

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO (CTC)
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Guilherme Maciel Cunha

**Análise comparativa de custos entre uma rede de instalações elétricas e hidrossanitárias
pré-fabricadas e o sistema convencional de construção: Um estudo de caso junto à
Construtora CCB e ao fornecedor Ambar Tech**

Florianópolis

2021

Guilherme Maciel Cunha

Análise comparativa de custos entre uma rede de instalações elétricas e hidrossanitárias pré-fabricadas e o sistema convencional de construção: Um estudo de caso junto à Construtora CCB e ao fornecedor Ambar Tech

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lobo

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da
Biblioteca Universitária da UFSC.

Cunha, Guilherme

Análise comparativa de custos entre uma rede de instalações elétricas e hidrossanitárias pré-fabricadas e o sistema convencional de construção: Um estudo de caso junto à Construtora CCB e ao fornecedor Ambar Tech / Guilherme Cunha ; orientador, Eduardo Lobo, 2021.

85 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Industrialização. 3. Instalações Prediais. 4. Análise de Custos. 5. Habitação de Interesse social. I. Lobo, Eduardo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Guilherme Maciel Cunha

Análise comparativa de custos entre uma rede de instalações elétricas e hidrossanitárias pré-fabricadas e o sistema convencional de construção: Um estudo de caso junto à Construtora CCB e ao fornecedor Ambar Tech

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil.

Florianópolis, 07 de Maio de 2021.

Prof.^a Liane Ramos da Silva, Dr.(a)
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Eduardo Lobo, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Dr.(a)
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Marcos Felipe Nuernberg
Avaliador

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Edilson e Sílvia, ao meu irmão, aos meus avós e ao meu padrinho Sebastião Sérgio.

AGRADECIMENTOS

Por ter chegado até aqui, agradeço primeiramente a Deus, pela minha saúde, pela minha condição e pelas oportunidades colocadas diante de mim.

Agradeço aos meus pais, Edilson e Sílvia, pela educação que me foi dada ao longo da vida e, principalmente, por não terem deixado faltar nada em nossa casa, sempre colocando os filhos como prioridades. Agradeço ao meu irmão Vinícius pela parceria e apoio. Obrigado, essa conquista é nossa!

Aos meus tios e primos, Ederson, Eliane, Elora, Enrique e Emanuel, por terem cuidado de mim e me oferecido auxílio durante todo o período da graduação.

Agradeço aos meus avós e aos meus tios e primos, por terem acreditado em mim e me apoiado.

Aos amigos que fiz durante a faculdade, com certeza quero levar para a vida! Todos os momentos que tivemos foram fundamentais para chegar até aqui e formaram a pessoa que sou hoje, muito orgulho de todos!

À minha namorada, que muito me apoiou, celebrou ao meu lado minhas conquistas, me amparou em momentos de dificuldade e com certeza, não teria conseguido sem ela!

Agradeço aos meus colegas de trabalho e às empresas que me ofereceram oportunidades: EPEC, Conaz, Ambar e 123Projetei. O aprendizado foi enorme e fundamental para minha formação como profissional.

Ficam meus agradecimentos, também, ao meu professor orientador Eduardo Lobo, pelos ensinamentos e auxílios, e aos membros da banca examinadora: professora Cristine Mutti e engenheiro Marcos Nuernberg.

Agradeço também às pessoas que fizeram esse trabalho ser possível: engenheiro Marcos Nuernberg e engenheiro Edson Coura, da Ambar, e engenheira Anaelisa, da construtora CCB.

RESUMO

A industrialização de processos construtivos nas obras residenciais tem como objetivos ganhar produtividade durante a execução de um empreendimento, diminuindo o tempo de execução, o desperdício de material e mão de obra e o custo do processo, aumentando a precisão do controle de qualidade. O objetivo principal do trabalho é comparar os custos envolvidos nos processos de instalação de redes elétricas e hidrossanitárias do método convencional de construção utilizado no Brasil com o uso de instalações pré-fabricadas montadas in loco, analisando vantagens e desvantagens do modelo industrializado. Desta forma, pretende-se estudar uma obra de habitação de interesse social – devido à larga escala e ao alto índice de repetitividade envolvido na sua construção – que tenha paredes estruturais (método construtivo para qual as soluções industrializadas foram desenvolvidas). Com essa visão, as construtoras e incorporadoras tendem a realizar obras cada vez mais otimizadas processualmente, com menor custo e em menos tempo e o consumidor final recebe o imóvel em um prazo menor e com a qualidade aferida em processos fabris.

Palavras-chave: Industrialização. Instalações Prediais. Pré-fabricação.

ABSTRACT

The industrialization of construction processes in residential construction aims to gain productivity during the execution of a project, reducing the execution time, the waste of material and labor and the cost of the process, increasing the precision of quality control. The main objective of this work is to compare the costs involved in the installation processes of electrical and hydrosanitary systems of the conventional construction method used in Brazil with the use of prefabricated installations assembled in loco, analyzing the advantages and disadvantages of the industrialized model. In this way, it is intended to study a housing project of social interest – due to the large scale and the high rate of repeatability involved in its construction – which has structural walls (construction method for which industrialized solutions were developed). With this vision, builders and developers tend to carry out works that are more procedurally optimized, at a lower cost and faster, and the final consumer receives the property in a shorter period and with the quality measured in manufacturing processes.

Keywords: Industrialization. Building installations. Prefabrication.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - PIB Brasil x PIB Construção de 2004 a 2020 (variação %)	15
Figura 2 - Taxa de crescimento anual da produtividade	17
Figura 3 - Hipódromo da Gávea	29
Figura 4 - Vista interior da uma obra com estruturas de concreto pré-moldado	30
Figura 5 - Habitação Unifamiliar em LSF	31
Figura 6 - Perfis de aço em painel de contraventamento	32
Figura 7 - Balloon frame e Platform Frame	33
Figura 8 - Vedações internas em drywall	34
Figura 9 - Sistema de distribuição direta	38
Figura 10 - Sistema de distribuição indireta	38
Figura 11 - Sistema de distribuição mista	39
Figura 12 - Tubulação em PEX	39
Figura 13 - Principais componentes dos sistemas prediais de esgoto sanitário	41
Figura 14 - Rede de kits elétricos instalados em obra	42
Figura 15 - Rede de kits hidráulicos instalados em obra	43
Figura 16 - Armazenamento de kits de instalações	43
Figura 17 - Exemplo de EAP	47
Figura 18 - Exemplo de composição de serviço	49
Figura 19 - Fluxograma de estrutura do trabalho	57
Figura 20 - Fluxograma do procedimento	60
Figura 21 - Etapas do orçamento analítico	62
Figura 22 - Etapas para análise de redução de mão de obra	65
Figura 23 - Metodologia para análise comparativa de custos	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de pesquisa	55
Quadro 2 - Orçamento detalhado de instalações elétricas	68
Quadro 3 - Orçamento detalhado de instalações de água fria	68
Quadro 4 - Proposta comercial para fornecimento de soluções industrializadas	69
Quadro 5 - Materiais remanescentes do sistema elétrico	70
Quadro 6 - Materiais remanescentes do sistema hidráulico	70
Quadro 7 - Listagem das atividades de instalações	71
Quadro 8 - Listagem das atividades com atribuições de peso	71
Quadro 9 - Redução da demanda por mão de obra	72
Quadro 10 - Consideração para comparação final.....	73
Quadro 11 - Comparação final de custos	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAINCC Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias
BDI Bonificação das Despesas Indiretas
BIM Building Information Modeling
BNH Banco Nacional da Habitação
CBIC Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CEF Caixa Econômica Federal
CPM Concreto Pré-Moldado
CUB Custo Unitário Básico
EAP Estrutura Analítica de Projeto
EPUSP Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FGTS Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FAR Fundo de Arrendamento Residencial
FIBRA Federação das Indústrias do Distrito Federal
HIS Habitação de Interesse Social
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT Instituto de Pesquisa e Tecnologia do Estado de São Paulo
LSF Light Steel Framing
PFF Perfis Formados a Frio
PIB Produto Interno Bruto
PMCMV Programa Minha Casa Minha Vida
SINAPI Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINDUSCON Sindicato da Indústria da Construção Civil
SFH Sistema Financeiro Habitacional
SNIS Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
TCPO Tabela De Composições de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	OBJETIVOS	18
1.2.1	Objetivo geral.....	18
1.2.2	Objetivos específicos.....	19
1.3	JUSTIFICATIVA	19
1.3.1	Quanto à originalidade.....	19
1.3.2	Quanto à relevância.....	20
1.3.3	Quanto à viabilidade	20
1.4	ESTRUTURA, ESCOPO E LIMITAÇÕES DO TRABALHO	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1	INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	23
2.1.1	Tipos de industrialização na construção.....	24
2.1.2	Cenário da construção civil industrializada no mundo	25
2.1.3	Industrialização da construção civil no Brasil	27
2.1.4	Principais sistemas industrializados	28
2.1.4.1	<i>Estrutura de concreto pré-moldado</i>	28
2.1.4.2	<i>Light steel framing.....</i>	30
2.1.4.3	<i>Wood frame.....</i>	32
2.1.4.4	<i>Drywall.....</i>	33
2.2	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS	35
2.2.1	Instalações Elétricas	35
2.2.2	Instalações Hidrossanitárias	36
2.2.2.1	<i>Instalações Prediais de água fria.....</i>	36
2.2.2.2	<i>Instalações de esgoto sanitário</i>	40

2.2.3	Instalações pré-fabricadas	41
2.3	ANÁLISE DE CUSTOS	44
2.3.1	Estimativa de custos	45
2.3.2	Orçamento	45
2.3.2.1	<i>Orçamento Preliminar.....</i>	46
2.3.2.2	<i>Orçamento Detalhado ou Analítico.....</i>	46
2.4	HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL (HIS).....	50
2.4.1	Histórico.....	50
2.4.2	Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV)	51
2.4.3	Características de projetos de HIS.....	52
3	METODOLOGIA.....	54
3.1	ESTRUTURA METODOLÓGICA	54
3.2	PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS	57
3.3	PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	58
3.4	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	59
4	METODOLOGIA PARA COMPARAÇÃO DE CUSTOS	60
4.1	REALIZAÇÃO DO ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ETAPA DE INSTALAÇÕES.....	61
4.1.1	Elaboração da Estrutura Analítica de Projeto (EAP).....	62
4.1.2	Levantamento de quantitativos	62
4.1.3	Definição dos custos unitários.....	63
4.1.4	Definição das composições de preços	63
4.2	COTAÇÕES DE MERCADO DE SOLUÇÕES INDUSTRIALIZADAS	63
4.3	COMPARAÇÃO ENTRE O ESCOPO DE FORNECIMENTO E ORÇAMENTO ANALÍTICO	64
4.3.1	Análise de materiais.....	64

4.3.2	Análise de mão de obra	64
4.4	COMPARAÇÃO DE CUSTOS	65
5	ESTUDO DE CASO	67
5.1	ORÇAMENTO ANALÍTICO	67
5.2	PROPOSTA COMERCIAL PARA INDUSTRIALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES.....	69
5.3	ANÁLISE DE ESCOPO DE FORNECIMENTO.....	70
5.3.1	Análise de materiais.....	70
5.3.2	Análise de redução de mão de obra.....	71
5.4	COMPARAÇÃO DE CUSTOS	72
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
6.1	PRINCIPAIS ACHADOS	74
6.2	SOBRE OS OBJETIVOS	76
6.3	SUGESTÃO PARA TRABALHOS POSTERIORES	77
6.4	RECOMENDAÇÕES FINAIS	78
	REFERÊNCIAS.....	80

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A construção civil pode ser considerada um “termômetro da economia”. De acordo com a FIBRA (Federação das Indústrias do Distrito Federal), em 2016, o setor representou 6,2% de todo o PIB (Produto Interno Bruto) nacional. Sendo assim, essa relação traz a necessidade de revisão e melhoria contínua dos processos envolvidos na construção civil, como as técnicas construtivas, os modelos de negócio e as relações de trabalho, visando manter o setor sempre aquecido, produzindo e acompanhando os avanços tecnológicos. Dessa forma, as empresas do setor estudam e analisam a utilização dos métodos mais viáveis, para que seja explorado, ao máximo, o potencial financeiro de cada empreendimento.

Figura 1 - PIB Brasil x PIB Construção de 2004 a 2020 (variação %)



Fonte: Banco de Dados Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2021)

Quando observado em contexto mundial, encontra-se uma heterogeneidade do método construtivo empregado, que varia de acordo com alguns fatores, como classe socioeconômica, padrão construtivo, disponibilidade de matéria-prima, acesso à tecnologia, condições climáticas e disponibilidade e qualificação de mão de obra. Porém, percebe-se que o método a ser adotado é o que exige menos esforço para cumprir com o objetivo da construção, ou seja, o mais eficiente tecnicamente e financeiramente.

Dessa forma, com o desenvolvimento tecnológico nos últimos anos, houve também o crescimento do número de empresas fornecedoras de tecnologia para a construção e,

consequentemente, do uso de tecnologia no setor. De acordo com levantamento realizado pela Terracotta Ventures, o número de *Construtechs*¹ e *Proptechs*² cresceu 180% entre 2017 e 2020 no Brasil. Segundo o SINDUSCON-RIO, o principal objetivo de tais empresas é modernizar o setor, visando reduzir custos e prazos e aumentar a produtividade.

Além da visão econômico-financeira, a demanda por habitação no Brasil é outro fator que impulsiona a necessidade de aumentar a produtividade na construção civil. Segundo a Organização Habita Brasil (2018), mais de 6,35 milhões de famílias no Brasil não possuem moradia. Para suprir esse saldo negativo, junto ao crescimento populacional, segundo pesquisa realizada pela ABRAINCA (Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias) em parceria com a FGV (Fundação Getúlio Vargas), devem ser construídas 1 milhão e 200 mil unidades habitacionais por ano no Brasil até 2029. Esta falta de habitação é conhecida como déficit habitacional. Com isso, as empresas que atuam no setor da construção residencial buscam formas de construir com prazo menor, garantindo qualidade e lucratividade.

Considerando a influência do setor no meio ambiente, a construção civil é a indústria mais poluente do planeta, segundo o professor Vahan Agopyan (2013) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em entrevista concedida para a Globo Ciência. Agopyan (2013) também cita que o cimento é a segunda substância mais consumida no mundo, atrás apenas da água, e que a construção civil é responsável pelo consumo de 40% a 75% da matéria prima produzida no mundo.

De acordo com Rodrigues (2001), a cada três prédios construídos, um é “jogado fora” na forma de desperdício de materiais, em termos de volume. Além disso, a construção civil representa de 50 a 70% da geração dos resíduos sólidos urbanos no Brasil (BRASIL, 2005) e de 25 a 30% da emissão de gases lançados na atmosfera em todo o planeta, segundo a Green Building Council Brasil (2013). Portanto, o impacto ambiental causado pela construção civil também é relevante, estimulando o desenvolvimento de soluções que minimizem tais impactos.

Também foi constatado em um levantamento realizado pelo Departamento de Construção Civil da EPUSP, que se gasta em média até 8% a mais que o necessário com materiais devido as perdas, tanto nos processos construtivos, como na forma de entulho. Além do impacto ambiental, o desperdício de material também influencia nos gastos envolvidos com a construção. Portanto, a evolução das técnicas construtivas convencionais, em termos de evitar desperdícios e geração de resíduos, torna-se um ponto de atenção para pesquisadores e

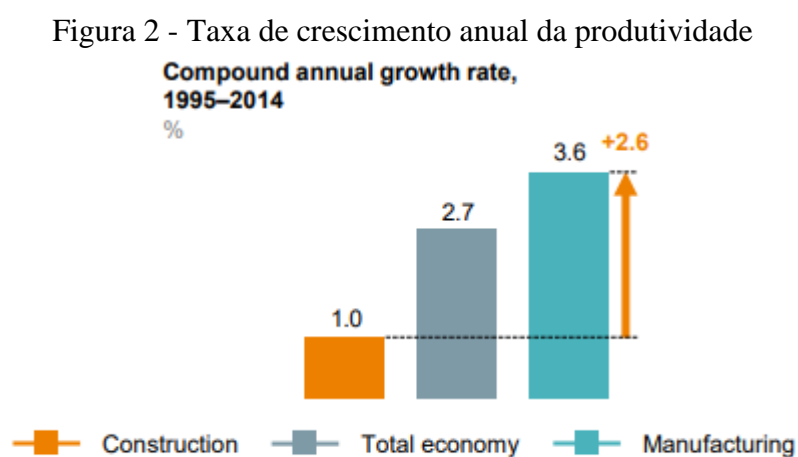
¹ Nomes dados às empresas que fornecem soluções tecnológicas para a construção.

² Nomes dados às empresas que fornecem soluções tecnológicas para o mercado imobiliário.

empresas, garantindo a sustentabilidade financeira e ambiental dos empreendimentos da construção civil.

Mesmo com o avanço tecnológico, a construção civil brasileira dispõe de técnicas artesanais, ou seja, sem sofisticação e pouco escaláveis, com grande número de variáveis a serem controladas e dependente da qualidade da mão de obra. Com isso, pode-se inferir que o controle de qualidade dos processos no canteiro de obra se torna moroso e impreciso. A falta de padronização e controle de qualidade geralmente é observada em fases posteriores com o surgimento de patologias, causando insatisfação de clientes e custos pós-obra. Portanto, há a necessidade de transformar o canteiro de obras em um ambiente mais controlado, tornando os processos construtivos menos artesanais e mais industrializados.

A McKinsey Global Institute, empresa de consultoria dos Estados Unidos, constatou, que a produtividade do setor da construção civil cresce cerca de 1% ao ano, estando apenas à frente do setor de caça e pesca, e muito abaixo do crescimento industrial geral, que é de 3,6% ao ano (BARBOSA et al., 2017). Com isso, surge uma oportunidade na indústria da construção, que ainda carece do uso de ferramentas para aumentar a eficiência e racionalização dos processos, apesar da grande disponibilidade das mesmas. Diante deste cenário, uma das alternativas encontradas pelas empresas do setor é a industrialização de obra, ou seja, utilizar o canteiro de obra para montagem e não para fabricação ou transformação.



Fonte: Barbosa et al. (2017)

Segundo Nakamura (2018), uma obra pode ser considerada industrializada quando utiliza sistema estrutural e vedações (internas e externas) constituídos por sistemas construtivos produzidos em fábrica. Atualmente, existem diversas soluções industrializadas para a construção. A seguir, alguns exemplos:

- Drywall: utilizado em forros e paredes internas. Consiste em uma estrutura de aço galvanizado com placas de gesso acartonado.
- Painéis arquitetônicos: utilizados em fachadas. Peças em concreto armado pré-fabricadas. O revestimento é incorporado ainda em fábrica.
- Banheiro pronto: módulos de concreto armado que, *in loco*, é conectado com a rede de instalações.
- Wood frame: utilizado como vedações. Consiste em perfis leves de madeira proveniente de floresta plantada.
- Steel frame: utilizado principalmente como vedação externa. Consiste no uso de perfis leves de aço estrutural.
- Instalações industrializadas: fornecimento do material de instalações na forma de kits modulares sob medida (conforme projeto).

Nesse contexto, o tema central deste trabalho é a avaliação da viabilidade da implantação de sistema industrializado, focando na etapa de instalações elétricas e hidrossanitárias, por meio do uso de kits modulares. Visando fomentar a discussão sobre o tema, este estudo busca esclarecer conceitos referentes à industrialização da construção civil e tornar praticável a análise de viabilidade de implantação, verificando a efetividade financeira da sua utilização.

Em síntese, chega-se à pergunta de pesquisa que norteia o desenvolvimento deste trabalho: Quais os principais requisitos para a adoção de sistema industrializado com foco nas instalações elétricas e hidrossanitárias?

