

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COECI - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LEONARDO FERNANDES DE MATTOS

**UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS NA CONSTRUÇÃO
CIVIL: IMPACTO NO CUSTO TOTAL DE UMA OBRA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO - PR
2019

LEONARDO FERNANDES DE MATTOS

**UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS NA CONSTRUÇÃO
CIVIL: IMPACTO NO CUSTO TOTAL DE UMA OBRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Toledo.

Orientador: Prof.^a Dra. Lucia Bressiani

TOLEDO - PR

2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Toledo
Coordenação do Curso de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de Nº 198

Utilização de sistemas industrializados na construção civil: impacto no custo total de uma obra

por

Leonardo Fernandes de Mattos

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 15:50 do dia **03 de Junho de 2019** como requisito parcial para a obtenção do título de **Bacharel em Engenharia Civil**, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

Prof^a. Dra. Sandra Regina da Silva Pinela
(UTFPR - TD)

Prof^a. MSc. Gladis Cristina Furlan
(UTFPR - TD)

Prof^a. Dra. Lucia Bressiani
(UTFPR – TD)
Orientadora

Visto da Coordenação
Prof. Dr. Fúlvio Feiber
Coordenador da COECI

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelas conquistas ao longo desses anos de curso.

A professora Lucia Bressiani, pelo empenho para que esse estudo pudesse ser feito, compartilhando seu conhecimento e dedicando seu tempo em prol da melhor elaboração possível desse trabalho.

Aos meus pais, por todo o apoio e por todos os momentos que abriram mão de suas vidas para que seus filhos tivessem as melhores condições possíveis de estudar e realizar seus sonhos.

E finalmente, ao meu avô Afonso, que com certeza estaria extremamente feliz com esse momento.

RESUMO

Os sistemas industrializados da construção civil assumiram papel importante no país em consequência do déficit habitacional, tornando-se rápidos e econômicos, uma vez que apresentam projetos padronizados. Este trabalho trata-se de um estudo de caso, que analisou o custo final de um edifício utilizando sistemas convencionais em contraponto com alguns sistemas industrializados, como a utilização de estruturas em concreto armado e a pré-moldada, uso de revestimentos argamassados feitos em obra com a argamassa industrializada, e uso de concreto usinado e produzido no canteiro de obras. A metodologia adotada foi a comparativa de custos, onde foram utilizados projetos de um edifício residencial localizado na cidade de Toledo – PR. Detalhou-se cada serviço executado e seus quantitativos, de forma a realizar a composição de custos entre cada um dos casos estudados. Como resultado obteve-se que a utilização dos sistemas industrializados apresentou um aumento equivalente a 1,81% em relação ao valor final do sistema convencional. Mesmo com o acréscimo no orçamento, a utilização de sistemas industrializados se torna mais vantajosa devido a produtividade maior e desperdício inferior quando comparados ao método convencional.

Palavras-chave: Sistemas Industrializados Construção Civil. Pré-moldado. Concreto usinado. Argamassa Industrializada. Método Construtivo.

ABSTRACT

Industrialized construction systems assumed an important role in the country as a result of the housing shortage, making it fast and economical, since present standardized projects. This work deals with a case study, which examined the final cost of a building using conventional systems in counterpoint with some industrialized systems. Initially, confronted the cost between the use of structures in reinforced concrete and the pre-shaped. In addition, compared the use of argamassados coatings made in work with the industrialized, mortar and similarly, using Readymix concrete and produced at the construction site. Furthermore, it was verified the impact of every constructive step analyzed total cost. The methodology adopted was the comparative costs, where projects were used in a residential building located in the city of Toledo-PR. Detailed-if each service running and their quantity, in order to perform the composition of costs between each of the cases studied. As a result it was obtained that use industrialised systems presented an increase equivalent to 1.81% from the final value of the conventional system, characterized by the BDI of each company outsourced. Even with the increase in the budget, the use of industrialized systems becomes more advantageous due to higher productivity and lower waste when compared to the conventional method.

Keywords: Industrialised Construction Systems. Pré-molded. Readymix concrete. Industrial Mortar. Constructive Method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Esquema genérico da produção de elementos de concreto armado.....	15
Figura 2 — Monotrilho – Estrutura em concreto armado.....	15
Figura 3 — Sistema de vedação e revestimento com argamassa.	17
Figura 4 — Canteiro de obras para o sistema convencional.	18
Figura 5 — Estrutura de concreto pré-moldado.	19
Figura 6 — Aplicação de concreto usinado.	21
Figura 7 — Argamassa armazenada em silos.....	22
Figura 8 — Planta baixa do pavimento tipo.....	27
Figura 9 — Composição de custos para cada caso.	39
Figura 10 — Custo por metro quadrado em cada caso.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Especificações dos serviços analisados.....	28
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Composição de custos para armação.....	30
Tabela 2 — Composição de custos para infraestrutura do caso 1.....	32
Tabela 3 — Composição de custos para infraestrutura do caso 2.....	33
Tabela 4 — Composição de custos para superestrutura do caso 1.....	34
Tabela 5 — Composição de custos para superestrutura do caso 2.....	34
Tabela 6 — Composição de custos para alvenaria do caso 1.....	35
Tabela 7 — Composição de custos para alvenaria do caso 2.....	35
Tabela 8 — Composição de custos para revestimento argamassado do caso 1.....	36
Tabela 9 — Composição de custos para revestimento argamassado do caso 2.....	36
Tabela 10 — Composição de custos para pisos do caso 1.....	37
Tabela 11 — Composição de custos para pisos do caso 2.....	37
Tabela 12 — Composição de custos para forros do caso 1.....	38
Tabela 13 — Composição de custos para forros do caso 2.....	38
Tabela 14 — Custo total para caso 1 e 2.....	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 OBJETIVOS.....	12
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.3 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 SISTEMA CONVENCIONAL.....	14
2.1.1 Sistema Estrutural Convencional.....	14
2.1.2 Revestimento Argamassado Moldado “ <i>In Loco</i> ”	17
2.2 SISTEMA INDUSTRIALIZADO	18
2.2.1 Estrutura Pré-moldada.....	19
2.2.2 Concreto Usinado	21
2.2.3 Argamassa Industrializada.....	22
2.3 PESQUISA SOBRE SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS	23
2.3.1 Análise das Vantagens do Uso de Sistemas Industrializados	23
2.3.2 Análise da Redução de Custos Pelo Uso de Sistemas Industrializados.....	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO.....	26
3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE PESQUISA	27
3.2.1 Orçamento Detalhado.....	27
3.2.1.1 Lista de Serviços	28
3.2.1.2 Levantamento de Quantitativos	29
3.2.1.3 Composição de Custos.....	30
3.3 ANÁLISE DOS DADOS	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1 INFRAESTRUTURA	32
4.2 SUPERESTRUTURA.....	33
4.3 ALVENARIA.....	35
4.4 REVESTIMENTO ARGAMASSADO.....	35
4.5 PISOS.....	36
4.6 FORROS.....	37

4.7 ANÁLISE DO CUSTO TOTAL	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
5.1 CONCLUSÕES.....	41
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS	48
APÊNDICE B – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS	50
APÊNDICE C – PLANILHA FINAL CASO 1	61
APÊNDICE D – PLANILHA FINAL CASO 2	63
ANEXO A – PLANTAS ARQUITETÔNICAS	65

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil ainda é considerada atrasada tecnologicamente em relação a outros setores, devido ao excessivo trabalho manual, grande desperdício de insumos e produtividade variável. Diante disso, muitas empresas têm buscado novas técnicas construtivas com o objetivo de reduzir os custos e melhorar a qualidade no menor tempo possível, permitindo assim, manter-se no competitivo mercado da construção civil (EL DEBS, 2000).

A recorrente falta de matéria-prima nos canteiros de obra, a demora ocasionada pelos processos manuais e a crescente carência de mão de obra faz com que se torne necessário buscar novas técnicas para melhorar o processo de execução. Logo, uma das formas para se industrializar com maior efetividade o setor da construção civil é transferir o trabalho que ocorre nos canteiros para fábricas com instalações modernas e permanentes, trabalhadores especializados, repetições de tarefas e alto controle tecnológico, fazendo com que os a produção se torne mais eficiente e racional (MORAES E LIMA, 2009).

Segundo Ferreira e Pereira (2012), a demanda pela produção de habitações em grande escala, causada pelo déficit habitacional no Brasil, faz com que os sistemas industrializados assumam papel importante, tornando-se rápidos e econômicos devido ao fato de apresentarem projetos padronizados. Entretanto, Silva e Barros (2012) atentam para o desafio de se construir de modo rápido e com custo baixo, mantendo a qualidade e o desempenho destas edificações.

Diante dos problemas acima apresentados, o presente trabalho propôs comparar, por meio de um estudo de caso, o sistema convencional com um sistema que contemple alguns serviços industrializados, a fim de verificar a viabilidade dos métodos industrializados com relação ao custo total de uma obra.

1.1 JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil está em constante busca por soluções que possibilitem o aumento da produtividade e redução de custos nos processos construtivos sem que ocorra a perda de qualidade. Diante de tal situação, o uso de estruturas pré-moldadas apresenta-se como alternativa, pela qual é possível melhorar produtividade e reduzir os desperdícios nos materiais e principalmente em relação as

fôrmas e armações, onde o processo é otimizado, possibilitando a redução do custo final e proporcionando um produto confiável (EL DEBS, 2000).

Aliado às estruturas pré-moldadas, o uso do concreto usinado e das argamassas industrializadas se mostra importante no processo de industrialização da construção civil, visto que estudos anteriores mostraram que estes materiais se tornaram economicamente viáveis, apresentando a melhora na qualidade do produto, redução de resíduos e organização do canteiro de obras.

Apesar da necessidade de aumento da produtividade e da tendência ao uso de materiais industrializados, a utilização deste sistema ainda encontra resistência, principalmente devido ao fato de existirem poucos estudos na região para analisar sua qualidade e viabilidade econômica.

Neste sentido, este trabalho procurou contribuir com um estudo de caso que contemple os custos para o uso de estrutura pré-moldada, concreto usinado e argamassa industrializada, para um projeto desenvolvido para a cidade de Toledo, no Paraná. Esses custos foram comparados considerando o mesmo projeto, porém, executado com estrutura convencional (vigas e pilares moldados em obra) e concreto e argamassa feitos em obra.

Deve ser levado em consideração também a importância desta pesquisa para que o empreendedor ou responsável técnico tenha embasamento para decidir qual sistema será mais apropriado para o empreendimento em questão, além de saber de que modo a diferença de custos entre os métodos afetará o valor final da obra, demonstrando sua viabilidade.

1.2 OBJETIVOS

São apresentados nesta seção os objetivos gerais e específicos deste trabalho, que serviram como guia para o desenvolvimento do estudo de caso que será realizado.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o impacto no custo final de um edifício, com o uso de sistemas industrializados.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar a comparação de custos entre estrutura em concreto armado e estrutura pré-moldada.
- b) Comparar o uso de revestimentos argamassados feitos em obra e com argamassa industrializada.
- c) Comparar o uso de concreto fabricado em obra e concreto usinado; e
- d) Verificar o impacto no custo total para cada sistema analisado.

1.3 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Neste trabalho foram utilizados os projetos de uma edificação já existente para o estudo de caso. Portanto, o foco do trabalho não foi o desenvolvimento dos projetos. A edificação é composta por cinco pavimentos e uma área de 1353,20 m². Foi realizado orçamento detalhado de alguns serviços e efetuada a comparação de custos entre os serviços que compõem o sistema convencional e os que compõem os sistemas industrializados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os métodos de construção no Brasil estabelecem dois tipos de construção, sendo o primeiro chamado de sistema convencional, em estrutura de concreto armado moldada “in loco”, e o segundo representa os sistemas industrializados, em que os elementos são pré-fabricados, caracterizando-se pelo controle racional e mecanizado (CAVALHEIRO, 1996).

A seguir são apresentadas as principais considerações sobre os dois tipos de sistemas. Com relação ao sistema convencional, são abordadas definições sobre ele, como partes constituintes, vantagens e desvantagens na produção das estruturas de concreto armado e revestimentos moldados em obra.

Já com relação ao sistema industrializado, encontram-se definições sobre o sistema pré-moldado e revestimentos industrializados, adiminuição de etapas que estes sistemas podem proporcionar, assim como as limitações que apresentam.

2.1 SISTEMA CONVENCIONAL

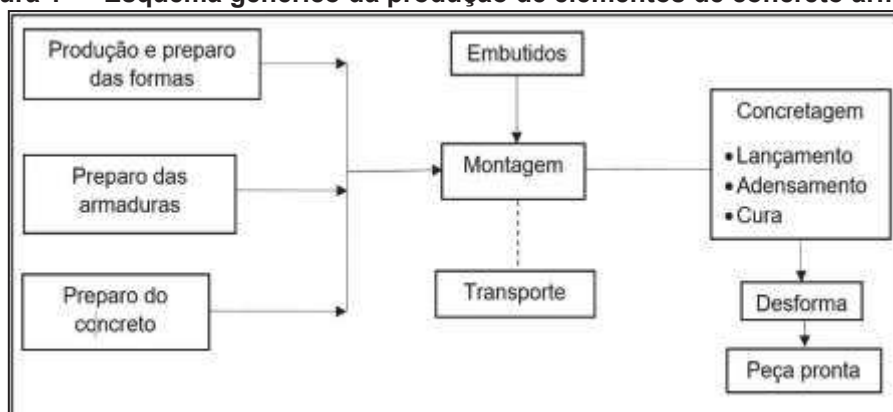
Classificados por sua concepção estrutural, os edifícios chamados de tradicionais ou convencionais são aqueles produzidos com uma estrutura de pilares, vigas e lajes de concreto armado moldados no local (BOZI, 2016).

Nos próximos tópicos são abordados alguns itens do sistema convencional.

2.1.1 Sistema Estrutural Convencional

De acordo com Barros e Melhado (1998), a execução de elementos com concreto armado deve seguir um esquema básico de produção que possibilite a obtenção das peças previamente projetadas e com a qualidade especificada, conforme fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 1 — Esquema genérico da produção de elementos de concreto armado.



Fonte: Adaptado de Barros e Melhado, 1998.

De acordo com Souza e Neto (2016), o sistema estrutural de concreto armado é considerado o método construtivo mais adotado nas obras residenciais do país. Funcionam como um “esqueleto” formado a partir da combinação de pilares, lajes e vigas, tendo como ponto forte o fato de não ter restrições quanto às medidas do projeto, permitindo maior liberdade criativa (Figura 2) e impondo poucos limites para futuras reformas.

Figura 2 — Monotrilho – Estrutura em concreto armado.



Fonte: MAP Concreto e Construções, 2018.

