UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

KAIO PIMENTEL RÊGO DE OLIVEIRA

TARGET VALUE DESIGN EM CONSTRUÇÕES INTEGRADAS MODULARES: EQUILÍBRIO ENTRE CUSTOS E ENTREGA DO VALOR A CLIENTES

CAMPINAS

2024

KAIO PIMENTEL RÊGO DE OLIVEIRA

TARGET VALUE DESIGN EM CONSTRUÇÕES INTEGRADAS MODULARES: EQUILÍBRIO ENTRE CUSTOS E ENTREGA DO VALOR A CLIENTES

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de Construção.

Orientador: Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO KAIO PIMENTEL RÊGO DE OLIVEIRA E ORIENTADA PELO PROF. DR. ARIOVALDO DENIS GRANJA.

CAMPINAS

2024

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

OL4t

Oliveira, Kaio Pimentel Rêgo de, 1996-
Target value design em construções integradas modulares : equilíbrio entre custos e entrega do valor a clientes / Kaio Pimentel Rêgo de Oliveira. – Campinas, SP : [s.n.], 2024.

Orientador: Ariovaldo Denis Granja.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Análise do valor (Controle de custo). 2. Produtos industrializados. 3. Produtos novos - Desenvolvimento. 4. Metodologia do valor. 5. Construção civil - Estimativas. 6. Construção civil - Projetos. I. Granja, Ariovaldo Denis, 1963-. II. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Target value design in modular integrated construction : balance between costs and value to customers
Palavras-chave em inglês:
Value analysis (Cost control)
Industrialized products
New products - Development
Construction - Estimates
Construction - Design
Área de concentração: Construção
Titulação: Mestre em Engenharia Civil
Banca examinadora:
Ariovaldo Denis Granja [Orientador]
Flávio Augusto Picchi
José de Paula Barros Neto
Data de defesa: 15-08-2024
Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)
- ORCID do autor: https://orcid.org/0000-0002-7917-8033
- Currículo Lattes do autor: http://lattes.cnpq.br/5971813034312025

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

TARGET VALUE DESIGN EM CONSTRUÇÕES INTEGRADAS MODULARES: EQUILÍBRIO ENTRE CUSTOS E ENTREGA DO VALOR A CLIENTES

Kaio Pimentel Rêgo de Oliveira

Dissertação de mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja

Presidente e Orientador / FECFAU/UNICAMP

Prof. Dr. Flávio Augusto Picchi

FECFAU/UNICAMP

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto

Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

Campinas, 15 de agosto de 2024.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Adalcy e João Filho, meus maiores incentivadores e luzes da minha vida.

“Educação não transforma o mundo.
Educação muda pessoas.
Pessoas transformam o mundo.”

(Paulo Freire)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por me permitir chegar até aqui e por ter sido luz, guia e porto seguro no meu caminho durante esse percurso;

Ao meus pais, Adalcy e João Filho, pelo apoio e suporte incondicionais. Obrigado por serem sempre presentes e disponíveis para tornar os meus sonhos realidade. Obrigado por tanto. Vocês me inspiram a ser melhor a cada dia;

Aos meus familiares, pela torcida e apoio para a conclusão de mais esta etapa da minha trajetória profissional. Em especial, à tia Eleusa, por se fazer sempre presente e pelo suporte de sempre. A minha constante e eterna gratidão;

Ao meu orientador, Professor Dr. Ariovaldo Denis Granja, por quem tenho grande admiração, por todo o ensino, orientação e conhecimento compartilhado. Obrigado por enriquecer substancialmente o meu desenvolvimento pessoal e profissional;

Ao Professor Dr. Flávio Augusto Picchi, ao Professor Dr. José de Paula Barros Neto e à Professora Dra. Doris Kowaltowski por todas as contribuições ao longo do processo de desenvolvimento deste trabalho. À Professora Dra. Débora de Gois, minha primeira orientadora e que continua presente no meu processo de desenvolvimento;

Aos colegas do LAGERCON pela parceria e troca de experiências. Em especial ao Marcos Bueno, Ivan Barbosa e Elisa Muianga;

Aos profissionais participantes desta pesquisa, por toda a troca de conhecimentos que permitiram engrandecer os resultados alcançados;

Por fim, agradeço à Universidade Estadual de Campinas, em especial à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, por proporcionar uma educação pública de qualidade com benefícios imensuráveis a toda a sociedade.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

A Construção Integrada Modular (CIM) é uma abordagem que transforma as atividades tradicionais de construção, que são feitas no canteiro, em uma produção de módulos fora do canteiro, com posterior transporte e montagem desses módulos pré-acabados que formam o produto pronto. Devido à amplitude de uso, o custo das construções que utilizam sistemas tradicionais é referência para o cliente quando se trata de edificações. Em alguns casos, o preço das CIMs não se mostra menor do que a construção tradicional. Assim, a redução dos custos de CIMs é uma necessidade para atrair novos mercados e possibilitar a adoção de sistemas construtivos inovadores. Paralelamente, os clientes da construção habitacional vêm aumentando o nível de exigência em relação ao produto que recebem, considerando requisitos de qualidade como obrigatórios e não aceitando mais que os custos decorrentes de má gestão sejam repassados ao preço do produto. Isso interfere diretamente na demanda destes produtos e exige entendimento mais profundo das necessidades desses clientes, buscando a entrega de inovação e alcance mais efetivo daquilo que é desejado. Comumente, a entrega de valor aos clientes é vista como um fator de aumento nos custos do projeto e, por isso, acaba sendo negligenciada. Porém, a literatura traz evidências de que o uso do Custeio-Meta, do *Target Value Design* e Metodologia do Valor faz com que restrições de custos necessárias ao desenvolvimento do produto não impliquem necessariamente em perda de valor para o cliente. Assim, essas abordagens trazem uma solução para um problema latente na indústria da construção acerca da harmonia entre custo e requisitos dos clientes para garantir a competitividade de mercado. Diante disso, o objetivo deste estudo é prescrever um artefato (do tipo método) para atenuar a incompatibilidade entre restrições de custo e entrega do valor requerido por clientes de CIMs. Por se tratar do desenvolvimento de solução para um problema prático e trazer contribuição teórica para avançar o conhecimento científico sobre o assunto, a estratégia de pesquisa utilizada é a *Design Science Research* e o artefato proposto é do tipo método. Os resultados obtidos demonstram a evolução do artefato durante a fase de desenvolvimento, bem como sua validação por meio de aplicação prática e avaliações com profissionais do setor de CIMs. Por fim, são apresentadas diretrizes para adoção do artefato, considerando as principais dimensões para a gestão da inovação em empresas construtoras e incorporadoras.

Palavras-chave: Processo de Desenvolvimento de Produto, Custeio-Meta, Target Value Design, Metodologia de Valor, Industrialização, Construção Integrada Modular.

ABSTRACT

Modular Integrated Construction (MIC) is an approach that transforms traditional construction activities, which are built on site, into an off-site production of modules, with subsequent transportation and assembly of these pre-finished modules that form the finished product. Due to the wide range of uses, the cost of constructions using traditional systems is a benchmark for clients when it comes to buildings. In some cases, the price of MICs is no less than that of traditional construction. Reducing the cost of MICs is therefore a necessity in order to attract new markets and enable the adoption of innovative construction systems. At the same time, clients in the housing construction industry have been raising their standards with regard to the product they receive, considering quality requirements to be mandatory and no longer accepting that costs resulting from poor management should be passed on to the price of the product. This has a direct impact on the demand for these products and requires a deeper understanding of the needs of these customers, seeking to deliver innovation and achieve what is desired more effectively. Delivering value to customers is often seen as a factor that increases project costs and is therefore ignored. However, the literature provides evidence that the use of Target Costing, Target Value Design and Value Methodology means that the cost constraints necessary for product development do not necessarily imply a loss of value for the customer. Thus, these approaches provide a solution to a latent problem in the construction industry regarding the harmony between cost and customer requirements to ensure market competitiveness. In view of this, the aim of this study is to prescribe an artifact (method) to mitigate the incompatibility between cost constraints and the delivery of the value required by clients of MICs. As it involves developing a solution to a practical problem and making a theoretical contribution to advancing scientific knowledge on the subject, the research strategy used is Design Science Research and the proposed artifact is of the method type. The results obtained show the evolution of the artifact during the development phase, as well as its validation through practical application and evaluations with professionals from the MIC sector. Finally, guidelines are presented for the adoption of the artifact, considering the main dimensions for innovation management in construction and development companies.

Keywords: Product Development Process, Target Costing, Target Value Design, Value Engineering, Industrialization, Modular Integrated Construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-1: Estrutura da dissertação 29

Figura 2-1: Matriz de classificação de sistemas de produção modulares 35

Figura 2-2: Estratégia de modularização de produtos de construção 37

Figura 2-3: Escala e complexidade da construção offsite 38

Figura 2-4: Processo da Construção Integrada Modular 40

Figura 2-5: Projeto tradicional versus projeto CIM 42

Figura 2-6: Fatores de decisão para escolha de sistema modular 43

Figura 3-1: Tripé de sobrevivência 50

Figura 3-2: Zona de sobrevivência 51

Figura 3-3: Processo do Custeio-Meta 53

Figura 3-4: Custeio-Meta no nível do componente 55

Figura 3-5: Modelo de aplicação do Custeio-Meta no processo de desenvolvimento de edificações 58

Figura 3-6: Modelo para implementação do TVD em mercado imobiliário 66

Figura 4-1: Objetivos do Custeio-Meta, embasados pela Metodologia de Valor 71

Figura 4-2: Modelo de valor para edificações proposto por Granja et al. (2009) 73

Figura 4-3: Cartões ilustrados e suas respectivas categorias 75

Figura 4-4: IGI dos itens de valor para todas as categorias 76

Figura 4-5: Relação entre valor, funcionalidade e custo 79

Figura 4-6: Realocação de custos para entrega de valor em empreendimentos habitacionais 80

Figura 4-7: Técnica de Mudge 85

Figura 4-8: Gráfico Compare - Consumo de recursos x Necessidades relativas 86

Figura 4-9: Equilíbrio funcional entre necessidade relativa e consumo de recursos 87

Figura 5-1: Delineamento da pesquisa 93

Figura 5-2: Processo de condução do MSL 95

Figura 5-3: Detalhamento do produto habitacional 96

Figura 5-4: Formato de modularização do produto 97

Figura 5-5: Maquete eletrônica da Unidade Habitacional 97

Figura 5-6: Planta baixa da Unidade Habitacional 98

Figura 5-7: Unidades de análise do estudo de caso 99

Figura 5-8: Matriz de relacionamento 107

Figura 5-9: Preenchimento da matriz de relacionamento....108

Figura 5-10: Diagrama de *Mudge* 109

Figura 5-11: Entrevistas de avaliação com profissionais 116

Figura 6-1: Processo de seleção do MSL e resultados....118

Figura 6-2: Gráfico bolha relacional de focos de pesquisa 119

Figura 6-3: Relacionamento amostral com o processo do CM 120

Figura 6-4: Meta de redução de custos do produto 123

Figura 6-5: Modelo teórico de valor 124

Figura 6-6: Associação dos atributos de projeto da pesquisa de mercado com os atributos de valor modelo teórico de valor 125

Figura 6-7: Índice Geral de Importância (IGI) dos atributos de valor 127

Figura 6-8: Índice Geral de Importância (IGI) por quadrante 129

Figura 6-9: Matriz de relacionamento dos subgrupos 132

Figura 6-10: Matriz de relacionamento consolidada 133

Figura 6-11: Diagrama de MUDGE de cada subgrupo 136

Figura 6-12: Diagrama de MUDGE....137

Figura 6-13: Gráfico COMPARE dos componentes do produto habitacional....140

Figura 6-14: Oportunidades de redução e alocação de custos no componente 141

Figura 6-15: Ficha para gestão de custos....144

Figura 6-16: Gráfico COMPARE com as reduções de custo indicadas pelas fichas para gestão de custos 145

Figura 7-1: Método para gestão estratégica de custos em Construções Integradas Modulares....149