1.2 OBJETIVOS

A seguir, estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho é propor uma metodologia para a análise comparativa de custos entre a implantação de uma rede de instalações elétricas e hidrossanitárias pré-fabricadas montadas *in loco* e o sistema convencional utilizado em obras de habitação.

1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral citado no tópico anterior, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar o cenário atual da construção civil industrializada no mundo e na realidade brasileira;
- b) Identificar e elencar os recursos que podem ser otimizados com a utilização de instalações pré-fabricadas;
- c) Identificar requisitos para compor um sistema de procedimento como suporte para a análise comparativa de implantação;
- d) Realizar um estudo de caso para testar o conceito da proposta de metodologia em uma obra de habitação de interesse social.

1.3 JUSTIFICATIVA

1.3.1 Quanto à originalidade

Buscando racionalizar a obra e otimizar os processos construtivos, as empresas cada vez mais têm buscado alternativas viáveis financeiramente para adoção de técnicas e tecnologias que as auxiliem a atingir tais objetivos. Dessa forma, a academia busca dar suporte às empresas do setor com pesquisas e estudos publicados para formar a fundamentação teórica das análises técnicas dos gestores de engenharia sobre a implantação das soluções existentes.

Como uma obra de engenharia possui diversas etapas construtivas, os estudos na área de industrialização de obra, especificamente, buscam dar ênfase em alguma dessas etapas. No repositório do Departamento de Engenharia Civil desta instituição, existem trabalhos que abordam a industrialização de sistemas construtivos, como os trabalhos de Marques (2020) e Ruthes (2016). Na temática envolvendo instalações prediais, também existem trabalhos como os de Souza (2011) e de Marinoski (2012), que abordam conceitos de racionalização nesta etapa da obra. No que se refere à industrialização de instalações prediais, inexistente no repositório do Departamento de Engenharia Civil desta instituição de ensino algum estudo que aborde o tema. Estendendo a busca para outras universidades, há outros trabalhos que exploram o tema de industrialização de obras, porém a temática de instalações prediais industrializadas, em específico, ainda é pouco presente.

1.3.2 Quanto à relevância

Como apresentado no item de contextualização, a temática de racionalização, otimização e industrialização de obra ganhou destaque nos últimos anos com a necessidade de se construir mais unidades em menor prazo (para suprir o déficit habitacional existente hoje no Brasil e no mundo), minimizar o impacto ambiental causado pela geração e descarte de resíduos e também para perdurar em um mercado competitivo.

Alinhado a isso, segundo estimativa publicada pelo arquiteto Ricardo Trevisan (2016), as instalações elétricas e hidrossanitárias de uma edificação representam uma média de 12 a 18% do custo total da obra quando somadas. De acordo com Carvalho Junior (2020), em média, 75% das patologias nas edificações são causadas pelas instalações. Com esses números, é notável o impacto causado pelo sistema de instalações hidrossanitárias e elétricas na edificação, tanto no âmbito financeiro, quanto na qualidade da obra.

Dessa forma, pode-se inferir que o controle do processo produtivo deve ser minucioso desde o projeto, abordando a escolha do sistema construtivo, análise de viabilidade técnico-financeira e implantação em obra. Então, entende-se que este trabalho se justifica por tratar de uma etapa da obra com alta influência no orçamento e na qualidade do empreendimento.

1.3.3 Quanto à viabilidade

A exequibilidade do trabalho se mostra com a metodologia e os recursos necessários. Como não são realizadas pesquisas extensas ou que exijam tempo para que sejam concluídas, o presente trabalho conta com a utilização de recursos acessíveis.

O contato com empresas do ramo se dá através do contato virtual, à distância, por videoconferência, troca de e-mails e mensagens de texto. Os cálculos para análise e desenvolvimento são realizados através de recursos computacionais, como a ferramenta Excel, na qual é necessário conhecimento intermediário. Com os recursos citados, o trabalho torna-se viável.

1.4 ESTRUTURA, ESCOPO E LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O presente trabalho é separado em seis capítulos, com objetivo de organizar a exposição dos dados e facilitar a compreensão do leitor.

No primeiro capítulo, é apresentada a conjuntura da construção civil brasileira em termos de eficiência produtiva, impacto ambiental e controle de qualidade, posicionando a industrialização como alternativa para aumentar a produtividade do setor. Além disso, foram expostos o objetivo geral e os objetivos específicos a serem alcançados para contemplar o objetivo geral. Por fim, o trabalho foi justificado quanto à originalidade, relevância e viabilidade, juntamente com a organização desta obra.

No segundo capítulo, é descrita a fundamentação teórica do trabalho, trazendo uma revisão bibliográfica sobre os temas de industrialização e instalações prediais, orçamentação na construção civil e Habitação de Interesse Social, expondo o que os autores da área já abordaram e publicaram, servindo de alicerce para direcionar o caminho a ser seguido com a pesquisa.

Na metodologia, o terceiro capítulo, é descrita a forma como o trabalho foi desenvolvido. Ou seja, há o detalhamento do estudo de caso realizado, informações sobre a obra e a empresa, contemplando as pessoas entrevistadas, perguntas realizadas, ferramentas utilizadas e fontes de pesquisa.

O capítulo quatro, com base na metodologia e na revisão teórica, apresenta o procedimento adotado para análise comparativa de custos entre o método convencional de construção e o sistema industrializado, mostrando os principais aspectos a serem levados em consideração na análise e seu sequenciamento.

O quinto capítulo contempla a apresentação dos resultados obtidos em um estudo de caso realizado junto à empresa construtora CCB e ao fornecedor Ambar Tech. O estudo de caso visa validar e exemplificar a aplicação da metodologia proposta no capítulo quatro.

Como conclusão, o sexto capítulo apresenta uma análise de resultados, prós e contras das soluções encontradas e do uso de soluções industrializadas de instalações hidrossanitárias e elétricas. A partir disso, são sugeridas ideias para futuros trabalhos acadêmicos.

Dessa forma, neste trabalho é desenvolvido um estudo de caso visando comparar a viabilidade de implanta da industrialização de instalações prediais com o método convencional, em uma obra da construtora CCB junto ao fornecedor de soluções industrializadas Ambar Tech e seus resultados. A obra é um empreendimento para baixa renda, financiada pelo Programa Minha Casa Minha Vida, do Governo Federal, com estrutura em parede de concreto, possuindo 56 unidades habitacionais. O empreendimento possui uma tipologia de unidade, sendo esta, uma casa térrea, tornando os processos industrializáveis através da repetibilidade.

Com isso, este trabalho limita-se ao estudo de implantação para empreendimentos com alto índice de repetibilidade. Não é englobada também a análise técnica para escolha do sistema

construtivo empregado ou elementos arquitetônicos aplicados, restringindo o estudo aos sistemas construtivos fornecidos pelo fornecedor escolhido.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para maior compreensão da metodologia utilizada no presente trabalho, são expostos a seguir conceitos e visões sobre o tema, que englobam os objetivos esclarecidos anteriormente e compõem a base teórica que direciona a pesquisa.

2.1 INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para o IBGE, a construção civil é classificada como atividade de caráter industrial (BREITBACH, 2009). Com isso, a industrialização da cadeia produtiva da construção civil é um tema de debate entre engenheiros civis, arquitetos e outros agentes que de alguma forma estão inseridos no setor. Dessa forma, a industrialização ganha um conceito amplo quando se trata da construção.

Para Bruna (1976, *apud* MARQUES, 2020), organização e produção em série estão intimamente ligadas ao conceito de industrialização. Além disso, as relações de produção envolvidas e a mecanização dos meios de produção devem ser compreendidas. Para Ribeiro (2002), uma das principais características da industrialização é a aplicação do “Método Industrial” de produção, definido por Blachere (1977) como uma modalidade de produção baseada em processos repetitivos com variáveis controladas, uniformes e com continuidade executiva, podendo ser parcialmente ou totalmente mecanizado.

Focando na construção civil, o International Council for Research and Innovation in Building and Construction – CIB (2010, p. 233) define: “a industrialização na construção é uma racionalização dos processos de trabalho na indústria para atingir a eficiência de custos, maior produtividade e qualidade”. Complementando, Linner e Bock (2012, *apud* ABDI, 2015) afirmam que a industrialização do setor da construção civil se iniciou a partir da pré-fabricação de componentes, deslocando os processos convencionais e canteiro de obras para o ambiente fabril.

De acordo com o Manual da Construção Industrializada, da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2015, p. 33):

A industrialização representa o mais elevado estágio de racionalização dos processos construtivos e, independente da origem de seu material, está associada à produção dos componentes em ambiente industrial e, posteriormente, montados nos canteiros de obras, assemelhando-se às montadoras de veículos, possibilitando melhores condições de controle e a adoção de novas tecnologias.

Ainda de acordo com o Manual da Construção Industrializada da ABDI (2015), há diversos benefícios que podem ser alcançados com a utilização de processos construtivos industrializados, entre eles, o desempenho ambiental com a redução da geração de resíduos, da emissão de CO₂, do uso de energia e de água no processo de fabricação e no canteiro.

Spadeto (2001) lista os seguintes benefícios da construção industrializada:

- Menor prazo de execução;
- Produção independente de condições climáticas;
- Uso de mão de obra especializada;
- Matéria-prima selecionada;
- Maior controle de qualidade na execução;
- Maior qualidade e precisão geométrica;
- Menor consumo de materiais e percentual de perdas;
- Maior potencial de desconstrução;
- Maior controle do custo.

Dessa forma, pode-se considerar que a industrialização dos processos construtivos visa otimizar etapas da construção, buscando trazer uma padronização industrial para os elementos da obra, diminuindo as incertezas existentes em processos artesanais. Para isso, existem diferentes formas de empregar sistemas construtivos industrializados.

2.1.1 Tipos de industrialização na construção

A NBR 15575 (ABNT, 2013) define sistema construtivo como um conjunto de componentes (unidade com forma definida e função específica, como bloco cerâmico, folha de porta ou uma telha) e elementos (composto por um conjunto de componentes que, quando integrados, desempenham função específica) que cumpre com uma função mais abrangente que o caracteriza. Exemplos: fundação, estrutura, vedações verticais, instalações hidrossanitárias, cobertura.

Outros dois conceitos fundamentais são os de elemento “pré-fabricado” e “pré-moldado”, citados no decorrer deste trabalho. A NBR 9062 (ABNT, 2017) define ambos como:

- Elemento pré-moldado: “elemento moldado previamente e fora do local de utilização definitiva na estrutura”. A ABDI (2015) ainda menciona que tais elementos possuem menor rigor nos padrões de controle de qualidade.

- Elemento pré-fabricado: “elemento pré-moldado executado industrialmente, em instalações permanentes de empresa destinada para este fim”. Além disso, tal norma exige que a mão de obra atenda aos requisitos mínimos de qualificação e a matéria-prima deve passar por ensaios e testes no recebimento pela empresa e antes de ser utilizada.

Diante destas definições, o Manual da Construção Industrializada da ABDI (2015) separa os tipos de industrialização entre ciclo aberto e ciclo fechado, que se diferenciam quanto à interoperabilidade de seus produtos com outros do mercado.

A industrialização de ciclo fechado é caracterizada pela transferência da maioria das operações do canteiro de obra para a fábrica, possibilitando melhor organização dos processos controle de produção. Os processos utilizam elementos que não podem ser combinados com outros do mercado.

Industrialização de ciclo aberto, para Bruna (1976, apud ABDI, 2015), é a industrialização de componentes que atendam o mercado como um todo e não apenas um projeto ou uma empresa em específico. Apesar da padronização, estes componentes possuem maior flexibilidade para serem combinados com outros elementos e componentes de outros fabricantes.

Além dos dois tipos de industrialização supracitados, Elliot (2002, apud ABDI, 2015) apresenta um terceiro tipo, chamado de “industrialização de ciclo flexibilizado”, muito utilizado na Europa a partir da década de 90. Assim como os sistemas de ciclo fechado, os sistemas de ciclo flexibilizado são fabricados para um projeto ou empresa em específico. Porém, assim como os sistemas de ciclo aberto, eles podem ser combinados com outros componentes e elementos de diferentes fabricantes no mesmo empreendimento.

O uso de um sistema de instalações prediais pré-fabricadas, tema deste trabalho, pode ser considerado um exemplo de sistema construtivo de ciclo flexibilizado, uma vez que sua fabricação é realizada conforme o projeto de instalações do empreendimento e, na obra, é combinado outros elementos, pré-fabricados ou não, como paredes de concreto armado, blocos de alvenaria estrutural ou lajes de concreto pré-fabricadas.

2.1.2 Cenário da construção civil industrializada no mundo

Para Ribeiro (2002), o desenvolvimento da industrialização no mundo se deve à criação e à evolução das máquinas. Desde a idade média as máquinas criadas pelo homem

trazem a princípios de padronização, e na construção não é diferente. Impulsionado pela revolução industrial, o uso de máquinas na construção teve início com o objetivo de realizar atividades operacionais mais pesadas e não com o intuito de realizar tarefas de repetição.

Ainda, Ribeiro (2002) destaca a discrepância de industrialização e padronização entre a construção de um empreendimento em si e a cadeia de fornecedores que a supre.

A causa do fenômeno deve ser procurada na própria essência do ato de construir. Em primeiro lugar se destacam a variabilidade e a descentralização da produção. O produto é geralmente único e executado em local diferente. O ciclo de produção é fracionado em fases, realizadas em postos de trabalho diferentes, o que obriga os operários a se locomover enquanto o produto fica imóvel. Fábrica e oficina são substituídas pelo canteiro, que é sempre de caráter temporário, em condições mais de adaptação à produção do que propriamente de organização. O próprio caráter do produto dificulta a proteção da influência desfavorável de perturbações externas imprevisíveis (RIBEIRO, 2002, p. 06).

Ribeiro (2002) divide a economia de um país em três setores:

- Primário: composto por agricultura, indústria extrativa e pecuária;
- Secundário: constituído pela indústria de transformação, podendo ser separada em bens de produção e bens de consumo;
- Terciário: constituído pelos serviços públicos ou privados.

O mesmo autor afirma que no processo de desenvolvimento econômico, um país atravessa várias fases e as relaciona com os três setores da economia listados anteriormente. Nos países mais industrializados, como é o caso dos países europeus, o setor secundário é mais importante. Complementando, o autor separa os países quanto ao desenvolvimento industrial:

- Países de economia primária: prevalece apenas construção, utilização e consumo. Pesquisa, desenvolvimento e projeto são realizados fora do país e produtos industrializados são importados.
- Países em transição: observa-se a gradual substituição da importação pela execução local e os projetos para a construção já são totalmente realizados no país.
- Países industrialmente maduros: observa-se o uso pleno de tecnologia.

Dessa forma, o cenário da industrialização da construção civil no mundo, seguindo as características econômicas de cada país, não é homogênea, podendo ser maior em países dominadores de tecnologia e industrialmente maduros. “A performance na indústria da construção em termos de produtividade, qualidade e funcionalidade do produto tem sido baixa quando comparada a outras indústrias, situação essa que tem sido explicada pela baixa taxa de inovação. As causas desse baixo índice de inovação, por outro lado, já foram investigadas e,

entre outras questões, os fatores institucionais, as peculiaridades do setor e os modelos teóricos subjacentes têm sido apontados como determinantes dessa situação” (KOSKELA; VRIJHOEF, 2001, apud GRADVOHL et al., 2011).

Nas últimas duas décadas, a produtividade da construção civil global cresceu em média 1% ao ano, enquanto o crescimento médio da indústria geral foi de 2,8% ao ano. Caso a produtividade da construção acompanhasse o crescimento da indústria geral, o valor agregado do setor aumentaria em cerca de US\$ 1,6 trilhão. Adotando o sistema de produção por repetição, a produtividade poderia crescer de 5 a 10 por cento (BARBOSA et al., 2017).

2.1.3 Industrialização da construção civil no Brasil

Apesar da relevância no PIB brasileiro, a construção civil é:

Ineficiente no processo construtivo pois interesses econômicos em vigor e a falta de políticas públicas não promovem o aprimoramento tecnológico necessário para melhorar a qualidade final dos produtos, das condições gerais de trabalho, do nível cultural da mão de obra e, por final, para diminuir o déficit habitacional nas áreas urbanas brasileiras (ROSA, 2006, p. 12).

Como citado no item 2.1, a construção civil é classificada pelo IBGE como atividade de caráter industrial (BREITBACH, 2009). Mesmo assim, de acordo com a ABDI (2015), a construção brasileira é executada através do processo convencional, e é marcada por processos com altos custos, baixo nível de planejamento, baixa qualificação do trabalhador, altos índices de desperdício, baixa qualidade, incidências de manifestações patológicas e baixo desempenho ambiental.

Para Rosa (2006), a obra de um edifício convencional brasileiro não pode ser considerada um processo industrial, mesmo utilizando um conjunto de componentes fabricados por indústrias. O autor afirma que, durante a construção, “não há utilização dos conhecimentos que caracterizam a produção industrial, ou seja, lógica na montagem, coordenação de medidas, otimização de tarefas, utilização precisa de materiais, boas condições de trabalho etc.” (ROSA, 2006, p. 46).

De acordo com Filha et al. (2009), em comparação aos EUA e à Europa, a construção brasileira é marcada pela baixa produtividade, falta de inovações, baixa racionalização e baixa padronização. Nesse sentido, é necessário o aumento da escala com sustentabilidade. Conseqüentemente, pode-se notar que o setor da construção no Brasil tem grande espaço para se industrializar. Com isso, o setor permite promover soluções com melhor custo-benefício,

reduzindo o ciclo da construção e seus custos, melhorando a qualidade e potencializando o controle de desempenho ambiental (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, 2012).

ABDI (2015) afirma que as primeiras iniciativas de industrialização e uso de pré-fabricados no país ocorreram com o uso do concreto armado e da estrutura metálica (aço), e em sequência, chapas de gesso acartonado com montante metálico para vedações do tipo drywall. A partir disso, surgiram pesquisas relacionadas à criação de novos sistemas construtivos no Brasil a partir de 1980.

A consolidação deste tema aqui no Brasil se deu com o desenvolvimento do trabalho desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa e Tecnologia do Estado de São Paulo (IPT), com a realização de pesquisas para a elaboração de critérios voltados à avaliação dessas soluções para o Banco Nacional da Habitação (BNH). Na década de 80, houve o desenvolvimento de novos elementos e sistemas construtivos, como alvenaria estrutural de bloco de concreto, painéis de argamassa armada e painéis cerâmicos. Na última década, o Brasil intensificou o uso de estruturas industrializadas devido aos eventos esportivos sediados no país (Copa do Mundo em 2014 e Olimpíadas em 2016). Tais eventos exigiram construção de complexos esportivos e novas obras de infraestrutura, como aeroportos (ABDI, 2015).

No Brasil, foram desenvolvidas normas técnicas específicas para a construção industrializada, visando estabelecer critérios de conformidade dos materiais utilizados na fabricação, dos componentes e elementos produzidos. Com isso, a industrialização vem se desenvolvendo no país, esbarrando em desafios econômicos, logísticos, organizacionais e culturais. Cada vez mais observa-se a integração de sistemas construtivos que permitem flexibilização tanto de formas como de soluções de logística (ABDI, 2015).

2.1.4 Principais sistemas industrializados

Existem diferentes sistemas que podem ser industrializados na construção. A seguir, são citados alguns deles.

2.1.4.1 Estrutura de concreto pré-moldado

De acordo com a ABDI (2015), os primeiros elementos de concreto pré-moldado surgiram com a instalação das indústrias de cimento no Brasil. Na sequência, normas próprias foram elaboradas e novas formas foram desenvolvidas. Em geral, o uso principal do concreto

pré-moldado se dá em estruturas. Quando se trata de industrialização, os elementos estruturais são os que mais se desenvolveram no Brasil.