Segundo Araújo (2010), a união do concreto com as barras de aço forma o concreto armado, com o aço atuando na absorção dos esforços de tração provocados pela estrutura e o concreto ficando responsável por resistir à compressão. Isso porque sua resistência à tração é baixa, sendo aproximadamente 10% da resistência à compressão. Os dois elementos funcionam em conjunto devido à aderência, apresentando assim deformações parecidas.

Até que o concreto adquira a resistência necessária para se auto portar, são utilizadas fôrmas para dar formato, conter e sustentar o concreto. O sistema de fôrmas pode dividir-se em três partes básicas: molde (está em contato com o concreto e é responsável por dar forma à peça); cimbramento (conjunto de elementos como: escoramento, vigamento, travamento e mãos francesas); e acessórios complementares (pregos e arames) (DAMIÃO ET AL., 2016).

Ainda, de acordo com o autor, algumas características do processo e do produto são importantes na variação da produtividade, como o tipo de painel utilizado, a área característica das fôrmas, a montagem e desfôrma dos primeiros pavimentos ou de pavimentos-tipo, bem como a altura do pé-direito, que influencia na área de fôrma dos pilares e no escoramento de vigas e lajes.

De acordo com Maranhão (2000), atualmente as fôrmas ganharam papel importante na análise de custos, visto que 60% das horas gastas na estrutura são para montagem das fôrmas, 25% para amarração e 15% para a concretagem. Essas fôrmas geralmente são fabricadas de madeira, podendo ser utilizados outros materiais, como aço, plástico, isopor e papelão, desde que apresentem resistência suficiente para que não haja deformação durante o processo de cura.

No sistema convencional, segundo Bozi (2016), os três tipos de laje mais utilizados são:

- a) Laje nervurada convencional: composta por nervuras, que podem estar em uma ou duas direções, com seus espaços preenchidos com material inerte;
- b) Laje maciça convencional: método indicado para vãos entre 3,5 m a 5 m, formado pelo conjunto laje-viga-pilar, dependendo da aderência do concreto e armadura, transferindo os esforços para as vigas e pilares;
- c) Laje protendida: caracterizada pela aplicação de forças de tração nos cabos de protensão, que vão compensar a baixa resistência à tração do concreto.

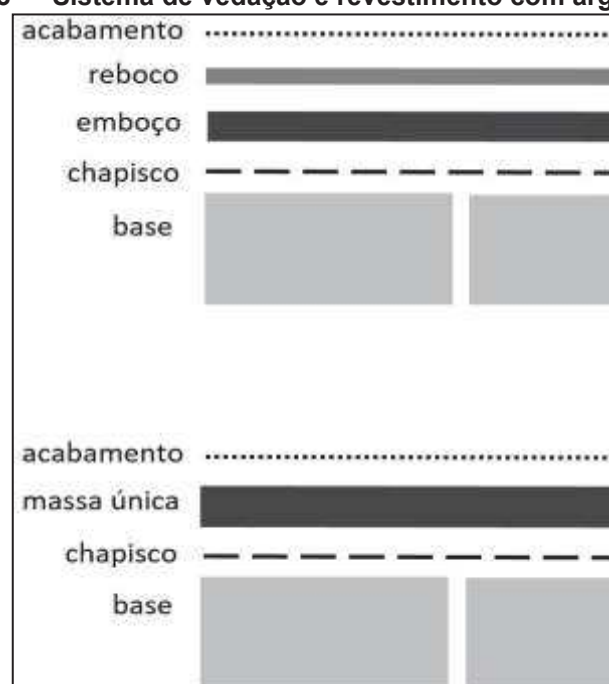
2.1.2 Revestimento Argamassado Moldado “*In Loco*”

A argamassa utilizada na construção civil é definida pela NBR 13281 (ABNT, 2001), como uma mistura homogênea de agregados inorgânicos e água, podendo conter ou não aditivos e adições com propriedades de aderência e endurecimento, sendo dosada em obra ou instalações próprias.

Os revestimentos argamassados tem como função proteger os elementos de vedação contra agentes externos, regularizar superfície para que receba diferentes tipos de acabamento e melhorar as propriedades dos elementos de vedação, auxiliando na estanqueidade a gases e água, bem como no isolamento térmico e acústico (MACIEL, BARROS E SABBATINI, 1998).

De acordo com a NBR 13529 (ABNT, 2013), podem ser consideradas camadas de revestimento o chapisco (para melhorar a aderência do revestimento), emboço (cobre e regulariza a base ou o chapisco, de forma a receber a próxima camada), reboco (camada que cobre o emboço como acabamento final ou ainda podendo receber o revestimento decorativo), acabamento decorativo (material com função decorativa, aplicado sobre o revestimento de argamassa) e massa única, onde o revestimento é constituído de um único tipo de argamassa aplicado sobre o chapisco, como mostra a Figura 3.

Figura 3 — Sistema de vedação e revestimento com argamassa.



Fonte: Adaptado de Paravisi, 2008.

Segundo Recena (2008), o uso de argamassas produzidas em obras ainda é predominante no Brasil, sendo compostas por materiais aglomerantes, água, agregados, podendo ou não ter aditivos. Porém, apresentam problemas relacionado à dosagem, visto que muitas vezes é feita de modo inadequado, afetando as propriedades exigidas. A Figura 4 apresenta a distribuição de um canteiro de obras com o uso de argamassa convencional.

Figura 4 — Canteiro de obras para o sistema convencional.



Fonte: Habitíssimo, 2016.

De acordo com Regattieri e Silva (2003), o preparo de argamassa convencional requer um grande espaço no canteiro de obras e está sujeito a problemas pelo fato de muitas vezes não haver o devido cuidado com o traço desta argamassa, os agregados estarem em contato com o solo e armazenados de forma incorreta, podendo afetar suas propriedades e atrapalhando a organização do canteiro.

2.2 SISTEMA INDUSTRIALIZADO

A crescente demanda por habitações nos países em desenvolvimento faz com que haja certa urgência de construções com custo reduzido. Dentre as soluções que podem facilitar esse processo, está a industrialização da construção, alternativa considerada viável para a construção de moradias em grande escala, com a otimização de processos e uso adequado de materiais para a construção (ORDÓNEZ e DONIAK, 2010).

A seguir são descritas as características de alguns serviços que apresentam otimização em seu processo, quando comparados ao sistema convencional citado anteriormente.

2.2.1 Estrutura Pré-moldada

Nos métodos construtivos industrializados, é comum o uso dos elementos pré-moldados ou pré-fabricados, que apesar de apresentarem características semelhantes, a NBR 9062 (ABNT, 2006) alerta para uma variação entre eles, distinguindo os tipos de estruturas. Segundo a mesma, nas estruturas pré-moldadas, o elemento é moldado fora do local de utilização definitiva, com controle de qualidade. Já nas estruturas pré-fabricadas, o elemento é executado industrialmente, sob condições rigorosas de controle de qualidade e normalmente produzido em grandes séries.

De acordo com Iglesia (2006), a diferença entre o sistema pré-moldado e o sistema convencional é a presença de ligações entre os elementos que compõem a estrutura. Logo, o desempenho da estrutura depende da distribuição dos seus componentes, demonstrando assim a importância de simplificar ao máximo os detalhes arquitetônicos (Figura 5) para que possam ser aproveitadas ao máximo as vantagens deste método.

Figura 5 — Estrutura de concreto pré-moldado.



Fonte: Pedra Mix, 2018.

De acordo com Melo (2004), os pilares podem ser considerados a parte mais complexa da estrutura, de execução mais difícil, tanto na parte de projeto como na fabricação e transporte. As vigas também requerem um cuidado especial nos projetos, buscando sempre a maior repetitividade possível, padronizando sua fabricação e facilitando a montagem.

Segundo Santos, Cirilo e Souza (2014), os tipos mais comuns de ligações viga-pilar são as ligações parafusadas ou através de chumbadores mecânicos, podendo ser colocadas nos pilares durante a produção ou fixados durante a montagem. Ainda de acordo com o autor, as vigas apoiadas em consolos de concreto têm os espaços da ligação preenchidos com graute, exceto nos casos onde o projeto permita movimentos horizontais, preenchendo os espaços com material betuminoso ou plástico, parafusado no chumbador localizado no topo da viga.

Já as lajes pré-moldadas de concreto apresentam vantagens especialmente por dispensar escoramentos e acelerar o processo de montagem. Além disso, tem alta resistência mecânica onde existe a necessidade de vencer grandes vãos livres e apresentam melhor acabamento, dispensando a necessidade de utilização de outros materiais em sua face inferior (ABDI, 2015).

A ABDI (2015) apresenta cinco formatos principais de lajes pré-fabricadas: alveolares protendidas, com nervuras protendidas (seções T ou duplo T), placas maciças de concreto, mista e treliçada (com vigotas pré-moldadas).

Segundo El Debs (2000), a aplicação do sistema pré-moldado tem como objetivo diminuir os atrasos, melhorar a produtividade e reduzir o desperdício de material, diminuindo os custos com aço e concreto. Porém, destaca-se a economia com fôrmas e armações devido ao processo industrializado. Este também proporciona a melhoria na qualidade do produto, devido ao maior controle tecnológico.

Entretanto, além das limitações estruturais, este método construtivo ainda necessita vencer uma barreira cultural para que deixe de ser uma solução alternativa e passe a ser considerado um conceito construtivo. Isso porque o concreto convencional não é abandonado, apenas ocorre a alteração na forma de se moldar, melhorando a sua qualidade através da industrialização e tornando-se menos propício a falhas (MELO, 2004).

2.2.2 Concreto Usinado

Sendo o concreto, um dos materiais mais utilizados pela construção civil no Brasil, o uso do concreto dosado em central apresenta uma alternativa para a melhora da qualidade, assim como a redução de custos e a racionalização dos canteiros de obras (ABESC, 2007).

Seu surgimento ocorreu para atender às obras que necessitavam de grandes volumes de concreto em um curto período de tempo, com baixa variabilidade na resistência. Também é possível aumentar esta resistência através do uso de aditivos, que também proporcionam melhora em relação a impermeabilidade, durabilidade e plasticidade (KRUG, HABITZREITTER E BUENO, 2016).

A ABESC (2007), destaca algumas vantagens da utilização do concreto usinado (Figura 6), como: eliminação das perdas, diminuição no número de operários, maior agilidade e produtividade da equipe de trabalho, garantia da qualidade do concreto graças ao rígido controle adotado pelas centrais dosadoras, redução no controle de suprimentos, materiais e equipamentos, bem como eliminação das áreas de estoque, com melhor aproveitamento do canteiro de obras. Todos estes fatores acabam ocasionando a redução do custo final da obra.

Figura 6 — Aplicação de concreto usinado.



Fonte: Construindodecor, 2018.

Menezes et al. (2013) também mencionam a praticidade que o uso do concreto usinado proporciona, agilizando o processo de aplicação, reduzindo o número de operários e facilitando a aplicação em pavimentos elevados.

2.2.3 Argamassa Industrializada

De acordo com Barbosa, Borja e Soares (2010), a grande vantagem do uso de argamassas industrializadas vem do fato de as mesmas utilizarem o controle tecnológico em sua produção, elevando sua qualidade e diminuindo o risco de patologias. Destaca-se também, a considerável diminuição no desperdício e geração de resíduos, possibilitando obras mais limpas e organizadas (Figura 7).

Figura 7 — Argamassa armazenada em silos.



Fonte: Contimassa, 2018.

Segundo Matos (2013), as principais vantagens do uso de argamassas industrializadas são:

- a) Aumento do rendimento: não necessita parar para aguardar a confecção da argamassa.
- b) Redução de perdas: a argamassa não precisa ser toda utilizada em um dia, logo, a sobra não é descartada.
- c) Limpeza da obra: redução de resíduos provenientes da confecção de argamassas em obra.

- d) Misturas mais consistentes: com sua fabricação em central o controle é mais rigoroso.
- e) Reduz a responsabilidade de dosagem em obra.
- f) Melhora a logística dentro do canteiro de obra: a argamassa pode ser armazenada próximo ao local de utilização, reduzindo o transporte dentro da obra; e
- g) Reduz a demanda de mão de obra, visto que dispensa o processo de mistura e reduz o transporte dentro do canteiro de obras.

O Manual de Revestimentos de Argamassa da ABCP (2002), recomenda a elaboração de um projeto de revestimentos, onde serão especificados os detalhes construtivos, materiais, técnicas, custos e prazos da edificação. Através destes dados, torna-se possível a definição do tipo de argamassa a ser utilizada e a viabilidade de se empregar as argamassas industrializadas, por exemplo, em grandes edificações com prazos curtos.

2.3 PESQUISA SOBRE SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS

Neste tópico encontram-se estudos onde os autores compararam alguns métodos convencionais com industrializados, buscando vantagens construtivas, econômicas ou apenas em busca de diminuir os prazos. A seguir, são apresentados de forma breve o modo como a pesquisa foi realizada e os resultados encontrados.

2.3.1 Análise das Vantagens do Uso de Sistemas Industrializados

Com o intuito de demonstrar o potencial do uso de pré-fabricados de concreto e suas diversas aplicações, Sirtoli (2015) utilizou pesquisas bibliográficas e um estudo de caso através do acompanhamento da produção em uma indústria de pré-fabricados, verificando a rapidez que este sistema proporciona, aliado a diminuição de desperdícios, mão de obra reduzida e aumento da qualidade do serviço ofertado. Destaca-se também algumas considerações feitas pelo autor, como o cuidado para produzir o máximo de peças repetidas, compatibilização do projeto arquitetônico desde o início e o uso de laboratórios para verificação de traços e resistências, garantindo assim um produto de qualidade elevada.

Buscando analisar a diferença entre as propriedades da argamassa convencional e industrializada, Ferreira (2016) analisou o desempenho de cada uma através de ensaios laboratoriais, utilizando no total 22 corpos de prova para verificar o índice de consistência, a absorção de água por capilaridade e a resistência à compressão. Apesar da argamassa convencional ter obtido melhores resultados na absorção de água por capilaridade, nos outros dois ensaios a argamassa industrializada mostrou-se mais eficiente, em especial no ensaio de resistência, demonstrando que as modificações ocorridas neste tipo de revestimento beneficiam o desempenho e garantem a diminuição de patologias.

2.3.2 Análise da Redução de Custos Pelo Uso de Sistemas Industrializados

Em seu artigo, Krug, Habitzreitter e Bueno (2016) apresentaram uma comparação entre o concreto produzido em central e o concreto produzido no canteiro de obras. Este estudo foi realizado através da análise dos resultados do ensaio de ruptura à compressão e ruptura à tração por compressão diametral. No primeiro ensaio a resistência média do concreto usinado superou em torno de 118% a resistência do concreto produzido no canteiro e no segundo ensaio superou cerca de 77%. Já em relação ao custo, após a realização do orçamento, foi encontrada a diferença de 1,82% a mais para o concreto usinado. No entanto, constatou-se a viabilidade do uso deste método devido ao fato de sua resistência ter sido maior.

