionado à planilha analítica de forma a evidenciar o preço de venda.

Algo a se observar é que a porcentagem obtida para o BDI não refletirá um cenário realista pois estarão nele inclusos os custos mensais recorrentes, que numa situação normal seriam rateados entre todos os serviços executados na obra para aquele período e não apenas pelos serviços de estrutura. Dessa forma, numa situação normal de orçamento os custos indiretos pesariam menos sobre cada item e, conseqüentemente, o BDI seria menor.

4.3 EQUALIZAÇÃO E COMPARAÇÃO ENTRE OS ORÇAMENTOS

No total do orçamento *in loco* foi adicionado o valor do projeto estrutural, pois este deverá ser contratado à parte no caso da estrutura moldada *in loco*. Como não será um serviço oferecido necessariamente pela construtora que executará a obra, sobre esse valor não incidem as taxas da construtora. O valor adotado por m² para o serviço é uma média dos valores cotados

com os projetistas da região. A comparação entre os serviços presentes em cada orçamento encontra-se no Quadro 1. A planilha completa de cálculo das equalizações encontra-se no Apêndice B; a Tabela 11 resume os resultados da equalização.

Item	Orçamentos			
	Orçamento 01	Orçamento 02	Orçamento 03	Orçamento <i>in loco</i>
Projeto estrutural	Valor incluso	Valor incluso	Valor incluso	Não possui
Concreto para fundações	Não possui	Não possui	Valor incluso	Valor incluso
Mão de obra para laje	Não possui	Valor incluso	Não possui	Valor incluso
EPS para laje	Não possui	Valor incluso	Não se aplica	Valor incluso
Formas para laje	Não possui	Valor incluso	Não se aplica	Valor incluso
Capa da laje	Não possui	Valor incluso	Não possui	Valor incluso
Prazo de entrega	90 dias	90 dias	90 dias	127 dias

Quadro 1 – Comparação dos orçamentos

Fonte: A autora (2019).

Tabela 11 – Equalização dos orçamentos

Item	Orçamento 01	Orçamento 02	Orçamento 03	Orçamento <i>in loco</i>
Projeto estrutural	v.i.	v.i.	v.i.	R\$ 7.458,10
Concreto para fundações	R\$ 13.724,64	R\$ 10.985,21	v.i.	v.i.
Mão de obra para laje	R\$ 7.106,46	v.i.	R\$ 7.067,76	v.i.
EPS para laje	R\$ 10.439,95	v.i.	n.a.	v.i.
Formas para laje	R\$ 10.713,07	v.i.	n.a.	v.i.
Capa da laje	R\$ 8.887,55	v.i.	R\$ 8.838,85	v.i.
Total Equalização	R\$ 50.871,68	R\$ 10.985,21	R\$ 15.906,37	R\$ 7.458,10
Valor orçado	R\$ 181.973,30	R\$ 296.918,19	R\$ 240.432,45	R\$ 266.602,50
Subtotal	R\$ 232.844,98	R\$ 307.903,40	R\$ 256.338,82	R\$ 274.060,60
Custos acessórios (7,30%)	R\$ 16.997,68	R\$ 22.476,95	R\$ 18.712,73	v.i.
Subtotal	R\$ 249.842,67	R\$ 330.280,35	R\$ 275.051,55	R\$ 274.060,60
Impostos e lucratividade (16,85%)	16,85%	16,85%	16,85%	v.i.
Preço de venda	R\$ 300.472,24	R\$ 397.330,54	R\$ 330.789,60	R\$ 274.060,60

Fonte: a autora (2019).

Notas:

v.i. = “Valor incluso”.

n.a. = “Não se aplica”.

Foi gerada então a média dos valores da estrutura pré-fabricada. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12 – Média dos orçamentos da pré-fabricada

Item	Valor
Orçamento 01	R\$ 300.472,24
Orçamento 02	R\$ 397.330,54
Orçamento 03	R\$ 330.789,60
Média	R\$ 342.864,13

Fonte: A autora (2019).

Tendo os orçamentos da estrutura pré-fabricada equalizados é possível determinar índices de variância, assim como a quantidade mínima de cotações calculada pela distribuição t-Student. Esses valores encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13 - Índices de variância

Item	Média	Variância	Desvio padrão	Coefficiente de variação	Quantidade mínima de cotações
R\$ 300.472,24					
R\$ 397.330,54	R\$ 342.864,13	2.454.728.524,19	R\$ 49.545,22	14%	8,4
R\$ 330.789,60					

Fonte: a autora (2019).