Figura 7-2: Modelo para adoção do TVD em mercado imobiliário e sua sinergia com o método proposto 154

Figura 7-3: Modelo para a gestão da inovação em empresas construtoras e incorporadoras 156

LISTA DE QUADROS

Quadro 2-1: Características da industrialização 31

Quadro 2-2: Graus de industrialização da construção (continua) 31

Quadro 2-2: Graus de industrialização da construção (conclusão)....32

Quadro 2-3: Formas de interface dos componentes....33

Quadro 2-4: Sistemas de produção modulares....34

Quadro 2-5: Conceitos acerca da modularização na construção....35

Quadro 2-6: Desempenho das CIMs 41

Quadro 3-1: Comparativo entre sistema tradicional de custeio e Custeio-Meta 48

Quadro 3-2: Definições do Custeio-Meta (continua)....48

Quadro 3-2: Definições do Custeio-Meta (conclusão) 49

Quadro 3-3: Valores mínimos e máximos das dimensões de sobrevivência 51

Quadro 3-4: Fatores de influência na aplicação do Custeio-Meta 52

Quadro 3-5: As 7 questões chave do Custeio-Meta 56

Quadro 3-6: Princípios do Target Value Design (continua)....61

Quadro 3-6: Princípios do Target Value Design (continua)....62

Quadro 3-7: Diretrizes para alcançar fatores externos (continua)....64

Quadro 3-7: Diretrizes para alcançar fatores externos (conclusão) 65

Quadro 3-8: Diretrizes para aplicação do TVD em mercado imobiliário (continua)....65

Quadro 3-8: Diretrizes para aplicação do TVD em mercado imobiliário (conclusão) 66

Quadro 4-1: Definições de Engenharia do Valor....69

Quadro 4-2: Elementos de valor e seus atributos....72

Quadro 4-3: Necessidades para o contexto da arquitetura e suas características 73

Quadro 4-4: Ferramentas e técnicas que associam o CM à MV (continua)....81

Quadro 4-4: Ferramentas e técnicas que associam o CM à MV (conclusão) 82

Quadro 4-5: Funções de cortador de fita colante....84

Quadro 5-1: Tipos de artefato da *Design Science Research* 90

Quadro 5-2: Formas de avaliação de artefatos 91

Quadro 5-3: Especialistas envolvidos no custeio dirigido ao mercado 102

Quadro 5-4: Perfil dos entrevistados na avaliação descritiva (continua) 113

Quadro 5-4: Perfil dos entrevistados na avaliação descritiva (conclusão) 114

Quadro 6-1: Oportunidade de gestão de custos no produto 142

Quadro 7-1: Dimensões da estratégia de inovação 156

Quadro 7-2: Avaliação interna com os especialistas 158

LISTA DE TABELAS

Tabela 5-1: Contatos e fontes de evidência do Estudo de Caso (continua) 110

Tabela 5-1: Contatos e fontes de evidência do Estudo de Caso (conclusão) 111

Tabela 6-1: Decomposição do produto em componentes 130

Tabela 6-2: Peso dos componentes 135

Tabela 6-3: Consumo de recursos e necessidades relativas, por componente 139

Tabela 7-1: Avaliação do Grupo Focal 1 159

Tabela 7-2: Avaliação dos profissionais atuantes no mercado 160

LISTA DE ABREVIATURAS

APO – Avaliação pós-ocupação

AV – Análise do Valor

BIM – *Building Information Modeling*

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

CIM – Construção Integrada Modular

CM – Custeio-Meta

DS – *Design Science*

DSR – *Design Science Research*

FAST - *Function Analysis System Technique*

FB – Função básica

FD – Função desnecessária

FE – Função de estima

FN – Função necessária

FS – Função secundária

FU – Função de uso

HIS – Habitação de Interesse Social

IGI – Índice Geral de Importância

IMECC - Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica

IPD – *Integrated Project Delivery*

MBI - *Modular Building Institute*

MSL – Mapeamento Sistemático da Literatura

MTV – Modelo Teórico de Valor

MV – Metodologia do Valor

PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto

QFD - *Quality Function Deployment*

SAVE - *Society American Value Engineering*

TC – *Target Cost* ou *Target Costing*

TVD – *Target Value Design*

UH – Unidade Habitacional

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 21

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA 24

1.2 QUESTÕES DE PESQUISA 27

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA 27

1.3.1 Objetivo geral 27

1.3.2 Objetivos específicos 28

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA 28

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 29

2 CONSTRUÇÃO INTEGRADA MODULAR 30

2.1 INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO 30

2.2 MODULARIZAÇÃO 32

2.3 CONSTRUÇÃO INTEGRADA MODULAR 37

2.4 DESAFIOS PARA ADOÇÃO DA CONSTRUÇÃO INTEGRADA MODULAR 44

3 CUSTEIO-META E TARGET VALUE DESIGN 47

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL 47

3.2 DEFINIÇÕES 48

3.3 ABORDAGEM 50

3.3.1 O tripé de sobrevivência de Cooper e Slagmulder 50

3.3.2 Fatores que influenciam o processo do Custeio-Meta 51

3.4 PROCESSO DE APLICAÇÃO DO CUSTEIO-META 53

3.4.1 Custeio dirigido ao mercado 54

3.4.2 Custeio-meta no nível do produto 54

3.4.3 Custeio-meta no nível do componente 55

3.5 O CUSTEIO-META E A CONSTRUÇÃO CIVIL 56

3.6 O *TARGET VALUE DESIGN* 60

4 METODOLOGIA DO VALOR 68

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL 68

4.2 DEFINIÇÕES 69

4.2.1 O que é o Valor 69

4.2.2 Valor desejado e recebido pelo cliente 70

4.2.3 Captura do valor desejado 72

4.3 METODOLOGIA DO VALOR NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA RELAÇÃO COM OS CUSTOS 77

4.4 FERRAMENTAS E TÉCNICAS DA METODOLOGIA DO VALOR 81

4.4.1 Análise de função 82

4.4.2 Técnica de *Mudge* 84

4.4.3 Método COMPARE 86

4.4.4 Workshops 87

5 MÉTODO DE PESQUISA 89

5.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA 89

5.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA 92

5.3 CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA E SUGESTÃO 94

5.4 DESENVOLVIMENTO 95

5.4.1 Custeio-meta no nível do produto 99

5.4.2 Custeio dirigido ao mercado 100

5.4.3 Custeio-meta no nível do componente 105

5.4.4 Síntese da coleta de evidências 110

5.5 AVALIAÇÃO E CONCLUSÃO 112

5.5.1 Avaliação observacional 112

5.5.2 Avaliação descritiva 113

6 RESULTADOS 117

6.1 CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA E SUGESTÃO 117

6.2 DESENVOLVIMENTO 121
6.2.1 Custeio-meta no nível do produto 122
6.2.2 Custeio dirigido ao mercado 123
6.2.3 Custeio-meta no nível do componente 129
7 FORMALIZAÇÃO DO ARTEFATO 148
7.1 CUSTEIO-META NO NÍVEL DO PRODUTO 150
7.2 CUSTEIO DIRIGIDO AO MERCADO 150
7.3 CUSTEIO-META NO NÍVEL DO COMPONENTE 152
7.4 CONEXÃO COM O TARGET VALUE DESIGN 153
7.5 DIRETRIZES PARA ADOÇÃO 155
7.6 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO DESENVOLVIDO 158
7.6.1 Avaliação observacional 158
7.6.2 Avaliação descritiva 160
CONCLUSÕES 164
REFERÊNCIAS 167
APÊNDICES 181
APÊNDICE A – PERFIL DO GRUPO FOCAL 1 181
APÊNDICE B – ATRIBUTOS DE VALOR E SUAS CARACTERÍSTICAS 183
APÊNDICE C – PERFIL DO CLIENTE 186
APÊNDICE D – REDUÇÃO DE CUSTOS NO NÍVEL DO COMPONENTE 187

1 INTRODUÇÃO

Em relação a outros setores industriais, a construção civil ainda apresenta deficiências em relação à eficiência, produtividade, custos e prazos de seus produtos (FAKHIMI; MAJROUHI SARDROUD; AZHAR, 2016). Os problemas associados a esses fatores, comumente observados, impactam negativamente a imagem do setor, gerando cenários de incerteza que podem afastar potenciais investidores. O setor da construção civil brasileira baseia-se no sistema construtivo convencional[1], que apresenta lenta evolução quanto ao uso de sistemas construtivos inovadores, novas tecnologias ou de processos de gestão organizacional. Suas atividades são preponderantemente similares ao artesanato, com baixa produção e elevado desperdício, de tal forma que essa característica passa como uma condição inerente ao setor (SANTIAGO, 2008). Com isso, caracteriza-se um problema sistêmico em que as falhas gerenciais causam problemas na qualidade e desempenho dos produtos entregues. Essa realidade, associada à desconfiança dos investidores, não contribui para a solução do déficit habitacional médio no Brasil, que no período entre 2016 e 2019 esteve na faixa de 5,8 milhões de moradias (FJP, 2019).

Alternativamente, impulsionadores como a industrialização, globalização e digitalização foram responsáveis por grandes mudanças com melhorias gerenciais em diversas outras indústrias, o que aumenta a expectativa de que avanços mais notáveis também possam ser alcançados na indústria da construção. Nesse sentido, a industrialização, por meio da construção *offsite*, é uma solução que incorpora esses impulsionadores, permitindo que a indústria da construção usufrua de seus benefícios (MCKINSEY, 2020). A construção *offsite* é caracterizada pelo processo de fabricação e pré-montagem de módulos em um ambiente controlado e industrializado, fora do canteiro, sendo posteriormente transportados, instalados e montados no canteiro, originando um edifício pronto que é comumente chamado de construção modular (JANG; AHN; ROH, 2022). A modularização é uma abordagem que reduz a complexibilidade de produtos por meio da sua divisão em subsistemas produzidos de forma independente e que, juntos, formam o produto final munido de todas as suas funções, reduzindo o número de componentes e proporcionando maior nível de controle dos processos (BALDWIN; CLARK, 1997). Trazendo esse conceito para a indústria da construção, têm-se a Construção Integrada Modular (CIM). A CIM é uma abordagem inovadora que transforma as atividades fragmentadas de construção,

[1] No Brasil, convencionou-se denominar sistema construtivo convencional a construção formada por uma estrutura reticulada de concreto armado (pilares, vigas e lajes) com as vedações externas e internas em blocos cerâmicos ou concreto simples (SPOHR; 2008, VASQUES; PIZZO, 2014).

que são feitas no canteiro, em uma produção e montagem de módulos pré-acabados e orientados para o valor (PAN; HON, 2020). Sua abordagem integrada possibilita o alcance de mais qualidade, produtividade, segurança e sustentabilidade da construção (PAN; HON, 2020). As definições seminais utilizam o termo construção modular, cujas definições convergem para a utilização de módulos tridimensionais que já constituem ambientes prontos, que são unidos para formar o edifício pronto. A CIM incorpora esse conceito e apresenta avanços a ele, entendendo que a modularização pode ser também realizada em partes menores, como sistemas e componentes, e integradas dentro da construção para formar o produto final (PAN; HON, 2020). Essa integração envolve não só o uso da modularização total do produto, mas também a integração de módulos com outros sistemas construtivos, como estruturas de concreto convencionais. Como exemplo, pode-se apontar módulos painelizados de fachada, produzidos fora do canteiro e montados sobre estruturas de concreto armado feitas no local. O uso da abordagem da CIM possibilita a avaliação de um caminho evolutivo de adoção de diferentes graus de modularização dos produtos de construção, até alcançar um produto totalmente modularizado (PAN; HON, 2020). Neste trabalho, a abordagem e terminologia adotadas são a da CIM.