Benedet et al. (2016), ao buscar uma resposta para a viabilidade do uso de argamassas industrializadas, comparou a utilização desta com a argamassa produzida em obra por meio de pesquisas bibliográficas, entrevistas com trabalhadores e um estudo de caso de produtividade e levantamento de custos. Como resultado, verificou que o custo por quilo da argamassa industrializada é maior. Porém, o seu consumo por metro quadrado é menor e o tempo de aplicação é reduzido pela metade, fazendo com que, ao final do estudo, a argamassa industrializada apresentasse custo menor.

Pagoto e Camicia (2013) realizaram uma comparação de custos de execução entre estruturas pré-moldadas e moldadas *in loco* para uma residência de dois pavimentos no município do Pato Branco – PR. Como resultado, os autores apresentaram que o sistema pré-moldado ficou 4% mais caro. No entanto, concluíram

que era viável o uso deste sistema pois diminuía o tempo de execução e aumentava o controle de qualidade e confiabilidade da edificação.

Para a construção de moradias populares, Zamin (2009) analisou a construção de casas com áreas parecidas, construídas através do sistema convencional e pré-moldado. Após oito meses de coleta de dados e realização de orçamentos, foram comparados os valores de cada método, observando que a construção pelo sistema em concreto pré-moldado teve um custo 16,38% menor do que o custo da residência construída pelo sistema convencional. Além disso, no mesmo período, foram construídas 50 casas pelo sistema convencional e 100 casas pelo sistema em concreto pré-moldado. Com isso o sistema de concreto pré-moldado produziu o dobro de unidades e com menos desperdício de materiais no canteiro de obras, reduzindo o custo final.

Diferentemente de outros autores, Teles (2017) utilizou durante seu comparativo entre os métodos construtivos de concreto moldado *in loco* e concreto pré-fabricado a plataforma BIM, através do software Revit, para orçar o projeto residencial de uma residência de baixo custo do programa Minha Casa Minha Vida. O autor verificou que a racionalização por meio da utilização de elementos pré-fabricados conferiu maior economia ao projeto, possuindo um custo final 35% menor que o custo de execução da mesma edificação feita com paredes de concreto moldadas *in loco*. O estudo evidencia a carência de softwares que possam aferir de modo rápido e preciso os quantitativos de orçamentos, fazendo a ligação entre os programas utilizados para projetos e as bases de dados dos sistemas de custos unitários utilizados no Brasil, como o SINAPI (FEDERAL, 2019).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo é descrita a metodologia adotada no estudo, bem como os meios utilizados, a fim de estabelecer o comparativo entre o sistema convencional e o sistema industrializado.

A metodologia adotada é o estudo de caso, pelo qual, de posse de um projeto arquitetônico de um edifício residencial, foram analisadas duas perspectivas, ou seja, estudo de caso 1, denominado de sistema convencional e estudo de caso 2, denominado de sistema industrializado.

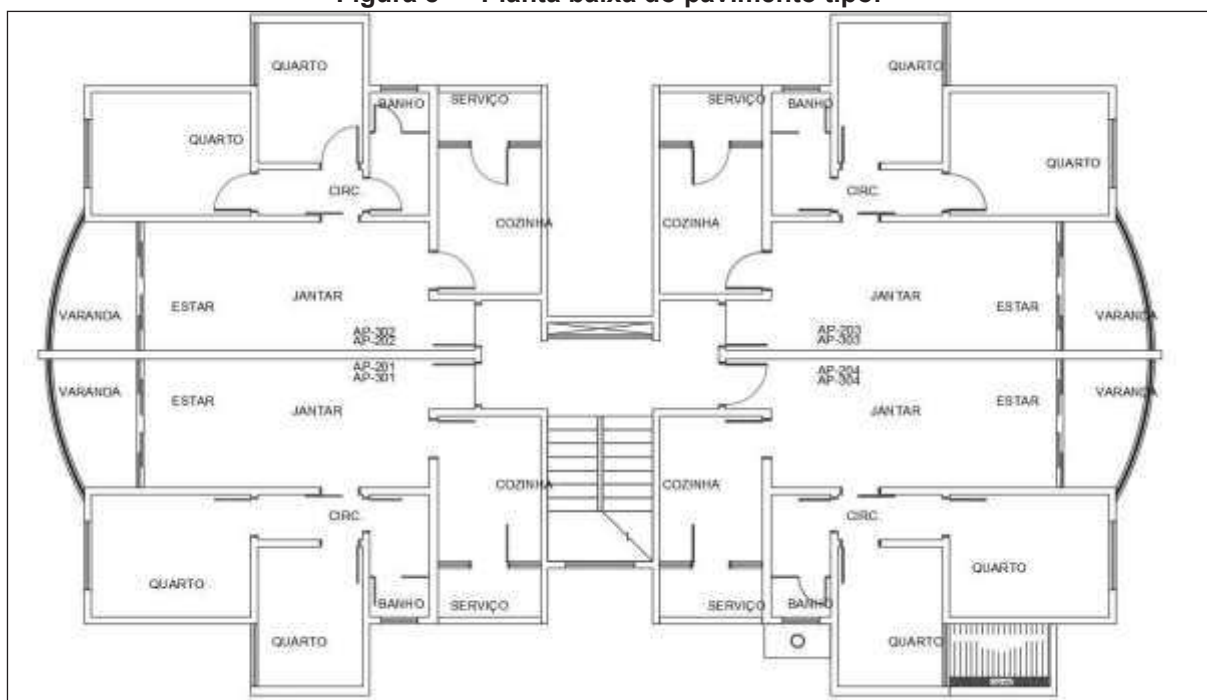
Segundo Gil (2002), o estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

Já de acordo com Yin (2005), é “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real”. Este, ainda salienta que muitos pesquisadores demonstram certo descrédito em relação à estratégia de estudo de caso, devido à falta de rigor nas investigações, fornecerem pouca base para generalizações e consumirem muito tempo. Contudo, o autor sugere que para aumentar a validade da pesquisa, pode-se utilizar pelo menos três ou quatro casos, em razão da literatura propor que casos múltiplos são mais convincentes e permitem maiores generalizações.

3.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Para o estudo de caso, foram utilizados os projetos de um edifício residencial localizado na Rua Augusto Formighieri, número 447, Jardim La Salle, município de Toledo – PR. A edificação é composta pelo subsolo, térreo, dois pavimentos tipo (Figura 8) e um pavimento superior, totalizando uma área de 1353,20 m², divididos em 13 apartamentos de 64,65 m², um apartamento de 129,30 m², área de lazer, hall de entrada, escada e garagem.

Figura 8 — Planta baixa do pavimento tipo.



Fonte: Empresa A, 2008.

Os projetos foram disponibilizados pelo proprietário do edifício, sendo que as plantas arquitetônicas dos outros pavimentos se encontram no Anexo A.

3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE PESQUISA

Neste tópico são apresentadas as etapas que compõem esta pesquisa.

3.2.1 Orçamento Detalhado

Os estudos de caso foram feitos por meio da realização do orçamento detalhado, que segundo Mattos (2006), é efetuado a partir de composições de custos e cuidadosa pesquisa de preços dos insumos, buscando chegar a um valor bem próximo do custo real. Também chamado de orçamento analítico, este método vale-se de uma composição de custos unitários para cada serviço da obra, levando em consideração a quantidade de mão de obra, material e equipamento gasto em sua execução.

O emprego dos orçamentos dos dois estudos de caso foi dividido em lista de serviços, levantamento de quantitativos e composição de custos.

3.2.1.1 Lista de Serviços

Os serviços analisados no presente trabalho estão especificados no Quadro 1 para cada estudo de caso.

Quadro 1 — Especificações dos serviços analisados.

Serviços	Especificações	
	Estudo de Caso 1	Estudo de Caso 2
Serviços preliminares	Locação, organização, fechamento e limpeza inicial do obra.	Locação, organização, fechamento e limpeza inicial do obra.
Infraestrutura	Estacas: perfuração mecânica, armação e fabricação do concreto na obra. Blocos e vigas baldrames: escavação manual, fôrma, armação e concreto produzidos em obra.	Estacas: perfuração mecânica, armação e concreto usinado. Blocos e vigas baldrames: escavação manual, fôrma e armação produzidos em obra e concreto usinado.
Alvenaria	Alvenaria de vedação com bloco cerâmico, assentado com argamassa produzida na obra.	Alvenaria de vedação com bloco cerâmico, assentado com argamassa industrializada.
Superestrutura	Pilares, vigas, escadas e lajes confeccionados em obra, conforme especificações do projeto estrutural, por meio dos serviços de fôrmas, armação e concretagem.	Pilares, vigas, escadas e lajes em estrutura pré-moldada, entregue montada na obra.
Cobertura	Telhado em estrutura metálica e telha de alumínio.	Telhado em estrutura metálica e telha de alumínio.
Esquadrias	Portas de madeira e alumínio e janelas de alumínio.	Portas de madeira e alumínio e janelas de alumínio.
Forros	Forro de gesso em todas as áreas da edificação.	Forro apenas nas cozinhas, banheiros e áreas com tubulações aparentes ou que necessitem de decoração (salas e hall).
Revestimento argamassado	Chapisco e emboço paulista com argamassa feita em obra.	Chapisco e emboço paulista com argamassa industrializada.
Instalações elétricas	Instalações elétricas completas de acordo com os projetos, executadas com mão de obra terceirizada.	Instalações elétricas completas de acordo com os projetos, executadas com mão de obra terceirizada.
Instalações hidráulicas	Instalações hidráulicas completas de acordo com os projetos, executadas com mão de obra terceirizada.	Instalações hidráulicas completas de acordo com os projetos, executadas com mão de obra terceirizada.

Pintura	Pintura interna com tinta PVA e externa com tinta acrílica.	Pintura interna com tinta PVA e externa com tinta acrílica.
Pisos	Piso em porcelanato, sendo a regularização com argamassa produzida na obra.	Piso em porcelanato, sendo a regularização com argamassa industrializada.
Projetos	Projeto arquitetônico e demais projetos complementares.	Projeto arquitetônico e demais projetos complementares.
Serviços complementares	Limpeza e organização final.	Limpeza e organização final.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Os itens destacados no Quadro 1 mostram os serviços diferentes em cada estudo de caso. Nos demais, os valores orçados foram os mesmos para os dois projetos.

3.2.1.2 Levantamento de Quantitativos

De acordo com Mattos (2006), a etapa de levantamento de quantidades (ou quantitativos) é uma das que mais exigem do orçamentista, porque demanda leitura de projeto, cálculos de áreas e volumes, consulta a tabelas de engenharia, tabulação de números, etc. Estes levantamentos são feitos com base em projetos fornecidos pelo projetista, considerando-se as dimensões especificadas e suas características técnicas.

Para o estudo de caso 1 foram levantadas por meio dos projetos a quantidade de: aço; concreto; fôrmas utilizadas na execução da estrutura e da fundação. Do mesmo modo para a argamassa, foi levantada a área de parede e lajes onde este revestimento deve ser aplicado.

Já no estudo de caso 2, foram repassados para empresas especializadas da região o projeto para orçamento do sistema estrutural. Para o concreto usinado e argamassa, foram levantados os quantitativos através dos projetos, utilizando o volume necessário de concreto usinado e argamassa para que as empresas apresentassem o orçamento e a área de aplicação para o cálculo da mão de obra do revestimento.

Em relação aos demais serviços, para os dois estudos de caso, foram levantados os quantitativos através dos projetos, de acordo com os critérios da Tabela de Composição de Preços para Orçamento (TCPO, 2012).

3.2.1.3 Composição de Custos

A etapa de composição de custos é o processo onde são estabelecidos os custos que compõem um serviço ou atividade, individualizado por insumo ou de acordo com certos requisitos pré-estabelecidos. A composição lista todos os insumos que compõem a execução de um determinado serviço, com suas respectivas quantidades e seus custos. As categorias que envolvem uma composição são basicamente a mão de obra, os materiais e os equipamentos necessários (MATTOS, 2006).

Conforme os serviços descritos anteriormente, para os itens analisados no estudo de caso 1 utilizou-se a Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO), as tabelas do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI) e, na ausência de dados necessários nestas tabelas, a pesquisa de preços na região.

De posse dos valores unitários para cada serviço, estes foram multiplicados pelas quantidades do serviço em questão, sendo o aço em quilogramas, fôrmas em metros quadrados, concreto em metros cúbicos e revestimentos em metros quadrados. A Tabela 1 apresenta um exemplo de composição de custos da TCPO (2012) para o serviço de armação.

Tabela 1 — Composição de custos para armação.

Insumo	Um	Índice	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Armador	H	0,12	12,00	1,44
Ajudante	H	0,12	8,00	0,96
Aço CA-50	Kg	1,10	4,00	4,40
Aço recozido nº18	Kg	0,03	5,00	0,15
			Total	6,95

Fonte: Adaptado de Mattos, 2015.

Já no estudo de caso 2, os projetos foram repassados para empresas especializadas na região, estas ficando responsáveis pela execução completa da estrutura, apresentando apenas o valor final. Do mesmo modo, ocorreu em relação ao concreto usinado para a infraestrutura e argamassa para revestimento, ficando a cargo deste estudo calcular apenas a composição dos custos com mão de obra para aplicação, multiplicando os valores unitários retirados das tabelas do SINAPI pela quantidade de serviço.

Para os demais serviços que são semelhantes nos dois sistemas, o valor encontrado na etapa de levantamento de quantitativo foi multiplicado pelo valor unitário da composição de custos da TCPO, com os insumos retirados das tabelas do SINAPI e cotações em empresas especializadas da região.

Após a realização da composição de custos unitários, elaborou-se uma planilha final para cada caso, com os dados do orçamento, onde foram encontrados os quantitativos, os custos unitários e os custos totais.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

De posse do orçamento detalhado do sistema convencional e dos orçamentos obtidos no sistema industrializado, efetuou-se o comparativo dos resultados de forma individual, para cada serviço e de forma global, apresentando-os através de tabelas, de modo que fosse possível verificar qual sistema apresentou maior custo e quais serviços impactaram neste aumento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo, são retratados os resultados provenientes das etapas de levantamento de quantitativos e composição de custos dos serviços que apresentam variação entre os estudos de caso 1 (sistema convencional) e 2 (sistema industrializado).

Primeiramente é efetuada uma análise individual para cada serviço e em seguida uma análise geral, em relação ao custo total da obra para as duas situações analisadas.

Os Apêndices A e B apresentam os dados detalhados do levantamento de quantitativos dos projetos e composição de custos unitários.

4.1 INFRAESTRUTURA

Para a infraestrutura do estudo de caso 1, os custos unitários e totais dos serviços que a compõem estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 — Composição de custos para infraestrutura do caso 1.