De acordo com os dados obtidos é possível perceber para uma melhor amostragem do mercado o ideal seria aumentar o número de cotações para nove de acordo com o cálculo do número de cotações ou excluir a cotação mais extrema. Por falta de quantidade de cotações obtidas optou-se por manter as três propostas recebidas de forma a não utilizar uma amostragem muito pequena. Assim, para a comparação será utilizado o valor da média de R\$ 342.864,13.

Verifica-se então que se a obra fosse realizada em estrutura pré-fabricada teria um custo médio de R\$ 342.864,13 e em estrutura moldada *in loco* teria um custo de R\$ 274.060,60. Para a obra em questão, considerando os levantamentos apresentados, a estrutura moldada *in loco* resultou em um valor R\$ 68.803,53 abaixo da média das pré-fabricadas, o que representa uma diferença de 20,07% com relação a esta.

4.4 ANÁLISE DO MÉTODO UTILIZADO

Para o estudo de caso analisado, o método de trabalho para comparação dos custos incluiu três etapas principais: análise dos orçamentos recebidos de fornecedores; orçamentação do serviço executado *in loco* na obra; e equalização dos orçamentos.

A análise dos orçamentos recebidos se mostrou essencial pois foram detectadas muitas diferenças entre os serviços oferecidos, resultados das divergências entre os projetos utilizados e da política interna de cada empresa.

Já quanto à orçamentação do serviço realizado *in loco* percebe-se que ao comparar serviços mais simples, esta etapa poderia ser suprimida ou simplificada. Para a comparação entre diferentes revestimentos de piso, por exemplo, seria possível apenas a comparação dos orçamentos dos fornecedores (no caso de terceirizados) ou dos custos diretos (no caso de construtora). No caso deste trabalho, no entanto, a estrutura em concreto armado é composta de diversos serviços e não seria realista a sua orçamentação sem levar em conta os demais custos da construtora.

A equalização das propostas para comparação possibilitou a obtenção dos valores finais e um quadro analítico que pode ser usado pelo cliente para negociação com as empresas caso opte pela estrutura pré-moldada.

5 CONCLUSÃO

Após a aplicação da metodologia definida conclui-se que, para esta obra, a estrutura de concreto armado moldada *in loco* ficou 20,07% mais barata com relação à média dos orçamentos recebidos para execução da estrutura pré-fabricada. Sendo o valor orçado da estrutura moldada *in loco* R\$ 274.060,60 e o valor da média dos orçamentos recebidos de terceiros para a estrutura pré-fabricada R\$ 342.864,13.

Durante a análise dos orçamentos do método construtivo pré-fabricado foi possível concluir que os valores entre os orçamentos possuem um desvio padrão de R\$49.545,22 e um coeficiente de variação de 14%. Uma dificuldade durante o trabalho foi conseguir um maior número de cotações, o anteprojeto foi enviado para cinco empresas, sendo que destas apenas três responderam a tempo para a inclusão.

Outra constatação importante foi o grande impacto do valor das taxas da construtora sobre os valores das estruturas pré-moldadas. Neste caso, como o comparativo é entre um serviço terceirizado e um realizado *in loco* sob a ótica do consumidor final, o serviço pré-fabricado implica as taxas de duas empresas para que possa ser utilizado na obra, o que o deixa mais caro.

A planilha orçamentária elaborada, com a divisão entre custos diretos, indiretos, acessórios, lucratividade e impostos também atendeu bem às necessidades de precificação e será utilizada pela autora para estimativa de custos de outras obras durante sua prática profissional.

Para casos nos quais a construção da edificação é um investimento (a ser alugado ou comercializado) sugere-se adicionar no estudo a consideração do prazo também no sentido de custo financeiro, pois neste caso o prazo terá um impacto no custo no sentido de uma espera maior para o retorno financeiro.

Como um todo, a pesquisa foi muito enriquecedora e serviu para ampliar os conhecimentos da autora sobre orçamentação de obras. A planilha elaborada para o estudo será aproveitada para novas estimativas em sua prática profissional.