A literatura acerca da CIM tem apontado resultados animadores em termos de eficiência, quando comparados aos resultados derivados das atividades de construção tradicional (SHAHZAD; MBACHU; DOMINGO, 2015; STEINHARDT et al., 2020; MBI, 2021). Recentemente, Broadhead et al. (2023) conduziram uma pesquisa no Reino Unido levantando benefícios e barreiras da CIM no setor da construção civil. Dentre os benefícios, estão listados aumento da qualidade do produto, reduções de prazo, custos totais e desperdícios, além da melhoria das condições de saúde e segurança no trabalho. As principais barreiras ao avanço listadas são lacunas de conhecimento acerca da eficiência na entrega, alto custo inicial, exigência de disruptura no processo de projeto, complexidade da cadeia de suprimentos e a percepção social (BROADHEAD et al., 2023). Analisando os benefícios e barreiras apontados, observa-se um contraste em determinadas classes de problema, sobretudo em relação ao custo e eficiência, que ora são apontados como benefício, ora como barreira. Esse contraste de opiniões justifica a necessidade de maior aprofundamento em pesquisas acerca da CIM, buscando resultados que permitam uma caracterização mais precisa desses contrastes. Essa caracterização reduz a incerteza e, consequentemente, a barreira de percepção social. Essa percepção é trazida por aspectos negativos em experiências anteriores, sobretudo no início da adoção de CIMs, e que até hoje despertam a insegurança dos usuários. A ideia da inflexibilidade no projeto (*design*), de produtos caros e limitados pela padronização, do aspecto de containers e questões ligadas ao conforto acústico contribuem para a decisão por construções tradicionais (SHAHZAD; MBACHU; DOMINGO, 2015; BROADHEAD et al., 2023).

Direcionando o foco para o cenário brasileiro, apesar dos benefícios divulgados, ainda há uma limitação na adoção de CIMs nas obras nacionais. Senger (2017) e Horta (2020) estudaram as causas dessas limitações e, dentre outras, apontam o custo como um dos fatores preponderantes. Isso engloba a visão do mercado de que a modularização aumenta os custos da construção e a necessidade de aportes financeiros maiores nas fases iniciais dos projetos, além de certo grau de imprecisão acerca da tributação (SENGER, 2017; HORTA, 2020). Ainda, não se pode deixar de levar em consideração a resistência à inovação que o setor da construção possui (SENGER, 2017; HORTA, 2020). Em recente pesquisa, constatou-se que o subsetor de edificações é o que possui maior nível de uso de sistemas pré-fabricados no Brasil. Mesmo assim, esse uso ainda é restrito a partes específicas da obra, como estruturas e fachadas, e o resultado geral obtido não é satisfatório frente ao potencial do subsetor (CASTELO; VIANA; VIEIRA, 2023).

Para além dos resultados da CIM em termos de eficiência, é preciso trazer luz à lacuna de conhecimento em termos de como viabilizar a implementação desse sistema construtivo nas organizações, inclusive nas que ainda possuem a construção tradicional como principal nicho de mercado. Apesar da disponibilidade de diversas soluções de sistemas modulares oferecidas no mercado, o setor ainda carece de ferramentas de caráter sistêmico que norteiem a tomada de decisão acerca da viabilidade de adoção (DAGET; ZHANG, 2019; MEHDIPOOR; IORDANOVA; AL-HUSSEIN, 2023). Atuando nessa lacuna, foi proposta uma estrutura para direcionar o uso de estratégias de modularização de acordo com os principais objetivos do investimento na construção (PELTOKORPI et al., 2018). Porém, a estrutura proposta pode evoluir para uma abordagem mais sistêmica e direcionada, incorporando parâmetros como custo e necessidades dos usuários. Isso atua diretamente na busca por sanar as barreiras de custo e percepção social, levantadas por Broadhead et al. (2023). Neste sentido, a CIM deve contemplar não só teorias de modularização, mas também de relações de produção, engenharia de valor e construção enxuta (PAN; HON, 2020). Assim, pode-se viabilizar de forma estruturada a entrega de edificações habitacionais com processos de fabricação eficientes, funcionalidade, qualidade e preço que atendam às expectativas do cliente. Desta forma, torna-se essencial estudar e viabilizar formas de reduzir os custos das CIMs, sem perder de vista a qualidade entregue ao usuário, posicionando este sistema construtivo em um patamar de mercado mais atraente.

A literatura aponta o uso do Custeio-Meta (CM) como forma de possibilitar que reduções de custo nos produtos sejam feitas, sem sacrificar o valor entregue aos usuários e as margens estabelecidas pelo negócio (NICOLINI et al., 2000; JACOMIT, 2010; YOKOTA, 2015; MORAES; 2017). Com origem japonesa, o CM inverte a lógica de custos dos projetos, colocando-o como parâmetro de entrada e não consequência, sem perder de vista o foco no cliente e a indução da criatividade (ANSARI et al., 1997;

COOPER; SLAGMULDER, 1997). No sistema tradicional de custeio, a redução de custos não é orientada pelo cliente. Isso faz com que as reduções impactem na qualidade e desempenho do produto para que as margens sejam alcançadas (NICOLINI et al., 2000). No CM, as percepções do cliente orientam a identificação de áreas de redução dos custos e o projeto (*design*) é a chave para essa redução, com os custos gerenciados antes de serem incorridos (NICOLINI et al., 2000; JACOMIT, 2010; YOKOTA, 2015; MORAES; 2017).

Difundidos os conceitos e práticas do CM entre as diversas indústrias, foi proposta uma adaptação do sistema para a indústria da construção, que recebe o nome de *Target Value Design* (TVD) (BALLARD; REISER, 2004; BALLARD, 2011). A adaptação considera que a indústria da construção é um sistema complexo, que se difere das demais manufaturas que aplicam o CM. O TVD é uma abordagem proativa de gestão de custos que encoraja a colaboração entre as partes envolvidas no projeto e que coloca custos e requisitos dos usuários como entrada no processo de projeto (BALLARD; REISER, 2004; BALLARD, 2011). Sua difusão foi inicialmente maior nos Estados Unidos, sobretudo em construções institucionais, como centros médicos e edifícios educacionais (RYBKOWSKI; ARROYO; PARRISH, 2022). Posteriormente, ganhou difusão mundo afora. Recentemente, os estudos de incorporação das práticas do TVD no mercado imobiliário têm ganhado destaque. Esse mercado é muito comum no cenário brasileiro, principalmente no desenvolvimento de unidades para venda, em que empresas desenvolvem, constroem e vendem unidades residenciais ou comerciais (OLIVA et al., 2016; MELO; GRANJA, 2017; OLIVA; GRANJA; PICCHI, 2023).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Devido à amplitude de uso, o preço das construções tradicionais é referência para o cliente quando se trata de edificações. Em alguns casos, o preço das CIMs não se mostra menor do que a construção tradicional, o que somado à insegurança pela adoção de novos modelos construtivos, barra o avanço para conseguir escala (XU; ZAYED; NIU, 2020; JANG; AHN; ROH, 2022; BROADHEAD et al., 2023). Assim, a redução dos custos de habitações modulares é uma barreira a ser vencida e caracteriza-se como premissa para atrair novos mercados, ganhar escala, comprovar viabilidade e reduzir a insegurança na adoção de modelos construtivos inovadores (MCKINSEY, 2019; BROADHEAD et al., 2023). Porém, é preciso atentar-se à forma como essa redução de custo será feita. Na prática tradicional de gestão de custos, o custo é consequência do processo de desenvolvimento do produto, onde primeiro se desenvolve o projeto e, a partir dele, o custo é definido. Porém, Melo e Granja (2017) chamam a atenção para o fato de que após a definição desse custo, mesmo se percebido que ele está muito alto, não há tempo para que o projeto seja refeito. Com isso, para viabilizar a redução de forma mais imediata,

ou margens são sacrificadas para que o produto tenha um preço de mercado aceitável e competitivo, ou são feitas reduções de custo que, na maioria das vezes, impactam no valor entregue ao cliente, gerando um produto que não atende de forma plena aos seus requisitos. Por esse motivo, a entrega de valor aos usuários acaba sendo vista como um fator de aumento nos custos do projeto e, por consequência, é negligenciada (MORAES; GRANJA, 2016).

Paralelamente, os clientes da construção habitacional vêm aumentando o nível de exigência em relação ao produto que recebem, considerando requisitos de qualidade como obrigatórios e não aceitando mais que os custos decorrentes de má gestão sejam repassados ao preço do produto, o que interfere diretamente na demanda (LEPATNER, 2008). Com isso, é vital para a sobrevivência da organização em mercado competitivo, entregar produtos que satisfaçam o desejo do cliente a um preço que eles podem e estão dispostos a pagar. Para isso, é preciso conhecer o desejo desses clientes. Ries (2011) diz que "é preciso conhecer o que os clientes realmente querem, não o que eles dizem que querem ou o que achamos que deveriam querer". Na mesma linha, sobre a criação de automóveis, uma frase de autoria desconhecida diz que "se eu tivesse perguntado às pessoas o que elas queriam, elas teriam dito cavalos mais rápidos". Com isso, o processo de conhecimento do desejo do cliente deve ser realizado de forma profunda, buscando um entendimento mais amplo das necessidades, o que vai permitir a entrega de inovação e alcance mais efetivo daquilo que é desejado. Esse entendimento profundo pode ser amparado por meio de técnicas relacionadas à metodologia do valor (MV) (GRANJA et al., 2009; KOWALTOWSKI; GRANJA, 2011; KOWALTOWSKI et al., 2023). A MV objetiva identificar as funções de cada componente do produto, estabelecer valores para elas e desenvolver alternativas para que elas sejam desempenhadas ao mínimo custo possível, sem degradação funcional (CSILLAG, 1995). Na MV, o conceito de valor envolve a relação entre o que é dado e o que é recebido, mais especificamente o custo pago pelo cliente em relação ao benefício recebido (COOPER; SLAGMULDER, 1997; DREVLAND; TILLMANN, 2018).

Compreender o valor, com base na percepção do cliente, é um dos primeiros passos para estruturar uma estratégia competitiva no desenvolvimento de produtos. Sempre que uma empresa entrega produtos e serviços que atendem de forma satisfatória à demanda do mercado, o valor para o cliente é gerado (MCNAIR; POLUTNIK; SILVI, 2001). O aumento de valor entregue diminui a insatisfação social e as questões indesejadas do pós-obras, que atualmente são barreiras para o desenvolvimento das CIMs (BROADHEAD et al., 2023). A McKinsey (2019) aponta que o entendimento dos requisitos dos usuários é um elemento chave para o desenvolvimento de soluções modulares na construção. O CM, junto com o TVD e a MV, são teorias propícias para relacionar o equilíbrio entre custos e entrega de valor a clientes, pois relacionam conceitos e ferramentas que abordam simultânea e colaborativamente o custo

e requisitos dos clientes acerca de um produto (RUIZ; GRANJA; KOWALTOWSKI, 2014; YOKOTA, 2015; MORAES, 2017). Quanto melhor a compreensão acerca da utilização dessas teorias no processo de desenvolvimento de produto, maiores as oportunidades de melhoria dos produtos habitacionais e entrega de valor (BALLARD; REISER, 2004).

A aplicação do CM e do TVD na construção ainda não é ampla e não existe consenso formal acerca da sua condução (MELO; GRANJA, 2017; LIMA; SANTOS, 2018). Porém, alguns direcionadores são consenso nas aplicações documentadas. Um dos principais é a necessidade de organização de equipes multidisciplinares e colaborativas para debate e geração de ideias acerca da análise de alternativas de projeto (GUADANHIM; HIROTA; LEAL, 2011). Comumente, as fases de concepção de projeto e desenvolvimento de produto são sequenciais. Essa não ocorrência em paralelo reduz substancialmente o uso de práticas colaborativas (OLIVA et al., 2016).

Diante de todos esses pontos de vista, consolida-se o seguinte problema de pesquisa: A redução dos custos de CIMs é uma barreira a ser vencida e caracteriza-se como premissa para maior desenvolvimento desse sistema construtivo. Em paralelo, essa redução de custos não pode reduzir o valor entregue aos clientes e usuários. Porém, relacionar o valor requerido pelo cliente e o custo que este está disposto a pagar tem sido um desafio prático e acadêmico no desenvolvimento de produtos habitacionais (MORAES; GRANJA, 2016).