A primeira obra que fez uso de estrutura de concreto pré-moldado foi o Hipódromo da Gávea no Rio de Janeiro, em 1926. Após, foram registradas utilizações pontuais desse sistema construtivo, até que a partir de 1980, a pré-fabricação de concreto ganhou visibilidade, principalmente em obras industriais e de infraestrutura. O conhecimento técnico foi trazido por empresas multinacionais que já utilizavam esse método construtivo fora do Brasil (ABDI, 2015).

Figura 3 - Hipódromo da Gávea



Fonte: Leonardi Pré-fabricados

De acordo com El Debs (2017), o emprego de técnicas de utilização de elementos pré-moldados de concreto recebe a denominação de CPM (Concreto Pré-Moldado) e as estruturas derivadas da combinação desses elementos são denominadas “estruturas de concreto pré-moldado”. A utilização dessas técnicas traz diversos benefícios, tais como, diminuição do tempo de construção, melhor controle dos componentes e redução do desperdício de materiais na construção.

Figura 4 - Vista interior da uma obra com estruturas de concreto pré-moldado



Fonte: Migliori Junior (2015)

El Debs (2017) classifica o CPM de quatro maneiras distintas, dependendo a forma como os elementos são concebidos e produzidos:

- Quanto ao local de produção dos elementos: fábrica ou canteiro de obra;
- Quanto à incorporação de concreto moldado no local para ampliar a seção resistente no local de utilização definitivo: pré-moldado de seção completa ou parcial;
- Quanto à categoria do peso dos elementos: pré-moldado pesado ou leve;
- Quanto ao papel desempenhado pela aparência: pré-moldado normal ou arquitetônico.

2.1.4.2 *Light steel framing*

O light steel framing é um sistema construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio, projetados para suportar as cargas da edificação ou trabalhar em conjunto com outros subsistemas industrializados, para garantir os requisitos de funcionamento da edificação. É um sistema construtivo aberto que permite a utilização de diversos materiais; flexível, pois não apresenta grandes restrições aos projetos; racionalizado, pois otimiza a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas; customizável, já que permite total controle dos gastos na fase de projeto; além de durável e reciclável em grande parte (ABDI, 2015, p.130).

De acordo com Rodrigues e Caldas (2006), a história do Framing teve início no começo do século XIX, nos Estados Unidos, com a expansão do território em direção ao Oceano Pacífico. Nessa época, a população norte-americana cresceu exponencialmente, gerando alta demanda por habitação. Assim, surgiu a necessidade de implementar métodos de construção rápidos, baratos e que utilizassem materiais locais, como a madeira.

Segundo a ABDI (2015), com o desenvolvimento da indústria do aço nos Estados Unidos em meados do século XX, surgiram as primeiras residências com perfis de aço. No final do mesmo século, com as flutuações no preço e na qualidade da madeira para a construção civil, foi estimulado o uso dos perfis de aço nas construções residenciais para substituir a madeira. O uso do sistema construtivo light steel framing (LSF) ainda é tímido no Brasil.

Figura 5 - Habitação Unifamiliar em LSF



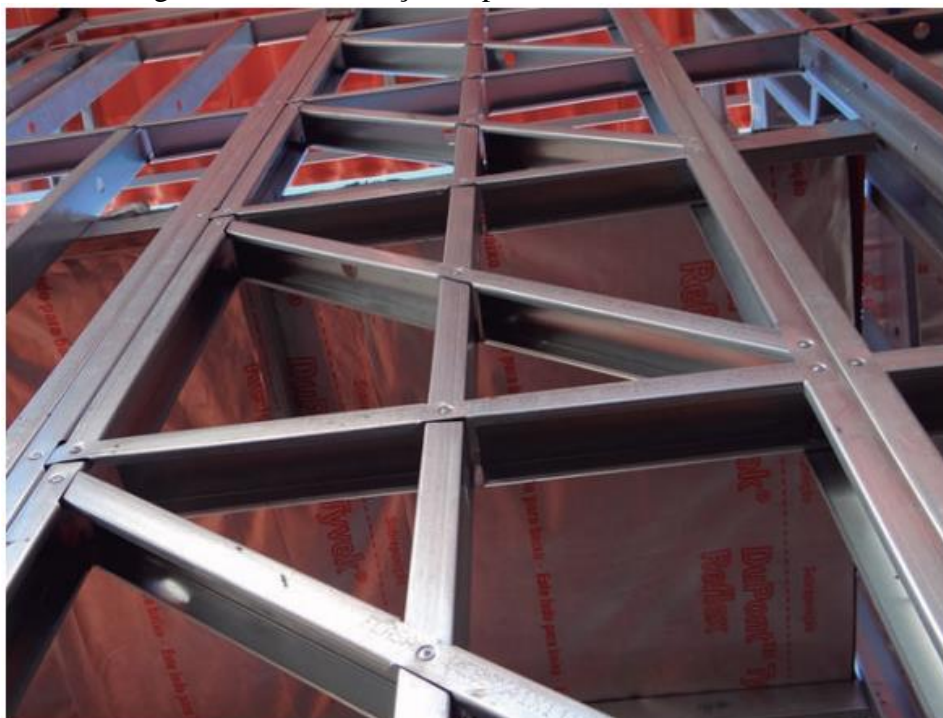
Fonte: Construtora Micura

Para Rodrigues e Caldas (2016), existem dois conceitos relacionados ao Light Steel Framing:

- Frame: esqueleto estrutural projetado para dar forma e suportar a edificação, sendo constituído por componentes leves – os perfis formados a frio (PFF);
- Framing: o processo pelo qual se unem e vinculam esses elementos.

O LSF é indicado para uso em residências unifamiliares, térreas ou sobrados, edifícios de até 8 pavimentos, hotéis, edifícios da área de saúde, clínicas, hospitais, comércio em geral, creches, edifícios para educação e ensino, fachadas de edifícios em geral (incluindo os de grande altura), retrofit e ampliações de edifícios existentes (ABDI, 2015).

Figura 6 - Perfis de aço em painel de contraventamento



Fonte: Rodrigues e Caldas (2016)

2.1.4.3 Wood frame

O wood frame para casas consiste num sistema construtivo industrializado, durável, estruturado em perfis de madeira reflorestada tratada, formando painéis de pisos, paredes e telhado que são combinados e/ou revestidos com outros materiais, com a finalidade de aumentar os confortos térmico e acústico, além de proteger a edificação das intempéries e também contra o fogo. Nos EUA a tecnologia wood frame é utilizada em 95% das casas construídas (MOLINA JUNIOR; 2010, p. 144).

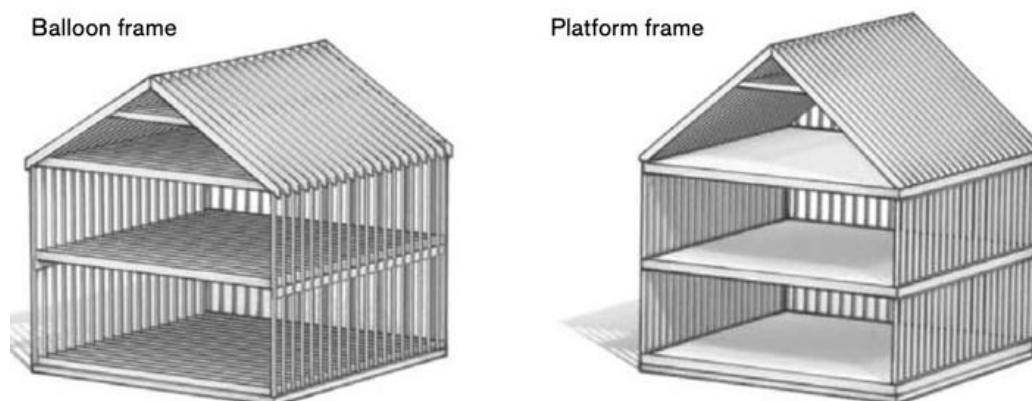
De acordo com a ABDI (2015), as técnicas recentes de construção em madeira se iniciaram na Europa e foram levadas para a América do Norte através de imigrantes. Com a Revolução Industrial, o sistema de construção em madeira passou por evoluções: foram criadas novas técnicas e adaptações, como diminuição da seção transversal das peças. Após novas evoluções no século XX, o comprimento das peças também diminuiu, facilitando a logística de peças e a montagem da edificação.

Dentro do sistema wood frame, distinguem-se dois tipos principais de construção (PIZZO; VASQUES, 2014):

- Balloon Frame: mais antigo, consiste no uso de montantes que vão da fundação ao telhado, com vedação em tábuas de madeira. Dessa forma, há a limitação da altura da edificação.

- Platform Frame: mais recente, consiste em “erguer um andar e cobrir”, formando uma plataforma. Acima dessa plataforma ergue-se outro andar e cobre-se, e assim por diante.

Figura 7 - Balloon frame e Platform Frame



Fonte: Osborn (2020)

De acordo com a ABDI (2015), o sistema construtivo wood frame brasileiro é produto de um processo industrializado de fabricação de painéis estruturais para a montagem de edificações, sendo sua principal matéria-prima a madeira proveniente de florestas plantadas. As técnicas modernas de construção em wood frame começaram a ser aplicadas no Brasil no início do século XXI através de iniciativas acadêmicas. Com a criação da Comissão Casa Inteligente em Curitiba, em 2010, este sistema construtivo foi impulsionado através da colaboração entre empresas, pesquisadores e fornecedores ligados ao sistema wood frame.

2.1.4.4 Drywall

O sistema Drywall constitui-se basicamente de chapas de gesso aparafusadas em perfis de aço galvanizados e as juntas entre as chapas de gesso são tratadas com fitas de papel e massa. (...) as chapas de gesso mais encontradas no mercado são principalmente as chapas do tipo: Standard (ST), Resistente à Umidade (RU) e Resistente ao Fogo (RF) e são regulamentados pela norma NBR 14715/2001 (...) (LAI, 2016, p. 18).

De acordo com a Associação Brasileira dos Fabricantes de chapas para Drywall (2013, apud FERREIRA et al., 2016), as chapas de Gesso para Drywall são dos tipos:

- ST (Standard): para uso geral em áreas secas;

- RU (Resistente a umidade): contém hidrofugantes em sua fórmula e é indicada para uso em áreas sujeitas à umidade por tempo limitado e de forma intermitente;
- RF (Resistente ao Fogo): indicada para as áreas secas nas quais se exija um desempenho superior frente ao fogo.

Segundo a ABDI (2015), a utilização do sistema construtivo drywall é feita como vedação interna das construções sem função estrutural. O sistema pode ser aplicado em paredes, forros e revestimentos de construções residenciais e não residenciais. O drywall surgiu nos Estados Unidos, em 1894, quando Augustine Sackett e Fred Kane inventaram as chapas compostas por massas de gesso com o objetivo de proteger as peças de madeira utilizadas na construção de casas contra um eventual incêndio, muito comum na época.

Figura 8 - Vedações internas em drywall



Fonte: SulMódulos Drywall (2021)

Nakamura (2019) afirma que o drywall pode resistir a tremores, choques e vibrações, desde que o dimensionamento de todo o sistema seja adequado para a edificação e para as cargas às quais será submetido. Salienta-se que as paredes de drywall não são estruturais, ou seja, não suportam cargas, como ocorre com paredes de alvenaria estrutural, que podem apoiar lajes e vigas.

No Brasil, o sistema drywall passou a ser utilizado a partir de 1970 com a fundação da Gypsum do Nordeste – primeira fábrica de chapas de gesso para drywall do país – pelo médico

Roberto Campos Guimarães em Petrolina (PE). A partir do ano 2000, três fábricas de chapas e outros componentes do sistema drywall estavam em operação no país.

2.2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS

Existem diferentes tipos de instalações prediais e todas devem estar em harmonia para um bom funcionamento da edificação como um todo. A seguir, são definidas e esclarecidas instalações elétricas e hidrossanitárias, pautas deste trabalho.

2.2.1 Instalações Elétricas

Para Lara (2012, p. 45), “instalação elétrica é uma associação de componentes, coordenados entre si, para fornecer luz, calor, movimento ou transmissão de sinais. Esses componentes são as linhas elétricas e os equipamentos”.

- Linhas elétricas: condutores (fios e cabos) e elementos de fixação (abraçadeiras, eletrodutos);
- Equipamentos: alimentadores da instalação (gerador, transformador), de comando e proteção (disjuntor, interruptor) e utilizadores da instalação (geladeira, TV, chuveiro, lâmpada etc.).

De acordo com Amaral (2020), as instalações elétricas prediais podem ser divididas nas seguintes partes:

- Infraestrutura da instalação elétrica: os componentes que compõem a infraestrutura são os eletrodutos, caixas de passagem, caixa de medidores, fixadores para cabos, bandejas elétricas, leitos elétricos, eletrocalhas, suportes, etc.
- Medição e proteção: os componentes dessa parte são todos os medidores, disjuntores, fusíveis e relés que monitoram e protegem as instalações elétricas.
- Cabeamento: condutores responsáveis por conectar as fontes às cargas elétricas, como equipamentos elétricos e eletrônicos, motores, etc.
- Controle: os componentes desta parte têm a função de acionar e desacionar cargas, como por exemplo, interruptores para o sistema de iluminação, sensores para automatização ou sistemas para controle de uma bomba de piscina.

Lara (2012) afirma que os materiais comumente utilizados em instalações elétricas são, na maioria, os metais cobre e alumínio (por serem condutores), os plásticos (por serem isolantes), e materiais cerâmicos vitrificados como bocais de lâmpadas. Os condutores são fabricados com liga de cobre e outros elementos em menor quantidade para aumentar sua vida útil. Após isso, são revestidos com plástico. Os plásticos são em sua maioria de PVC, devido à leveza, boa trabalhabilidade e durabilidade. Lara (2012) afirma que os materiais utilizados nas instalações elétricas custam entre 3% e 5% do valor da edificação, enquanto a mão de obra para instalação dos materiais, de 2% a 3%.

2.2.2 Instalações Hidrossanitárias

Segundo Santos (2004, apud BARROS, 2004), a maioria das civilizações antigas se desenvolveu próxima a rios e lagos pela facilidade de irrigação das plantações e disponibilidade de água para consumo. Assim, observaram-se as primeiras técnicas de controle do uso da água e encaminhamento das águas servidas.

Após isso, os romanos dominaram as técnicas de utilização e distribuição da água criando banheiros públicos e quilômetros de aquedutos (LANDI, 1993). Barros (2004) afirma que na idade média houve retrocesso quanto à engenharia envolvida nos sistemas hidráulicos e sanitários. No entanto, durante a Revolução Industrial, com a urbanização crescente da época, houve uma maior preocupação com o desempenho desses sistemas, agregando novas técnicas e tecnologias.

De acordo com Graça (1985, apud BARROS, 2004), os sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) tem como finalidade:

- Prover água nos locais de uso;
- Possibilitar o uso da água;
- Dar um destino a água utilizada, juntamente com os resíduos produzidos na utilização.

Dessa forma, pode-se considerar que as instalações hidrossanitárias são partes fundamentais da edificação. Existem diferentes tipos de sistemas prediais hidráulicos e sanitários. A seguir, são expostos os sistemas hidráulicos de água fria e o sistema de esgoto sanitário, objetos deste trabalho.

2.2.2.1 Instalações Prediais de água fria

Segundo a NBR 5626 (ABNT, 2020), “água fria” é a terminologia dada à água na temperatura dada pelas condições do ambiente. A mesma norma exige que as instalações de água fria sejam parte integrante de todo o sistema de abastecimento de água potável, constituindo-se como a “extremidade” última do sistema público de abastecimento onde se estabelece o elo de ligação com o usuário final.

Para Reali et al. (2002, p. 05):

Os principais objetivos de um projeto desse tipo de instalação são: Fornecimento contínuo de água aos usuários e em quantidade suficiente, amenizando ao máximo os problemas decorrentes da interrupção do funcionamento do sistema público de abastecimento; Limitação de certos valores de pressões e velocidades, definidos na referida Norma Técnica, assegurando-se dessa forma o bom funcionamento da instalação e, evitando-se assim, consequentes vazamentos e ruídos nas canalizações e aparelhos; Preservação da qualidade da água através de técnicas de distribuição e reserva coerentes e adequadas, propiciando aos usuários boas condições de higiene, saúde e conforto.

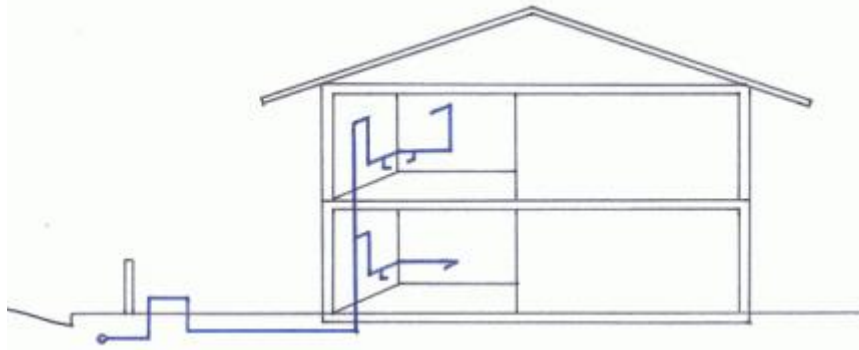
De acordo com Ghisi (2013), a NBR 5626 estabelece que as instalações prediais de água fria devem ser projetadas para atender aos seguintes requisitos durante a vida útil da edificação:

- Preservar a potabilidade da água;
- Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;
- Promover economia de água e de energia;
- Possibilitar manutenção fácil e econômica;
- Evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;
- Proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.

Outro aspecto a ser abordado é o sistema de abastecimento de água de uma edificação. Segundo Ghisi (2016), o sistema de abastecimento de água pode ser público (através da concessionária), privado (nascentes e poços artesianos) ou misto. O referido autor também destaca os tipos de sistema de distribuição e separa em quatro tipos:

- Sistema direto: a água que sai pelos aparelhos (torneiras, chuveiro, vaso sanitário, etc.) provém diretamente da fonte de abastecimento. Pode ocorrer problemas no abastecimento devido a irregularidade de fornecimento pelas concessionárias.

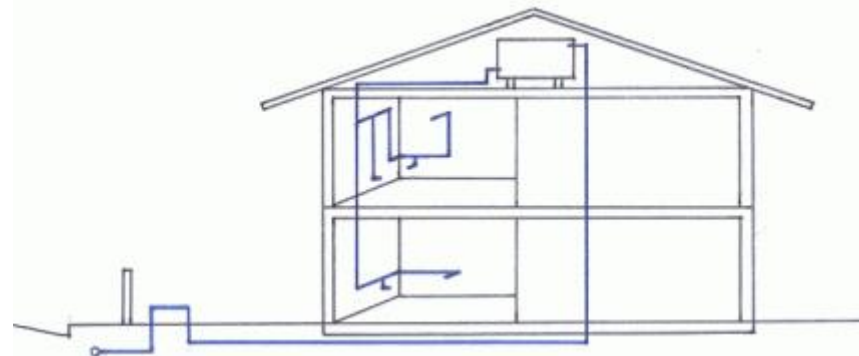
Figura 9 - Sistema de distribuição direta



Fonte: Ghisi (2016)

- Sistema indireto: a água provém de um ou mais reservatórios existentes no edifício. Garante o fornecimento de água por um período caso haja deficiência no fornecimento público.