Infraestrutura	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Escavação manual de vala	m ³	56	52,16	2.920,96
Reaterro e compactação manual de vala	m ³	28	52,09	1.458,52
Estaca tipo Strauss	m	1987,5	15,00	29.812,50
Fôrma de Madeira para fundação	m ²	177	56,21	9.949,17
Armadura de Aço CA - 50 Ø 6,3mm	kg	447,86	10,89	4.877,20
Armadura de Aço CA - 50 Ø 8 mm	kg	237	11,55	2.737,35
Armadura de Aço CA - 50 Ø 10 mm	kg	1391,34	10,65	14.817,77
Armadura de Aço CA - 50 Ø 12,5 mm	kg	105,93	10,4	1.101,67
Armadura de Aço CA - 50 Ø 16 mm	kg	165,69	10,4	1.723,18
Concreto produzido em obra	m ³	128	404,34	51.755,52
			Total	R\$ 121.153,83

Fonte: Autoria própria, 2019.

Em relação aos serviços de infraestrutura do estudo de caso 2, os resultados se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 — Composição de custos para infraestrutura do caso 2.

Infraestrutura	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Escavação manual de vala	m ³	56	52,16	2.920,96
Reaterro e compactação manual de vala	m ³	28	52,09	1.458,52
Estaca tipo Strauss	m	1987,5	15	29.812,50
Fôrma de Madeira para fundação	m ²	177	56,21	9.949,17
Armadura de Aço CA - 50 Ø 6,3mm	kg	447,86	10,89	4.877,20
Armadura de Aço CA - 50 Ø 8 mm	kg	237	11,55	2.737,35
Armadura de Aço CA - 50 Ø 10 mm	kg	1391,34	10,65	14.817,77
Armadura de Aço CA - 50 Ø 12,5 mm	kg	105,93	10,4	1.101,67
Armadura de Aço CA - 50 Ø 16 mm	kg	165,69	10,4	1.723,18
Concreto usinado	m ³	128	413,3	52.902,40
			Total	R\$ 122.300,71

Fonte: Autoria própria, 2019.

Observa-se que o valor para a infraestrutura do sistema convencional, ou seja, com concreto fabricado na obra, é de R\$ R\$121.153,83 e para infraestrutura com concreto usinado é de R\$122.300,71, demonstrando um acréscimo de R\$1.146,88 com o uso do concreto usinado. Este acréscimo pode ser justificado devido ao fato de que no valor apresentado para o concreto usinado já está incluso o BDI (Bonificações e Despesas Indiretas) da empresa responsável, enquanto que o concreto convencional é feito pela mesma empresa executante da obra toda.

Embora o uso do concreto usinado proporcionou um acréscimo de 0,95% ao custo total da infraestrutura, vale destacar os benefícios que o seu uso pode proporcionar em obra, como melhora na qualidade e agilidade, em função de usar menor quantidade de mão de obra, redução do desperdício de material que ocorre no canteiro de obra e o elevado controle tecnológico do concreto produzido na indústria.

4.2 SUPERESTRUTURA

Em relação aos serviços de superestrutura no estudo de caso 1, os valores encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 — Composição de custos para superestrutura do caso 1.

Superestrutura	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Fôrma para pilares	m ³	660	47,15	31.119,00
Fôrma para vigas	m ³	780	43,49	33.922,20
Fôrma para escadas	m	80,25	58,33	4.680,98
Laje pré-fabricada comum para forro	m ²	1375	110,56	152.020,00
Armadura de Aço CA - 60 Ø 5mm	kg	2042,76	10,62	21.694,11
Armadura de Aço CA - 50 Ø 8 mm	kg	1911,41	11,55	22.076,79
Armadura de Aço CA - 50 Ø 10 mm	kg	2589,67	10,65	27.579,99
Armadura de Aço CA - 50 Ø 12,5 mm	kg	2837,34	10,4	29.508,34
Concreto produzido em obra	kg	90	404,34	36.390,60
			Total	R\$ 358.992,00

Fonte: Autoria própria, 2019.

Para o estudo de caso 2, a empresa responsável pela fabricação e montagem completa dos elementos estruturais apresentou o valor total para a estrutura pré-moldada e por metro quadrado para as lajes (Tabela 5).

Tabela 5 — Composição de custos para superestrutura do caso 2.

Superestrutura	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Sistema estrutural pré-moldado	un.	1	225000	225.000,00
Laje pré-moldada em placas	m ²	1375	136,12	187.165,00
			Total	R\$ 412.165,00

Fonte: Autoria própria, 2019.

Comparando os dois casos, foi encontrada a diferença de R\$53.173,00. Destaca-se que no estudo de caso 2, as lajes pré-moldadas em placa tiveram um acréscimo de R\$35.145,00, ou seja, 23,12%. Já a estrutura composta por pilares, vigas e escadas teve um acréscimo de R\$18.028,00 ou 8,71%.

Apesar do acréscimo de 14,81% no valor total da estrutura, é importante destacar a redução de etapas que a utilização deste sistema proporciona, diminuindo assim o tempo de construção e melhorando a qualidade final do produto, devido ao processo otimizado e controle tecnológico utilizado na produção destes materiais.

4.3 ALVENARIA

Com relação ao serviço de alvenaria, a Tabela 6 apresenta os custos para assentamento de blocos cerâmicos com argamassa produzida na obra para o estudo de caso 1.

Tabela 6 — Composição de custos para alvenaria do caso 1.

Alvenaria	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Alvenaria de vedação (argamassa produzida na obra)	m ²	2700	41,15	111.105,00
Verga reta moldada no local	m ³	3,24	1.709,83	5.539,85
			Total	R\$ 116.644,85

Fonte: Autoria própria, 2019.

Considerando a argamassa industrializada no assentamento da alvenaria do estudo de caso 2, obteve-se o resultado apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 — Composição de custos para alvenaria do caso 2.

Alvenaria	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Alvenaria de vedação (argamassa industrializada)	m ²	2700	41,11	110.997,00
Verga reta moldada no local	m ³	3,24	1.709,83	5.539,85
			Total	R\$ 116.536,85

Fonte: Autoria própria, 2019.

Neste serviço a diferença ficou em apenas R\$108,00, visto que para um metro quadrado de alvenaria o consumo de argamassa é pequeno e os outros insumos, como blocos cerâmicos e vergas, são iguais para os dois casos. Logo, com a utilização da argamassa industrializada otimiza-se o processo, tornando-o mais rápido e com menos desperdícios.

4.4 REVESTIMENTO ARGAMASSADO

O revestimento argamassado foi dividido em chapisco e massa única, ou emboço paulista, onde no estudo de caso 1 foram considerados com argamassa produzida na obra (Tabela 8).

Tabela 8 — Composição de custos para revestimento argamassado do caso 1.

Revestimento Argamassado	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Chapisco	m ²	5100	5,09	25.959,00
Camada única	m ²	5100	23,72	120.972,00
Total				R\$ 146.931,00

Fonte: Autoria própria, 2019.

Para o estudo de caso 2, foram utilizadas as mesmas camadas e quantidades de revestimentos, porém utilizando a argamassa industrializada (Tabela 9).

Tabela 9 — Composição de custos para revestimento argamassado do caso 2.

Revestimento Argamassado	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Chapisco	m ²	5100	4,96	25.296,00
Camada única	m ²	5100	22,99	117.249,00
Total				R\$ 142.545,00

Fonte: Autoria própria, 2019.

Nesta atividade, o uso da argamassa industrializada resultou numa redução de R\$4.386,00 com relação ao revestimento realizado com argamassa feita na obra. Com isso, além dos benefícios já citados anteriormente, o uso de argamassas industrializadas se torna viável, especialmente pela redução de desperdícios e diminuição da mão de obra, visto que não é necessário o armazenamento e transporte de insumos, bem como um servente apenas para a produção e transporte dessa argamassa.

4.5 PISOS

Considerando que o porcelanato, argamassa de assentamento e soleira seriam iguais para os dois casos, o estudo de caso 1 foi calculado com lastro de concreto e argamassa de regularização produzidos em obra (Tabela 10).

Tabela 10 — Composição de custos para pisos do caso 1.

Pisos	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Lastro de concreto	m ³	30	404,34	12.130,20
Argamassa de regularização	m ²	1280	17,42	22.297,60
Porcelanato polido assentado com argamassa	m ²	1344	107,24	144.130,56
Soleira	m	240	75	18.000,00
			Total	R\$ 196.558,36

Fonte: Autoria própria, 2019.

Já no estudo de caso 2, o concreto utilizado foi do tipo usinado e a argamassa para regularização foi a industrializada (Tabela 11).

Tabela 11 — Composição de custos para pisos do caso 2.

Pisos	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Lastro de concreto	m ³	30	413,3	12.399,00
Argamassa de regularização	m ²	1280	16,54	21.171,20
Porcelanato polido assentado com argamassa	m ²	1344	107,24	144.130,56
Soleira	m	240	75	18.000,00
			Total	R\$ 195.700,76

Fonte: Autoria própria, 2019.

Neste caso, apesar do concreto usinado ter custo maior que o concreto produzido em obra (2,22%), a grande quantidade de argamassa industrializada, com valor menor (5,05%), fez com que este serviço se tornasse mais barato no estudo de caso 2 (0,44%).

4.6 FORROS

Outro serviço afetado pela utilização do sistema industrializado é o forro de gesso, que no estudo de caso 1 é utilizado em todo o teto, devido as tubulações aparentes na estrutura e principalmente pela falta de acabamento das lajes do sistema convencional, necessitando assim seu uso em todas as áreas. O custo para o forro de gesso está apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 — Composição de custos para forros do caso 1.

Forros	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Forro de gesso com moldura	m ²	1280	36	46.080,00
			Total	R\$ 46.080,00

Fonte: Autoria própria, 2019.

No estudo de caso 2, conforme já dito anteriormente, as placas para laje pré-moldada não requerem gesso para acabamento, reduzindo sua área de aplicação. Desta forma, foi considerado forro de gesso apenas nas cozinhas, banheiros e áreas com tubulações aparentes. Também foi considerado forro de gesso em ambientes como salas e hall em função do projeto contemplar detalhes decorativos. O custo do forro de gesso para esses ambientes está apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 — Composição de custos para forros do caso 2.

Forros	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Forro de gesso com moldura	m ²	690	36	24.840,00
			Total	R\$ 24.840,00

Fonte: Autoria própria, 2019.

Logo, o forro de gesso para o estudo de caso 2 apresentou uma economia de R\$21.240,00.

4.7 ANÁLISE DO CUSTO TOTAL

Finalizadas as etapas anteriores, encontra-se a planilha final onde são apresentados os valores para cada serviço e o valor final para cada estudo de caso (Tabela 14). Vale destacar que nesta tabela também são apresentados os custos dos serviços que possuem o mesmo valor para as duas situações. As composições desses serviços encontram-se no Apêndice C e D.

Tabela 14 — Custo total para caso 1 e 2.

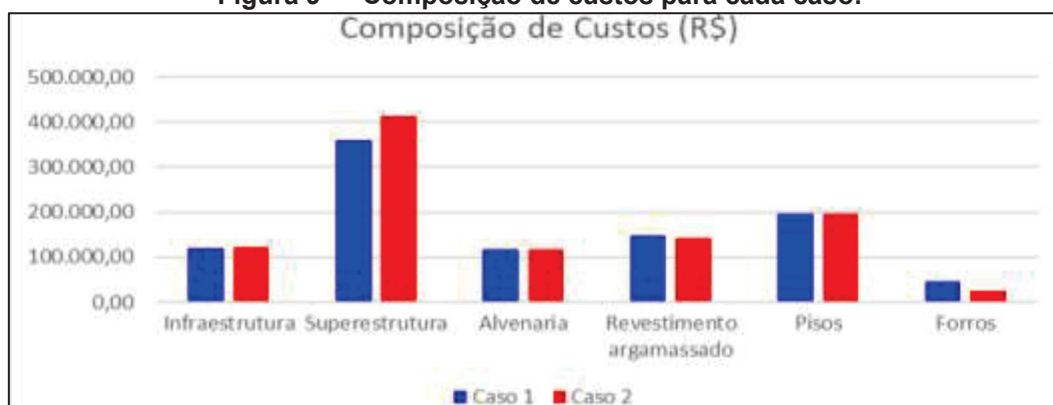
Serviços	Caso 1 (R\$)	Caso 2 (R\$)
Projetos	R\$46.008,80	R\$46.008,80
Serviços preliminares	R\$33.319,42	R\$33.319,42
Infraestrutura	R\$121.153,83	R\$122.300,71
Superestrutura	R\$358.992,00	R\$412.165,00
Alvenaria	R\$116.644,85	R\$116.536,85
Cobertura	R\$34.979,58	R\$34.979,58
Revestimento argamassado	R\$146.931,00	R\$142.545,00
Esquadrias	R\$116.198,03	R\$116.198,03
Forros	R\$46.080,00	R\$24.840,00
Pisos	R\$196.558,36	R\$195.700,76
Pintura	R\$130.173,50	R\$130.173,50
Instalações hidráulicas	R\$84.000,00	R\$84.000,00
Instalações elétricas	R\$95.200,00	R\$95.200,00
Serviços Complementares	R\$3.569,70	R\$3.569,70
Total	R\$1.529.809,07	R\$1.557.537,35

Fonte: Autoria própria, 2019.

Deste modo, foi possível encontrar o valor final de cada estudo de caso e assim observou-se que o caso 2, ou seja, com o uso de alguns sistemas industrializados, apresentou um acréscimo de R\$27.728,28, equivalente a 1,81%. Este acréscimo pode ser caracterizado pelo fato de nos materiais industrializados estar incluso o BDI de cada empresa terceirizada, o que não se encontra no caso 1 devido a mesma empresa executar a obra toda. No entanto, essa diferença apresenta um percentual baixo devido à redução de desperdícios e aumento de produtividade que o sistema industrializado proporciona.

A Figura 9 traz uma comparação entre a composição de custos nos serviços analisados para cada um dos casos estudados.

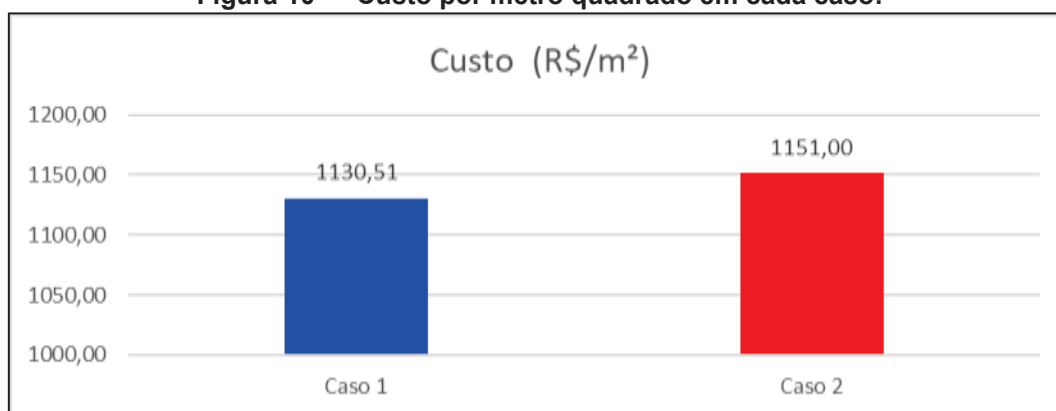
Figura 9 — Composição de custos para cada caso.