Olhando para a literatura, o uso conjunto do CM, do TVD e MV apresenta caminhos para que as restrições de custos impostas ao desenvolvimento do produto não impliquem necessariamente em perda de valor para o cliente (RUIZ; GRANJA; KOWALTOWSKI, 2014; YOKOTA, 2015; MORAES, 2017; CARVALHO, 2019). Essas literaturas anteriores que tiveram problemas similares, estudaram esse problema e propuseram soluções. Porém, esses estudos se concentraram em Habitações de Interesse Social (HIS), predominantemente construídas com o sistema construtivo convencional. O contexto de CIMs difere dos contextos anteriormente explorados, sobretudo em termos do processo de projeto, requisitos dos clientes, materiais utilizados, industrialização e sistemas de produção (MCKINSEY, 2019; XU; ZAYED; NIU, 2020; BROADHEAD et al., 2023). Mesmo assim, parte-se da premissa de que os conceitos anteriormente utilizados podem ser úteis no contexto atual.

A motivação para o desenvolvimento dessa pesquisa é possibilitar, simultaneamente, que a indústria da construção avance nos seus processos por meio da industrialização e que os usuários recebam habitações que atendam às suas necessidades por meio da entrega de funcionalidade e qualidade, sem maiores impactos no custo. Os principais avanços trazidos por este trabalho são o aprofundamento do desenvolvimento de produtos de CIMs, área ainda pouco explorada na literatura; o

tratamento e interpretação dos requisitos desejados por clientes de CIMs; a discussão dos custos do produto habitacional a partir de seus componentes; e a avaliação dos conceitos aplicados com profissionais atuantes no mercado de CIMs. Ainda, a aplicação do TVD em mercado imobiliário de unidades para venda ainda é restrita, sobretudo em CIMs (OLIVA; GRANJA; PICCHI, 2023). Como há poucos relatos de aplicação do TVD neste contexto, o presente trabalho foca na aplicação do CM, fazendo a conexão com os conceitos do TVD. Isso porque conceitos relevantes do CM são necessários para atender a requisitos do mercado imobiliário, sobretudo no que diz respeito à competitividade na oferta de produtos, em relação aos seus similares, para garantir a permanência das empresas no mercado. Cabe apontar que, nesta pesquisa, a competitividade não é tratada como uma competição com visão predatória, mas sim como uma competição indutora de melhoria contínua dos produtos em relação aos similares.

1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

Diante da contextualização, do problema abordado e da relação com as referências disponíveis na literatura, a principais questões a serem respondidas por esta pesquisa são:

Como as empresas incorporadoras e construtoras de CIMs podem viabilizar seus produtos com um custo mais competitivo com o sistema construtivo convencional?

Ainda, como essas empresas podem atender às restrições de custo necessárias aos seus produtos, sem reduzir o valor entregue aos clientes/usuários?

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.3.1 Objetivo geral

A entrega de valor aos clientes/usuários costuma ser vista como um fator de aumento nos custos do projeto e, por isso, acaba sendo negligenciada (MORAES; GRANJA, 2016). Essa percepção contribui na formação da ideia de incompatibilidade entre reduzir custos do produto e entregar o valor requerido pelo cliente.

Com isso, o objetivo geral desta pesquisa é prescrever um artefato (do tipo método) para atenuar a incompatibilidade entre restrições de custo e entrega do valor requerido por clientes de CIMs.

1.3.2 Objetivos específicos

Para viabilizar e alcançar o objetivo geral, são propostos os objetivos específicos:

a) Identificar quais fatores devem ser considerados na definição de metas de redução de custos em CIMs para alcançar as restrições de custo;

b) Propor procedimento para entender os requisitos dos clientes de CIMs, com base em atributos de valor, a partir de informações provenientes de pesquisas de mercado com potenciais clientes;

c) Aplicar conceitos e ferramentas do CM e MV para discutir colaborativamente as soluções de projeto e alcançar as restrições de custo do produto, promovendo as adaptações necessárias a partir de Yokota (2015) e Moraes (2017);

d) Avaliar o artefato (do tipo método), analisando oportunidades e barreiras à sua aplicação no contexto de CIMs.

Para isso, a estratégia de pesquisa utilizada é a *Design Science Research* (DSR), cujo objetivo é produzir soluções (artefatos) para resolver problemas reais e contribuir para a teoria na área em que são aplicadas (LACERDA et al., 2013).

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A principal delimitação da pesquisa é o desenvolvimento dos estudos empíricos em um contexto de sistema construtivo modular, cujo produto é habitacional e unifamiliar. Esse sistema se difere dos sistemas tradicionais, sobretudo em termos de nível de industrialização. Isso aumenta a proximidade do contexto estudado com o contexto das manufaturas seriadas em que o CM e a MV se desenvolveram.

Outra delimitação, que pode ser estendida a uma limitação, é o uso de pesquisa de mercado fornecida pela empresa como base para levantamento dos requisitos de valor do cliente. Apesar da amplitude da amostra de potenciais clientes, fornecida pela empresa participante do estudo, os resultados limitam-se ao contexto e realidade explorados pela amostra.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estruturação da dissertação é apresentada na **Figura 1-1**.

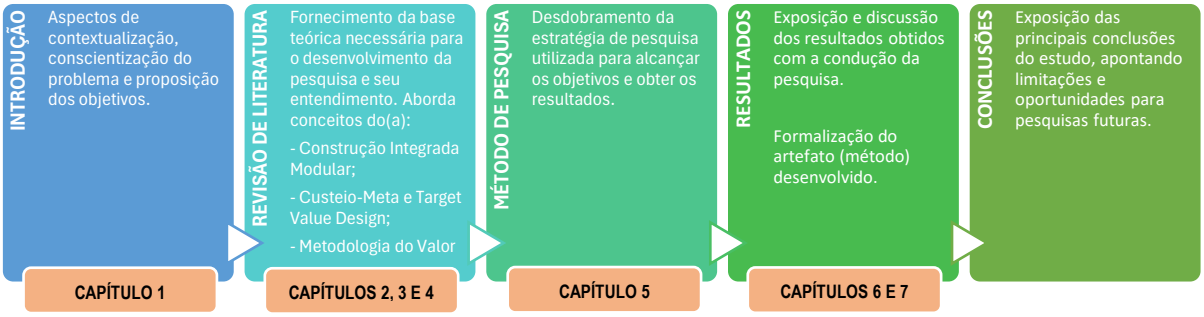


Figura 1-1: Estrutura da dissertação

Fonte: Autor

2 CONSTRUÇÃO INTEGRADA MODULAR

O presente capítulo aborda os principais conceitos relacionados à industrialização na construção, seguido da abordagem de modularização em produtos, com posterior recorte para a indústria da construção, por meio da Construção Integrada Modular. Ainda, elenca os principais desafios para adoção da Construção Integrada Modular.

2.1 INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

A discussão acerca da industrialização na construção não é recente. Desde a década de 60 investiga-se o porquê de muitos produtos cotidianos não serem mais encomendados sob medida e os produtos habitacionais ainda permanecerem com baixo grau de padronização e elevadas singularidades em seus projetos, ficando muito distantes das produções seriadas (GROPIUS, 1965). Uma das linhas que respondem esse questionamento trazem duas perspectivas: (i) a necessidade de mudanças organizacionais robustas e rompimento de padrões trazidos há muitos anos, frente ao baixo grau disruptivo do setor; (ii) e a aceitação de novas tecnologias somente quando o seu uso já está consolidado no mercado (GROPIUS, 1965; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Apesar da definição e conceito de industrialização não serem únicos, as interpretações convergem para um denominador comum. Girmscheid e Scheublin (2010) definem que “a industrialização da construção é a racionalização do processo de trabalho na indústria para alcançar eficiência de custo, maior produtividade e qualidade”. Nesta dissertação, será adotado essa definição de industrialização.

Os projetos assumem um papel relevante para que a industrialização ocorra. Para industrializar de forma exitosa, os projetos precisam estar em conformidade com todos os seus condicionantes. Isto porque sistemas industrializados possuem maior sensibilidade a erros e improvisações, o que eleva a chance de geração de produtos inconformes em termos de qualidade e funcionalidade quando há ingerência nos projetos (CRASTO, 2005). O Quadro 2-1 elenca as características necessárias à industrialização, em termos de processo e produto.

Quadro 2-1: Características da industrialização

	Caraterísticas necessárias
Processo	Uso de força mecânica e ferramentas; Utilização de sistemas de controle e ferramentas informatizados; Produção em fluxo contínuo; Melhoria contínua da eficiência; Modularização.
Produto	Padronização dos produtos; Pré-fabricação; Racionalização.

Fonte: Adaptado de Girmscheid e Scheublin (2010)

As concepções de projeto são diretamente ligadas à melhoria da produtividade no canteiro e eficiência de custo, prazo e qualidade dos produtos. Essas concepções direcionam o grau de industrialização da construção por meio da definição do sistema construtivo adotado, componentes construtivos prontos e suas interfaces, bem como a sequência de montagem (HENRIQUES, 2013). O Quadro 2-2 apresenta os graus de industrialização que podem ser aplicados na indústria da construção.

Quadro 2-2: Graus de industrialização da construção (continua)

	Sistema tradicional (Grau 0)	Alguns componentes industrializados (Grau 1)	Sistemas painelizados (Grau 2)	Sistemas modulares mistos (Grau 3)	Sistema completamente modular (Grau 4)
Descrição	Materiais básicos para construção da obra executada completamente in loco.	Fabricação de componentes utilizados em partes do processo produtivo.	Componentes pré-fabricados 2D de paredes e frames estruturais.	Componentes pré-fabricados 3D no formato de módulos usado para criar a maior parte dos edifícios, que pode ser misto ou combinado com outros sistemas.	Sistema completo do edifício com componentes modulares e com acabamentos feitos em fábrica antes do transporte para a obra.

Quadro 2-3: Graus de industrialização da construção (conclusão)

	Sistema tradicional (Grau 0)	Alguns componentes industrializados (Grau 1)	Sistemas painelizados (Grau 2)	Sistemas modulares mistos (Grau 3)	Sistema completamente modular (Grau 4)
Exemplos do sistema construtivo	Concreto, madeira, argamassa, tijolos.	Ferragens para telhado de madeira, lajes pré-fabricadas, painéis de revestimentos compósitos.	Estrutura metálica, Wood frame, Light Steel Frame, Painéis estruturalmente isolados.	Instalações pré-fabricadas, escadas modulares, módulos instalados acima do térreo, banheiros prontos.	Completamente modular.
Proporção de manufatura fora da obra	0% a 10%	10% a 15%	15% a 25%	30% a 50%	60% a 70%
Redução do tempo de construção em relação ao sistema tradicional	0%	10% a 15%	20% a 30%	30% a 40%	50% a 60%

Fonte: Adaptado de Mathew (2018)

Cada grau de industrialização tem as suas características e fatores que precisam ser considerados na sua escolha, como transporte, formas de fabricação, limitações relacionadas ao içamento e posicionamento no local. A definição do grau de industrialização a ser utilizado depende das características do projeto, dos fornecedores disponíveis, do custo, cronograma e escopo do produto projetado (SALAMA; SALAH; MOSELHI, 2017).

No Quadro 2-2, é possível observar o uso do termo “sistema modular” nos graus 3 e 4. Para um melhor entendimento, a seção seguinte abordará os conceitos acerca da modularização de produtos.

2.2 MODULARIZAÇÃO

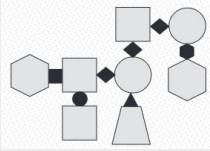
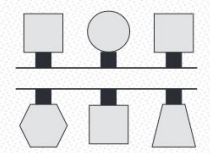
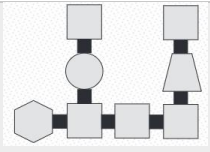
O conceito de modularização não é recente e já é natural em rotinas de algumas indústrias, como a automotiva e de tecnologia e informação. A modularização atua na redução de complexidade construindo sistemas a partir de subsistemas menores, chamados módulos, que podem ser projetados de forma independente, mas juntos constituem o todo (BALDWIN; CLARK, 1997). Na indústria da

construção a aplicação do conceito ainda é recente e, para viabilizar a construção de módulos, a modularização traz consigo outros conceitos elaborados de projeto, pré-fabricação de subsistemas, padronização e industrialização dos processos, entregando processos mais eficientes e maior valor ao cliente (JONSSON; RUDBERG, 2014).