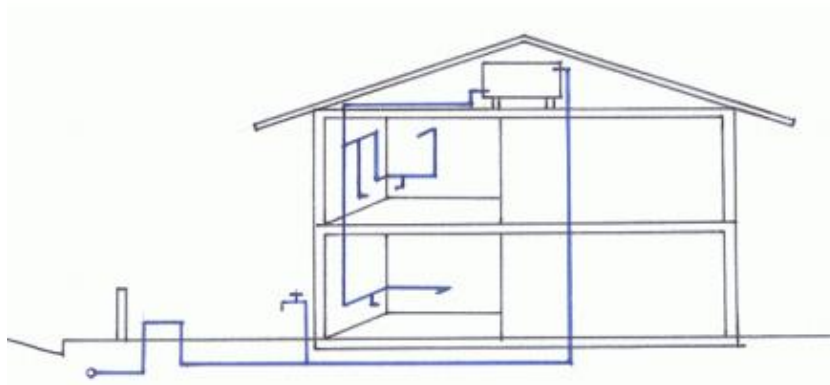
Figura 10 - Sistema de distribuição indireta



Fonte: Ghisi (2016)

- Sistema misto: quando existem aparelhos de fornecimento direto e outros com fornecimento indireto na mesma edificação.

Figura 11 - Sistema de distribuição mista



Fonte: Ghisi (2016)

- Sistema hidropneumático: dispensa o uso de reservatório superior, aliviando a estrutura da edificação. Sua instalação pode ter custo mais elevado.

Reali et al. (2002) cita que, de acordo com a NBR 5626, os tubos e as conexões de uma instalação predial de água fria podem ser de aço galvanizado, cobre, ferro fundido, PVC rígido ou de outros materiais, desde que satisfaçam as condições de pressão e de velocidade e sejam próprios para a condução de água potável.

Um material que surgiu como alternativa para as instalações de água fria é o PEX (polietileno reticulado). O material começou a ser utilizado no Brasil a partir de 1990, porém, seu uso já era bastante difundido na América do Norte e Europa. A utilização do PEX permite reduzir a quantidade de conexões, como joelhos e cotovelos, podendo abreviar o tempo de execução em até dez vezes em relação ao sistema convencional de PVC. O PEX vem sendo mais utilizado em obras de grande escala como hotéis, hospitais e edifícios comerciais e residenciais (NAKAMURA, 2019).

Figura 12 - Tubulação em PEX



Fonte: GSD Engenharia

2.2.2.2 Instalações de esgoto sanitário

De acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999, p.02), esgoto sanitário é o “despejo proveniente do uso da água para fins higiênicos”. A mesma norma refere-se ao sistema predial de esgoto sanitário como “conjunto de tubulações e acessórios destinados a coletar e transportar o esgoto sanitário, garantir o encaminhamento dos gases para a atmosfera e evitar o encaminhamento dos mesmos para os ambientes sanitários”. Tal norma ainda afirma que o sistema de esgoto sanitário “tem por funções básicas coletar e conduzir os despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários a um destino apropriado”.

Para Ghisi et al. (2013), as instalações prediais de esgoto sanitário devem ser projetadas para garantir os seguintes requisitos durante a vida útil da edificação:

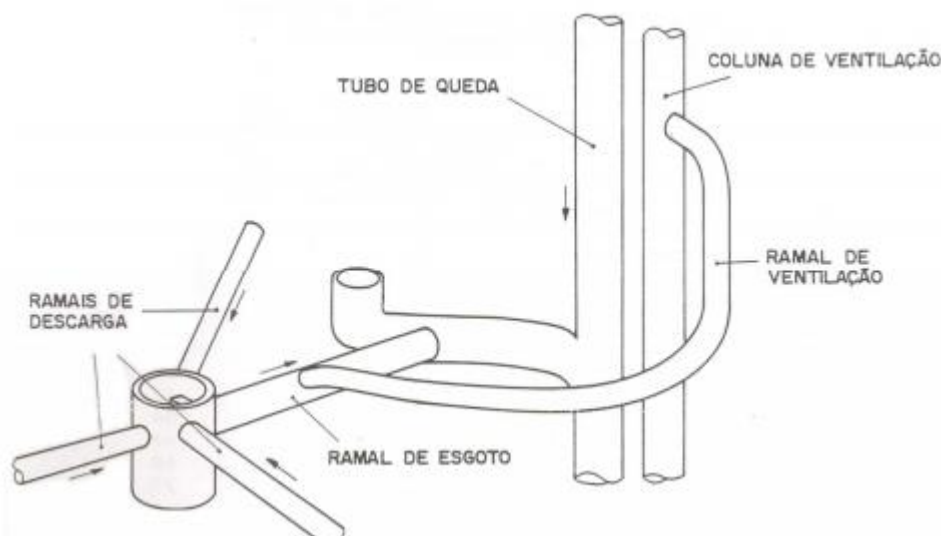
- Evitar a contaminação da água, de forma a garantir a sua qualidade de consumo, tanto no interior dos sistemas de suprimento e de equipamentos sanitários, como nos ambientes receptores;
- Permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos, evitando a ocorrência de vazamentos e a formação de depósitos no interior das tubulações;
- Impedir que os gases provenientes do interior do sistema predial de esgoto sanitário atinjam áreas de utilização;
- Impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema;
- Permitir que seus componentes sejam facilmente inspecionáveis;
- Impossibilitar o acesso de esgoto no subsistema de ventilação;
- Permitir a fixação dos aparelhos sanitários somente por dispositivos que facilitem a sua remoção para eventuais manutenções.

Segundo Ghisi et al. (2013), a NBR 8160 também separa o sistema predial de esgoto sanitário em dois subsistemas:

- Subsistema de coleta e transporte: responsável por captar os dejetos sanitários e conduzi-los ao correto destino. Seus principais componentes são: aparelhos sanitários (bacia sanitária, pia, mictório, tanque, entre outros), tubulações e conexões (tubo de queda, coletor predial, subcoletor predial, entre outros) e acessórios (caixa de gordura, caixa de inspeção, entre outros).
- Subsistema de ventilação: responsável por conduzir os gases gerados para a atmosfera, evitando que se encaminhem para os ambientes sanitários. Pode ser

primária (realizada pelo ar que transcorre do tubo de queda, prolongado até a atmosfera) ou secundária (conjunto de ramais e colunas de ventilação que conectam os ramais de descarga e de esgoto à ventilação primária ou que é prolongado acima da cobertura do edifício).

Figura 13 - Principais componentes dos sistemas prediais de esgoto sanitário



Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1983)

Segundo dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2019), 54,1% da população brasileira possui atendimento com rede de esgoto, um aumento de 8% em relação à 2010. De acordo com Ghisi et al. (2013), a falta de coleta, tratamento e disposição final adequada de esgoto sanitário reflete na diminuição da qualidade das águas e do meio ambiente e promove a transmissão de doenças. Para o referido autor, é dever da sociedade civil, dos governantes e dos profissionais de engenharia promover a gestão eficiente de esgotos com o objetivo de suprimir a origem de problemas e assegurar o uso racional dos recursos hídricos.

2.2.3 Instalações pré-fabricadas

Dentre os diversos sistemas de uma obra que podem ser industrializados, existe a pré-fabricação das instalações prediais. Assim como a industrialização de outros sistemas, tem por objetivo padronizar, otimizar e economizar no processo de execução dessa etapa de obra. De acordo com Ortega (2018), a utilização de “kits” de instalações pré-fabricadas já é realidade nas principais construtoras do mercado nacional e também seguem os padrões de

industrialização da construção civil, visando transformar o canteiro de obras em uma linha de montagem, sendo ideal para projetos com grande número de repetições.

Figura 14 - Rede de kits elétricos instalados em obra



Fonte: Engenheiro Edson Coura (2021)

Para Moreira (2010), com a utilização de kits de instalações industrializadas, pode-se corrigir problemas causados por sistemas construtivos tradicionais, garantindo a qualidade e o desempenho do sistema. Para complementar, Callera (2011, apud VIEIRA, 2019) considera que o uso de kits industrializados de instalações possui como características:

- Redução total do desperdício do material hidráulico na obra;
- Eliminação de risco de mau acoplamento de conexões na obra;
- Material montado, testado e com garantia de fábrica;
- Garantia de estanqueidade;
- Diminuição dos itens a serem gerenciados na obra;
- Padronização da obra;
- Ganho de tempo na programação de instalações.

Figura 15 - Rede de kits hidráulicos instalados em obra



Fonte: Engenheiro Edson Coura

Para a Ambar Tech (2019), empresa fornecedora de soluções industrializadas de instalações prediais, a aplicação de um sistema industrializado na etapa de instalações garante maior produtividade em obra, reduzindo até 40% do uso de mão de obra nesta etapa, uma vez que elimina a necessidade de corte e montagem das instalações em canteiro, além de facilitar o processo de compra de insumos, comprando com menos fornecedores e facilitando o controle e logística na obra. Dessa forma, é possível obter até 15% de economia no custo final das instalações e é zerada a geração de resíduos.

Figura 16 - Armazenamento de kits de instalações



Fonte: Engenheiro Edson Coura (2021)

Ortega (2018) afirma que, apesar da falta de normalização para a utilização deste sistema, os componentes (tubulações, conexões, caixas de passagem, entre outros) e sua instalação em obra devem respeitar as normas vigentes. Segundo o mesmo autor, o desenvolvimento e a especificação dos kits a serem utilizados devem ser definidos em projeto, visando a racionalização e a melhoria do desempenho das instalações e evitando retrabalhos de compatibilização com as demais disciplinas de projeto. Dessa forma, é essencial a interação entre projetistas, instaladores e construtores.

2.3 ANÁLISE DE CUSTOS

De acordo com Losso (1995), um dos primeiros passos para tomada de decisão de execução ou não de um empreendimento é o levantamento de custos. Dessa forma, é possível determinar o montante a ser investido e, com isso, limitar o tamanho, o porte e o padrão da obra. Portanto, antes da concepção dos projetos em detalhes, deve-se conhecer o custo global da obra. As estimativas e orçamentos cumprem um importante papel na construção civil e são ferramentas básicas tanto para o gerenciamento de obra, quanto para análise de viabilidade, planejamento e programação de um empreendimento.

Xavier (2008) aborda os conceitos econômico e financeiro da análise de custos. O conceito econômico está relacionado ao controle de custos e preços, ou seja, às despesas e receitas envolvidas no empreendimento. O conceito financeiro está relacionado ao dinheiro propriamente dito, ou seja, entradas e saídas ao longo do tempo. Dessa forma, Xavier (2008) afirma que os custos em um empreendimento devem ser rigorosamente controlados, e para isso, os separa em dois tipos:

- Custos diretos: aqueles diretamente relacionados com os serviços a serem executados na obra, como mão de obra, encargos trabalhistas, materiais, equipamentos, abastecimento, segurança, etc.
- Custos indiretos: aqueles que não estão diretamente relacionados com os serviços, mas fazem parte da estrutura organizacional da empresa construtora e da administração da obra, como custos de escritório (aluguel, energia e suprimentos por exemplo), despesas administrativas e marketing.

Para Xavier (2008) e Mutti (2020), os tipos de avaliação de custos variam de acordo com seu grau de precisão. O grau de precisão, por sua vez, varia de acordo com o detalhamento

de informações nos projetos. Com isso, o produto final da análise de custos pode ser separado em estimativa de custos, orçamento preliminar e orçamento analítico.

2.3.1 Estimativa de custos

Segundo Mutti (2020), a estimativa de custos determina valor das obras a partir de projetos incompletos e geralmente é realizada em etapas iniciais para análise de viabilidade. O desenvolvimento de projetos detalhados na ocorre na sequência. As lacunas de informações são contempladas com a adoção de parâmetros particulares ou genéricos. Para Xavier (2008), estes parâmetros são obtidos através de avaliações históricas de projetos similares, no qual o mais utilizado é o CUB (Custo Unitário Básico).

De acordo com o SINDUSCON-MG (2007), o CUB foi criado em dezembro de 1964 através da Lei Federal 4.591 para servir como direcionamento na orçamentação de imóveis. Inicialmente, o CUB abrangia apenas unidades residenciais multifamiliares de 2 a 3 dormitórios, porém, com o passar dos anos e a evolução das normas que o acompanham, se tornou um indicador de custo para o setor.

Com o desenvolvimento dos processos construtivos, a modernização dos materiais e as mudanças nas legislações das cidades, as normas que caracterizam o CUB/m² também sofreram alterações. Atualmente, o CUB é especificado para 8 tipos de edificações (projetos-padrão, segmentados de acordo com o padrão de acabamento) e é calculado como a razão entre o orçamento do projeto-padrão, segundo especificações da NBR 12721 (ABNT, 2021), e sua área construída total. O valor do CUB para cada projeto-padrão é atualizado mensalmente pelo SINDUSCON de cada estado.

2.3.2 Orçamento

De acordo com Mutti (2020), orçar na construção civil significa quantificar os insumos, a mão de obra e os equipamentos necessários para realização de uma obra ou serviço, bem como os respectivos custos e tempos de duração. Dessa forma, o orçamento se torna um instrumento de controle e de planejamento.

Para a referenciada autora, o orçamento pode ser visto sob duas diferentes óticas:

- Como processo: diz respeito ao método utilizado para a realização do orçamento (informações e base de dados utilizadas, nível de precisão desejado,

e a maneira como será utilizado para planejamento). É utilizado quando o objetivo é definir metas de custo, faturamento e desempenho e permite que sejam simulados cenários futuros de balancetes mensais, contribuindo para a avaliação de lucro futuro.

- Como produto: método utilizado quando o objetivo é definir o custo e o preço de algum produto da empresa, como elaboração de projetos; elaboração de orçamentos, cadernos de encargos, especificações; elaboração de laudos técnicos; serviços de fiscalização, auditoria ou assessoria técnica; orçamento de serviços ou mão de obra; orçamento de construção ou empreitada; orçamento de canteiros de obras ou obras complementares; entre outros.

Mutti (2020) ainda considera que o orçamento de obra tem finalidades gerenciais, periciais e de planejamento. A finalidade gerencial se dá quando o orçamento é utilizado como base para tomadas de decisões estratégicas sobre o que será construído. A finalidade pericial se dá quando o orçamento é utilizado para consulta de dúvidas a respeito dos custos de execução. Já o orçamento utilizado para planejamento auxilia na própria elaboração do planejamento, devido às composições de serviços.

Para Mutti (2020), devem ser realizados orçamentos diferentes para cada empreendimento, mesmo que possuam os mesmos projetos arquitetônicos, por exemplo. Isto se dá porque cada obra possui riscos diferentes, como por exemplo, variações no projeto de fundações, necessidades de corte/aterro diferentes, diferenças de mão de obra, entre outros.

2.3.2.1 Orçamento Preliminar

Xavier (2008) afirma que o orçamento preliminar se difere da estimativa de custos pelo maior nível de detalhes. No orçamento preliminar é possível levantar quantidades através de equações baseadas em séries históricas, apresentando um certo grau de incerteza. Além disso, são atribuídos custos a determinados serviços de maneira genérica (não detalhada).

2.3.2.2 Orçamento Detalhado ou Analítico

Xavier (2008) considera o orçamento detalhado como o tipo mais preciso para detalhar os custos de uma obra, visto que há a separação da obra em etapas, detalhando materiais, mão de obra, impostos e taxas, e BDI (Bonificação das Despesas Indiretas) O BDI é definido por

Mutti (2020, p.53) como “um valor monetário que engloba o lucro bruto desejado sobre um empreendimento, o somatório das despesas indiretas incorridas, e posteriormente incluídos os tributos”. Para tal, é necessário que o orçamentista tenha em mãos os detalhes de projeto, como método construtivo e processos de execução de obra.

Para Mutti (2020) e Xavier (2008), o orçamento analítico deve compreender os seguintes itens:

- Entendimento do projeto:

Tendo em mãos as informações disponíveis nos elementos de projeto (plantas baixas, cortes, elevações, detalhes construtivos, memorial descritivo e caderno de encargos), o orçamentista observa os detalhes do projeto, identificando os elementos arquitetônicos que vão requerer fornecedores especiais. Deve-se identificar também os serviços que vão ser realizados por profissionais próprios e por profissionais terceirizados em função da sua complexidade e especificidade (Xavier, 2008).

Para Mutti (2020), deve ser elaborado um plano que organize e discrimine as fases de execução de obra, relacionando a sequência de execução com os serviços a serem realizados em cada etapa. Esse plano é chamado Estrutura Analítica de Projeto (EAP). Com a EAP, é possível discriminar a obra em atividades, possibilitando o controle de insumos. A imagem a seguir apresenta um exemplo simplificado de EAP:

Figura 17 - Exemplo de EAP

001. Serviços preliminares
0001.1 Limpeza do terreno
0001.2 Execução de tapume
0001.3 Ligação provisória de água e luz
0001.4 Construção do barracão
002. Fundações
0002.1 Escavação das valas
0002.2 Apiloamento do fundo das valas
0002.3 Fabricação e montagem de formas
0002.4 Fabricação e montagem de armaduras
0002.5 Concretagem

Fonte: Mutti (2020)

- Quantificação de todos os serviços:

Segundo Xavier (2008), o levantamento de quantidades é a fase mais importante no processo de elaboração do orçamento. Com base nos elementos de projeto, é feito o levantamento das quantidades de todos os itens necessários para a execução dos serviços da obra, da fase inicial até a final, com base nos serviços descritos no memorial descritivo, no caderno de encargos e na EAP.

De acordo com Mutti (2020, p.28):

O levantamento de quantitativos a partir das plantas e desenhos de projetos completos geralmente apresenta aproximação satisfatória. Porém, quando estas quantidades forem levantadas a partir de anteprojetos, o nível de precisão do orçamento diminui, gerando maior discrepância entre o orçado e o realizado.

Mutti (2020) destaca a introdução da metodologia BIM (Building Information Modeling – Modelagem da Informação da Construção) nesta etapa da orçamentação. Com o uso da metodologia BIM, é possível construir um modelo virtual da edificação, contendo a geometria exata e os dados relevantes de cada elemento a ser utilizado na obra. Através de softwares específicos, é possível extrair as quantidades de serviços e materiais diretamente dos projetos de maneira automatizada e precisa.

- Cálculo dos preços unitários:

Para Xavier (2008), calcular os preços unitários é identificar o custo dos elementos que compõem uma unidade de serviço, ou seja, custo dos materiais, mão de obra, equipamentos e encargos sociais. O levantamento de preços pode ser feito através de cotações de mercado, consulta de tabelas de instituições especializadas ou com base no histórico de obras executadas da empresa construtora.

- Elaboração da composição de preços (materiais e mão de obra):

Segundo Mutti (2020), o custo de cada serviço é composto de acordo com a quantificação e os custos da mão de obra, dos insumos, dos equipamentos e dos encargos sociais necessários à sua realização. Dessa forma, os quantitativos são multiplicados pelos custos unitários de cada serviço para a obtenção do orçamento. As composições unitárias de custo compõem o orçamento. Segundo a autora, as composições estão disponíveis em manuais orçamentários, como TCPO (Tabela De Composições de Preços para Orçamentos) ou SINAPI

(utilizado como referência para custos de obras públicas). As composições geralmente são constituídas por:

- Consumo, índice ou coeficiente de aplicação de materiais;
- Índice ou coeficiente de produção ou aplicação de mão de obra;
- Índice de aplicação de equipamentos com o seu custo horário;
- Custos unitários de materiais;
- Custos unitários de mão de obra;
- Índice de encargos sociais;
- Índice de benefícios e despesas indiretas (BDI).