Fonte: Autoria própria, 2019.

O custo por metro quadrado, obtido pela razão entre o valor total gasto pela metragem. O valor para cada caso estudado está representado na Figura 10.

Figura 10 — Custo por metro quadrado em cada caso.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Diante dos ganhos, descritos anteriormente, que este sistema apresenta, além da melhora na qualidade e confiabilidade do empreendimento, o mesmo pode ser considerado viável.

Vale destacar também que no trabalho foram levantados apenas os custos diretos para execução da obra. Desta forma, com o uso dos sistemas industrializados as obras podem ser executadas de maneira mais rápida, o que proporciona a redução dos custos indiretos, como despesas para manutenção do canteiro. Também pode-se levar em consideração o retorno do investimento, que começa a ser obtido em menor prazo quando se usam os sistemas industrializados.

Consequentemente, este sistema de construção contribui para a racionalização da construção, além de reduzir consideravelmente as etapas da construção, o que leva a uma menor equipe de trabalho e os riscos recorrentes à essa equipe.

Contudo, vale ressaltar que neste trabalho foram utilizados dados da TCPO, que podem não representar a realidade dos valores da região, o que pode fazer com que os custos finais diverjam um pouco dos obtidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões deste trabalho, que teve como objetivo geral analisar o impacto do uso de alguns sistemas industrializados no custo final de um edifício. Ademais, são realizadas sugestões para trabalhos futuros, visando à continuidade da pesquisa sobre o tema.

5.1 CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou um estudo detalhado sobre o impacto que a utilização de sistemas de industrialização na construção civil em determinados serviços geram sobre o custo final na construção de um edifício.

De maneira geral, o sistema pré-moldado de concreto apresenta grande potencial de otimização dos processos e serviços utilizados na construção civil. A mudança do processo artesanal para uma produção industrial racionalizada pode trazer benefícios principalmente relacionados à produtividade, canteiro de obra reduzido, menor desperdício e com maior nível de qualidade.

Quanto às estruturas, a utilização das lajes pré-moldadas em placa, geram sozinhas um acréscimo de 23,12% em relação as convencionais, enquanto que a estrutura composta por pilares, vigas e escadas pré-moldadas é responsável por um acréscimo de 8,71%. Ainda que com um custo superior, a utilização de estruturas pré-moldadas reduz o tempo de construção e a qualidade final do produto, devido ao seu processo otimizado.

No que diz respeito aos revestimentos argamassados, o produto industrializado resultou em um custo menor ao feito em obra. Além dos benefícios já citados anteriormente, o uso de argamassas industrializadas se torna viável, especialmente pela redução de desperdícios e diminuição da mão de obra.

Em relação ao concreto, foi observado que o concreto usinado gerou um acréscimo inferior a 1% no custo total da infraestrutura da obra, em relação à mesma com o concreto feito em obra. Tal diferença de valor justifica-se pelo BDI da empresa contratada e acaba se tornando insignificante, visto que ao escolher o concreto usinado há uma melhora na qualidade do material, devido ao controle tecnológico.

Comparando o resultado com os trabalhos utilizados como referencial teórico, em relação ao concreto usinado, assim como no artigo de Krug, Habitzreitter e Bueno

(2016) o concreto usinado apresentou um custo maior, porém sua resistência maior torna este material viável. Quanto à argamassa industrializada, diferentemente de Benedet et al. (2016), resultou em uma diminuição do custo, o que, aliado com o aumento da produtividade e a redução do desperdício, torna este tipo de produção viável. Com relação às estruturas, assim como no trabalho de Pagoto e Camicia (2013) o sistema de pré-moldado ficou mais caro, porém se torna viável devido ao seu tempo de execução menor e maior controle de qualidade.

Analisando o orçamento final da estrutura, sem a adição do BDI, o sistema de industrializados apresentou um acréscimo inferior a 2%. Mesmo com um valor total superior, conclui-se que para este tipo específico de obra este método se torna mais vantajoso, por apresentar uma produtividade significativamente maior e não sofrerem com os desperdícios do método convencional.

Deste modo, este trabalho tornou-se um parâmetro para futuros trabalhos, expondo um comparativo entre o custo final de um edifício, utilizando métodos convencionais e sistemas industrializados, além de dar enfoque em determinados serviços.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o objetivo de aperfeiçoar e dar continuidade a esse estudo, propõe-se a realização das seguintes pesquisas:

- a) Estudo do impacto da utilização de sistemas industrializados na construção civil em condições reais (sem utilização da TCPO);
- b) Utilização de sistemas industrializados na construção civil: Estudo do impacto no cronograma de uma obra;
- c) Levantamento de panorama de empresas de pré-fabricados na região oeste do estado do Paraná; e
- d) Estudo de caso para demonstrar comparativo real entre obras convencionais e utilizando sistemas industrializados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Manual de Revestimentos de Argamassa**. 1. ed. São Paulo – SP. 2002

ABDI – Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Manual da Construção Industrializada**. Volume 1: Estrutura e Vedação. 2015.

ABESC – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem do Brasil. **Manual do Concreto Dosado em Central**. São Paulo, 2007.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281/2001** – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: requisitos. Rio de Janeiro, 2001.

_____ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062/2006** – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2006.

_____ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529/2013** – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

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

BARBOSA, João; BORJA, Edilberto; SOARES, Marcos. **Identificação e Caracterização de Argamassas Industrializadas na Cidade de Natal – RN**. Diretoria Acadêmica de Construção Civil – IFRN, Natal – RN, 2010.

BARROS, Mercia Maria S. Bottura de; MELHADO, Silvio Burrattino. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. Texto Técnico. PCC - Escola Politécnica - USP. São Paulo, 1998.

BENEDET, Fabio; et al. **Construção Em Alvenaria: Comparativo Entre Utilização de Argamassa Industrial e Tradicional**. Revista Ciência & Cidadania, v. 2, n. 1, p. 22, 2016.

BOZI, Ilson Thalison Pizzani. **Estudo de caso: Análise de viabilidade de sistemas estruturais de concreto armado moldado in loco a ser utilizado em um projeto residencial de múltiplos pavimentos escalonados**. Revista Especialize, Goiânia, 12^a, dez., 2016.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. **Alvenaria Estrutural: Tão antiga e tão atual**. Santa Maria – RS. 1996.

CONSTRUINDODECOR. **Aplicação de concreto usinado**. 2018. Fotografia. Disponível em <<http://construindodecor.com.br/concreto-usinado-precosblocos-e-dicas/>>. Acesso em: 12 set. 2018.

CONTIMASSA. **Argamassa armazenada em silos**. 2018. Fotografia. Disponível em <<http://www.contimassa.com.br/?pg=servicos>>. Acesso em: 10 out. 2018.

DAMIÃO, M.T.; NASCIMENTO, T.G.O.; SOUZA, U.E.L.; KATO, C.S.. **Variação da produtividade da mão-de-obra em função da tipologia adotada para a estrutura de concreto armado**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16. 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos: EESCUSP, 2000.

FEDERAL, Caixa Econômica. **SINAPI – Índice da Construção Civil**. Brasil, Governo Federal. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_655>. Acesso em 12 mar. 2019

FERREIRA, C. C.; PEREIRA, I. M. **Avaliação do Desempenho Térmico de Habitação de Interesse Social de Acordo com a NBR 15575, para as Diversas Zonas Bioclimáticas**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 14^a, 2012, Juiz de Fora. Anais. Juiz de Fora, 2012.

FERREIRA, Karina. **Estudo comparativo entre argamassas convencionais e industrializadas**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão – PR, 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.

HABITÍSSIMO. **Canteiro de obras para o sistema convencional**. 2016. Fotografia. Disponível em <https://fotos.habitissimo.com.br/foto/betoneira-para-argamassas-e-concretos_13610_31>. Acesso em: 17 set. 2018.

IGLESIA, Tiago Borges. **Sistemas construtivos em concreto pré-moldado**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

KRUG, Lucas Fernando; HABITZREITTER, Maxoel; BUENO, Bruna G.. **Estudo comparativo entre concreto usinado e concreto produzido no canteiro de obras**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

MACIEL, Luciana L.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, Fernando H. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo: EPUSP, 1998.

MAP CONCRETO E CONSTRUÇÕES. **Tratamento e Proteção em vernizes e pinturas em Concreto Aparente – Monotrilho Linha 17 Ouro – Estações**. 2018. Fotografia. Disponível em <http://mapconcreto.com.br/site/?page_id=66>. Acesso em: 10 out. 2018.

MARANHÃO, George Magalhães. **Fôrmas para concreto: subsídios para a otimização do projeto segundo a NBR 7190/97**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 2000.

MATOS, Paulo Ricardo de et al. **Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2013.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como interpretar composições de custos**. 2015. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/como-interpretar-uma-composicao-de-custos-338922-1.aspx>> Acesso em: 10 set. 2018.

_____, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. São Paulo: Pini, 2006. 281 p.

MELO, Carlos Eduardo Emrich. **Manual Munte de projetos em pré-fabricados de concreto**. São Paulo. PINI, 2004.

MENEZES, Antonio Armando Santos; et al. **Programação para análise do custo benefício entre a utilização de concreto usinado e concreto feito em obra.** Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT, Sergipe, v. 1, n. 3, p. 71-82, 2013.

MORAES, Paulo Thiago Araujo; LIMA, Maryangela Geimba. **Levantamento e análise de processos construtivos industrializados sob a ótica da sustentabilidade e desempenho.** In: Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA, 15, São José dos Campos – SP, 2009.

ORDÓNEZ, David Fernández; DONIAK, Íria Lícia Oliva. **Industrialização em concreto – solução para o desenvolvimento habitacional.** Revista Concreto, São Paulo: Ibracon, 2010.

PAGOTO, Marcos Vinícius; CAMICIA, Rodrigo Junior da Motta. **Avaliação dos aspectos técnicos e econômicos entre estruturas pré-fabricadas e moldadas in loco.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco – PR, 2013.

PARAVISI, Sandra. **Avaliação de sistemas de produção de revestimentos de fachada com aplicação mecânica e manual de argamassa.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2008.

PEDRA MIX CONCRETOS. **Estrutura de concreto pré-moldado.** 2018. Fotografia. Disponível em <<http://pedramixconcretos.com.br/news/item/vantagens-das-estruturas-de-concreto/32?tmpl=component>>. Acesso em: 10 out. 2018.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Conhecendo argamassa.** 1ª ed. EDIPUCRS. Porto Alegre – RS, 2008.

REGATTIERI, Carlos Eduardo; SILVA, Luciano Luis Ribeiro. **Ganhos potenciais na utilização da argamassa industrializada.** In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia em argamassas, São Paulo, 2003.

SANTOS, Carlos Henrique dos; CIRILO, Rogério Eustáquio; SOUZA, Ronilson Flávio. **Estudo das Ligações de Montagem em Estruturas Pré-fabricadas de Concreto.** Revista Pensar Engenharia, v. 2, n. 1, jan., 2014.

SILVA, F. B.; BARROS, M. M. S. B. **Planejamento de processos de construção para a produção industrializada em larga escala de edifícios habitacionais: um modelo baseado na indústria de manufatura.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 14^a, 2012, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora, 2012.

SIRTOLI, Alex Sandro Couto. **Industrialização da Construção Civil, Sistemas Pré-Fabricados de Concreto e Suas Aplicações.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2015.

SOUZA, Larissa Pinheiro de; NETO, José Damato. **Comparação entre os métodos construtivos moldados em concreto armado e pré-moldados.** In: Anais do II Congresso Amazônico de Meio Ambiente e Energias Renováveis. Anais. Belém(PA) UFRA Campus Belém-PA, 2016. Disponível em <<https://www.even3.com.br/anais/camaer2016/31347-COMPARACAO-ENTRE-OS-METODOS-CONSTRUTIVO-S-MOLDADOS-EM-CONCRETO-ARMADO-E-PRE-MOLDADOS>>. Acesso em: 25 set. 2018.

TCPO. **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos.** 14. Ed. São Paulo: PINI, 2012.

TELES, Alice Amorin. **Estudo Comparativo Entre Métodos Construtivos de Concreto Moldado In Loco e Concreto Pré-Fabricado, Por Meio da Plataforma BIM.** Monografia (graduação em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2017.

YIN. R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3. ed., Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZAMIN, Carlos Alberto. **Comparação de Custos Entre Sistema Construtivo de Casa Popular Executado Em Concreto Pré-Moldado e O Sistema Convencional de Construção.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí – RS, 2009.

APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS

Serviços	Unidade	Quantidade
Projetos	m ²	1353,2
Serviços preliminares		
Locação da obra, execução do gabarito	m	102
Placa de Identificação da Obra	m ²	4
Limpeza terreno - Raspagem mecanizada	m ²	540
Abrigo provisório tipo container	mês	24
Tapume de chapa de madeira compensada	m ²	204
Infraestrutura		
Escavação manual de vala	m ³	56
Reaterro e compactação manual de vala	m ³	28
Estaca tipo Strauss	m	1987,5
Fôrma de Madeira para fundação	m ²	177
Armadura de Aço CA - 50 Ø 6,3mm	Kg	447,86
Armadura de Aço CA - 50 Ø 8 mm	Kg	237
Armadura de Aço CA - 50 Ø 10 mm	Kg	1391,34
Armadura de Aço CA - 50 Ø 12,5 mm	Kg	105,93
Armadura de Aço CA - 50 Ø 16 mm	Kg	165,69
Concreto usinado	m ³	128
Concreto produzido em obra	m ³	128
Superestrutura		
Fôrma para pilares	m ²	660
Fôrma para vigas	m ²	780
Fôrma para escadas	m ²	80,25
Laje pré-fabricada comum para forro	m ²	1375
Armadura de Aço CA - 60 Ø 5mm	Kg	2042,76
Armadura de Aço CA - 50 Ø 8 mm	Kg	1911,41
Armadura de Aço CA - 50 Ø 10 mm	Kg	2589,67
Armadura de Aço CA - 50 Ø 12,5 mm	Kg	2837,34
Concreto produzido em obra	m ³	90
Superestrutura		
Sistema estrutural pré-moldado	unid.	1
Laje pré-moldada em placas	m ²	1375
Alvenaria		
Alvenaria de vedação (argamassa produzida na obra)	m ²	2700
Alvenaria de vedação (argamassa industrializada)	m ²	2700
Verga reta moldada no local	m ³	3,24
Cobertura		
Cobertura de aço com chapas de alumínio	m ²	270
Calha de chapa galvanizada	m	23
Rufo de chapa galvanizada	m	96

Revestimento argamassado		
Chapisco	m ²	5100
Camada única	m ²	5100
Esquadrias		
Porta de madeira	unid.	91
Porta de alumínio	unid.	17
Janela de alumínio 1,2 x 1,2	unid.	50
Janela de alumínio 0,6 x 0,8	unid.	15
Box para banheiro	unid.	15
Forros		
Forro de gesso com moldura	m ²	1280
Pisos		
Lastro de concreto	m ³	30
Argamassa de regularização	m ²	1280
Porcelanato polido assentado com argamassa	m ²	1344
Soleira	m	240
Pintura		
Pintura com tinta látex PVA (interna)	m ²	3746
Pintura com tinta látex acrílica	m ²	1354
Instalações hidráulicas		
Mão de obra e material	unid.	14
Instalações elétricas		
Mão de obra e material	unid.	14
Serviços complementares		
Limpeza geral e final	m ²	1095

APÊNDICE B – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS

PROJETOS				
Projetos - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Projeto Arquitetônico	m ²	1	22,00	22,00
Projetos Complementares	m ²	1	12,00	12,00
			Total (R\$/m²)	34,00
SERVIÇOS PRELIMINARES				
Locação da obra, execução do gabarito - m				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Carpinteiro	h	0,18	18,42	3,32
Servente	h	0,18	13,04	2,35
Arame galvanizado (bitola: 16 BWG)	kg	0,02	13,52	0,27
Pontaletes de cedro 3ª construção (seção transversal: 3 x 3")	m	0,85	3,97	3,37
Tábua de cedrinho (seção transversal: 1 x 9")	m ²	0,25	23,03	5,76
Prego com cabeça de 18 x 27 (d: 3,40 mm / c: 6,21 mm)	kg	0,03	9,35	0,28
			Total (R\$/m)	15,35
Placa de Identificação da Obra				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Placa de Identificação da Obra	m ²	1	280,00	280,00
			Total (R\$/m²)	280,00
Limpeza terreno - Raspagem mecanizada				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Servente	h	0,25	13,04	3,26
			Total (R\$/m²)	3,26
Abrigo provisório tipo container				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Abrigo provisório tipo container	mês	1	465,00	465,00
			Total (R\$/mês)	465,00
Tapume de chapa de madeira compensada - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Carpinteiro	h	0,8	18,42	14,74
Servente	h	0,8	13,04	10,43
Chapa de madeira compensada resinada	m ²	1,1	23,50	25,85
Pontaletes de cedro 3ª construção (seção transversal: 3 x 3")	m	3,15	3,97	12,51
Tábua de cedrinho (seção transversal: 1 x 9")	m ²	1	23,03	23,03
Prego com cabeça de 18 x 27 (d: 3,40 mm / c: 6,21 mm)	kg	0,03	9,35	0,28
			Total (R\$/m)	86,83

INFRAESTRUTURA				
Escavação manual de vala em solo de 1ª categoria - m³				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Preço Total
Servente	m³	4	13,04	52,16
			Total (R\$/m³)	52,16
Reaterro e compactação manual de vala por apiloamento com soquete - m³				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	0,35	18,42	6,45
Servente	h	3,50	13,04	45,64
			Total (R\$/m³)	52,09
Estaca tipo Strauss moldada "in loco", diâmetro 25 cm, mão de obra e equipamento				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Preço Total
Estaca Strauss Ø 25 cm, carga 20 t, mão de obra e equipamento	m	1	15,00	15,00
			Total (R\$/m)	15,00
Fôrma de Madeira para fundação, com tábuas e sarrafos 3 aproveitamentos - fabricação, montagem e desmontagem - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Ajudante de Carpinteiro	h	0,46	13,04	5,98
Carpinteiro	h	1,83	18,42	33,79
Sarrafo (seção transversal: 1 x 3" / espessura: 25 mm / altura: 75 mm)	m	1,25	1,74	2,17
Tábua de Pinus (seção transversal: 1x 2")	m²	0,43	26,50	11,47
Prego com cabeça 17 x 21 (comprimento: 48 mm / diâmetro: 3 mm)	kg	0,06	9,51	0,57
Aço CA - 50 Ø 10 mm, em barra, massa nominal 0,617 kg/m	kg	0,11	4,68	0,51
Desmoldante de fôrmas para concreto	l	0,10	5,31	0,53
Prego com cabeça dupla 17 x 27 (c: 62,1 mm/diâmetro da cabeça: 3 mm)	kg	0,10	11,74	1,17
			Total (R\$/m²)	56,21
Armadura de Aço CA - 50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem - kg				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Ajudante de armador	h	0,14	13,04	1,83
Armador	h	0,08	18,42	1,47
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5 hp (3,7 kW) - vida útil 20000 h	h prod	0,06	5,50	0,33
Aço CA - 50 Ø 6,3 mm	kg	1,1	4,90	5,39
Arame recozido - Nº 18 BWG - Ø 1,25mm	kg	0,025	11,00	0,28
Espaçador circular de plástico para pilar, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (Cobrimento: 30 mm)	un.	11,4	0,14	1,60
			Total (R\$/kg)	10,89

Armadura de Aço CA - 50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem - kg				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Ajudante de armador	h	0,14	13,04	1,83
Armador	h	0,08	18,42	1,47
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5 hp (3,7 kW) - vida útil 20000 h	h prod	0,06	5,50	0,33
Aço CA - 50 Ø 8 mm	kg	1,1	5,50	6,05
Arame recozido - Nº 18 BWG - Ø 1,25mm	kg	0,025	11,00	0,28
Espaçador circular de plástico para pilar, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (Cobrimto: 30 mm)	un.	11,4	0,14	1,60
			Total (R\$/kg)	11,55
Armadura de Aço CA - 50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem - kg				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Ajudante de armador	h	0,14	13,04	1,83
Armador	h	0,08	18,42	1,47
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5 hp (3,7 kW) - vida útil 20000 h	h prod	0,06	5,50	0,33
Aço CA - 50 Ø 10 mm	kg	1,1	4,68	5,15
Arame recozido - Nº 18 BWG - Ø 1,25mm	kg	0,025	11,00	0,28
Espaçador circular de plástico para pilar, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (Cobrimto: 30 mm)	un.	11,4	0,14	1,60
			Total (R\$/kg)	10,65
Concreto usinado, Controle A, 25 Mpa (m³)				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	1,65	18,42	30,39
Servente	h	4,5	13,04	58,68
Vibrador de imersão, elétrico, potência 1 hp (0,75 kW) - vida útil 20.000 h	h prod	0,65	6,50	4,23
Concreto usinado, Controle A, 25 Mpa	m³	1	320,00	320,00
			Total (R\$/m³)	413,30
Concreto produzido em obra, Controle B, 25 Mpa (m³)				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	1,65	18,42	30,39
Servente	h	4,5	13,04	58,68
Servente produzindo concreto	h	6	13,04	78,24
Cimento Portland CP II-E-32	Kg	373	0,45	167,85
Areia Lavada tipo média	m³	0,578	58,00	33,52
Pedra Britada tipo 1	m³	0,712	40,59	28,90
Vibrador de imersão, elétrico, potência 1 hp (0,75 kW) - vida útil 20.000 h	h prod	0,65	6,50	4,23
Betoneira elétrica trifásica, 2 HP 1,5 kW, capacidade 400 L	h prod	0,306	8,25	2,52
			Total (R\$/m³)	404,34

Armadura de Aço CA - 50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem - kg				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Ajudante de armador	h	0,14	13,04	1,83
Armador	h	0,08	18,42	1,47
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5 hp (3,7 kW) - vida útil 20000 h	h prod	0,06	5,50	0,33
Aço CA - 50 Ø 12,5 mm	kg	1,1	4,45	4,90
Arame recozido - Nº 18 BWG - Ø 1,25mm	kg	0,025	11,00	0,28
Espaçador circular de plástico para pilar, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (Cobrimento: 30 mm)	un.	11,4	0,14	1,60
			Total (R\$/kg)	10,40
Armadura de Aço CA - 50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem - kg				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Ajudante de armador	h	0,14	13,04	1,83
Armador	h	0,08	18,42	1,47
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5 hp (3,7 kW) - vida útil 20000 h	h prod	0,06	5,50	0,33
Aço CA - 50 Ø 16,0 mm	kg	1,1	4,45	4,90
Arame recozido - Nº 18 BWG - Ø 1,25mm	kg	0,025	11,00	0,28
Espaçador circular de plástico para pilar, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (Cobrimento: 30 mm)	un.	11,4	0,14	1,60
			Total (R\$/kg)	10,40
SUPERESTRUTURA				
Fôrma para pilares, com chapa compensada plastificada, 3 aproveitamentos, e = 12 mm - fabricação, montagem e desmontagem - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Preço Total
Ajudante de Carpinteiro	h	0,239	13,04	3,12
Carpinteiro	h	0,956	18,42	17,61
Sarrafo (seção transversal: 1 x 3" / espessura: 25 mm / altura: 75 mm)	m	2,731	1,74	4,75
Chapa de madeira compensada plastificada, espessura 12 mm	m ²	0,446	23,50	10,47
Prego com cabeça 17 x 21 (comprimento: 48 mm / diâmetro: 3 mm)	kg	0,066	9,51	0,63
Pontaletes (seção transversal: 3 x 3" / altura: 75 mm. largura: 75 mm)	m	2,046	3,97	8,12
Desmoldante de fôrmas para concreto	l	0,020	5,31	0,11
Prego com cabeça dupla 17 x 27 (comprimento: 62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3 mm)	kg	0,200	11,74	2,35
			Total (R\$/m²)	47,15

Fôrma para escadas, com chapa compensada plastificada, 3 aproveitamentos, e = 12 mm - fabricação, montagem e desmontagem - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Preço Total
Ajudante de Carpinteiro	h	0,540	13,04	7,04
Carpinteiro	h	1,350	18,42	24,87
Sarrafo (seção transversal: 1 x 3" / espessura: 25mm / altura: 75 mm)	m	2,731	1,74	4,75
Chapa de madeira compensada plastificada, espessura 12 mm	m ²	0,446	23,50	10,47
Prego com cabeça 17 x 21 (comprimento: 48 mm / diâmetro: 3 mm)	kg	0,066	9,51	0,63
Pontaletes (seção transversal: 3 x 3" / altura: 75 mm. largura: 75 mm)	m	2,046	3,97	8,12
Desmoldante de fôrmas para concreto	l	0,020	5,31	0,11
Prego com cabeça dupla 17 x 27 (c: 62,1 mm / d: 3 mm)	kg	0,200	11,74	2,35
			Total (R\$/m²)	58,33
Fôrma para vigas, com chapa compensada plastificada, 3 aproveitamentos, e = 12 mm - fabricação, montagem e desmontagem - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Preço Total
Ajudante de Carpinteiro	h	0,297	13,04	3,87
Carpinteiro	h	1,188	18,42	21,88
Sarrafo (seção transversal: 1 x 3"/espessura: 25mm/altura: 75mm)	m	1,332	1,74	2,32
Chapa de madeira compensada plastificada, espessura 12 mm	m ²	0,396	23,50	9,31
Prego com cabeça 17 x 21 (comprimento: 48mm /diâmetro: 3mm)	kg	0,066	9,34	0,62
Pontaletes (seção transversal: 3 x 3" / altura: 75 mm. largura: 75 mm)	m	1,063	3,97	4,22
Desmoldante de fôrmas para concreto	l	0,020	5,31	0,11
Prego com cabeça dupla 17 x 27 (c: 62,1 mm / d: 3 mm)	kg	0,100	11,74	1,17
			Total (R\$/m²)	43,49
Laje pré-fabricada comum para forro, intereixo 38 cm, espessura 12 cm, capeamento 4 cm e elemento de enchimento 8 cm - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Preço Total
Armador	h	0,150	18,42	2,76
Carpinteiro	h	0,730	18,42	13,45
Pedreiro	h	0,440	18,42	8,10
Servente	h	1,880	13,04	24,52
Areia Lavada tipo média	m ³	0,048	58,00	2,78
Pedra Britada tipo 1	m ³	0,011	40,59	0,45
Pedra Britada tipo 2	m ³	0,033	40,59	1,34
Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32 MPa)	kg	15,00	0,45	6,75
Laje pré-fabricada convencional para forro (vão até 4,50 m)	m ²	1,000	26,44	26,44
Barra de aço CA-50 1/4"(bitola: 6,30 mm)	kg	1,890	4,90	9,26
Sarrafo (seção transversal: 1 x 4" / espessura: 2 mm / altura: 100mm)	m	0,970	3,57	3,46
Prego com cabeça 18 x 27 (c: 62,1mm/diâmetro: 3,4mm)	kg	0,030	9,35	0,28
Pontaletes de cedro 3ª construção (seção transversal: 3 x 3")	m	1,71	3,97	6,79
Betoneira elétrica, Pot. 2hp (1,5 kW), 400l - vida útil: 10000h	h-prod	0,012	8,25	0,10
Tábua de cedrinho (seção transversal: 1 x 12")	m	0,56	7,27	4,07
			Total (R\$/m²)	110,56

ALVENARIA				
Alvenaria de vedação com bloco cerâmico furado, 9 x 19 x 19 cm, espessura da parede 9 cm, juntas de 10 mm com argamassa industrializada - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Preço Total
Pedreiro	h	1,050	18,42	19,34
Servente	h	0,770	13,04	10,04
Argamassa pré-fabricada para assentamento de alvenaria	m ³	0,002	330,00	0,66
Bloco cerâmico furado de vedação (altura: 190 mm / comprimento: 190 mm / largura: 90 mm)	un	27,00 0	0,41	11,07
			Total (R\$/m²)	41,11
Alvenaria de vedação com bloco cerâmico furado, 9 x 19 x 19 cm, espessura da parede 9 cm, juntas de 10 mm com argamassa produzida na obra - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Preço Total
Pedreiro	h	1,050	18,42	19,34
Servente	h	0,770	13,04	10,04
Servente produzindo argamassa	h	0,02	13,04	0,26
Areia Lavada tipo média	m ³	0,003	58,00	0,17
Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32 MPa)	kg	0,5	0,45	0,23
Betoneira elétrica trifásica, 2 HP 1,5 kW, capacidade 400 L	h	0,005	8,25	0,04
Bloco cerâmico furado de vedação (altura: 190 mm / comprimento: 190 mm / largura: 90 mm)	un	27,00 0	0,41	11,07
			Total (R\$/m²)	41,15
Verga reta moldada no local - Unid.: m³				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Preço Total
Carpinteiro	h	16,00 0	18,42	294,72
Armador	h	4,800	18,42	88,42
Pedreiro	h	2,000	18,42	36,84
Servente	h	28,80 0	13,04	375,55
Areia Lavada tipo média	m ³	0,890	58,00	51,62
Pedra Britada tipo 1	m ³	0,209	40,59	8,48
Pedra Britada tipo 2	m ³	0,627	40,59	25,45
Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18BWG)	kg	1,200	11,00	13,20
Cimento Portland CP 32	kg	320,0	0,45	144,00
Barra de aço CA-50 (bitola: 8 mm)	kg	69,00	5,50	379,50
Pontalete de cedro 3ª construção (seção transversal: 3 x 3")	m	32,00	3,97	127,04
Sarrafo de pinho aparelhado (comprimento: 1000 mm / espessura: 25 mm / altura: 100 mm)	m	16,30	3,57	58,19
Tábua de cedrinho 3ª construção (seção transversal: 1 x 12")	m ²	10,00	7,27	72,70
Prego com cabeça 18 x 27 (c: 62,1mm / diâmetro: 3,40 mm)	kg	2,130	9,35	19,92
Desmoldante de fôrma para concreto	l	2,2	5,31	11,68
Betoneira elétrica, Pot. 2 hp (1,5 kW), 400 l - vida útil: 10000 h	h-prod	0,306	8,25	2,52
			Total (R\$/m³)	1709,8 3