No desenvolvimento de pesquisas acerca da inserção da modularização na indústria da construção, não há clara divisão entre os conceitos de pré-fabricação, pré-montagem, modularização e fabricação externa (*offsite*). A modularização baseia-se na arquitetura de produto modular[2], abrangendo a utilização de componentes, subcomponentes e elementos volumétricos e não volumétricos que permitem projetos e montagens de construções personalizadas (GOSLING et al., 2016). Por esse motivo, a seguir serão definidos alguns conceitos importantes acerca da modularização na indústria da construção.

Inicialmente, é preciso definir as interfaces dos componentes (modo como duas partes distintas se conectam). A literatura propõe três formas de realizar a conexão entre os componentes, as quais são apresentadas no Quadro 2-4.

Quadro 2-4: Formas de interface dos componentes

Tipo de arquitetura	Descrição	Exemplo
 **Slots**	Cada interface entre componentes é diferente das outras, implicando que os vários componentes de um produto não podem ser trocados.	Áreas de parede que precisam ser cortadas e encaixadas em espaços específicos. A interface é a mesma, mas a dimensão muda.
 **Barramento**	Os componentes físicos se conectam a um componente de barramento comum por meio de um mesmo tipo de interface.	Ambientes como banheiros prontos que são acoplados em uma estrutura principal convencional.
 **Seccional**	Todas as interfaces são iguais, não necessitando de um componente comum para se conectarem.	Edificações totalmente modulares, em que os módulos são conectados uns aos outros.

Fonte: Adaptado de Ulrich (1995); Peltokorpi et al. (2018)

[2] Forma em que a função do produto é alocada em componentes físicos (ULRICH, 1995).

Definidas as interfaces, os sistemas de produção são organizados em quatro categorias, que dependem do grau de padronização do produto e de produção externa ao canteiro. O Quadro 2-5 apresenta as classificações.

Quadro 2-5: Sistemas de produção modulares

Sistema de produção (categoria)	Descrição	Exemplo
Edifícios modulares	Unidades volumétricas pré-montadas que, quando conectadas umas às outras, formam o edifício completo.	Casas, hospitais e blocos de prisões.
Pré-montagem volumétrica	Volumes de peças específicas produzidas fora do local e montadas no local em uma estrutura independente.	Banheiros prontos
Pré-montagem não volumétrica	Unidades pré-montadas que não criam espaços utilizáveis.	Fachadas prontas e painéis de parede.
Componentes e subconjuntos	Componentes menores que são produzidos fora do canteiro e incorporados no produto dentro do canteiro.	Kits de instalações hidrossanitárias e elétricas, kits de esquadrias e portas prontas.

Fonte: Adaptado de Gosling et al. (2016); Peltokorpi et al. (2018)

Relacionando os sistemas de produção modulares com os graus de industrialização apresentados no Quadro 2-2, observa-se que os edifícios modulares fazem parte do grau 4; a pré-montagem volumétrica faz parte do grau 3; a pré-montagem não volumétrica faz parte do grau 2; e os componentes e subconjuntos fazem parte do grau 1. Jonsson e Rudberg (2015) propuseram uma matriz de classificação dos sistemas de produção modulares (**Figura 2-1**). A matriz relaciona os sistemas com os graus de padronização e produção *off-site*.

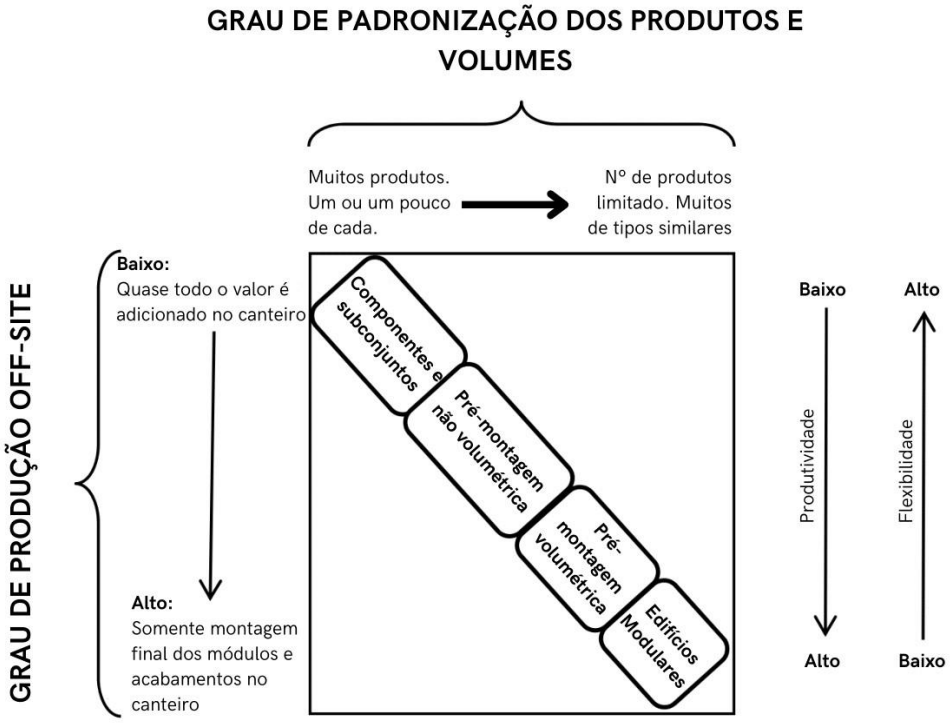


Figura 2-1: Matriz de classificação de sistemas de produção modulares

Fonte: Adaptado de Jonsson e Rudberg (2015)

Por fim, com base em revisão de literatura, são propostas definições sobre módulo, modularização e estratégias de modularização (PELTOKORPI et al., 2018). O Quadro 2-6 consolida as informações.

Quadro 2-6: Conceitos acerca da modularização na construção

Conceito	Definição
Módulo	Componente independente, com interface padronizada com outra parte da construção. Possui várias funções, divididas em vários componentes.
Modularização	Atividade em que um edifício é estruturado em módulos, pelo menos em partes essenciais.
Estratégia de modularização	Decisões acerca de módulos e suas interfaces, sistema de produção, organização do projeto e produção, além de ativos de plataforma utilizados em um investimento de construção específico.

Fonte: Peltokorpi et al. (2018)

Com o aumento do grau de industrialização na busca por maior aproximação de manufaturas seriadas, a modularização dos componentes exige elevado grau de padronização dos produtos. No entanto, há uma preocupação de alinhar a variedade necessária de acordo às necessidades do cliente

com a economia de escala e escopo (ROBERTSON; ULRICH, 1998; TSENG; WANG; JIAO, 2017). A plataforma de produto é um conceito pertinente para viabilizar o equilíbrio desses fatores, visto que possibilita o compartilhamento de ativos (componentes, processos, conhecimento, pessoas) por um conjunto de produtos (ROBERTSON; ULRICH, 1998). Por meio de plataformas de produto, as organizações podem oferecer produtos com variabilidade, alterando alguns processos de desenvolvimento, entregando produtos únicos com base em plataformas padronizadas que permitem diversas variantes por meio de famílias de produtos (ERIKSSON; EMILSSON, 2019). Na indústria da construção civil, o uso de plataformas de produto permite garantir projetos variados, atendendo às necessidades específicas dos clientes, compartilhando plataformas comuns (BONEV; WÖRÖSCH; HVAM, 2015).

A literatura fornece evidências de que a aplicação da modularização em produtos da construção civil auxilia na entrega de maior qualidade, menor prazo, redução de custos totais, menos desperdícios e melhorias em termos de saúde e segurança das condições de trabalho (BROADHEAD et al., 2023). Apesar da modularização já ser um conceito aplicado na indústria da construção, sua evolução ainda é lenta e os seus conceitos e benefícios ainda não são totalmente explorados por essa indústria (BRIDI et al., 2019). As principais barreiras evidenciadas pela literatura são lacunas de conhecimento em termos de entrega de eficiência, aumento de custos (sobretudo os iniciais), percepção social, mudanças exigidas no processo de projeto e a complexidade da cadeia de suprimentos envolvida (BROADHEAD et al., 2023).

Peltokorpi et al. (2018) estabeleceram uma estrutura (Figura 2-2) para classificar as estratégias de modularização de acordo aos objetivos de investimento da construção. Para cada tipo de objetivo, são estabelecidas as estratégias em relação à organização, arquitetura do produto, sistema de produção e ativos de plataforma utilizados. A estrutura visa orientar a definição das estratégias na adoção da modularização em diferentes casos da construção.

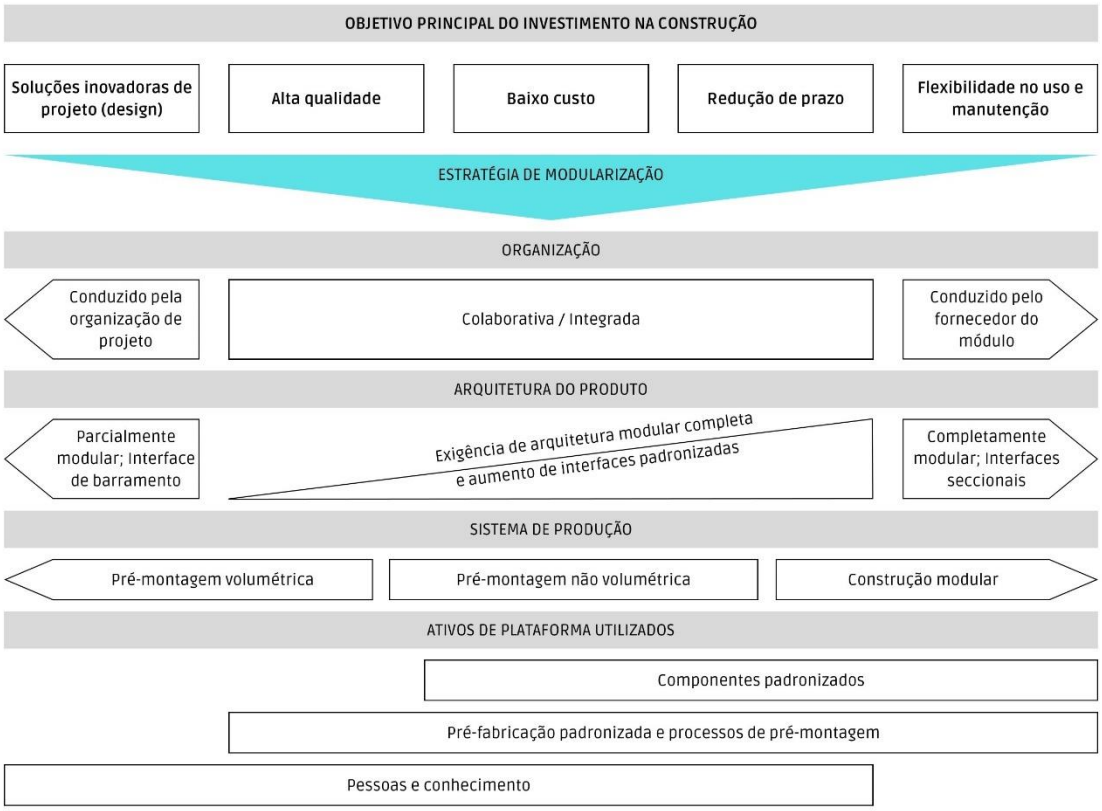


Figura 2-2: Estratégia de modularização de produtos de construção

Fonte: Adaptado de Peltokorpi et al. (2018)

2.3 CONSTRUÇÃO INTEGRADA MODULAR

Na literatura acerca da modularização na indústria da construção, não há uma clara divisão entre os conceitos e terminologias utilizadas, sendo “construção modular” e “construção *offsite*” as mais utilizadas e, diversas vezes, tratadas como sinônimos. Algumas literaturas buscaram definir e diferenciar esses conceitos. A construção *offsite* é o planejamento, projeto, fabricação e montagem de elementos da construção em ambientes que não são o canteiro de obras (AUSTRÁLIA, 2022). As aplicações da construção *offsite* envolvem a modularização do produto de construção em diferentes níveis, que vão desde os componentes, até a edificação completa. Por sua vez, a construção modular está dentro da construção *offsite,* sendo o nível mais elevado de modularização do produto (AUSTRÁLIA, 2022). A Figura 2-3 relaciona os níveis de modularização da construção *offsite* com a escala e complexidade do projeto.