De acordo com Xavier (2008), a partir da identificação dos elementos de composição de cada serviço e de seus preços unitários, é realizada a composição de preços, listando estes elementos, suas quantificações e seus preços unitários. Com isto, são realizadas operações aritméticas para a identificação do preço total de cada serviço, como no exemplo da figura a seguir:

Figura 18 - Exemplo de composição de serviço

Insumo	Unidade	Índice	Custo unitário	Custo total (R\$)
Armador	H	0,10	6,69	0,69
Ajudante	H	0,10	4,20	0,42
Aço CA-50	Kg	1,10	2,90	3,19
Arame recozido nº 18	Kg	0,03	5,00	0,15
Total				4,45
Composição de insumos			Composição dos custos unitários	

Fonte: Xavier (2008)

- Definição do BDI:

De acordo com Xavier (2008, p. 18), o BDI é “um índice definido previamente pela empresa construtora que se aplica à planilha de custo para chegar ao orçamento final”. Mutti (2020, p. 53) define BDI como “um valor monetário que engloba o lucro bruto desejado sobre um empreendimento, o somatório das despesas indiretas incorridas, e, após isso, incluídos os tributos”.

Assim, obtém-se o orçamento total da obra, podendo ser consultado por etapas de execução, serviços e materiais.

2.4 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL (HIS)

Segundo Moreira (2020), a Habitação de Interesse Social (HIS) “é aquela voltada à população de baixa renda que não possui acesso à moradia formal e nem condições para contratar os serviços de profissionais ligados à construção civil”. De acordo com a Caixa Econômica Federal, CEF (2021):

Os programas de Habitação de Interesse Social têm como objetivo viabilizar à população de baixa renda o acesso à moradia adequada e regular, bem como o acesso aos serviços públicos, reduzindo a desigualdade social e promovendo a ocupação urbana planejada. Isso se dá por meio de apoio aos municípios, aos estados e ao Distrito Federal na elaboração de planos locais de habitação.

Para Balbim e Krause (2014), a questão populacional para as pessoas de baixa renda é um grande problema social, econômico e urbano, impactando a formação das cidades brasileiras desde o final do século XIX. Tal questão foi potencializada com a velocidade da urbanização na segunda metade do século XX, período no qual a população urbana teve um acréscimo de 120 milhões de habitantes em cinquenta anos. Enquanto isto, a produção habitacional formal não acompanhou tal crescimento. Moreira (2020) complementa que a origem da Habitação de Interesse Social esteve ligada urbanização e ao aumento da demanda por habitação de baixo custo.

2.4.1 Histórico

De acordo com Moreira (2020), o Governo Federal passou a dar atenção às HIS a partir dos anos 30, com industrialização do país. Antes desse período, a população procedente da área rural se instalava em vilas operárias ou moradias de aluguel da iniciativa privada. A partir de então, o Governo Federal, sob o comando de Getúlio Vargas, passou a estudar e projetar a implantação de núcleos de habitações voltados para a população de baixa renda.

Segundo Balbim e Krause (2014), pode-se traçar periodizações no que diz respeito às Habitações de Interesse Social:

- Período 1964-1986: início efetivo da produção habitacional, com a criação do BNH (Banco Nacional da Habitação) e do SFH (Sistema Financeiro Habitacional) em 1964. Durante o período, 25% das novas moradias do Brasil foram financiadas pelo BNH. Apesar dos esforços, esse número foi muito aquém do necessário para suprir a demanda por habitação, causando aumento

do mercado informal da construção: autoconstrução, favelas e cortiços. O BNH foi à falência em 1986.

- Período 1986-2003: com início a partir da falência do BNH, o período é caracterizado pelo aprofundamento da pobreza urbana e o crescimento dos déficits ligados à habitação. Entre 1991 e 2000, a população moradora em favelas cresceu 84%, enquanto a população geral cresceu 15,7%. Com a falência do BNH, a CEF passou a ser o agente financeiro do SFH. Neste período, foram iniciados processos locais de produção social de moradias que balizaram diretrizes adotadas formalmente no período seguinte.
- A partir de 2003: com a criação do Ministério das Cidades, foi elaborada a Política Nacional do Desenvolvimento Urbano, que desenvolveu uma nova política para o setor da habitação, principalmente as HIS. Neste período, houve a criação de programas como: o Crédito Solidário em 2004, o PAC Urbanização de Favelas em 2007 e o Minha Casa Minha Vida (PMCMV) em 2009.

2.4.2 Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV)

Segundo Rolnik et al. (2015, p. 129), o PMCMV foi lançado em março de 2009 pelo Governo Federal, com objetivo anunciado de “contribuir para a redução do déficit habitacional no país por meio da concessão de incentivos à produção e compra de novas unidades habitacionais”. O programa foi desenvolvido visando atender a três faixas de renda, com metas, mecanismos de contratação e incentivos econômicos diferentes:

- A Faixa 1 é destinada ao atendimento de famílias com renda mensal de até R\$1.600,00. A comercialização das unidades habitacionais é de responsabilidade dos governos locais, estando a construtora imune aos riscos de inadimplências dos beneficiários finais, que por sua vez, efetuam pagamentos mensais ao longo do período de dez anos. Para tanto, o custo de produção é financiado pelo FAR (Fundo de Arrendamento Residencial).
- A Faixa 2 é destinada a famílias com renda mensal entre R\$1.600,00 e R\$3.100,00. A comercialização das unidades é de responsabilidade das construtoras, que também são incorporadoras do empreendimento. Portanto, os beneficiários celebram contrato de compra e venda diretamente com a

construtora, recebendo financiamento da CEF com recursos do FGTS (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço).

- A Faixa 3 é destinada a famílias com renda entre R\$3.100,00 e R\$5.000,00. Os demais requisitos seguem os padrões estipulados na Faixa 2.

Rolnik et al. (2015) afirmam que o programa é dividido em fases. Na primeira fase do programa (2009 a 2011), estabeleceu-se como meta a construção de 400 mil unidades para a Faixa 1, 400 mil unidades para a Faixa 2 e 200 mil unidades para a Faixa 3. Na segunda fase (2011 a 2014), estabeleceu-se como meta a construção de 1,2 milhão de unidades para a Faixa 1, 600 mil unidades para a Faixa 2, e 200 mil unidades para a Faixa 3.

Para Moreira (2020):

As principais críticas ao programa são o seu foco na quantidade de habitações, o que não reflete na sua qualidade de espaços, materiais e ou técnicas construtivas; a falta de participação popular no processo de concepção do projeto; falta de incentivos que promovam reconhecimento, identidade e vizinhança; e desarticulação com o contexto urbano.

De acordo com Antunes (2019), em dez anos de programa, foram estabelecidos contratos para construção de 5,7 milhões de unidades habitacionais e 4,3 milhões de unidades foram entregues. Também foram gerados 3,5 milhões de empregos diretos e R\$163,4 bilhões em tributos.

2.4.3 Características de projetos de HIS

De acordo com a Mobuss Construção (2020), existem seis aspectos que caracterizam as habitações de interesse social:

1. Baixo custo de produção: essas edificações possuem percentuais de lucro menores. Portanto, busca-se diminuir os custos da construção, obedecendo as às normas de desempenho e habitabilidade, como a NBR 15575. Investir em métodos construtivos mais acessíveis e evitar retrabalhos e erros são exemplos de ações a serem tomadas para controlar os custos.
2. Velocidade de execução: visando diminuir os custos, as obras devem ser construídas em prazos menores, exigindo processos bem definidos e controlados.

3. Unidades habitacionais compactas: comumente verifica-se cômodos conjugados, como sala e cozinha. As metragens são menores em comparação com outros tipos de habitação a fim de manter o custo de produção menor.
4. Padronização: com a padronização das unidades, os processos tornam-se repetitivos e o controle processual é facilitado, de modo que o tempo de execução diminui. Também há o aumento da agilidade na aprovação de projetos em órgãos locais.
5. Localização afastada do centro: para manter o custo baixo, opta-se por terrenos mais afastados do centro urbano.
6. Acesso a serviços públicos: apesar de afastado dos bairros centrais, é necessário que população de baixa renda tenha pleno gozo de todos os seus direitos como água potável, energia elétrica, tratamento de esgoto, transporte público, entre outros.

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo mostrar o caminho utilizado para a realização deste trabalho, apresentando detalhadamente as etapas seguidas. Apresenta-se também como os dados foram levantados, dando ao leitor maior clareza quanto às técnicas utilizadas, aplicações e limitações.

Dessa forma, o capítulo é dividido em três tópicos. Primeiramente, é apresentada a estrutura metodológica, classificando esta pesquisa quanto à utilização dos resultados, à natureza do método, aos fins e aos meios; na sequência, os procedimentos adotados para a realização da análise comparativa são expostos; e por fim, são apresentadas as condições adotadas para aplicação do estudo de caso.

3.1 ESTRUTURA METODOLÓGICA

Silveira et al. (2009) define a pesquisa como o centro da ciência, possibilitando uma aproximação e um entendimento da realidade a ser investigada, sendo, dessa forma, um processo permanentemente inacabado. A pesquisa é processada por aproximações sucessivas da realidade, fornecendo subsídios para uma intervenção real.

O Quadro 1 a seguir mostra classificações do tipo de pesquisa proposta pela Dr^a. Sonia V. W. B. de Oliveira e Janaina E. Giraldi, da Universidade de São Paulo.

Para Minayo (2011), a matéria-prima da pesquisa qualitativa é composta por um conjunto de substantivos, cujos sentidos se complementam: experiência, vivência, senso comum e ação. O movimento que informa qualquer abordagem ou análise se baseia em três verbos: compreender, interpretar e dialetizar. Portanto, esta pesquisa pode ser considerada qualitativa, pois visa entender o uso de instalações industrializadas de acordo com a perspectiva dos envolvidos, como os agentes deste estudo de caso. Para isto, é realizada uma análise bibliográfica sobre o tema e uma análise documental, a partir de relatórios orçamentários e projetos de engenharia.

De acordo com Richardson (1999, apud MARQUES, 2020), a pesquisa se caracteriza pelo uso da quantificação nas formas de coleta de informações e na análise das mesmas por meio de técnicas estatísticas. Com isso, também pode-se inferir que esta pesquisa é quantitativa, pois objetiva a comparação de custos entre o método convencional de construção de instalações

e o uso de sistemas industrializados, utilizando o projeto de uma obra industrializável como estudo de caso.

Quadro 1 - Tipos de pesquisa

1. Quanto à utilização dos resultados	Pesquisa pura Pesquisa aplicada
2. Quanto à natureza do método	Qualitativa Quantitativa
3. Quanto aos fins	Exploratória Descritiva Explicativa Intervencionista
4. Quanto aos meios	Pesquisa de campo De laboratório Documental Bibliográfica Experimental Ex post facto Participante Pesquisa-ação Levantamento (survey) Estudo de caso

Fonte: Adaptado de Oliveira e Giraldi (201-)

Os pesquisadores que utilizam os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens (GERHARDT et al, 2009, p. 34).

De acordo com Ventura (2007), o estudo de caso como modalidade de pesquisa é entendido como uma metodologia ou como a escolha de um objeto de estudo definido pelo interesse em casos individuais. Visa à investigação de um caso específico, bem delimitado, contextualizado em tempo e lugar para que se possa realizar uma busca circunstanciada de informações. O mesmo autor resume que o estudo de caso tem por objetivo adquirir conhecimento sobre o fenômeno estudado através da exploração intensa de um único caso.

Classificando quanto aos fins, de acordo com Oliveira e Giraldi (2020), este trabalho pode ser considerado pesquisa descritiva, pois já existem conhecimentos prévios sobre o assunto, permitindo que a pesquisa seja pré-planejada e estruturada. Portanto, é analisado o cenário da industrialização de instalações prediais, possibilitando uma proposta de metodologia para análise de custos entre os sistemas convencionais e industrializados.

Em resumo, esta pesquisa é documental, bibliográfica, descritiva, aplicada e pode ser classificada como qualitativa e também como quantitativa. Na sequência, são expostas as etapas de pesquisa seguidas para atingir o objetivo deste trabalho, e após, a estrutura do trabalho é apresentada em forma de fluxograma:

1. Bibliografia:
 - a) Industrialização na construção civil;
 - b) Instalações prediais;
 - c) Análise de custos na construção;
 - d) Habitação de Interesse Social.
2. Proposta de metodologia para a análise comparativa de custos entre sistemas construtivos convencionais e industrializados em instalações prediais.
3. Estudo de caso para validação da metodologia proposta:
 - a) Definição do perfil de empreendimento adequado para o uso de soluções industrializadas;
 - b) Coleta de informações de um empreendimento: projetos arquitetônico e de instalações, composições de serviços da etapa de instalações e preços unitários de materiais e mão de obra;
 - c) Coleta de proposta comercial de um fornecedor de soluções industrializadas de instalações prediais;
4. Comparação de custos por unidade habitacional entre o orçamento através do método convencional e a proposta comercial do fornecedor;

Figura 19 - Fluxograma de estrutura do trabalho



Fonte: Autor (2021)

3.2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS

Para a realização de uma análise comparativa de custos entre o método convencional utilizado para construção de instalações prediais e o método industrializado, é necessário elencar os custos diretos de execução do sistema convencional, juntamente com o custo praticado no mercado (através de proposta comercial de um fornecedor de instalações industrializadas).

No próximo capítulo, serão expostas as premissas elencadas para a realização da metodologia de comparação de custos, juntamente com os resultados obtidos na comparação.

3.3 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Para realizar a comparação de custos, no capítulo 5 é realizado um estudo de caso. Para isto, foi selecionado um empreendimento que possui características compatíveis com o uso de soluções industrializadas de instalações do fornecedor escolhido para o estudo. Estas características são:

- Possuir paredes estruturais, podendo variar entre estrutura em parede de concreto armado, alvenaria estrutural com blocos de concreto ou alvenaria estrutural com blocos cerâmicos;
- Alta repetição de tipologias (mais de 50 unidades da mesma tipologia);
- Projetos de instalações adaptáveis tecnicamente ao uso de instalações industrializadas.

Dentre essas características, foi adotado o empreendimento Residencial Morrinhos – Fase 2, construído pela construtora CCB, de Goiânia-GO. A obra foi finalizada no ano de 2020. O empreendimento foi construído na cidade de Morrinhos/GO e conta com 56 unidades habitacionais unifamiliares idênticas com estrutura em parede de concreto armado. O empreendimento se encaixa na Faixa 1,5 do PMCMV (Programa Minha Casa, Minha Vida), sendo financiado pela Caixa Econômica Federal. Os projetos de instalações e o orçamento elaborado pela equipe de engenharia da empresa foram cedidos pela construtora. Os orçamentos e suas composições foram realizados com base no histórico de obras da empresa e pesquisas de mercado através de cotações com fornecedores de materiais de instalações prediais.

A empresa escolhida para realização da comparação de custos foi o fornecedor de soluções industrializadas de instalações Ambar Tech. Tal empresa atua no mercado desde 2013 fornecendo soluções em industrialização e tecnologias digitais para construtoras. Dessa forma, foi cedida pela Ambar Tech a proposta comercial anteriormente elaborada para a obra em questão, contendo o valor a ser investido pela construtora e o escopo de fornecimento dos materiais. Esta proposta contempla o fornecimento de módulos industrializados de materiais hidráulicos (água fria) e elétricos. O processo de fornecimento desta empresa consiste nas seguintes etapas: a) elaboração de proposta comercial com base nos projetos existentes; b) fechamento de contrato com o cliente; c) adaptações técnicas nos projetos das disciplinas a serem fornecidas; d) desenvolvimento fabril dos módulos de instalações com base nos projetos e e) entrega dos produtos em obra.

Dessa forma, foram seguidos os seguintes passos para a comparação de custos:

- a) Definição do orçamento das instalações de água fria e de elétrica fornecidos pela CCB (materiais e mão de obra);
- b) Obtenção da proposta comercial da Ambar Tech;
- c) Comparação entre os materiais inclusos no orçamento da CCB e na proposta da Ambar Tech;
- d) Análise de redução de mão de obra de acordo com índices fornecidos pela empresa Ambar Tech;
- e) Comparação de custos finais entre o orçamento da CCB e a proposta da Ambar, levando em consideração as análises dos itens anteriores;

3.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este trabalho limita-se ao estudo de implantação para empreendimentos que se encaixem nos padrões industrializáveis citados. Também não é englobada a análise técnica para escolha do sistema construtivo empregado ou elementos arquitetônicos aplicados, restringindo-se aos sistemas fornecidos pelo fornecedor escolhido. Os resultados podem variar de acordo com o fornecedor selecionado e com as características dos projetos de instalações.

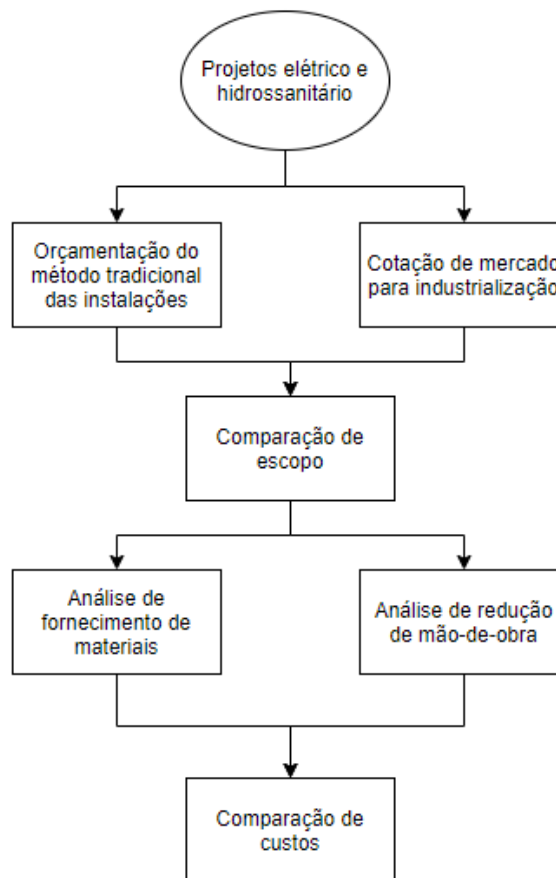
4 METODOLÓGIA PARA COMPARAÇÃO DE CUSTOS

De acordo com Rosso (1980, apud MARQUES, 2020), para que se tenha o melhor aproveitamento da tecnologia empregada nos sistemas industrializados, a escolha da mesma pode anteceder a etapa de projetos.

Neste capítulo, é descrito o procedimento utilizado para a realização da análise comparativa de custos diretos entre o método construtivo convencional de instalações prediais e o método industrializado através de soluções pré-fabricadas. Este procedimento visa auxiliar construtores, engenheiros e demais envolvidos nas tomadas de decisões que englobam o empreendimento na comparação de custos.

A metodologia de análise pode ser entendida como um sequenciamento de etapas, como ilustra a figura a seguir:

Figura 20 - Fluxograma do procedimento



Fonte: Autor (2021)

Dessa forma, as etapas que compõem a metodologia proposta consistem em:

- a) Orçamento analítico do método convencional: a partir dos projetos executivos de instalações elétricas e hidrossanitárias, é realizado o orçamento analítico das etapas de instalações, com o objetivo de estimar o custo de execução da obra através do método convencional. Para tal, é necessário orçar tanto os materiais, quanto a mão de obra.
- b) Cotações de soluções industrializadas: com os projetos executivos de instalações realizados, é possível buscar opções de fornecedores de soluções industrializadas de instalações no mercado. Com isso, solicitam-se as propostas técnico-comerciais a empresas especializadas para conhecer o custo com materiais com o uso de instalações pré-fabricadas.
- c) Análise de escopo: tendo os valores de construção convencional e industrializada disponíveis, são analisados o escopo de fornecimento de materiais e a redução de mão de obra. Para a análise de materiais, são observados itens que são contemplados ou não na proposta técnica do fornecedor e no orçamento. Para análise de redução de mão de obra, leva-se em consideração os índices de redução de cada atividade de acordo com o fornecedor.
- d) Comparação de custos: com os valores finais de cada processo construtivo, são comparados os custos levando em consideração índices de desperdício, custo de manutenção pós-obra, inflação, entre outros, de acordo com a disponibilidade desses dados. Casos estes valores não possam ser levantados de maneira trivial, recomenda-se fazer a análise final sem os mesmos, porém, levando em consideração tais aspectos para a tomada de decisão.