COBERTURA				
Calha de chapa galvanizada nº 24 Unid.: m				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Ajudante de telhadista	h	1	13,04	13,04
Telhadista	h	1	18,42	18,42
Calha de chapa galvanizada 0,65 mm x 24	m	1,03	20,58	21,20
Prego com cabeça 15x15	kg	0,07	10,53	0,74
Rebite de ferro zincado nº 8	kg	0,03	40,64	1,22
Estanho 30x70 para solda	kg	0,03	121,56	3,65
			Total (R\$/m)	58,26
Rufo de chapa galvanizada nº 24 Unid.: m				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Ajudante de telhadista	h	0,5	13,04	6,52
Telhadista	h	0,5	18,42	9,21
Rufo de chapa galvanizada 0,65 mm x 24	m	1,03	15,66	16,13
Prego com cabeça 15x15	kg	0,07	10,53	0,74
			Total (R\$/m)	32,60
Cobertura de aço com chapas de alumínio - Unid.: m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Estrutura de aço para cobertura em duas águas	m ²	1	34,00	34,00
Cobertura com telhas de alumínio	m ²	1	24,00	24,00
Mão-de-obra terceirizada	m ²	1	55,00	55,00
			Total (R\$/m²)	113,00
REVESTIMENTOS				
Chapisco com argamassa pré-fabricada - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	0,1	18,42	1,84
Servente	h	0,1	13,04	1,30
Argamassa pré-fabricada	m ³	0,0055	330,00	1,82
			Total (R\$/m²)	4,96
Chapisco com argamassa produzida na obra (1:2:6) - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	0,1	18,42	1,84
Servente	h	0,1	13,04	1,30
Servente produzindo argamassa	h	0,05	13,04	0,65
Areia Lavada tipo média	m ³	0,006	58,00	0,35
Cal hidratada CH III	kg	1,22	0,29	0,35
Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32 MPa)	kg	1,22	0,45	0,55
Betoneira elétrica trifásica, 2 HP 1,5 kW, capacidade 400 L	h	0,005	8,25	0,04
			Total (R\$/m²)	5,09

Massa única impermeável com argamassa pré-fabricada, e=20 mm - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	0,5	18,42	9,21
Servente	h	0,5	13,04	6,52
Argamassa pré-fabricada para revestimento e assentamento	m ³	0,022	330,00	7,26
			Total (R\$/m²)	22,99
Massa única impermeável com argamassa produzida na obra, e=20 mm - m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	0,5	18,42	9,21
Servente	h	0,5	13,04	6,52
Servente produzindo argamassa	h	0,2	13,04	2,61
Areia Lavada tipo média	m ³	0,03	58,00	1,74
Cal hidratada CH III	kg	4,86	0,29	1,41
Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32 MPa)	kg	4,86	0,45	2,19
Betoneira elétrica trifásica, 2 HP 1,5 kW, capacidade 400 L	h	0,005	8,25	0,04
			Total (R\$/m²)	23,72
ESQUADRIAS				
Porta de alumínio - Unid.				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	1,5	18,42	27,63
Servente	h	2,5	13,04	32,60
Areia média	m ³	0,0029	58,00	0,17
Cimento portland CP-32	kg	1,17	0,45	0,53
Porta de alumínio	unid	1	1056,87	1056,87
			Total (R\$/und)	1117,79
Porta de madeira 0,80x2,10 m				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Ajudante de carpinteiro	h	3,75	13,04	48,90
Carpinteiro	h	3,75	18,42	69,08
Pedreiro	h	1,4	18,42	25,79
Servente	h	1,4	13,04	18,26
Areia Média	m ²	0,0106	58,00	0,61
Cal hidratada	kg	1,72	0,29	0,50
Cimento portland CP-32	kg	1,72	0,45	0,77
Guarnição tipo peroba	unid	1	128,65	128,65
Porta de madeira 0,80x2,1x0,035 m	unid	1	204,34	204,34
Dobradiça de ferro tipo leve com pino solto altura 3" largura 2 1/2"	unid	3	13,74	41,22
Prego com cabeça 16x24	kg	0,25	10,13	2,53
			Total (R\$/unid)	540,65

Janela de alumínio - 1,2 x 1,2 m				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	1,44	18,42	26,52
Servente	h	0,65	13,04	8,48
Areia média	m ³	0,005 8	58,00	0,34
Cimento portland CP-32	kg	2,33	0,45	1,05
Janela de correr de alumínio, 1,2 x 1,2 m	unid	1	583,00	583,00
			Total (R\$/unid)	619,39
Janela de alumínio - 0,8 x 0,6 m				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	1,44	10,13	14,59
Servente	h	0,65	13,74	8,93
Areia média	m ³	0,005 8	58,00	0,34
Cimento portland CP-32	kg	2,33	0,45	1,05
Janela de alumínio para banheiro, 0,8 x 0,6 m	unid	1	350,00	350,00
			Total (R\$/unid)	374,90
Box para banheiro - Unid.				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	1,5	18,42	27,63
Servente	h	2,5	13,04	32,60
Box de vidro para banheiro	unid	1	700,00	700,00
			Total (R\$/und)	760,23
FORROS				
Forro de gesso fixo monolítico com placa pré-moldada, encaixe macho-fêmea espessura: 30 mm				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Preço Total
Forro de gesso de 60 x 60 x 3 cm encaixe macho-fêmea, instalado com moldura	m ²	1,000	36,00	36,00
			Total (R\$/m²)	36,00
PISOS				
Concreto usinado, Controle A, 25 Mpa (m³)				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	1,65	18,42	30,39
Servente	h	4,5	13,04	58,68
Vibrador de imersão, elétrico, potência 1 hp (0,75 kW) - vida útil 20.000 h	h prod	0,65	6,50	4,23
Concreto usinado, Controle A, 25 Mpa	m ³	1	320,00	320,00
			Total (R\$/m³)	413,30

Concreto produzido em obra, Controle B, 25 Mpa (m³)				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	1,65	18,42	30,39
Servente	h	4,5	13,04	58,68
Servente produzindo concreto	h	6	13,04	78,24
Cimento Portland CP II-E-32	Kg	373	0,45	167,85
Areia Lavada tipo média	m³	0,578	58,00	33,52
Pedra Britada tipo 1	m³	0,712	40,59	28,90
Vibrador de imersão, elétrico, potência 1 hp (0,75 kW) - vida útil 20.000 h	h prod	0,65	6,50	4,23
Betoneira elétrica trifásica, 2 HP 1,5 kW, capacidade 400 L	h prod	0,306	8,25	2,52
			Total (R\$/m³)	404,34
Argamassa pré-fabricada para regularização - espessura 3 cm m² 1:3				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	0,25	18,42	4,61
Servente	hh	0,25	13,04	3,26
Argamassa pré-fabricada	m³	0,03	289,00	8,67
			Total (R\$/m²)	16,54
Argamassa produzida na obra para regularização - espessura 3 cm m² 1:3				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	h	0,25	18,42	4,61
Servente	h	0,25	13,04	3,26
Servente produzindo argamassa	h	0,3	13,04	3,91
Areia Lavada tipo média	m³	0,04	58,00	2,32
Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32 MPa)	kg	7,29	0,45	3,28
Betoneira elétrica trifásica, 2 HP 1,5 kW, capacidade 400 L	h	0,005	8,25	0,04
			Total (R\$/m²)	17,42
Porcelanato polido assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante (dimensão 40 x 40) - Unid.: m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Azulejista	h	0,84	18,42	15,47
Servente	h	0,42	13,04	5,48
Argamassa de cimento colante pré-fabricada (ACIII)	kg	9	1,49	13,41
Porcelanato polido	m²	1,19	61,24	72,88
			Total (R\$/m²)	107,24
Soleira de granito - m				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Soleira de granito (incluso instalação)	m	1	75,00	75,00
			Total (R\$/m)	75,00

PINTURA				
Pintura com tinta látex PVA em parede interna, sem massa corrida, com 2 demãos (m²)				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Ajudante de pintor	h	0,35	13,04	4,56
Pintor	h	0,4	18,42	7,37
Selador base PVA	l	0,12	6,12	0,73
Tinta latex PVA	l	0,17	11,07	1,88
Lixa grana: 100 para superfície madeira / massa	un.	0,25	0,74	0,19
			Total (R\$/m²)	14,73
Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, sem massa corrida, com 2 demãos (m²)				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Ajudante de pintor	h	0,35	13,04	4,56
Pintor	h	0,4	18,42	7,37
Líquido preparador de superfície	l	0,12	9,45	1,13
Tinta latex acrílica	l	0,17	39,84	6,77
Lixa grana: 100 para superfície madeira / massa	un.	0,25	0,74	0,19
			Total (R\$/m²)	20,02
SERVIÇOS COMPLEMENTARES				
Limpeza geral e final - Unid.: m²				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Servente	h	0,25	13,04	3,26
			Total (R\$/m²)	3,26
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS				
Instalações hidráulicas - Unid.: unid				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Mão-de-obra terceirizada, por apartamento	unid	1	2500,00	2500,00
Tubulação e conexões, por apartamento	unid	1	3500,00	3500,00
			Total (R\$/unid)	6000,00
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				
Instalações elétricas - Unid.: unid				
Descrição	Unid.	Cons.	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Mão-de-obra terceirizada, por apartamento	unid	1	2600,00	2600,00
Tubulação e conexões, por apartamento	unid	1	4200,00	4200,00
			Total (R\$/unid)	6800,00

APÊNDICE C – PLANILHA FINAL CASO 1

Serviços	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Projetos	m ²	1353,2	34	R\$46.008,80
Serviços preliminares	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Locação da obra, execução do gabarito	m	102	15,35	R\$1.565,70
Placa de Identificação da Obra	m ²	4	280	R\$1.120,00
Limpeza terreno - Raspagem mecanizada	m ²	540	3,26	R\$1.760,40
Abrigo provisório tipo container	mês	24	465	R\$11.160,00
Tapume de chapa de madeira compensada	m ²	204	86,83	R\$17.713,32
Infraestrutura	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Escavação manual de vala	m ³	56	52,16	R\$2.920,96
Reaterro e compactação manual de vala	m ³	28	52,09	R\$1.458,52
Estaca tipo Strauss	m	1987,5	15	R\$29.812,50
Fôrma de Madeira para fundação	m ²	177	56,21	R\$9.949,17
Armadura de Aço CA - 50 Ø 6,3mm	Kg	447,86	10,89	R\$4.877,20
Armadura de Aço CA - 50 Ø 8 mm	Kg	237	11,55	R\$2.737,35
Armadura de Aço CA - 50 Ø 10 mm	Kg	1391,34	10,65	R\$14.817,77
Armadura de Aço CA - 50 Ø 12,5 mm	Kg	105,93	10,4	R\$1.101,67
Armadura de Aço CA - 50 Ø 16 mm	Kg	165,69	10,4	R\$1.723,18
Concreto usinado	m ³	0	0	R\$0,00
Concreto produzido em obra	m ³	128	404,34	R\$51.755,52
Superestrutura	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Fôrma para pilares	m ²	660	47,15	R\$31.119,00
Fôrma para vigas	m ²	780	43,49	R\$33.922,20
Fôrma para escadas	m ²	80,25	58,33	R\$4.680,98
Laje pré-fabricada comum para forro	m ²	1375	110,56	R\$152.020,00
Armadura de Aço CA - 60 Ø 5mm	Kg	2042,76	10,62	R\$21.694,11
Armadura de Aço CA - 50 Ø 8 mm	Kg	1911,41	11,55	R\$22.076,79
Armadura de Aço CA - 50 Ø 10 mm	Kg	2589,67	10,65	R\$27.579,99
Armadura de Aço CA - 50 Ø 12,5 mm	Kg	2837,34	10,4	R\$29.508,34
Concreto usinado	m ³	0	0	R\$0,00
Concreto produzido em obra	m ³	90	404,34	R\$36.390,60
Alvenaria	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Alvenaria de vedação (argamassa produzida na obra)	m ²	2700	41,15	R\$111.105,00
Verga reta moldada no local	m ³	3,24	1709,83	R\$5.539,85
Cobertura	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Cobertura de aço com chapas de alumínio	m ²	270	113	R\$30.510,00
Calha de chapa galvanizada	m	23	58,26	R\$1.339,98
Rufo de chapa galvanizada	m	96	32,6	R\$3.129,60