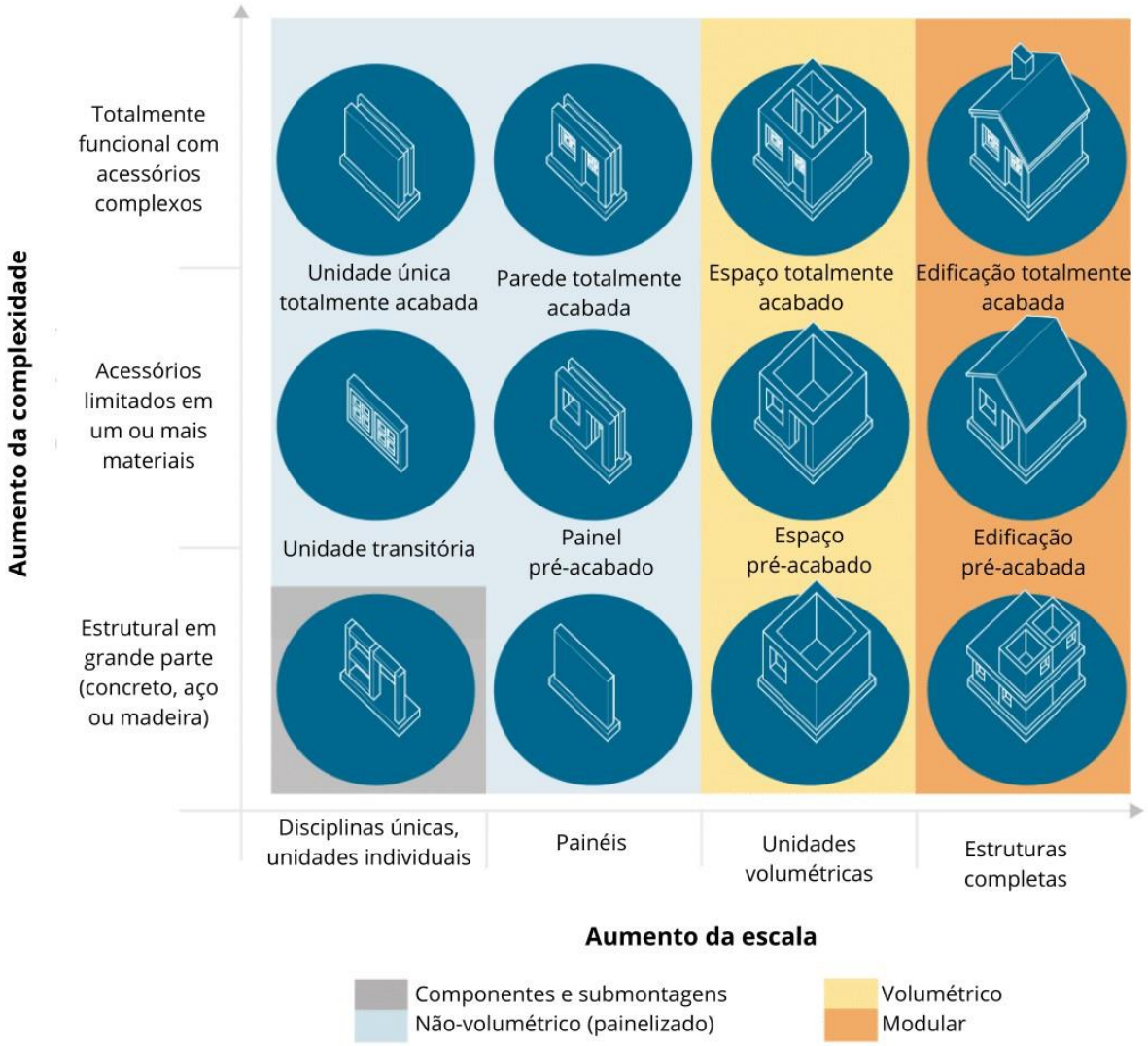


Figura 2-3: Escala e complexidade da construção offsite

Fonte: Adaptado de Austrália (2022)

De acordo com Gibb (1999), a construção modular é uma forma de construção *offsite* que usa unidades volumétricas tridimensionais totalmente mobiliadas, fabricadas em um ambiente fabril e transportadas para o local da construção para a montagem final. Ainda, essas unidades, ou módulos, podem ter alto nível de acabamento executado fora do canteiro, com poucas atividades sendo concluídas no local da obra, ou podem formar apenas a estrutura, sendo o restante das atividades realizadas no local da obra (GIBB, 1999). Os módulos, cujo tamanho está ligado às limitações de transporte e içamento, quando montados, refletem a intenção do projeto (MBI, 2019). Algumas partes da obra, porém, devem ser produzidas *in loco*, como as fundações, obras de subsolo e esperas de instalações hidrossanitárias. As atividades realizadas *in loco* dependem das necessidades do projeto (CARVALHO; SCHEER, 2019).

Considerando as diferentes formas de modularizar um produto, em estudos mais recentes, uma nova abordagem para a construção modular é proposta por Pan e Hon (2020). Essa abordagem é

chamada de Construção Integrada Modular (CIM). A CIM é um processo que integra produção e montagem de módulos pré-acabados com base em valor, oferecendo potencial para maior qualidade, produtividade, segurança e sustentabilidade (PAN; HON, 2020). A principal diferença entre a abordagem de Gibb (1999) e a de Pan e Hon (2020) está nos conceitos “modular” e “integrado”. Na abordagem de Gibb (1999), os módulos são volumétricos, ou tridimensionais. Para Pan e Hon (2020), o termo “modular” refere-se ao processo de modularização de elementos, componentes e instalações, para compor os módulos pré-acabados. A CIM incorpora o conceito de Gibb (1999) e apresenta avanços a ele, entendendo que a modularização pode ser também realizada em partes menores, como sistemas e componentes, e integradas dentro da construção para formar o produto final (PAN; HON, 2020).

Os autores acrescentam que o termo modular não se refere apenas a módulos volumétricos tridimensionais, mas também a todos os demais componentes modularizados. O termo “integrado” refere-se ao processo de integração entre as atividades de construção, os setores e os atores em um modelo vertical e a cadeias de suprimentos, além da integração de várias funções e partes envolvidas em configurações institucionais laterais (PAN; HON, 2020). Por fim, o termo “construção”, na nova abordagem proposta, abrange o ciclo de vida do processo inteiro, não apenas o processo da construção no local da obra. Portanto, a CIM abrange as teorias de modularização, relações de produção, engenharia de valor, construção enxuta e promove o aprendizado das indústrias de manufatura (PAN; HON, 2020).

Por meio de sondagens com empresas brasileiras que atuam na área de Construções Integradas Modulares, observou-se que a modularização adotada utiliza diferentes sistemas de produção, que vão desde componentes, passam por painéis e volumes pré-acabados e, com menos frequência, chegam aos módulos tridimensionais completamente acabados. Por este motivo, neste trabalho, a abordagem e terminologia utilizadas para tratar a construção modular é a CIM, proposta por Pan e Hon (2020).

Dentro da CIM, outros dois conceitos importantes são o de modularidade e coordenação modular. A modularidade é uma característica que permite que o projeto seja decomposto em um sistema de módulos independentes entre si e, quando juntos, funcionem como um conjunto (CICS, 2022). Com a modularidade, as empresas podem oferecer diferentes produtos por meio da combinação desses módulos independentes, sem grandes impactos na produção. A modularidade está mais relacionada às conexões e interfaces, não à geometria. Por sua vez, a coordenação modular diz respeito à coordenação entre componentes, elementos ou sistemas com base em dimensões padronizadas. Essa padronização de dimensões é feita por meio do módulo base (CICS, 2022). O módulo base é a menor unidade de

medida linear da coordenação modular, cujo valor é estabelecido pela NBR 15.873/2010 e é de 10 centímetros (ABNT, 2010).

As etapas de fabricação da CIM se iniciam no desenvolvimento dos projetos, preferencialmente com o uso do *Building Information Modeling* (BIM), conceitos de colaboração e envolvimento antecipado das partes interessadas. Posteriormente, são realizadas as atividades de fabricação dos módulos, em ambiente fabril controlado. Os módulos fabricados são transportados até o local da obra e, finalmente, montados para compor o produto habitacional pronto. No canteiro, as atividades de infraestrutura previstas para serem realizadas *in loco* devem estar prontas (CARVALHO; SCHEER, 2019). A Figura 2-4 esquematiza o processo da CIM.

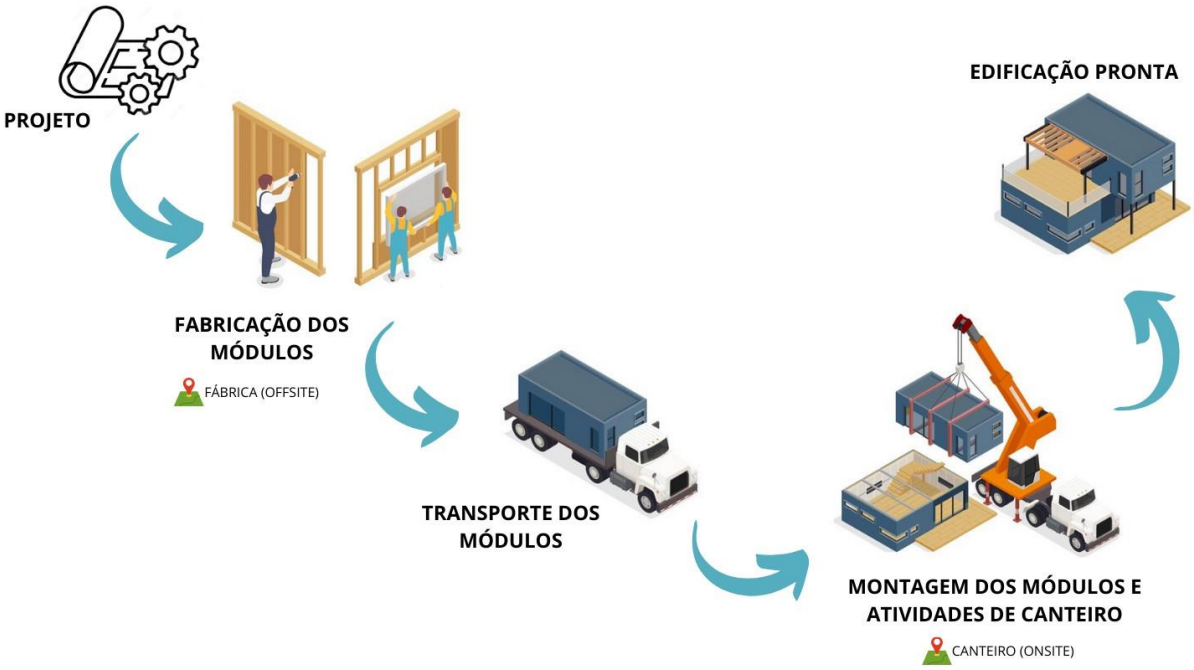


Figura 2-4: Processo da Construção Integrada Modular

Fonte: Autor

Na CIM, a logística é um ponto relevante que deve ser considerado e bem planejado. O planejamento deve contemplar estudos acerca dos métodos logísticos utilizados, considerando os aspectos de movimentações, como distâncias, e modais de transporte marítimo, ferroviário ou rodoviário. O tamanho e o peso dos módulos devem ser constantemente repensados para que sejam alcançadas modularizações econômicas de serem transportadas da fábrica até o local da obra e içadas para o seu posicionamento no canteiro (SALAMA; SALAH; MOSELHI, 2017).