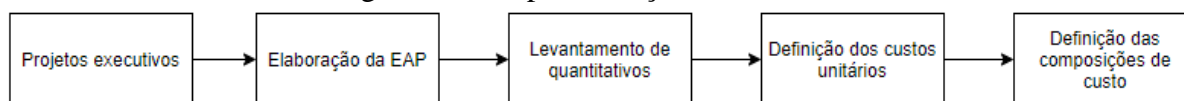
As etapas citadas da metodologia proposta são detalhadas a seguir.

4.1 REALIZAÇÃO DO ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ETAPA DE INSTALAÇÕES

Com o objetivo de conhecer o custo prévio de construção das etapas de instalações elétricas e hidrossanitárias, é realizada a orçamentação dos materiais, equipamentos e mão de obra desta fase. Segundo Mutti (2020), para realizar um orçamento na construção civil deve-se quantificar insumos, mão de obra e equipamentos necessários para realização de uma obra ou serviço, bem como os respectivos custos.

Como apresentado no item 2.3.3, a elaboração do orçamento analítico, segundo Mutti (2020) e Xavier (2008), segue as seguintes etapas:

Figura 21 - Etapas do orçamento analítico



Fonte: Autor (2021)

As etapas apresentadas no fluxograma anterior são detalhadas a seguir.

4.1.1 Elaboração da Estrutura Analítica de Projeto (EAP)

De acordo com Mutti (2020), deve-se elaborar um plano contemplando todas as etapas e serviços a serem realizados na obra em sequência de execução. Esse plano é a EAP do empreendimento, sendo a execução das instalações elétricas e hidráulicas subetapas desta EAP.

4.1.2 Levantamento de quantitativos

Após o detalhamento das etapas de instalações, deve-se quantificar os serviços, levantando todos os materiais necessários e suas quantidades e a quantidade de mão de obra necessária para a execução dos serviços.

Esse levantamento pode ser realizado manualmente, somando os comprimentos de eletrodutos e tubulações, os comprimentos dos cabos elétricos, as quantidades de acessórios elétricos e hidráulicos e quantificando os demais itens necessários para a correta execução dos serviços. A quantificação dos demais itens pode ser realizada com o auxílio de tabelas especializadas, como a TCPO ou SINAPI, ou com base no histórico de consumo de obras anteriores.

Outra alternativa para levantar os quantitativos é utilizar ferramentas que automatizem esse processo com o uso da metodologia BIM. Essas ferramentas permitem que seja construído um modelo virtual da edificação, modelando cada componente e elemento dos projetos de instalações elétricas e hidráulicas. Assim, a quantificação dos materiais pode ser extraída de maneira automatizada e precisa.

Para quantificação da mão de obra responsável pela execução, pode ser utilizado o histórico de produtividade encontrado em obras anteriores e confrontado com o tempo previsto para execução dos serviços, determinando a quantidade de profissionais necessários.

4.1.3 Definição dos custos unitários

De acordo com Xavier (2008), deve-se identificar o custo dos elementos que compõem uma unidade de serviço, ou seja, custo dos materiais, mão de obra, equipamentos e encargos sociais. O levantamento de preços pode ser feito através de cotações de mercado, consulta de tabelas de instituições especializadas, como a SINAPI, ou baseando-se no histórico de obras executadas anteriormente.

4.1.4 Definição das composições de preços

Segundo Mutti (2020), o custo de cada serviço é composto segundo a quantificação e os custos da mão de obra, dos insumos, dos equipamentos e dos encargos sociais necessários à sua realização. Multiplica-se o quantitativo pelo custo unitário de cada item e obtém-se o custo do serviço. Ao somar os custos dos serviços, é obtido o orçamento. Segundo a autora, as composições estão disponíveis em manuais orçamentários, como TCPO ou SINAPI.

4.2 COTAÇÕES DE MERCADO DE SOLUÇÕES INDUSTRIALIZADAS

Para comparar o custo orçado com o custo do uso de soluções industrializadas, deve-se prospectar empresas especializadas no mercado no fornecimento deste tipo de sistema construtivo. Uma vez realizada a pesquisa, é solicitada uma proposta técnica-comercial ao(s) fornecedor(es), prevendo o escopo de fornecimento, materiais inclusos e índices de redução de mão de obra e/ou ganho de produtividade em canteiro.

Para solicitação da proposta do fornecedor, é necessário ter os projetos elétrico hidrossanitário prontos. Dessa forma, o fornecedor consegue montar um escopo de fornecimento personalizado e voltado para o empreendimento em questão, tendo em vista as quantidades de materiais necessárias para o provimento completo dos itens contemplados em projeto.

4.3 COMPARAÇÃO ENTRE O ESCOPO DE FORNECIMENTO E ORÇAMENTO ANÁLITICO

Tendo o orçamento analítico realizado e as propostas técnico-comerciais disponibilizadas pelo(s) fornecedor(es), são comparados os escopos de fornecimento das soluções industrializadas com os itens que foram considerados nas composições do orçamento analítico. Para tal, materiais e mão de obra são analisados separadamente.

4.3.1 Análise de materiais

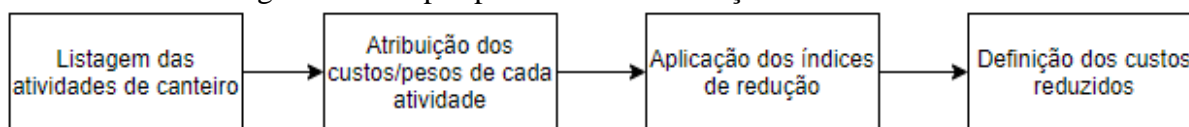
Com o objetivo de comparar o que está incluso no escopo de fornecimento das soluções industrializadas com o que foi levantado no orçamento analítico, é feita a comparação da listagem de materiais de ambos. Esse processo é realizado listando os itens presentes no orçamento analítico e confrontando item por item com a listagem de itens presente no escopo de fornecimento das instalações industrializadas.

Dessa forma, é possível entender quais materiais ainda deverão ser comprados mesmo quando utilizadas soluções industrializadas. Com isso, tem-se o custo de materiais utilizando o método convencional e o custo remanescente de materiais utilizando instalações pré-fabricadas. Este último valor deve ser igual a zero quando o escopo de fornecimento contemplar itens extras para viabilizar a execução do método industrializado, pois os valores de tais itens já estarão inclusos no valor da proposta do fornecedor. Porém, no caso de o escopo não contemplar itens presentes nas composições dos serviços, o valor deverá ser maior do que zero. Neste caso, é necessário realizar uma análise técnica para verificar se tais itens ainda seriam necessários utilizando instalações industrializadas. Em caso afirmativo, a soma dos valores dos itens remanescentes representa o custo remanescente de materiais.

4.3.2 Análise de mão de obra

De acordo com Nakamura (2018), o uso de soluções industrializadas na construção civil, como kits pré-fabricados de instalações, demanda menor quantidade de mão de obra dentre outros fatores. Dessa forma, deve ser feita a análise de redução da mão de obra quando busca-se utilizar soluções industrializadas, seguindo as etapas seguintes:

Figura 22 - Etapas para análise de redução de mão de obra



Fonte: Autor (2021)

A quantidade de mão de obra a ser reduzida é baseada nos índices oferecidos pelo fornecedor, de acordo com cada atividade a ser realizada em canteiro. Para isso, devem ser relacionadas todas as atividades realizadas pela mão de obra responsável pela execução das instalações durante o processo de construção e seus respectivos custos, segundo as composições do orçamento analítico. Caso apenas o custo global da mão de obra seja disponibilizado, pode-se atribuir pesos de acordo com a duração de cada atividade e assim conhecer o impacto de cada uma no custo global.

Feita a relação de atividades e seus custos, são atribuídos os índices de redução de demanda de mão de obra para cada uma das atividades, de acordo com a proposta feita pelo fornecedor e a análise técnica da equipe responsável pela análise.

Por exemplo: a atividade de “passagem de fiação elétrica” possui um custo de R\$150,00/UH³. Como o sistema elétrico industrializado será fornecido com os fios já embutidos nos eletrodutos, essa atividade não será realizada em canteiro, possuindo um índice de redução de demanda de 100%, passando a representar R\$0,00 com a utilização de soluções industrializadas.

Com a análise de redução de demanda de mão de obra realizada, é possível observar o custo com mão de obra utilizando o método convencional (orçamento analítico) e o custo com mão de obra utilizando instalações pré-fabricadas. Dessa forma, é levado em consideração o possível ganho de produtividade com a industrialização e não apenas o custo de materiais.

4.4 COMPARAÇÃO DE CUSTOS

Para conclusão da análise comparativa de custos, são confrontados os dados levantados até então. Para o uso do método convencional, tem-se o custo de materiais e mão de obra segundo orçamento analítico. Para o uso de soluções industrializadas, tem-se o valor da proposta de fornecimento, o custo de mão de obra e o custo remanescente de materiais.

³ UH: Unidades Habitacionais.

Outros índices relacionados à execução deste sistema da obra também devem ser contemplados na comparação, caso tenha-se seus valores levantados, como por exemplo:

- Índice de desperdício de material, inferido sobre o custo de materiais segundo orçamento analítico;
- Índice de manutenção pós-obra decorrentes de patologias causadas por problemas nas instalações, seja por erros de execução ou defeitos nos materiais;
- Inflação da construção no período, caso o orçamento analítico e o orçamento industrializado sejam realizados em momentos diferentes;
- Custos indiretos reduzidos com a redução do cronograma da obra.

Dessa forma, é possível montar uma tabela com os custos que envolvem o uso de instalações convencionais e outra com os custos que envolvem o uso de instalações pré-fabricadas. Ao final, verifica-se a diferença entre os custos, avaliando os dados que puderam ser levantados e considerando as informações não mensuradas para a tomada de decisão.

5 ESTUDO DE CASO

Para a realização do procedimento metodológico apresentado no capítulo anterior, será utilizado um projeto de um empreendimento residencial cedido pela construtora CCB. A construtora possui sua sede localizada na cidade de Goiânia/GO e atua no mercado da construção civil desde 1986. O escopo de serviço abrange diferentes serviços de engenharia, entre eles, obras de habitação de baixo padrão.

O projeto em questão representa uma HIS que se encaixa na Faixa 1,5 do PMCMV e engloba a construção de 56 unidades habitacionais idênticas na cidade de Morrinhos/GO. A tipologia-padrão das unidades habitacionais é de uma residência unifamiliar com estrutura em parede de concreto armado. Portanto, pode-se observar que o empreendimento segue os padrões de uma obra industrializável, como apresentado no item 2.4.3.

Para realização deste estudo, foi solicitado um orçamento do fornecedor Ambar Tech para fabricação e entrega de soluções pré-fabricadas de instalações elétricas e hidráulicas voltadas para o projeto objeto deste estudo de caso. A Ambar é uma empresa que atua no mercado do fornecimento de soluções industrializadas de instalações desde 2013 e é sediada na cidade de São Carlos, no interior do estado de São Paulo, mesmo local onde é situada sua fábrica. A Ambar comercializa seu produto em todo o território nacional.

Assim, é possível confrontar o orçamento de custos diretos da obra Residencial Morrinhos da construtora CCB com a proposta comercial apresentada pelo fornecedor Ambar. Após isto, é feita a análise entre os custos seguindo a metodologia proposta previamente.

5.1 ORÇAMENTO ANALÍTICO

O orçamento analítico dos serviços de instalações elétricas e instalações de água fria do empreendimento Residencial Morrinhos foi disponibilizado pela construtora CCB. Tal orçamento foi realizado pela equipe de engenharia da empresa levando em consideração os seguintes critérios:

- Os quantitativos de materiais foram levantados utilizando ferramentas que seguem a metodologia BIM;
- Os preços unitários foram obtidos através de cotações e consultas de mercado no ano de 2020, no mês de fevereiro, após somatória das quantidades para todas as unidades habitacionais.

Seguem os orçamentos detalhados para uma unidade habitacional:

Quadro 2 - Orçamento detalhado de instalações elétricas

INSTALAÇÕES ELÉTRICA					
	INSUMO	UND	QNTD	RS/UNT	TOTAL
MATERIAIS					
	CABO PVC 750V 2,5 mm	M	343,98	0,84	288,94
	CABO PVC 750V 4,0 mm	M	13,93	1,50	20,89
	CABO PVC 750V 10,0 mm	M	33,81	3,80	128,48
	INTERRUPTOR COMUM UMA SEÇÃO COM CAIXA RETANGULAR 4x2 PVC	UND	4,00	2,21	8,84
	INTERRUPTOR COMUM UMA SEÇÃO E PARALELO UMA SEÇÃO COM CAIXA RETANGULAR 4x2 PVC	UND	2,00	3,16	6,32
	INTERRUPTOR COMUM UMA SEÇÃO E TOMADA 10A COM CAIXA RETANGULAR 4x2 PVC	UND	1,00	4,70	4,70
	INTERRUPTOR CAMPAINHA COM CAIXA RETANGULAR 4X2 PVC	UND	1,00	2,45	2,45
	TOMADA DUPLA 10A COM CAIXA RETANGULAR 4x2 AMARELA PVC	UND	4,00	5,19	20,76
	TOMADA SIMPLES 10A COM CAIXA RETANGULAR 4x2 AMARELA PVC	UND	12,00	2,63	31,56
	PONTO ELÉTRICO PARA CHUVEIRO COM CAIXA RETANGULAR 4x2 AMARELA PVC	UND	1,00	3,04	3,04
	CIGARRA CAMPAINHA COM CAIXA RETANGULAR 4X2 PVC	UND	1,00	10,85	10,85
	LUMINÁRIA ARANDELA TIPO TARTARUGA METÁLICA, CAIXA RETANGULAR 4x2 PVC	UND	2,00	12,00	24,00
	CAIXA DE LUZ OCTOGONAL 4x2 PVC	UND	26,00	3,70	96,20
	CAIXA LAJE DE LUZ OCTOGONAL 4x4 PVC	UND	6,00	5,50	33,00
	ELETRODUTO CORRUGADO FLEXÍVEL PVC 25mm	M	88,53	1,26	111,55
	ELETRODUTO CORRUGADO FLEXÍVEL PVC 32mm	M	14,56	2,19	31,89
	BARRAMENTO MONOFÁSICO TIPO PINO 8 LIGAÇÕES	UND	1,00	13,00	13,00
	DR BIPOLAR 63A 30mA	UND	1,00	55,00	55,00
	HASTE DE ATERRAMENTO COM CONECTOR	UND	1,00	16,65	16,65
	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EM PVC DE EMBUTIR 12/16 DISJUNTORES	UND	1,00	29,00	29,00
	CAIXA DE PASSAGEM DE ELÉTRICA COM TAMPA E BRITA NO FUNDO - (Dimensões 300x300x300mm)	UND	1,00	100,00	100,00
	PADRÃO MONOFÁSICO ENEL (ENTRADA AÉREA E SAÍDA SUBTERRÂNEA)	UND	1,00	580,00	580,00
				SUBTOTAL MATERIAIS	1.617,11
MÃO-DE-OBRA					
	SERVIÇO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	UND	1,00	394,01	394,01
				SUBTOTAL MÃO-DE-OBRA	394,01

Fonte: Adaptado de Construtora CCB (2021)

Quadro 3 - Orçamento detalhado de instalações de água fria

INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA					
	INSUMO	UND	QNTD	RS/UNT	TOTAL
MATERIAIS					
	HIDRÔMETRO 3M ² /H 3/4" Ø25 MM-Ø25 MM - PADRÃO SANEAGO	UND	1,00	63,90	63,90
	LUVA PVC ROSCÁVEL 3/4" COM ANEL DE REFORÇO EXTERNO Ø25 MM-Ø25 MM	UND	1,00	2,30	2,30
	REGISTRO DE GAVETA ABNT 1 1/2" Ø50 MM-Ø50 MM	UND	1,00	36,92	36,92
	REGISTRO DE GAVETA ABNT 1" Ø32 MM-Ø32 MM	UND	3,00	22,52	67,56
	REGISTRO DE GAVETA ABNT 3/4" Ø25 MM-Ø25 MM	UND	1,00	17,90	17,90
	REGISTRO DE PRESSÃO 1.400 CROMADO M/F 3/4" Ø25 MM-Ø25 MM	UND	1,00	18,00	18,00
	REGISTRO ESFERA PVC ROSCAVEL COM DISPOSITIVO PARA LACRE 3/4" Ø25 MM-Ø25 MM	UND	1,00	5,82	5,82
	REGISTRO ESFERA PVC ROSCAVEL MACHO/FEMEA 3/4" Ø25 MM-Ø25 MM	UND	1,00	5,50	5,50
	ACABAMENTO DE REGISTRO	UND	5,00	28,00	140,00
	TUBETE PORCA DE PVC COM BUCHA DE LATÃO 3/4" Ø25 MM-Ø25 MM	UND	2,00	4,48	8,96
	ADAPTADOR SOLDÁVEL COM ANEL PARA CAIXA D'ÁGUA, PVC BRANCO Ø25 MM	UND	1,00	3,30	3,30
	ADAPTADOR SOLDÁVEL COM ANEL PARA CAIXA D'ÁGUA, PVC BRANCO Ø32 MM	UND	2,00	6,90	13,80
	ADAPTADOR SOLDÁVEL COM ANEL PARA CAIXA D'ÁGUA, PVC BRANCO Ø50 MM	UND	1,00	6,50	6,50
	ADAPTADOR SOLDÁVEL CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO PVC MARROM Ø25 MM-Ø25 MM	UND	3,00	0,21	0,63
	ADAPTADOR SOLDÁVEL CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO PVC MARROM Ø32 MM-Ø32 MM	UND	6,00	0,53	3,18
	ADAPTADOR SOLDÁVEL CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO PVC MARROM Ø50 MM-Ø50 MM	UND	2,00	1,37	2,74
	BUCHA DE REDUÇÃO SOLDÁVEL CURTA PVC MARROM Ø32 MM-Ø25 MM	UND	2,00	0,28	0,56
	BUCHA DE REDUÇÃO SOLDÁVEL CURTA PVC MARROM Ø40 MM-Ø32 MM	UND	1,00	0,61	0,61
	BUCHA DE REDUÇÃO SOLDÁVEL CURTA PVC MARROM Ø50 MM-Ø40 MM	UND	1,00	1,19	1,19
	JOELHO 45º SOLDÁVEL PVC MARRON Ø25 MM-Ø25 MM	UND	3,00	0,56	1,68
	JOELHO 45º SOLDÁVEL PVC MARRON Ø32 MM-Ø32 MM	UND	2,00	1,34	2,68
	JOELHO 45º SOLDÁVEL PVC MARRON Ø40 MM-Ø40 MM	UND	1,00	0,57	0,57
	JOELHO 90º SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO 25 X 1/2", PVC MARROM Ø25 MM-Ø20 MM	UND	3,00	1,80	5,40
	JOELHO 90º SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO 25 X 3/4", PVC MARROM Ø25 MM-Ø25 MM	UND	3,00	1,63	4,89
	JOELHO 90º SOLDÁVEL PVC MARROM Ø25 MM-Ø25 MM	UND	21,00	0,18	3,78
	JOELHO 90º SOLDÁVEL PVC MARROM Ø32 MM-Ø32 MM	UND	7,00	0,70	4,90
	JOELHO 90º SOLDÁVEL PVC MARROM Ø40 MM-Ø40 MM	UND	2,00	1,63	3,26
	JOELHO 90º SOLDÁVEL PVC MARROM Ø50 MM-Ø50 MM	UND	1,00	1,45	1,45
	LUVA SOLDÁVEL E COM BUCHA DE LATÃO 25 X 3/4", PVC MARROM Ø25 MM-Ø25 MM	UND	3,00	1,81	5,43
	TÊ DE REDUÇÃO SOLDÁVEL PVC MARROM Ø32 MM-Ø32 MM-Ø25 MM	UND	2,00	3,13	6,26
	TÊ DE REDUÇÃO SOLDÁVEL PVC MARROM Ø40 MM-Ø40 MM-Ø32 MM	UND	1,00	3,42	3,42
	TÊ DE REDUÇÃO SOLDÁVEL PVC MARROM Ø50 MM-Ø50 MM-Ø25 MM	UND	1,00	2,48	2,48
	TÊ SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO NA BOLSA CENTRAL 25 X 3/4", PVC MARROM Ø25 MM-Ø25 MM-Ø25 MI	UND	1,00	2,85	2,85