REFERÊNCIAS

ACKER, A.V. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Disponível em: <http://apoiodidatico.iau.usp.br/projeto3/2013/manual_prefabricados.pdf> Acesso em: 02 maio. 2019.

ADDINS, B. **Edificação: 3000 anos de projeto, engenharia e construção**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro, 2017.

BRUNA, P.J.V. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. São Paulo: Perspectiva, 1976.

CASCAVEL (Paraná). **Lei complementar nº 91**, de 23 de fevereiro de 2017. Altera o Plano Diretor de Cascavel... Leis Municipais, [S.l.], 10 mar. 2017. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-cascavel-pr>> Acesso em: 27 maio. 2019.

CHING, F.D.K.; ECKLER, J.F. **Introdução à arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FERREIRA, S.B. **Análise da exploração da materialidade no processo de projeto**. 2012. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, Campinas.

LIMMER, C. P. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATTOS, A.D. **Como preparar orçamentos de obras**. São Paulo: Pini, 2006.

MICROSOFT Excel para Office 365. Versão 1905, *build* 11629.20246. [S.l.]: Microsoft Corporation, 2019.

ORDONEZ, J.A.F. **Pré-fabricación: teoría y práctica**. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1974.

REBELLO, Y.C.P.; BOGEA, M.V.; LOPES, J.M.A. **Arquiteturas da engenharia ou engenharias da arquitetura**. São Paulo: Mandarim, 2006.

SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos:** Formulação e aplicação de uma metodologia. 1989. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, R.F.; BASSEGIO, D. Comportamento histórico da precipitação e ocorrências de dias secos e chuvosos em Cascavel, Paraná. **Thêma et Scientia:** Revista Científica Multidisciplinar da Faculdade Assis Gurgacz. Cascavel: Faculdade Assis Gurgacz, v. 1, n. 1, p. 172-181, jan./jul. 2011.

SERRA, S.M.B.; FERREIRA, M.A.; PIGOZZO, B.N. Evolução dos Pré-fabricados de Concreto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, 1., 2005, São Carlos. **Anais...** Disponível em: <http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/cd/conteudo/trab_pdf/164.pdf>. Acesso em: 21 maio. 2019.

VASCONCELOS, A.C.; CARRIERI JUNIOR, R., **A escola brasileira do concreto armado.** São Paulo: Axis Mundi, 2005.