Por meio da investigação de 17 estudos de caso com abrangência internacional, Smith e Rice (2015) avaliaram o desempenho de CIMs em relação às construções tradicionais. Foram avaliadas métricas quantitativas e qualitativas, que são apresentadas no Quadro 2-7.

Quadro 2-7: Desempenho das CIMs

Análise quantitativa	
Custo	16% de economia
Prazo	39% de redução de prazo da obra
Qualidade	5,4 vezes menos alterações de projeto
Segurança	0,25 menos incidentes
Análise qualitativa	
Porquê escolher a construção modular	Controle de custos Redução de prazo na obra
Software	Autocad: 62% Revit: 23% Outros: 15%
Desafios	Controlar melhor o prazo da obra Controlar melhor o prazo de transporte
Lições aprendidas	Rápido engajamento pelos construtores Necessidade de melhoria nas pesquisas acerca de projetos modulares Aprimorar contratos de projeto de construção
Sucessos	Vantagens no prazo em relação ao sistema tradicional Aumento na qualidade

Fonte: Smith e Rice (2015)

Estudos de caso conduzidos pela McKinsey (2019) mostram que o uso da CIM permite uma entrega do projeto de 20% a 50% mais rápido do que a construção tradicional. Esse resultado é consequência de fatores relacionados ao projeto, fundações, fabricação externa e retrabalho. Os primeiros projetos modulares exigem mais tempo de desenvolvimento do que projetos tradicionais, pois os projetistas precisam se adaptar ao processo de projetar para a manufatura. Porém, uma vez desenvolvidos os parâmetros e padrões, o processo torna-se mais rápido e eficiente. A fabricação externa em ambiente fabril controlado, traz um processo de produção mais rápido do que o processo tradicional de construção. Ainda, a fabricação externa pode ocorrer de forma simultânea às atividades de fundação no canteiro. Somado a isso, fundações de projetos modulares costumam ser menos complexas do que as fundações da construção tradicional. Por fim, com módulos já equipados com os diversos componentes e fabricados em ambiente controlado, as atividades realizadas em canteiro tornam-se bem mais simples, sendo resumidas em pequenos acabamentos e montagens. Com isso, a quantidade de retrabalho é substancialmente menor (MCKINSEY, 2019). A **Figura 2-5** apresenta um exemplo comparativo de um projeto utilizado o sistema tradicional e o sistema modular.

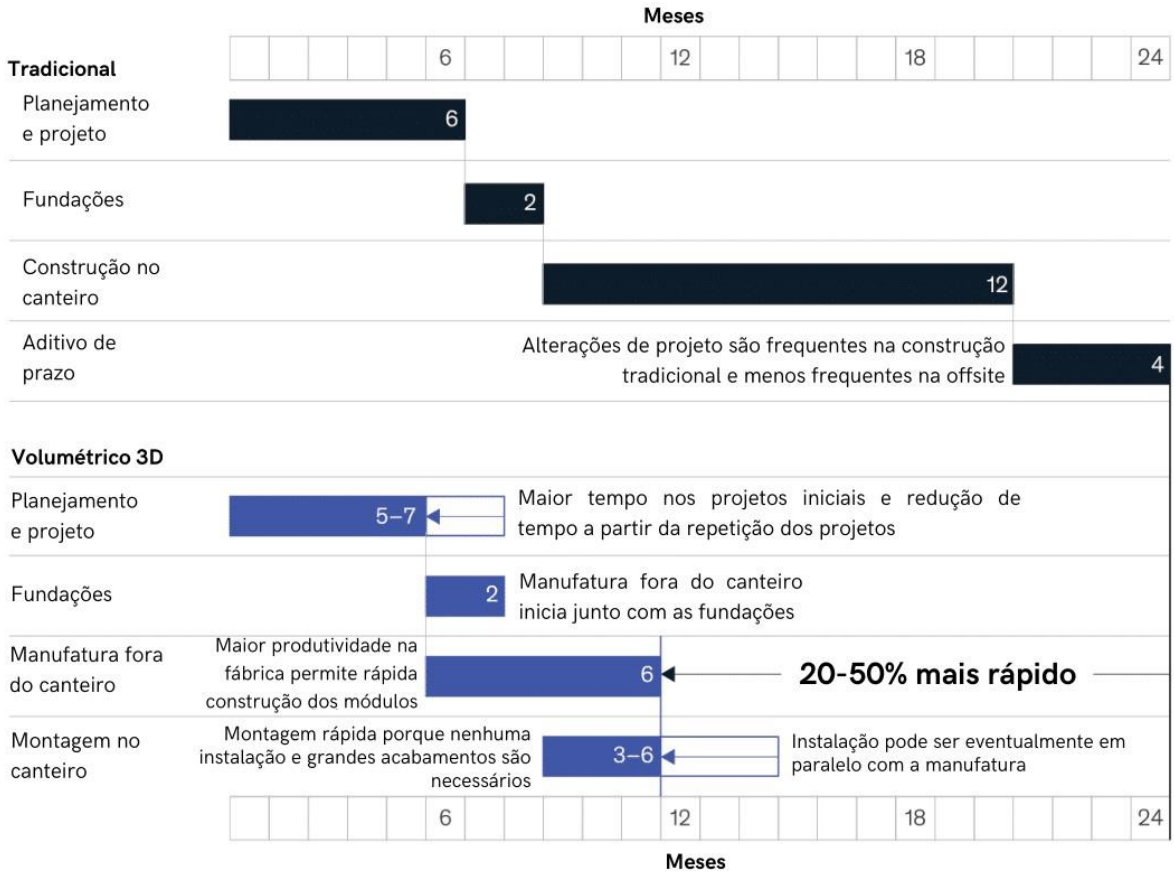


Figura 2-5: Projeto tradicional versus projeto CIM

Fonte: Adaptado de McKinsey (2019)

Em relação ao custo, a McKinsey (2019) aponta que os resultados ainda não são bem definidos. Estudos de caso desenvolvidos pela empresa, mostram projetos que obtiveram de 0% a 20% de economia nos custos da construção, ao utilizar a modularização. Esses estudos de caso permitiram concluir que projetos com elevado grau de padronização e repetição, como hotéis, residências estudantis e habitações de interesse social, apresentam melhores resultados de economia de custos. Em contrapartida, projetos que exigem maior flexibilidade e personalização, como habitações de médio padrão, apresentam maiores dificuldades para alcançar reduções significativas (MCKINSEY, 2019). De acordo com a McKinsey (2019), dois fatores relacionados ao custo precisam ser considerados: o primeiro diz respeito aos custos do ciclo de vida da edificação e o impacto da CIM sobre ele; o segundo relaciona-se com o custo de implantação de uma fábrica e o seu impacto na economia geral. Para melhorar a eficiência dos custos na CIM, a empresa aponta que aumento de escala dos produtos modulares é fator determinante. Com aumento de escala, eleva-se o número de profissionais e fornecedores, o que reduz os custos de forma sistemática, abrangendo projeto, materiais, mão de obra, logística, financiamento e custos das fábricas (MCKINSEY, 2019).

Na CIM, os produtos possuem elevado grau de padronização. Porém, não se pode perder de vista as necessidades dos clientes. Os projetos desenvolvidos devem contemplar aspectos relacionados à customização em massa, entendendo e maximizando a entrega de valor ao cliente por meio do atendimento às suas necessidades a um custo que ele possa pagar (SALAMA; SALAH; MOSELHI, 2017).

A McKinsey (2019) aponta em seu relatório que as CIMs utilizam dois principais níveis de modularização: elementos 2D com maiores atividades de montagem no canteiro e unidades volumétricas 3D, equipadas predominantemente fora do canteiro. Essas duas abordagens podem, ainda, ser combinadas e formarem um modelo híbrido. Os materiais mais utilizados para fabricação dos módulos são madeira, aço e concreto. Os dois primeiros são mais comuns devido às vantagens logísticas que possuem. A **Figura 2-6** apresenta os requisitos que determinam a escolha de um sistema modular.

Figura 2-6: Fatores de decisão para escolha de sistema modular

Fonte: Adaptado de McKinsey (2019)

As unidades volumétricas 3D maximizam a produtividade, constituindo cômodos, ou parte deles, que são montados no canteiro como blocos de Lego. Essa solução envolve o içamento dos módulos no canteiro, posicionamento no seu local de projeto e conexão entre os demais módulos, incluindo instalações como as elétricas e hidráulicas. Apesar do aumento de produtividade, é preciso considerar que os módulos 3D possuem restrições relacionadas ao custo de transporte e limitações de tamanho, também por conta do transporte. Módulos 3D são indicados para projetos com elevado grau de repetição. É preciso levar em conta, porém, que elevado grau de repetição não significa necessariamente produtos iguais. Módulos padronizados podem ser montados de diferentes formas, para alcançar resultados personalizados (MCKINSEY, 2019).

Elementos painelizados 2D otimizam a logística e a flexibilidade. Os painéis normalmente contêm as instalações necessárias para serviços elétricos, hidráulicos, de aquecimento, ventilação e ar

condicionado, que são conectadas por meio de conectores padrão. A montagem de painéis 2D no canteiro é muito mais simples do que as atividades tradicionais de construção, porém exigem maior quantidade de acabamentos do que os módulos 3D. Em contrapartida, painéis 2D são mais fáceis de ser transportados do que módulos 3D. O uso da modularização por painéis aumenta, também, a flexibilidade de saída dos produtos. O uso de painéis permite alcançar diferentes modelos de projeto, gerando produtos muito mais flexíveis em relação a módulos 3D. Por isso, painéis 2D são uma solução relevante para produtos residenciais que exigem diferenciação e personalização (MCKINSEY, 2019).

Finalmente, o modelo híbrido combina os benefícios de cada abordagem para alcançar melhores resultados. Comumente, áreas molhadas são produzidas em módulos 3D, como banheiros prontos, e o restante da construção utiliza painéis 2D. Essa solução otimiza o projeto, aumentando a produtividade e qualidade de áreas molhadas no ambiente fabril e aumentando a flexibilidade em outras áreas da construção. O modelo híbrido, porém, aumenta a complexidade de coordenação do projeto, sobretudo o alinhamento com a cadeia de suprimentos (MCKINSEY, 2019).

Uma pesquisa realizada com 30 profissionais atuantes na área de CIM dos Estados Unidos apontou que a redução de prazo é o principal fator de adoção do sistema. Ainda, os respondentes consideraram que os clientes e arquitetos são os *stakeholders* mais importantes para direcionar a escolha pela CIM (RAZKENARI et al., 2020). Neste sentido, algumas pesquisas têm sido conduzidas em locais diferentes do mundo para investigar os fatores que determinam a adoção da CIM. Cada local apresenta as suas particularidades, mas o fator de escassez da mão de obra que a construção tradicional tem enfrentado, tem sido comumente apontado em diversas dessas pesquisas (RAZKENARI et al., 2020; ALI et al., 2023; BROWN; SHARMA; KIROFF, 2020; MCKINSEY, 2019).

2.4 DESAFIOS PARA ADOÇÃO DA CONSTRUÇÃO INTEGRADA MODULAR

A CIM exige elevado nível de colaboração entre os envolvidos no projeto, sobretudo cliente, arquiteto, engenheiros projetistas complementares, fabricante dos módulos, empresa de transporte e equipe de montagem do produto. Além disso, o planejamento deve ser robusto para alinhar e eliminar restrições relacionadas ao transporte e instalação dos módulos, considerando o seu tamanho e peso (AZARI et al., 2013).

O número de obras que utiliza a CIM é pequeno em relação ao uso da construção tradicional. Além disso, a percepção social constitui uma barreira ao avanço do sistema. Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos aponta que 39% dos entrevistados não utilizam a CIM por resistência do proprietário

e outros 54% não utilizam por resistência dos projetistas, sobretudo arquitetos (AZARI et al., 2013). Não foram encontrados dados relacionados à situação brasileira.

Para viabilizar a CIM, são necessários altos investimentos iniciais para suportar as atividades da fábrica. Isso é repassado ao cliente, bloqueando a aceitação de vantagens financeiras que virão no longo prazo (SCHOENBORN, 2012).