TÊ DE REDUÇÃO SOLDÁVEL PVC MARROM Ø32 MM-Ø32 MM-Ø25 MM	UND	2,00	3,13	6,26
TÊ DE REDUÇÃO SOLDÁVEL PVC MARROM Ø40 MM-Ø40 MM-Ø32 MM	UND	1,00	3,42	3,42
TÊ DE REDUÇÃO SOLDÁVEL PVC MARROM Ø50 MM-Ø50 MM-Ø25 MM	UND	1,00	2,48	2,48
TÊ SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO NA BOLSA CENTRAL 25 X 3/4", PVC MARROM Ø25 MM-Ø25 MM-Ø25 MI	UND	1,00	2,85	2,85
TÊ SOLDÁVEL PVC MARROM Ø25 MM-Ø25 MM-Ø25 MM	UND	2,00	0,33	0,66
TÊ SOLDÁVEL PVC MARROM Ø32 MM-Ø32 MM-Ø32 MM	UND	1,00	0,54	0,54
TUBO PVC SOLDÁVEL MARRON 25 MM	M	27,67	1,55	42,80
TUBO PVC SOLDÁVEL MARRON 32 MM	M	10,16	2,89	29,33
TUBO PVC SOLDÁVEL MARRON 40 MM	M	7,29	3,58	26,10
TUBO PVC SOLDÁVEL MARRON 50 MM	M	0,60	5,85	3,51
CAIXA ABRIGO HIDRÔMETROS PADRÃO SANEAGO - 44X30X12	UND	1,00	50,14	50,14
CAIXA D'ÁGUA DE FIBRA DE VIDRO, 500L - FORTLEV	UND	1,00	125,00	125,00
KIT CAVALETE DE HIDRÔMETRO PADRÃO SANEAGO (1 HIDRÔMETRO)	UND	1,00	33,00	33,00
TORNEIRA BOIA 3/4	UND	1,00	6,09	6,09
			SUBTOTAL MATERIAIS	765,58
MÃO-DE-OBRA				
SERVIÇO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	UND	1,00	295,51	295,51
			SUBTOTAL MÃO-DE-OBRA	295,51

Fonte: Adaptado de Construtora CCB (2021)

5.2 PROPOSTA COMERCIAL PARA INDUSTRIALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES

A partir dos projetos hidráulico e elétrico fornecidos pela construtora CCB, foi solicitado ao fornecedor Ambar Tech uma proposta técnico-comercial para fornecimento de instalações pré-fabricadas para a obra. Seguem os valores da proposta comercial, realizados no mês de julho de 2020:

Quadro 4 - Proposta comercial para fornecimento de soluções industrializadas

	FUNDAÇÃO	ESTRUTURA	FECHAMENTO	ACABAMENTO	TOTAL
A2 ELÉTRICA	R\$ 0,00	R\$ 1.555,37	R\$ 288,47	R\$ 548,99	R\$ 2.392,83
A3 HIDRÁULICA	R\$ 0,00	R\$ 444,42	R\$ 582,75	R\$ 0,00	R\$ 1.027,17
TOTAL POR UH:					R\$ 3.420,00

Fonte: Ambar Tech (2020)

Os códigos A2 e A3 se referem à nomenclatura dada pelo fornecedor para os kits elétricos e hidráulicos respectivamente.

O procedimento de fornecimento da Ambar consiste nos seguintes passos:

- Análise prévia de projetos e fornecimento de proposta técnico-comercial para o empreendimento;
- Fechamento de contrato com a construtora;
- Adaptação técnica dos projetos (sob autorização da construtora e do projetista responsável) para desenvolvimento fabril dos materiais e dos módulos hidráulicos;

d) Entrega dos materiais em obra.

Toda a entrega do material e montagem das instalações na obra é acompanhado por um funcionário técnico da Ambar para auxílio, caso necessário.

A divulgação do escopo técnico de fornecimento dos materiais não foi autorizada pelo fornecedor.

5.3 ANÁLISE DE ESCOPO DE FORNECIMENTO

Com o orçamento realizado e a proposta técnico-comercial recebida, deve-se comparar o escopo de fornecimento de materiais (para entender o que ainda deve ser comprado) e realizar a análise de mão de obra necessária.

5.3.1 Análise de materiais

Para entender quais itens do orçamento analítico ainda deveriam ser adquiridos caso fossem utilizadas soluções industrializadas, observam-se os materiais inclusos no escopo de fornecimento do fornecedor. A seguir, são apresentados os materiais remanescentes e seus custos referentes aos sistemas elétrico e ao sistema hidráulico:

Quadro 5 - Materiais remanescentes do sistema elétrico

INSTALAÇÕES ELÉTRICA					
INSUMO	UND	QNTD	R\$/UNT	TOTAL	
HASTE DE ATERRAMENTO COM CONECTOR	UND	1,00	16,65	16,65	
CAIXA DE PASSAGEM DE ELÉTRICA COM TAMPA E BRITA NO FUNDO - (Dimensões 300x300x300mm)	UND	1,00	100,00	100,00	
PADRÃO MONOFÁSICO ENEL (ENTRADA AÉREA E SAÍDA SUBTERRÂNEA)	UND	1,00	580,00	580,00	
SUBTOTAL MATERIAIS REMANESCENTES				696,65	

Fonte: Autor (2021)

Quadro 6 - Materiais remanescentes do sistema hidráulico

INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA					
INSUMO	UND	QNTD	R\$/UNT	TOTAL	
HIDRÔMETRO 3M ³ /H 3/4" Ø25 MM-Ø25 MM - PADRÃO SANEAGO	UND	1,00	63,90	63,90	
CAIXA ABRIGO HIDRÔMETROS PADRÃO SANEAGO - 44X30X12	UND	1,00	50,14	50,14	
CAIXA D'ÁGUA DE FIBRA DE VIDRO, 500L - FORTLEV	UND	1,00	125,00	125,00	
KIT CAVALETE DE HIDRÔMETRO PADRÃO SANEAGO (1 HIDRÔMETRO)	UND	1,00	33,00	33,00	
TORNEIRA BOIA 3/4	UND	1,00	6,09	6,09	
SUBTOTAL MATERIAIS REMANESCENTES				278,13	

Fonte: Autor (2021)

Com isso, pode-se inferir que todos os itens remanescentes são fundamentais para a completa execução das instalações. Portanto, caso seja optado pela utilização de soluções industrializadas, ainda deveriam ser investidos R\$ 696,65 em materiais elétricos e R\$ 278,13 em materiais hidráulicos por unidade habitacional.

5.3.2 Análise de redução de mão de obra

Para realizar a análise de verificação da demanda de mão de obra a ser reduzida com a utilização de soluções industrializadas, são listadas as atividades realizadas pelas equipes de instalação dos materiais elétricos e hidráulicos em obra, como mostra o quadro a seguir:

Quadro 7 - Listagem das atividades de instalações

LISTAGEM DAS ATIVIDADES	DISCIPLINA
SERVIÇO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NO PISO	ELÉTRICA
SERVIÇO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TUBULAÇÕES DE PAREDES	ELÉTRICA
SERVIÇO ELÉTRICA - PASSAGEM DE GUIA	ELÉTRICA
SERVIÇO DE FIAÇÃO ELÉTRICA	ELÉTRICA
SERVIÇO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - CAIXAS DE PASSAGEM E QUADROS	ELÉTRICA
SERVIÇO DE QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA DISJUNTORES	ELÉTRICA
SERVIÇO DE COLOCAÇÃO DE ACABAMENTOS ELÉTRICOS - ESPELHOS	ELÉTRICA
SERVIÇO DE COLOCAÇÃO DE ACABAMENTOS ELÉTRICOS - MÓDULOS	ELÉTRICA
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE PRUMADAS ÁGUA FRIA	ÁGUA FRIA
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE RAMAIS DE HIDRÁULICA	ÁGUA FRIA
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO HIDRÁULICA DO BARRILETE	ÁGUA FRIA

Fonte: Adaptado de Ambar Tech (2020)

Com as atividades listadas, são atribuídos os pesos de cada atividade no cronograma da obra (de acordo com o tempo de execução de cada atividade) e calculado o custo que cada atividade representa no orçamento. Dessa forma, é possível compreender, com mais detalhes, em quais atividades haveria ganho de produtividade com otimização de mão de obra.

Quadro 8 - Listagem das atividades com atribuições de peso

LISTAGEM DAS ATIVIDADES	DISCIPLINA	% DO TEMPO	R\$ M.O./UH
SERVIÇO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NO PISO	ELÉTRICA	20%	R\$ 78,14
SERVIÇO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TUBULAÇÕES DE PAREDES	ELÉTRICA	11%	R\$ 43,92
SERVIÇO ELÉTRICA - PASSAGEM DE GUIA	ELÉTRICA	4%	R\$ 16,34
SERVIÇO DE FIAÇÃO ELÉTRICA	ELÉTRICA	20%	R\$ 78,37
SERVIÇO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - CAIXAS DE PASSAGEM E QUADROS	ELÉTRICA	14%	R\$ 56,18
SERVIÇO DE QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA DISJUNTORES	ELÉTRICA	7%	R\$ 29,11
SERVIÇO DE COLOCAÇÃO DE ACABAMENTOS ELÉTRICOS - ESPELHOS	ELÉTRICA	5%	R\$ 18,39
SERVIÇO DE COLOCAÇÃO DE ACABAMENTOS ELÉTRICOS - MÓDULOS	ELÉTRICA	19%	R\$ 73,55
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE PRUMADAS ÁGUA FRIA	ÁGUA FRIA	27%	R\$ 80,06
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE RAMAIS DE HIDRÁULICA	ÁGUA FRIA	38%	R\$ 112,09
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO HIDRÁULICA DO BARRILETE	ÁGUA FRIA	35%	R\$ 103,36
			R\$ 689,52

Fonte: Adaptado de Ambar Tech (2020)

Na sequência, os índices de redução de mão de obra são atribuídos às atividades, de acordo com o proposto pelo fornecedor. Em cada caso, deve ser realizado um julgamento

técnico pela equipe de engenharia da construtora, a fim de validar os índices propostos empresa fornecedora. Por conseguinte, é calculado o novo valor de mão de obra, ajustado pelos índices de redução.

Quadro 9 - Redução da demanda por mão de obra

LISTAGEM DAS ATIVIDADES	DISCIPLINA	% DO TEMPO	R\$ M.O./UH	% RED. COM AMBAR	R\$ M.O./UH
SERVIÇO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NO PISO	ELÉTRICA	20%	R\$ 78,14	30,00%	R\$ 54,70
SERVIÇO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TUBULAÇÕES DE PAREDES	ELÉTRICA	11%	R\$ 43,92	30,00%	R\$ 30,75
SERVIÇO ELÉTRICA - PASSAGEM DE GUIA	ELÉTRICA	4%	R\$ 16,34	100,00%	R\$ 0,00
SERVIÇO DE FIAÇÃO ELÉTRICA	ELÉTRICA	20%	R\$ 78,37	100,00%	R\$ 0,00
SERVIÇO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - CAIXAS DE PASSAGEM E QUADROS	ELÉTRICA	14%	R\$ 56,18	30,00%	R\$ 39,33
SERVIÇO DE QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA DISJUNTORES	ELÉTRICA	7%	R\$ 29,11	30,00%	R\$ 20,38
SERVIÇO DE COLOCAÇÃO DE ACABAMENTOS ELÉTRICOS - ESPELHOS	ELÉTRICA	5%	R\$ 18,39	30,00%	R\$ 12,87
SERVIÇO DE COLOCAÇÃO DE ACABAMENTOS ELÉTRICOS - MÓDULOS	ELÉTRICA	19%	R\$ 73,55	30,00%	R\$ 51,48
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE PRUMADAS ÁGUA FRIA	ÁGUA FRIA	27%	R\$ 80,06	30,00%	R\$ 56,05
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE RAMAIS DE HIDRÁULICA	ÁGUA FRIA	38%	R\$ 112,09	30,00%	R\$ 78,46
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO HIDRÁULICA DO BARRILETE	ÁGUA FRIA	35%	R\$ 103,36	30,00%	R\$ 72,35
			R\$ 689,52		R\$ 416,36

Fonte: Adaptado de Ambar Tech (2020)

Portanto, com a utilização de instalações elétricas e hidráulicas industrializadas do fornecedor Ambar, o custo com mão de obra por unidade habitacional nesta etapa da obra é reduzido de R\$ 689,52 para R\$ 416,36, representando redução de 39,6% no valor gasto com mão de obra.

5.4 COMPARAÇÃO DE CUSTOS

Com todos os custos diretos dos dois sistemas levantados e calculados, é realizada a comparação dos custos. Para tal, além dos custos levantados e calculados, foram considerados as seguintes premissas:

- 10% de desperdícios em materiais utilizando o método convencional de construção;
- Como as instalações pré-fabricadas são fornecidas sob medida, o desperdício de material é zerado;
- O INCC⁴ (Índice Nacional de Custo da Construção) acumulado de 2020 saltou de 0,71% em fevereiro/20 (mês de realização do orçamento analítico) para 2,93% em julho/20 (mês de realização da proposta do fornecedor),

⁴ Índice nacional calculado mensalmente pela FGV e mede a variação do custo dos insumos utilizados em construções habitacionais em sete cidades de referência através de um sistema ponderado (Tegra Incorporadora, 2019).

representando uma alta de 2,22% no período, incidindo sobre o orçamento analítico;

- A construtora CCB não possui dados de custos pós-obra para a etapa de instalações.

O quadro a seguir apresenta o que foi considerado para a comparação final:

Quadro 10 - Consideração para comparação final

CLASSIFICAÇÃO	CONVENCIONAL	INDUSTRIALIZADO
MATERIAL	Orçamento analítico	Proposta fornecedor + materiais remanescentes
MÃO DE OBRA	Orçamento analítico	Mão-de-obra reduzida
INCC (2,22%)	0,0222 * Materiais	R\$ 0,00
DESPERDÍCIO (10% dos materiais)	0,1 * Materiais	R\$ 0,00
PÓS-OBRA	R\$ 0,00	R\$ 0,00
TOTAL	Soma da coluna	Soma da coluna
DIFERENÇA	(CONVENCIONAL - INDUSTRIALIZAÇÃO)	

Fonte: Autor (2021)

Quadro 11 - Comparação final de custos

CLASSIFICAÇÃO	CONVENCIONAL	INDUSTRIALIZADO
MATERIAL	R\$ 2.382,70	R\$ 4.394,78
MÃO DE OBRA	R\$ 689,52	R\$ 416,36
INCC (2,22%)	R\$ 67,59	R\$ 0,00
DESPERDÍCIO (10% dos materiais)	R\$ 238,27	R\$ 0,00
PÓS-OBRA	R\$ 0,00	R\$ 0,00
TOTAL	R\$ 3.378,07	R\$ 4.811,14
DIFERENÇA (CONVENCIONAL - INDUSTRIALIZAÇÃO)	-R\$ 1.433,07	

Fonte: Autor (2021)

Portanto, o custo direto de investimento em soluções industrializadas é R\$ 1.433,66 mais alto por unidade habitacional do que utilizar o método convencional.

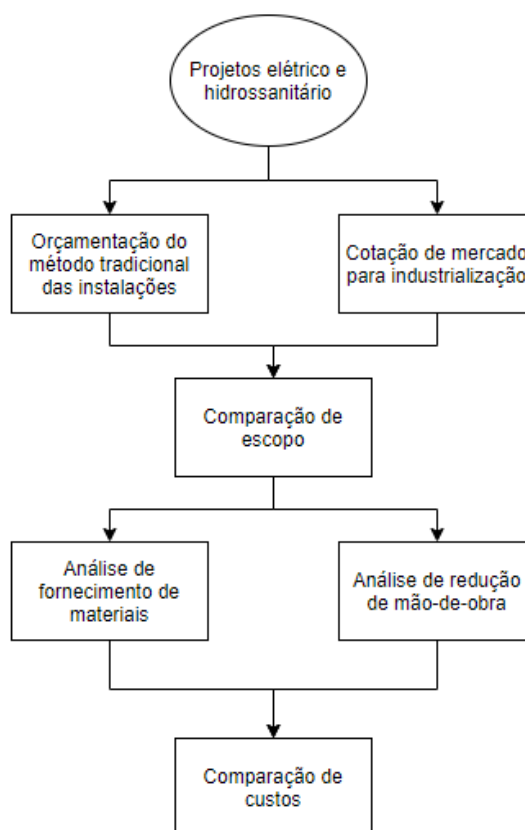
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, são expostas as conclusões obtidas após a realização do estudo, de forma a recapitular os objetivos geral e específicos e comentar os resultados obtidos com a aplicabilidade da metodologia proposta para análise de custos no capítulo quatro. Também são apresentadas sugestões para trabalhos futuros seguindo a temática que envolve pré-fabricação de instalações prediais.

6.1 PRINCIPAIS ACHADOS

Visando tornar a análise de custos mais palpável e esclarecida aos tomadores de decisão das empresas construtoras, foi realizado um estudo de caso para a etapa de instalações de um empreendimento residencial. A comparação contempla uma sequência de procedimentos a serem executados, sendo considerado desde o levantamento de dados até a comparação final. Esta metodologia pode ser ilustrada na forma de fluxograma, como mostra a figura a seguir:

Figura 23 - Metodologia para análise comparativa de custos



Fonte: Autor (2021)

Com isso, foi realizado um estudo de caso, considerando um empreendimento de HIS da construtora CCB. Como observado ao longo do trabalho, para que um processo possa ser considerado industrializável, deve possuir alta repetibilidade e padronização. Como o empreendimento possui 56 unidades habitacionais idênticas, pode-se considerar que a obra pode ser industrializada com mais facilidade. Para o fornecimento de soluções industrializadas de instalações, foi solicitada uma proposta técnico-comercial para fornecimento de instalações industrializadas à empresa Ambar Tech.

Sendo assim, após a realização do estudo de caso, foi observado um bom funcionamento da metodologia como forma de sequenciar o levantamento de dados e alcançar a comparação final. Os principais pontos observados para que a realização da metodologia seja bem sucedida são:

- Precisão de dados no levantamento de quantitativos: esta etapa se mostrou fundamental para que a obtenção do resultado final seja confiável, uma vez que estes representam a maior parcela dos custos diretos na etapa de instalações.
- Obtenção realista dos custos unitários: a determinação dos custos unitários também se mostrou uma etapa importante para obter confiabilidade no resultado final. Por isso, foram utilizadas cotações de mercado para obter os custos unitários de materiais, de maneira a tornar o orçamento o mais realista possível.
- Análise de escopo: foi percebido que esta é uma etapa comumente ignorada, pois costuma-se comparar apenas o custo do orçamento com a proposta do fornecedor. Porém, as mudanças advindas da utilização de cada sistema também devem ser consideradas.
- Índices de correção: para que não sejam considerados apenas os valores brutos levantados, devem ser utilizados índices de correção, que terão alterações de acordo com o sistema adotado. Como foi mostrado o índice de desperdício, pós-obra e inflação.