**APÊNDICE A – PLANILHA DE ORÇAMENTAÇÃO DA
ESTRUTURA MOLDADA *IN LOCO***

Planilha Analítica de Serviços												
Endereço da obra:		Rua nome da rua, 1234, bairro, CEP 12345-000, Cascavel/PR				Responsável técnico:		Luiza A. P. Massaro			Observações:	
Tipologia:		Uso misto				CAU/CREA:		000000-0				
Área:		573,7 m²										
Código SINAPI	Item	Descrição	Obs.	Un.	Qtde.	Custo unitário					Custo total	Total por etapa
						Mão de obra	Material	Equipamento	Outros	Total		
1 Fundações												
1.1 Estacas												
												R\$ 16.379,45
90877		ESTACA ESCAVADA MECANICAMENTE, SEM FLUIDO ESTABILIZANTE, COM 25 CM DE DIÂMETRO, ATÉ 9 M DE COMPRIMENTO, CONCRETO LANÇADO POR CAMINHÃO BETONEIRA (EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO). AF_02/2015	Atribuído São Paulo	m	256	R\$ 10,41	R\$ 17,72	R\$ 8,02	--	R\$ 36,15	R\$ 9.254,40	
1527		CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBAMENTO (NBR 8953)		m³	13,6	--	R\$ 258,52	--	--	R\$ 258,52	R\$ 3.515,87	
74157/4		LANÇAMENTO/APLICAÇÃO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDAÇÕES		m³	13,6	R\$ 32,17	R\$ 78,39	R\$ 0,78	R\$ 0,28	R\$ 111,62	R\$ 1.518,03	
95577		MONTAGEM DE ARMADURA LONGITUDINAL DE ESTACAS DE SEÇÃO CIRCULAR, DIÂMETRO = 10,0 MM. AF_11/2016		kg	126	R\$ 1,42	R\$ 6,03	--	--	R\$ 7,45	R\$ 938,70	
95601		ARRASAMENTO MECANICO DE ESTACA DE CONCRETO ARMADO, DIÂMETROS DE ATÉ 40 CM. AF_11/2016		un	65	R\$ 12,47	R\$ 4,69	R\$ 0,57	--	R\$ 17,73	R\$ 1.152,45	
1.2 Blocos												
												R\$ 10.973,01
96523		ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA, COM PREVISÃO DE FÔRMA. AF_06/2017		m³	12,7	R\$ 22,12	R\$ 54,37	R\$ 0,44	--	R\$ 76,93	R\$ 977,01	
96531		FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 2 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017		m²	39,6	R\$ 41,92	R\$ 34,13	R\$ 0,21	R\$ 0,08	R\$ 76,34	R\$ 3.023,06	
1527		CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBAMENTO (NBR 8953)		m³	12,7	--	R\$ 258,52	--	--	R\$ 258,52	R\$ 3.283,20	
74157/4		LANÇAMENTO/APLICAÇÃO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDAÇÕES		m³	12,7	R\$ 32,17	R\$ 78,39	R\$ 0,78	R\$ 0,28	R\$ 111,62	R\$ 1.417,57	
92793		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015		kg	16,6	R\$ 0,38	R\$ 6,26	--	--	R\$ 6,64	R\$ 110,22	
92794		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015		kg	173	R\$ 0,20	R\$ 5,29	--	--	R\$ 5,49	R\$ 949,77	
95445		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM ESTRIBO CONTÍNUO HELICOIDAL. AF_10/2016		kg	160,7	R\$ 0,44	R\$ 4,90	--	--	R\$ 5,34	R\$ 858,14	
74106/1		IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS, COM TINTA ASFALTICA, DUAS DEMAOS.		m²	39,6	R\$ 4,28	R\$ 4,63	R\$ 0,03	--	R\$ 8,94	R\$ 354,02	
2 Superestrutura												
2.1 Pilares												
												R\$ 23.178,93
92414		MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015		m²	167,8	R\$ 43,34	R\$ 39,65	R\$ 7,44	R\$ 0,07	R\$ 90,50	R\$ 15.185,90	
92720 Adaptada		CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 30 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015		m³	10,63	R\$ 20,68	R\$ 292,91	R\$ 0,16	R\$ 0,06	R\$ 313,81	R\$ 3.335,80	
92794		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015		kg	450,5	R\$ 0,20	R\$ 5,29	--	--	R\$ 5,49	R\$ 2.473,25	
92795		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015		kg	74,9	R\$ 0,12	R\$ 5,10	--	--	R\$ 5,22	R\$ 390,98	
92796		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 16,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015		kg	44	R\$ 0,05	R\$ 5,08	--	--	R\$ 5,13	R\$ 225,72	
95445		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM ESTRIBO CONTÍNUO HELICOIDAL. AF_10/2016		kg	293,5	R\$ 0,44	R\$ 4,90	--	--	R\$ 5,34	R\$ 1.567,29	
2.2 Vigas												
												R\$ 67.352,47
92451		MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015		m²	450,1	R\$ 42,96	R\$ 61,24	R\$ 0,16	R\$ 0,14	R\$ 104,50	R\$ 47.035,45	
92724 Adaptada		CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=30 MPA, PARA LAJES PREMOLDADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015		m³	30	R\$ 20,25	R\$ 291,04	R\$ 0,17	R\$ 0,05	R\$ 311,51	R\$ 9.345,30	
92793		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015		kg	501,1	R\$ 0,38	R\$ 6,26	--	--	R\$ 6,64	R\$ 3.327,30	
92794		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015		kg	134,2	R\$ 0,20	R\$ 5,29	--	--	R\$ 5,49	R\$ 736,76	
92795		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015		kg	428,6	R\$ 0,12	R\$ 5,10	--	--	R\$ 5,22	R\$ 2.237,29	
95445		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM ESTRIBO CONTÍNUO HELICOIDAL. AF_10/2016		kg	874,6	R\$ 0,44	R\$ 4,90	--	--	R\$ 5,34	R\$ 4.670,36	
2.3 Lajes												
												R\$ 47.510,63
01.FUES.L AJE.014/0 1		LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL COM VÃOS MAIORES QUE 3,0 M, BIAPOIADA, ENCHIMENTO EM EPS, VIGOTA TRELÇADA, ALTURA TOTAL DA LAJE - LT (ENCHIMENTO+CAPA) = (12+4). AF_09/2016		m²	519,32	--	--	--	--	R\$ 81,36	R\$ 42.251,88	
92803		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015		kg	317,3	R\$ 0,15	R\$ 5,35	--	--	R\$ 5,50	R\$ 1.745,15	
92804		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015		kg	622,6	R\$ 0,07	R\$ 5,10	--	--	R\$ 5,17	R\$ 3.218,84	
92800		CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015		kg	45,7	R\$ 1,02	R\$ 5,43	--	--	R\$ 6,45	R\$ 294,77	
2.4 Escadas												
												R\$ 11.982,15
95938		MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA ESCADAS, COM 2 LANCES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_01/2017		m²	39,45	R\$ 85,29	R\$ 123,85	R\$ 0,45	R\$ 0,11	R\$ 209,70	R\$ 8.272,67	
95946		ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_01/2017	Atribuído São Paulo	kg	185	R\$ 1,84	R\$ 6,26	--	--	R\$ 8,10	R\$ 1.498,50	
95943		ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_01/2017	Atribuído São Paulo	kg	67,5	R\$ 7,70	R\$ 7,95	R\$ 0,03	--	R\$ 15,68	R\$ 1.058,40	
92724 Adaptada		CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=30 MPA, PARA LAJES PREMOLDADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015		m³	3,7	R\$ 20,25	R\$ 291,04	R\$ 0,17	R\$ 0,05	R\$ 311,51	R\$ 1.152,59	