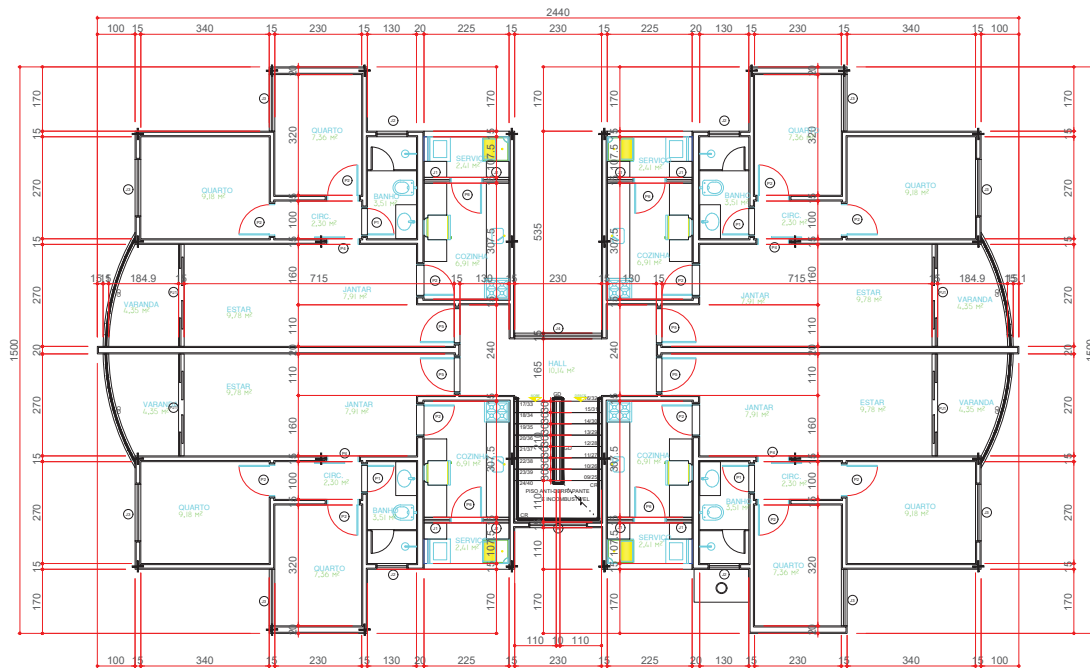
Revestimento argamassado	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Chapisco	m ²	5100	5,09	R\$25.959,00
Camada única	m ²	5100	23,72	R\$120.972,00
Esquadrias	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Porta de madeira	unid	91	540,65	R\$49.199,15
Porta de alumínio	unid	17	1117,79	R\$19.002,43
Janela de alumínio 1,2 x 1,2	unid	50	619,39	R\$30.969,50
Janela de alumínio 0,6 x 0,8	unid	15	374,9	R\$5.623,50
Box para banheiro	unid	15	760,23	R\$11.403,45
Forros	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Forro de gesso com moldura	m ²	1280	36	R\$46.080,00
Pisos	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Lastro de concreto	m ³	30	404,34	R\$12.130,20
Argamassa de regularização	m ²	1280	17,42	R\$22.297,60
Porcelanato polido assentado com argamassa	m ²	1344	107,24	R\$144.130,56
Soleira	m	240	75	R\$18.000,00
Pintura	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Pintura com tinta látex PVA (interna)	m ²	3746	14,73	R\$55.178,58
Pintura com tinta látex acrílica	m ²	1354	20,02	R\$74.994,92
Instalações hidráulicas	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Mão de obra e material	unid	14	6000	R\$84.000,00
Instalações elétricas	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Mão de obra e material	unid	14	6800	R\$95.200,00
Serviços complementares	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Limpeza geral e final	m ²	1095	3,26	R\$3.569,70
			Total	R\$1.529.809,07

APÊNDICE D – PLANILHA FINAL CASO 2

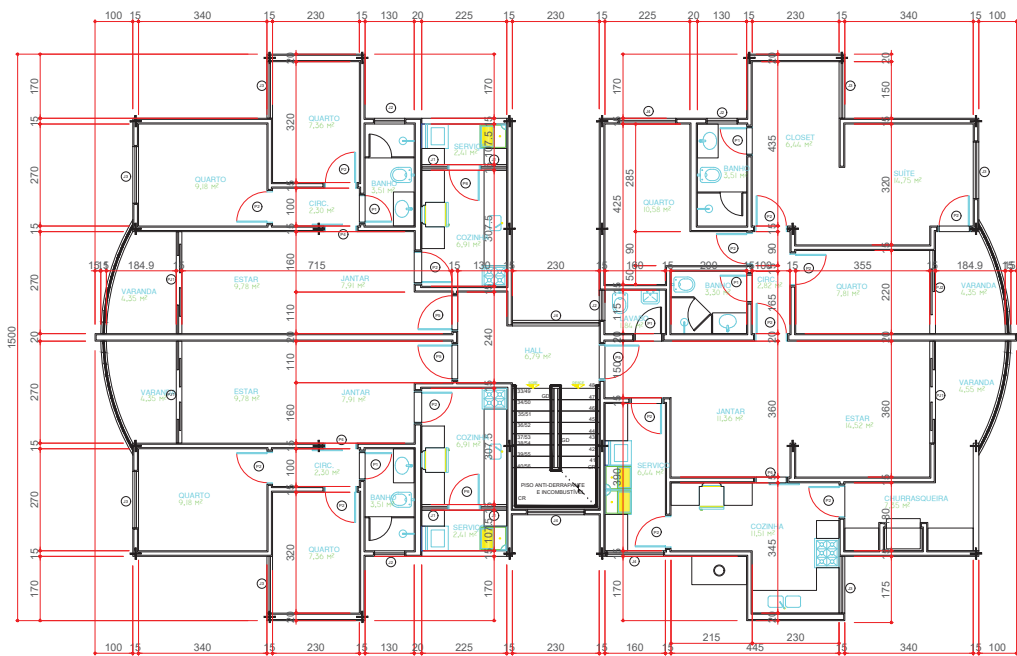
SERVIÇOS	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Projetos	m ²	1353,2	34	R\$46.008,80
Serviços preliminares	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Locação da obra, execução do gabarito	m	102	15,35	R\$1.565,70
Placa de Identificação da Obra	m ²	4	280	R\$1.120,00
Limpeza terreno - Raspagem mecanizada	m ²	540	3,26	R\$1.760,40
Abrigo provisório tipo container	mês	24	465	R\$11.160,00
Tapume de chapa de madeira compensada	m ²	204	86,83	R\$17.713,32
Infraestrutura	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Escavação manual de vala	m ³	56	52,16	R\$2.920,96
Reaterro e compactação manual de vala	m ³	28	52,09	R\$1.458,52
Estaca tipo Strauss	m	1987,5	15	R\$29.812,50
Fôrma de Madeira para fundação	m ²	177	56,21	R\$9.949,17
Armadura de Aço CA - 50 Ø 6,3mm	Kg	447,86	10,89	R\$4.877,20
Armadura de Aço CA - 50 Ø 8 mm	Kg	237	11,55	R\$2.737,35
Armadura de Aço CA - 50 Ø 10 mm	Kg	1391,34	10,65	R\$14.817,77
Armadura de Aço CA - 50 Ø 12,5 mm	Kg	105,93	10,4	R\$1.101,67
Armadura de Aço CA - 50 Ø 16 mm	Kg	165,69	10,4	R\$1.723,18
Concreto usinado	m ³	128	413,3	R\$52.902,40
Concreto produzido em obra	m ³	128	0	R\$0,00
Superestrutura	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Sistema estrutural pré-moldado	unid	1	225000	R\$225.000,00
Laje pré-moldada em placas	m ²	1375	136,12	R\$187.165,00
Alvenaria	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Alvenaria de vedação (argamassa industrializada)	m ²	2700	41,11	R\$110.997,00
Verga reta moldada no local	m ³	3,24	1709,83	R\$5.539,85
Cobertura	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Cobertura de aço com chapas de alumínio	m ²	270	113	R\$30.510,00
Calha de chapa galvanizada	m	23	58,26	R\$1.339,98
Rufo de chapa galvanizada	m	96	32,6	R\$3.129,60
Revestimento argamassado	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Chapisco	m ²	5100	4,96	R\$25.296,00
Camada única	m ²	5100	22,99	R\$117.249,00
Esquadrias	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Porta de madeira	unid	91	540,65	R\$49.199,15
Porta de alumínio	unid	17	1117,79	R\$19.002,43
Janela de alumínio 1,2 x 1,2	unid	50	619,39	R\$30.969,50
Janela de alumínio 0,6 x 0,8	unid	15	374,9	R\$5.623,50
Box para banheiro	unid	15	760,23	R\$11.403,45
Forros	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Forro de gesso com moldura	m ²	690	36	R\$24.840,00

Pisos	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Lastro de concreto	m³	30	413,3	R\$12.399,00
Argamassa de regularização	m²	1280	16,54	R\$21.171,20
Porcelanato polido assentado com argamassa	m²	1344	107,24	R\$144.130,56
Soleira	m	240	75	R\$18.000,00
Pintura	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Pintura com tinta látex PVA (interna)	m²	3746	14,73	R\$55.178,58
Pintura com tinta látex acrílica	m²	1354	20,02	R\$74.994,92
Instalações hidráulicas	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Mão de obra e material	unid	14	6000	R\$84.000,00
Instalações elétricas	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Mão de obra e material	unid	14	6800	R\$95.200,00
Serviços complementares	Un.	Quant.	Custo unitário	Custo total
Limpeza geral e final	m²	1095	3,26	R\$3.569,70
			Total	R\$1.557.537,35

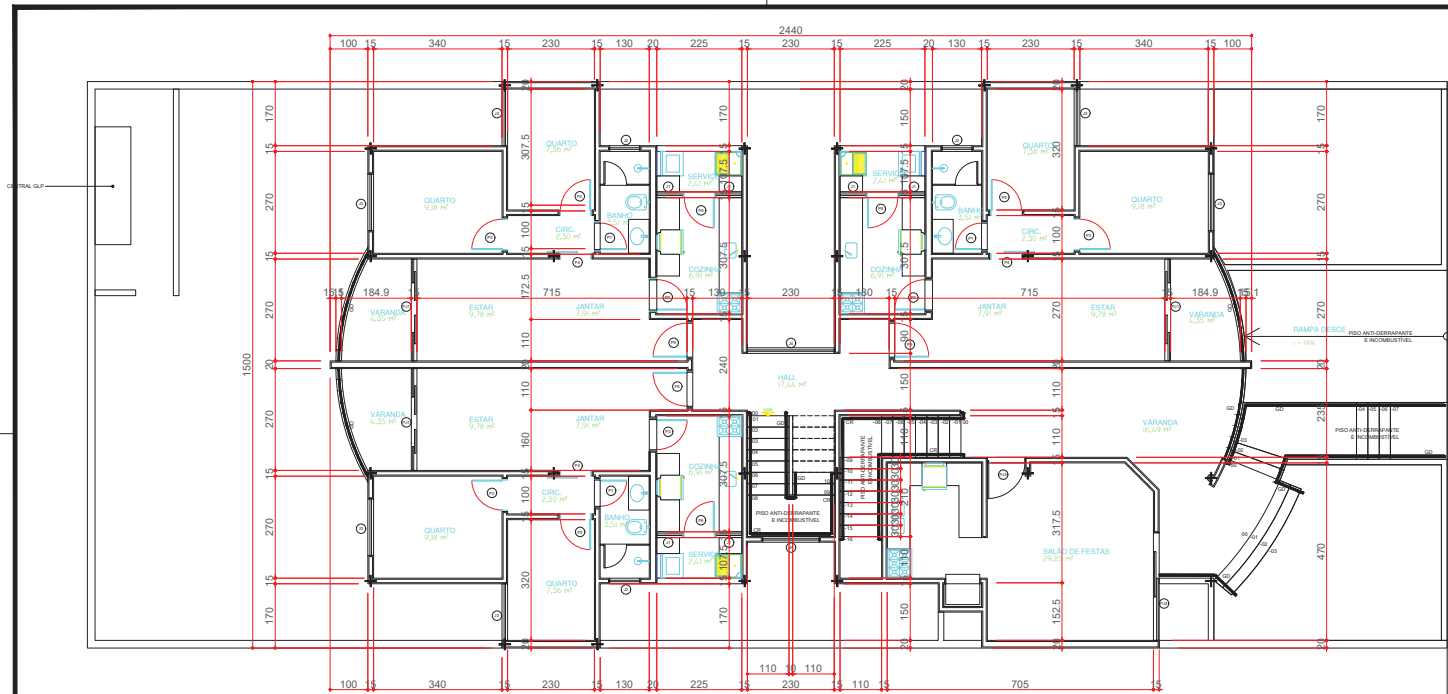
ANEXO A – PLANTAS ARQUITETÔNICAS



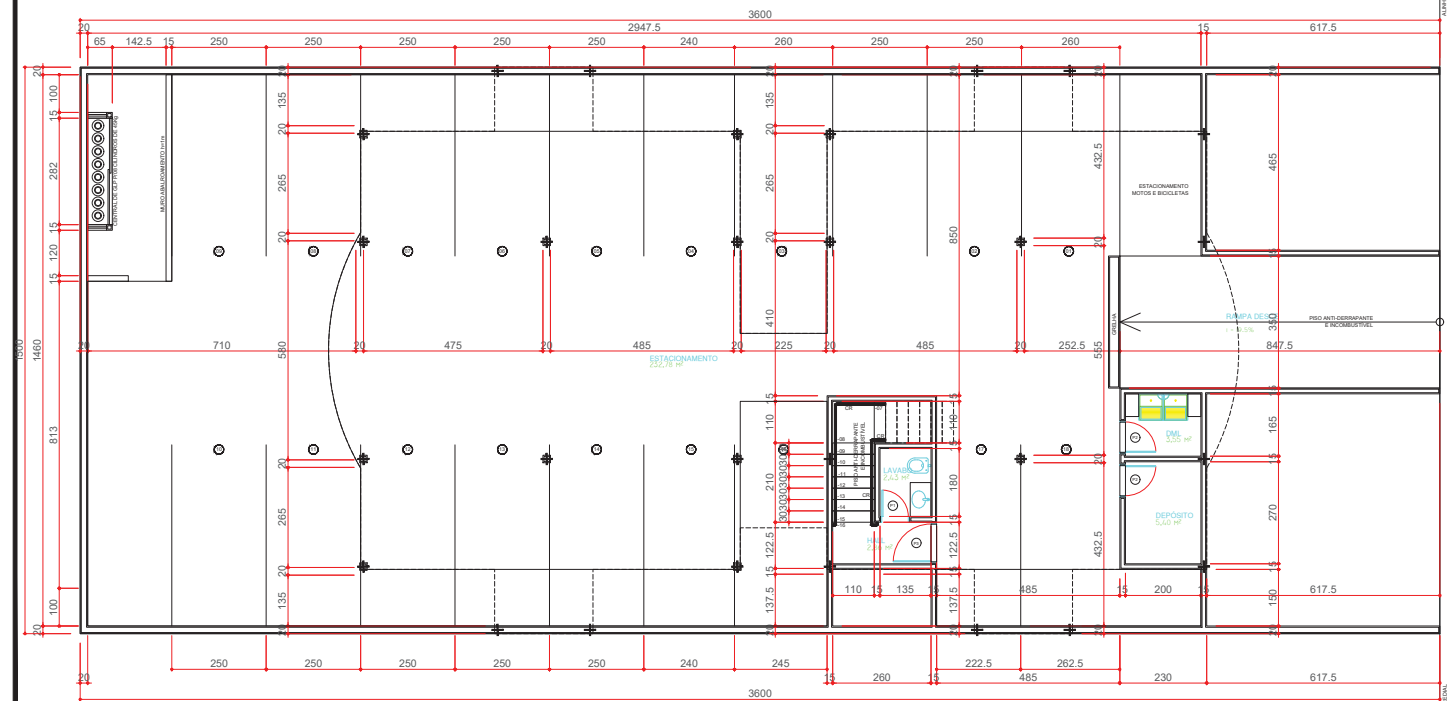
PLANTA TIPO 2X
ESCALA: 1:50



PLANTA 3º PAVIMENTO
ESCALA: 1:50



PLANTA TÉRREO/IMPLANTAÇÃO



PLANTA SUB-SOLO