Sobre os resultados obtidos, pode-se observar que a utilização de instalações pré-fabricadas necessita de um investimento de R\$ 4.811,14/UH, 42,4% mais alto do que o investimento no método convencional (R\$ 3.378,07/UH), quando se trata de custos diretos. Este valor não significa que o investimento em industrialização é inviável. Existem fatores indiretos que podem ser analisados para que se tenha uma análise ainda mais completa sobre o impacto da escolha do método a ser utilizado. Os tópicos a seguir exemplificam algum destes fatores:

- Redução do cronograma da obra: segundo a Ambar Tech, as construtoras que utilizam instalações industrializadas conseguem reduzir em até 40% o cronograma de execução de instalações, uma vez que mão de obra também é reduzida. Essa redução do cronograma também reduz os custos fixos da empresa construtora que envolvem a obra, como gastos com escritório, taxas, aluguel de equipamentos entre outros. Pode-se considerar que este é o maior fator de diferença financeira entre a escolha do sistema a ser utilizado, uma vez que a administração de obra representa uma parcela significativa do custo total da obra.
- Qualidade: este item não foi abordado neste trabalho. Porém, no processo industrializado, os elementos são padronizados e testados em ambiente fabril controlado, estando menos sujeitos a sofrer imperfeições do trabalho humano, como visto no item 2.
- Redução de custo indireto com gestão de fornecedores: para suprir a obra realizada com o método convencional, a equipe de compras da construtora deve gerenciar um gama de fornecedores, enquanto utilizando industrialização, grande parte das compras são centralizadas em um único fornecedor.

Portanto, a metodologia foi validada com a execução do estudo de caso. Para tornar a análise ainda mais completa, poderia ser inserida a análise de custos indiretos, buscando trazer como a resultado a avaliação da viabilidade financeira de implantação de soluções industrializadas de instalações.

6.2 SOBRE OS OBJETIVOS

Neste item, é realizada a recapitulação dos objetivos apresentados no primeiro capítulo.

O objetivo geral (realizar uma análise comparativa de custos entre a implantação de uma rede de instalações elétricas e hidrossanitárias pré-fabricadas montadas *in loco* e o sistema convencional utilizado em obras de habitação) foi atingido, visto que foi realizada a análise custos envolvidos na comparação sob a forma de proposição de metodologia e estudo de caso.

Quanto aos objetivos específicos, transcritos a seguir, tem-se:

- a) Analisar o cenário atual da construção civil industrializada no mundo e na realidade brasileira.

Foi atingido, como mostram as abordagens trazidas no item de revisão bibliográfica. A ótica dos autores da área foi apresentada, assim como a visão de entidades que atuam no ramo, como ABDI e McKinsey.

- b) Identificar e elencar os recursos que podem ser otimizados com a utilização de instalações pré-fabricadas.

Foi atingido no item 2, onde são trazidas informações sobre industrialização de obra e suas vantagens. Também sob a forma de metodologia, foram apresentados os aspectos a serem englobados no procedimento de análise comparativa. Também foram evidenciados neste capítulo fatores indiretos que são impactados com a alteração do método construtivo para a utilização de sistemas industrializados.

- c) Identificar requisitos para compor um sistema de procedimento como suporte para a análise comparativa de implantação.

Foi atingido ao apresentar uma metodologia contendo o procedimento a ser realizado para a análise, contemplando as ferramentas e informações que devem constar no levantamento.

- d) Realizar um estudo de caso para testar o conceito da proposta de metodologia em uma obra de habitação de interesse social.

Foi atingido ao se realizar um estudo de caso em um empreendimento Faixa 1,5 do Programa Minha Casa Minha Vida. Esse perfil de obra possui características de obras industrializáveis, devido a alta repetibilidade de processos.

6.3 SUGESTÃO PARA TRABALHOS POSTERIORES

Como sugestões para trabalhos futuros, pode-se citar a realização de uma análise que englobe também os custos indiretos que são impactados com o uso de instalações industrializadas. Uma segunda sugestão, seria realizar essa análise de custos financeiramente, apresentando a representação dos custos no tempo e o impactado da industrialização nas receitas advindas da obra. Outra sugestão, seria realizar a análise de redução de mão de obra gerada pelo uso de industrialização de maneira mais empírica, através de medições e levantamentos em canteiro.

6.4 RECOMENDAÇÕES FINAIS

Apesar de crescente a temática sobre a industrialização na construção civil, foi observado em muitos casos que sua implantação se esbarra no custo direto observado no mercado. Isso ocorre devido as dificuldades encontradas em fazer as análises dos possíveis benefícios técnicos e financeiros da sua utilização, como pôde ser observado quando abordado o cenário da industrialização na construção brasileira. Dessa forma, observou-se durante o estudo que a industrialização da construção civil está em estágio de desenvolvimento, com uma gama de soluções disponíveis no mercado, estando mais avançada em regiões com maior nível de industrialização.

Observou-se também que a maioria dos sistemas de obra podem ser industrializados/pré-fabricados e possuem alternativas no mercado para tal, como por exemplo estruturas em LSF e Wood Frame, vedações em drywall, instalações pré-fabricadas, entre outros. Porém, os valores ainda tendem a alarmar os tomadores de decisões nas empresas, muitas vezes por falta de orientação para que seja feita uma análise de viabilidade completa.

A falta de informações técnicas, normatização e mão de obra qualificada também são obstáculos para implantação de sistemas industrializados, que fogem do tradicional. Com isso, é possível notar a importância da academia como agente de pesquisa e desenvolvimento de novas formas de se pensar as obras, visando diminuir o amadorismo e elevar os índices de confiabilidade na maneira de construir.

Portanto, neste trabalho, foi realizado um procedimento visando embasar os responsáveis pelas tomadas de decisão das empresas acerca da análise comparativa, para que posteriormente possa ser tomada a decisão de implantação ou não dos sistemas industrializados de instalações. Entre as principais dificuldades encontradas, está a obtenção de um empreendimento que disponibilizasse o orçamento analítico para realização do estudo de caso. Dessa forma, pôde-se observar que as empresas construtoras não possuem muitos detalhes de planejamento e orçamento, limitando as análises de viabilidade de implantação.

Outra consideração a ser feita é a importância de ser concebida a industrialização desde as fases de concepção do empreendimento. Caso os projetos elétricos e hidrossanitários fossem pensados e realizados com o uso das instalações industrializadas, as instalações pré-fabricadas seriam executadas com maior facilidade em obra, economizando recursos de mão de obra e materiais e, conseqüentemente, diminuindo os valores apresentados pelos fornecedores. Isto reforça a necessidade de se projetar com o intuito de industrializar a obra.

Diante disso, a respeito do conteúdo apresentado neste trabalho, pode-se observar a importância de buscar racionalizar a etapa de instalações de uma obra cujo os processos são altamente repetitivos. Como consequência, mostra-se fundamental realizar uma análise de custos para observar a viabilidade de implantação, de forma que todos os aspectos a serem impactados estejam presentes. Sendo assim, espera-se que o procedimento abordado neste trabalho se faça útil na rotina dos responsáveis pela examinação de viabilidade de implantação de instalações pré-fabricadas em obras.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, Vahan. **Perdas de Materiais Na Construção Civil**. 2003. Disponível em: <http://perdas.pcc.usp.br/>. Acesso em: 18 out. 2020.

AMARAL, Leandro. **Instalações Prediais: O que é e quais os 4 benefícios para o seu projeto de arquitetura?** Disponível em: <https://arquitetoleandroamaral.com/instalacoes-prediais/>. Acesso em: 10 mar. 2021.

AMBAR TECH (org.). **Da fundação à finalização da obra. Conheça a Polar**. 2021. Disponível em: <https://ambar.tech/polar/>. Acesso em: 02 abr. 2021.

ANTUNES, Leda. **Minha Casa perto do fim?** Disponível em: <https://economia.uol.com.br/reportagens-especiais/minha-casa-minha-vida-dez-anos/#cover>. Acesso em: 07 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: Abnt, 2004. 217 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: Abnt, 1998. 41 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro: Abnt, 1999. 74 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. 3 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2017. 86 p.

BALBIM, Renato; KRAUSE, Cleandro. Produção social da moradia: um olhar sobre o planejamento da habitação de interesse social no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 189, 31 maio 2014. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)*. <http://dx.doi.org/10.22296/2317-1529.2014v16n1p189>.

BARROS, Joao Carlos Gomes de. **Avaliação do Desempenho dos Sistemas Prediais de Aparelhos Sanitários em Edifícios Escolares da Rede Municipal de Campinas**. 2004. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BRASIL, Habitat. **Tanta gente sem casa, tanta casa sem gente**. Disponível em: <https://habitatbrasil.org.br/impacto/nossa-causa/#:~:text=Mais%20de%206%2C35%20milh%C3%B5es,fam%C3%ADlias%20vivem%20em%20%C3%A1reas%20urbanas..> Acesso em: 11 out. 2020.

BREITBACH, Áurea Corrêa de Miranda. **Indústria da construção civil: a retomada**. Indicadores Econômicos. Porto Alegre, 2009.

Caixa Econômica Federal. **Habitação de Interesse Social**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/infraestrutura-saneamento-mobilidade/habitacao/interesse-social/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 09 abr. 2021.

CALÇADA, Paulo de Azevedo Branco. **ESTUDO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL OBJETIVANDO GANHOS DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE**. 2014. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

CARDOSO, Luiza Moura. **Tudo sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 2017. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>. Acesso em: 12 out. 2020.

CARVALHO JUNIOR, Roberto de. **Patologia em Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários**. Disponível em: <https://www.robertodecarvalhojunior.com.br/cursos/patologias-em-sistemas-prediais-hidraulico-sanitarios>. Acesso em: 10 nov. 2020.

CIÊNCIA, Globo. **Construção Civil consome até 75% da matéria-prima do planeta: mão de obra e novas tecnologias podem reduzir o consumo de materiais**. Mão de obra e novas tecnologias podem reduzir o consumo de materiais. 2014. Disponível em: <http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/07/construcao-civil-consome-ate-75-da-materia-prima-do-planeta.html>. Acesso em: 18 out. 2020.

CISMAN, Henrique. **PIB da construção sobe 5,6% no 3º tri, mas acumula queda de 7,8% no ano**. 2020. Disponível em: <https://smartus.com.br/pib-construcao-brasil-2020-atividade-imobiliaria/>. Acesso em: 18 jan. 2021.

COLETTI, Lucas Barravieira; MENDONÇA, José Eduardo de. **VANTAGENS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DOS MATERIAIS HIDRÁULICOS (KITS) APLICADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2020. 15 f. Curso de Engenharia Civil, Universidade de Araraquara, Araraquara, 2020.

DECHEN, Kelvin. **Como as construtechs brasileiras têm impactado o setor da construção civil**. 2020. Disponível em: <https://www.terracotta.ventures/blog/como-as-construtechs-tem-impactado-o-setor>. Acesso em: 14 out. 2020.

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

ENREDES. **Capacitação de mão de obra e o impacto na produtividade: investir na qualificação dos profissionais traz mais eficiência, qualidade e melhora a produtividade do setor**. Investir na qualificação dos profissionais traz mais eficiência, qualidade e melhora a produtividade do setor. 2017. Disponível em: <http://www.enredes.com.br/blog/capitacao-de-mao-de-obra-e-o-impacto-na-produtividade/>. Acesso em: 09 fev. 2021.

FABRICIO, Márcio Minto. **Industrialização das construções: revisão e atualização de conceitos**. Pós. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Fauusp**, São Paulo, v. 20, n. 33, p. 228, 26 jun. 2013. Universidade de Sao Paulo, Agencia

USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v20i33p228-248>

FERNANDEZ, Jaqueline Aparecida Bória. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012.

FERREIRA, Daniell Luiz; VISENTIM, Luiz Carlos; PINTO, Ocimar Ferreira. **SISTEMA CONSTRUTIVO E APLICAÇÃO DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL)**. 2016. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Santa Cecília, Santos, 2016.

FIBRA. **Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil**. 2017. Disponível em: <https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>. Acesso em: 11 out. 2020.

FILIFE BARBOSA. **REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY**. [S.L.]: McKinsey & Company, 2017.

GERHARDT, Tatiana Engel *et al.* **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Ufrgs, 2009.

GHISI, Enedir. **Instalações Prediais De Esgoto Sanitário**. Florianópolis, 2013. Apostila do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

GHISI, Enedir. **Instalações Prediais De Água Fria**. Florianópolis, 2016. Apostila do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

GIVISIEZ, Gustavo Henrique Naves *et al.* **DEMANDA FUTURA POR MORADIAS DEMOGRAFIA, HABITAÇÃO E MERCADO**. Niteroi: Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, 2018. Disponível em: https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/comunicacao_novo/19072018_Livro_Demanda_cidades.pdf. Acesso em: 11 out. 2020.

GRADVOHL, Renata Furtado; FREITAS, Ana Augusta Ferreira de; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. Desenvolvimento de um modelo para análise da acumulação de capacidades tecnológicas na indústria da construção civil: subsector de edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 41-51, mar. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212011000100004>.

LAI, Luciano. **VERIFICAÇÃO DO CUSTO-BENEFÍCIO DO SISTEMA DRYWALL SEGUNDO A ABNT NBR 15575:2013**. 2016. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

LARA, Luiz Alcides Mesquita. **Instalações Elétricas**. Ouro Preto: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2012.

LEITE, Allan Mychel de Souza. **ANÁLISE DAS PATOLOGIAS RECORRENTES EM INSTALAÇÕES PREDIAIS HIDROSSANITÁRIAS**. 2017. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

LIMA FILHO, Domingos Leite. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais**. 6. ed. São Paulo: Érica Ltda, 2001.

LOSSO, Iseu Reichmann. **UTILIZAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS D A EDIFICAÇÃO 'NA ELABORAÇÃO DE ESTIMATIVAS PRELIM INARES DE CUSTOS: ESTUDO DE CASO EM UM A EMPRESA DE CONSTRUÇÃO**. 1995. 177 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

LUCIO, Denis Sousa *et al.* **GESTÃO DE CONTROLE E QUALIDADE DE OBRAS: ANÁLISE DAS FALHAS NA EXECUÇÃO DE HABITAÇÃO POPULAR EM JOÃO PESSOA, PB**. João Pessoa: Inter Scientia, 2016.

Maiara Nicolau; Douglas Barreto; José C. Marques Neto. **LEVANTAMENTO DA PERDA DE MATERIAIS NA EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA E QUENTE: RECORTE DE ESTUDO EM EDIFÍCIO HABITACIONAL**. In: **ANAIS DO WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS**, 2017, . Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2017. Disponível em: <<https://proceedings.science/tecsic/papers/levantamento-da-perda-de-materiais-na-execucao-de-instalacoes-de-agua-fria-e-quente--recorte-de-estudo-em-edificio-habit>>. Acesso em: 26 abr. 2021.

MARIA LUISA CAMPOS MACHADO LEAL (Brasil). Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **MANUAL DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA: conceitos e etapas**. Brasília: Abdi, 2015. 1 v.

MARQUES, Marcelli Grape. **Uma proposta metodológica para planejamento, aferição e controle do orçamento no cenário da industrialização: o caso de uma obra em Light Steel Framing**. 2020. 118 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade**. Ciências & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 621-626, 2012.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Habitação de interesse social: 6 características deste empreendimento**. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/habitacao-de-interesse-social/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

MOLINA, Julio Cesar *et al.* **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira**. Londrina: Usp, 2010.

MOREIRA, Gabriela Lúcia Andrade. **INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E APLICAÇÃO DE NOVOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS NAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS**. 2010. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MOREIRA, Susanna. **O que é Habitação de Interesse Social?** Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/925932/o-que-e-habitacao-de-interesse-social#:~:text=A%20Habita%C3%A7%C3%A3o%20de%20Interesse%20Social,profissionais>

%20ligados%20%C3%A0%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil.. Acesso em: 04 abr. 2021.

MUTTI, Cristine Nascimento. **Administração da Construção**. Florianópolis, 2020. Apostila do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

NAKAMURA, Juliana. **Conheça 7 mitos e verdades sobre o drywall**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/conheca-7-mitos-e-verdades-sobre-o-drywall/19069>. Acesso em: 21 fev. 2021.

NAKAMURA, Juliana. **O QUE É INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO E POR QUE INVESTIR NISSO?** 2018. Disponível em: <https://www.buildin.com.br/o-que-e-industrializacao-na-construcao-e-por-que-investir-nisso/>. Acesso em: 10 jan. 2021.

NAKAMURA, Juliana. **PEX TORNA AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS MAIS FLEXÍVEIS**. Disponível em: <https://www.buildin.com.br/pex-instalacoes-hidraulicas/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. **Tipos de Pesquisas**. Ribeirão Preto: Fea-Rp, 2020. Color. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2148198/mod_resource/content/1/Aula%204%20Tipos%20de%20Pesquisas.pdf. Acesso em: 15 abr. 2021.

OPEN INNOVATION WEEK, 2019, São Paulo. **Inovação e o Futuro da Construção Civil**. São Paulo: Cics, 2019. Disponível em: http://cics.prp.usp.br/wp-content/uploads/2020/05/eBookConstrucao_2019-08.pdf. Acesso em: 14 out. 2020.

ORTEGA, Gustavo Alves. **KITS HIDRÁULICOS INDUSTRIALIZADOS**. Disponível em: <http://www.abrasip.org.br/kits-hidraulicos-industrializados-engo-gustavo-alves-ortega/>. Acesso em: 20 mar. 2021.

PARISOTTO, Jules Antonio. **ANÁLISE DE ESTIMATIVAS PARAMÉTRICAS PARA FORMULAR UM MODELO DE QUANTIFICAÇÃO DE SERVIÇOS, CONSUMO DE MÃO-DE-OBRA E CUSTOS DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**: estudo de caso para uma empresa construtora. 2003. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

RIBEIRO, Marcellus Serejo. **A INDUSTRIALIZAÇÃO COMO REQUISITO PARA A RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO**. 2002. 37 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Marcellus Serejo Ribeiro, 2002.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: Engenharia**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2016.

ROLNIK, Raquel *et al.* **O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação**. Cad. Metrop., São Paulo, v. 17, n. 33, p. 127-154, maio, 2015.

ROSA, Wilhelm. **Arquitetura industrializada: a evolução de um sonho à modularidade**. 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Custo Unitário Básico (CUB/m²): principais aspectos**. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2007. 112 p.

SIRTOLI, Alex Sandro Couto. **INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL, SISTEMAS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO E SUAS APLICAÇÕES**. 2015. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (comp.). **Painel de informações sobre Saneamento**. 2019. Disponível em: <http://snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>. Acesso em: 04 abr. 2021.

TEGRA INCORPORADORA. **Entenda o que é INCC, como calculá-lo e porque ele é cobrado**. Disponível em: <https://www.tegraincorporadora.com.br/blog/mercado/o-que-e-incc/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

TREVISAN, Ricardo. **Quanto custa cada etapa da obra de uma casa?** 2016. Disponível em: <https://ricardotrevisan.com/2016/05/27/quanto-custa-cada-etapa-da-obra-de-uma-casa/>. Acesso em: 11 out. 2020.

VASQUES, Caio Camargo Penteado Correa Fernandes *et al.* **COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS, CONVENCIONAL E WOOD FRAME EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**. Lins: Unilins, 2014.

VIEIRA, André de Souza. **APLICAÇÃO DE KITS PRÉ MONTADOS DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS EM OBRA DE PAREDE DE CONCRETO**. 2019. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2019.

XAVIER, Ivan. **Orçamento, planejamento e custos de obras**. São Paulo: Fundação Para A Pesquisa Ambiental, 2008.