Custos diretos:	R\$ 177.376,65
Preço de venda:	R\$ 266.602,50
Taxa BDI:	50,30%
Valor BDI:	R\$ 89.225,85

Custos Indiretos												
Endereço da obra:		Rua nome da rua, 1234, bairro, CEP 12345-000, Cascavel/PR		Responsável técnico:		Luiza A. P. Massaro		Observações:				
Tipologia:		Uso misto		CAU/CREA:		000000-0						
Área:		573,7 m²		Dias:		37		Meses:		1,23		
Código SINAPI	Item	Descrição	Un.	Qtde.	Custo unitário					Custo total	Total por etapa	
					Mão de obra	Material	Equipamento	Outros	Total			
1 ADM Local												
1.1 Pessoal CLT											R\$ 26.717,98	
93565		ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA JUNIOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	mês	1,23	R\$ 13.209,46	R\$ 83,57	R\$ -	R\$ -	R\$ 13.293,03	R\$ 16.394,74		
94295		MESTRE DE OBRAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	mês	1,23	R\$ 8.286,63	R\$ 83,57	R\$ -	R\$ -	R\$ 8.370,20	R\$ 10.323,25		
1.1 Despesas Gerais												R\$ 2.503,67
		SEGURO DE OBRA	mês	1,23	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.400,00	R\$ 1.726,67		
		CONTAINERS DEPÓSITO E BANHEIROS	mês	1,23					R\$ 630,00	R\$ 777,00		

Custos Indiretos:	R\$ 29.221,65
Custos Diretos:	R\$ 177.376,65
Soma dos custos:	R\$ 206.598,30

Custos Acessórios	
1 ADM Central	4,00%
Taxa ADM Central	4,00%
2 Imprevistos	2,07%
Seguros e garantia	0,80%
Riscos	1,27%
3 Custo financeiro	1,23%
Custo financeiro	1,23%

Custos Totais estrutura <i>in loco</i>	
Custos Diretos + Indiretos	R\$ 206.598,30
Taxa Custos Acessórios	7,30% R\$ 15.081,68
TOTAL:	R\$ 221.679,97

Lucratividade e impostos	
1 Lucratividade	7,50%
2 Impostos	9,35%
PIS	0,65%
COFINS	3,00%
ISS	1,20%
CPRB	4,50%

Preço de venda	
Custos totais	R\$ 221.679,97
Lucros e Impostos:	16,85%
TOTAL:	R\$ 266.602,50

APÊNDICE B – PLANILHA DE EQUALIZAÇÃO DOS ORÇAMENTOS

Orçamento 01								
Código SINAPI	Item	Descrição	Coef.	Un.	Qtde.	Custo Unitário	Custo total	Total por etapa
1 Funções								
1.1 Estacas								
							R\$	8.807,59
38404		CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 130 +/- 20 MM, EXCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)		m³	34,77	R\$ 253,31	R\$ 8.807,59	
1.2 Blocos								
							R\$	4.917,05
1527		CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)		m³	19,02	R\$ 258,52	R\$ 4.917,05	
2 Superestrutura								
2.1 Lajes								
							R\$	37.147,05
Adaptada		LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL COM VÃOS MAIORES QUE 3,0 M, BIAPOIADA, ENCHIMENTO EM EPS, VIGOTA TRELIÇADA, ALTURA TOTAL DA LAJE - LT (ENCHIMENTO+CAPA) = (12+4) SEM AS VIGOAS. AF_09/2016		M2	549,24			
		CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,388	H	213,11	R\$ 21,44	R\$ 4.568,97	
		SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,275	H	151,04	R\$ 16,80	R\$ 2.537,49	
		LAJOTA EM POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS), H12, 43 X 100 X 12 CM (L X C X A) (SEM COLOCACAO)	1,056	M2	580,00	R\$ 18,00	R\$ 10.439,95	
		FABRICAÇÃO DE ESCORAS DO TIPO PONTALETE, EM MADEIRA. AF_12/2015	0,82	M	450,38	R\$ 6,40	R\$ 2.882,41	
		TABUA MADEIRA 2ª QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NÃO APARELHADA	1,72	M	944,69	R\$ 8,02	R\$ 7.576,44	
		PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	0,037	KG	20,32	R\$ 12,51	R\$ 254,23	
		CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES PRÉMOLDADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	0,055	M3	30,21	R\$ 294,21	R\$ 8.887,55	

Total equalização:	R\$	50.871,68
Orçamento recebido:	R\$	181.973,30
Subtotal:	R\$	232.844,98
Taxa de custos acessórios:		7,30%
Custos acessórios:	R\$	16.997,68
Custos totais:	R\$	249.842,67
Lucratividade e impostos:		16,85%
Preço de Venda:	R\$	300.472,24

Orçamento 02								
Código SINAPI	Item	Descrição	Coef.	Un.	Qtde.	Custo Unitário	Custo total	Total por etapa
1 Fundações								
1.1 Estacas								
							R\$	7.130,68
38404		CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 130 +/- 20 MM, EXCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)		m³	28,15	R\$ 253,31	R\$ 7.130,68	
1.2 Blocos								
							R\$	3.854,53
1527		CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)		m³	14,91	R\$ 258,52	R\$ 3.854,53	

Total equalização:	R\$	10.985,21
Orçamento recebido:	R\$	296.918,19
Subtotal:	R\$	307.903,40
Taxa de custos acessórios:		7,30%
Custos acessórios:	R\$	22.476,95
Custos totais:	R\$	330.380,35
Lucratividade e impostos:		16,85%
Preço de Venda:	R\$	397.330,54

Orçamento 03								
Código SINAPI	Item	Descrição	Coef.	Un.	Qtde.	Custo Unitário	Custo total	Total por etapa
1 Superestrutura								
1.1 Lajes								
							R\$	15.906,37
Adaptada		CAPEAMENTO DE LAJE TT PRÉ-MOLDADA CAPA=4CM		M2	546,23			
		CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,388	H	211,94	R\$ 21,44	R\$ 4.543,93	
		SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,275	H	150,21	R\$ 16,80	R\$ 2.523,58	
		CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES PRÉMOLDADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	0,055	M3	30,04	R\$ 294,21	R\$ 8.838,85	

Total equalização:	R\$	15.906,37
Orçamento recebido:	R\$	240.432,45
Subtotal:	R\$	256.338,82
Taxa de custos acessórios:		7,30%
Custos acessórios:	R\$	18.712,73
Custos totais:	R\$	275.051,55
Lucratividade e impostos:		16,85%
Preço de Venda:	R\$	330.789,60

Moldagem in loco								
Código SINAPI	Item	Descrição	Coef.	Un.	Qtde.	Custo Unitário	Custo total	Total por etapa
1 Projetos								
1.1 Projeto Estrutural								
							R\$	7.458,10
Composição própria		PROJETO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO PARA EDIFICAÇÃO DE 3 PAVIMENTOS		m²	573,7	R\$ 13,00	R\$ 7.458,10	

Total equalização:	R\$	7.458,10
Orçamento recebido:	R\$	266.602,50
Preço de Venda:	R\$	274.060,60