Em relação ao mercado, o projeto de CIM possui singularidades que exigem uma especialização dos arquitetos e demais projetistas para realizar os projetos. O profissional deve ter uma visão global do processo, incluindo as restrições de peso e tamanho dos módulos. Além disso, os projetistas devem dominar as interfaces de conexão entre os módulos e seus sistemas, de modo a garantir o funcionamento da edificação. Todo o processo de projeto exige intenso relacionamento entre os projetistas, equipe de fabricação e equipe de montagem (SCHOENBORN, 2012; CHOI et al., 2018).

Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos identificou que a mudança organizacional necessária para desenvolver projetos de CIM é uma das grandes barreiras à sua adoção por empresas que atuam no segmento tradicional (SALAMA; SAID, 2023). Isso porque é muito caro e difícil realizar mudanças de projeto após ele ser enviado para fabricação. Em relação à eficiência do sistema, a pesquisa apontou que os principais fatores que influenciam a agilidade na entrega são o alinhamento da variedade de requisitos dos clientes e uma boa parceria com a cadeia de suprimentos (SALAMA; SAID, 2023). Outras pesquisas corroboram com esse ponto, acrescentando a necessidade de integração e colaboração antecipada de *stakeholders* como uma das barreiras organizacionais (FELDMANN; BIRKEL; HARTMANN, 2022).

Outro fator que se caracteriza como uma barreira ao avanço da CIM é a incerteza do cliente em relação ao sistema construtivo (FELDMANN; BIRKEL; HARTMANN, 2022). Para reduzir essas incertezas, é preciso entregar uma habitação com um *design* parecido com as habitações convencionais, além da qualidade para gerar valor agregado e aumentar o valor percebido pelo cliente (FELDMANN; BIRKEL; HARTMANN, 2022).

Nos Estados Unidos, uma pesquisa com 30 profissionais atuantes no mercado de CIM apontou que as principais barreiras para adoção do sistema são requisitos regulatórios, foco das empresas em buscar o menor preço nas licitações, a cultura conservadora da indústria da construção (construtores e clientes), necessidade de altos investimentos iniciais e a baixa familiaridade de profissionais com o sistema (RAZKENARI et al., 2020). Para os profissionais respondentes, essas barreiras podem ser contornadas promovendo cursos sobre a CIM para profissionais, realizando simpósios e congressos para disseminação do tema e realizando pesquisas para comprovar de forma ampla a eficiência do sistema.

Uma pesquisa realizada no Reino Unido concluiu que 5 fatores são críticos para o sucesso da adoção da CIM: apoio da alta gestão, compromisso do cliente, conhecimento e experiência dos profissionais envolvidos, liderança flexível e modelos de negócio flexíveis (OBI et al., 2023).

A integração e proximidade geográfica da cadeia de suprimentos também é um fator preponderante. Longas distâncias entre a fábrica e o canteiro de obras podem inviabilizar o uso do sistema construtivo, visto o elevado custo de transporte dos módulos. Azari et al. (2013) indicam que para a CIM ter preços competitivos de mercado, a distância de movimentação dos módulos deve ser inferior a 200 km.

Uma recente pesquisa avaliou os principais desafios para adoção da CIM em países em desenvolvimento (ALI et al., 2023). Os resultados apontaram que os principais grupos de barreiras são as técnicas, de conhecimento e de atitudes. As barreiras técnicas estão relacionadas às restrições de projeto devido a trabalhos especializados e necessidades técnicas. São exemplos de barreiras técnicas limitações de projeto devido às restrições de transporte, capacidade limitada de fabricação e fornecimento de produtos para CIM e ausência de ferramentas universais de projeto e construção para CIM. As barreiras de conhecimento são limitações de experiência, capacidade e compreensão do sistema. Um exemplo de barreira de conhecimento é a falta de técnicos e trabalhadores especializados no local. Por fim, as barreiras de atitudes avaliam o padrão de comportamento externo que afeta o escopo da inovação. São exemplos a incerteza e aversão dos clientes a mudanças e inovações, argumentos que sugerem que CIM possui alto custo e afirmações de que habitações modulares têm baixo valor de mercado (ALI et al., 2023).

Por fim, a CIM exige uma disruptura na cultura e processos organizacionais tradicionais, com qualificação da mão de obra, investimento em máquinas e ferramentas e mudança de padrões tecnológicos utilizados (RAHMAN, 2014).

Tornar a CIM mais competitiva em relação ao custo da construção tradicional, paralelamente entregando valor aos clientes por meio dos produtos, auxilia na eliminação de algumas das barreiras citadas anteriormente. O aumento da representatividade desse sistema nas edificações auxilia na redução da desconfiança social; fomenta a abertura de indústrias especializadas em diferentes locais, reduzindo as distâncias; e fomenta a especialização de profissionais para a área. Assim, com a difusão da CIM, o setor da construção civil avança na incorporação de maiores graus de industrialização e produtividade no setor.

3 CUSTEIO-META E TARGET VALUE DESIGN

Este capítulo traz uma revisão teórica acerca do Custeio-Meta (CM) e seus conceitos. Essa revisão é estruturada em uma breve contextualização geral, seguida das definições e abordagens mais comuns. Em seguida, é desdobrado o processo de aplicação do CM e é feita uma contextualização da sua aplicação na construção civil. Por fim, é abordada a adaptação do CM para a indústria da construção, chamada de *Target Value Design*.

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL

Sob o nome de *Genka Kikaku*, o atual Custeio-Meta (*Target Costing*) tem suas origens na indústria japonesa datada por volta da década de 60. Ele se apresenta como uma estratégia sistêmica para redução de custos, indo muito além de uma pontual técnica de custeio. Pouco tempo após a sua disseminação, o Custeio-Meta (CM) já era adotado por grandes nomes no mercado mundial, como Boeing, Mercedes, Goodyear e Kodak (KATO, 1993; NICOLINI et al., 2000).

O CM inverte a lógica tradicional de composição dos custos, colocando o custo como parâmetro de entrada no processo de projeto (*design*), não uma saída. De forma mais abrangente, o CM busca projetar o custo de saída dos produtos ao invés de simplesmente cortar os custos na fase de produção (COOPER; SLAGMULDER, 1997).

O processo de aplicação do CM no desenvolvimento do produto tem início nas fases de concepção do mesmo, percorrendo todo o caminho à jusante, até atingir o momento em que esse produto é direcionado ao sistema de produção. A literatura estima que o projeto é responsável por 90% a 95% dos custos do produto, sendo inevitável a necessidade de um reprojeto para a redução de custos. Por este motivo, para que estratégias de redução de custos, como o CM, sejam efetivas, é essencial o seu início nas fases primárias do projeto (COOPER; SLAGMULDER, 1997).

O Quadro 3-1 apresenta as principais diferenças entre o CM e o sistema tradicional de custeio, chamado pela literatura de *cost plus*[3].

[3] A abordagem *cost plus* inicia-se com a estimativa dos custos de produção e, após adicionar uma margem de lucro, é definido o preço de mercado do produto. Se o cliente não estiver disposto a pagar o preço, são iniciadas as atividades de corte de custos (NICOLINI et al., 2000).

Quadro 3-1: Comparativo entre sistema tradicional de custeio e Custeio-Meta

Sistema tradicional de custeio	Custeio-Meta
Custo determina o preço	Preço determina o custo
Desempenho, qualidade e lucro (e mais raramente desperdício e ineficiência) são o foco da redução de custos	O projeto (*design*) é a chave para a redução de custos, com os custos gerenciados antes de serem incorridos
A redução de custos não é orientada pelo cliente	As percepções do cliente orientam a identificação de áreas de redução dos custos
Orçamentistas são responsáveis pelas reduções de custo	Equipes multifuncionais gerenciam os custos
Fornecedores são envolvidos tardiamente no processo de projeto (*design*)	Envolvimento dos fornecedores desde as primeiras fases de projeto (*design*)
Sem foco no custo do ciclo de vida	Minimiza o custo de propriedade para o cliente e produtor
Cadeia de suprimentos só é envolvida para reduzir custos	Cadeia de suprimentos envolvida no planejamento dos custos

Fonte: Adaptado de (NICOLINI et al., 2000)

Nos tópicos seguintes, as características do CM, apontadas no Quadro 3-1, serão melhor detalhadas. Porém, antes de dar seguimento às discussões posteriores, é necessário estabelecer uma definição para o Custeio-Meta.

3.2 DEFINIÇÕES

Desde as primeiras publicações acerca do Custeio-Meta, os diferentes autores apresentam diferentes definições para a estratégia de custeio. O Quadro 3-2 sintetiza e consolida algumas definições apresentadas em trabalhos seminais acerca da temática.

Quadro 3-2: Definições do Custeio-Meta (continua)

Autores (ano)	Definição de Custeio-Meta
Kato (1993)	Atividade que visa reduzir os custos do ciclo de vida de novos produtos, garantindo qualidade, confiabilidade e outros requisitos do consumidor, examinando todas as ideias possíveis para redução de custos nas fases de planejamento, pesquisa, desenvolvimento e prototipagem de produtos. Vai além de uma técnica de redução de custos, faz parte de um sistema abrangente de gerenciamento estratégico de lucros.
Monden (1995)	Processo ou sistema que abrange esforços coletivos de toda a organização para gerenciamento de lucros durante o PDP.

Quadro 3-3: Definições do Custeio-Meta (conclusão)

Autores (ano)	Definição de Custeio-Meta
Japan (1996)	Processo de gerenciamento total de lucros em que qualidade, preço, confiabilidade, prazo de entrega e outras metas são estabelecidas durante o PDP.
Ansari et al. (1997)	Sistema de planejamento de lucro e gerenciamento de custos que é liderado por preços, focado no cliente, centrado no *design* e multifuncional.
Cooper e Slagmulder (1997)	Abordagem estruturada para determinar o custo do ciclo de vida em que um produto com qualidade e funcionalidade especificadas deve ser produzido para alcançar o nível desejado de lucratividade ao longo do seu ciclo de vida quando vendido a um preço de venda pré-determinado.
Nicolini et al. (2000)	Abordagem para o desenvolvimento de novos produtos com o objetivo de reduzir seus custos de ciclo de vida, garantindo qualidade, confiabilidade e outros requisitos do consumidor, examinando todas as ideias possíveis para redução de custos nas fases de planejamento, pesquisa, desenvolvimento e prototipagem de produtos.
Yook, Kim e Yoshikawa (2005)	Sistema de gestão de custos totais que gerencia o processo de obtenção dos lucros planejados, através do estabelecimento e atendimento do custo-meta para cada etapa do processo, do projeto à execução, e, ao mesmo tempo, atendendo às necessidades dos clientes com relação ao orçamento e especificações e com a participação de todos os departamentos internos e partes externas envolvidas.
Ballard (2008)	Relação entre o custo permitido e o custo esperado.
Alves et al. (2017)	Procedimento de otimização que busca maximizar o valor do projeto, atendendo a um custo total predefinido.

Fonte: Autor

Observa-se que não há um consenso acerca da definição do Custeio-Meta em termos de abordagem, atividade, processo ou sistema, apesar de haver convergências entre alguns autores. Nota-se, ainda, que apesar de diferentes, a maioria das definições evidencia a definição de margens, o foco no cliente, por meio de qualidade e funcionalidade, e a participação ativa de todos os envolvidos no processo de desenvolvimento do produto.

Por fim, a definição de Custeio-Meta adotada ao longo deste trabalho será a proposta por Nicolini et al. (2000), que estabelece a essência do CM sem um foco principal nas margens de lucro, considerando de forma mais profunda a entrega de qualidade e funcionalidade ao cliente, ao longo de todo o ciclo de vida do produto.

3.3 ABORDAGEM

3.3.1 O tripé de sobrevivência de Cooper e Slagmulder

O tripé de sobrevivência é formado pelas 3 dimensões essenciais à concepção de um produto. São elas: Preço/Custo, Funcionalidade e Qualidade. Essas 3 dimensões são interdependentes e precisam ser consideradas no processo de desenvolvimento de produto (PDP) para que alcancem sucesso no mercado, por meio da aceitabilidade do cliente (COOPER; SLAGMULDER, 1997). A Figura 3-1 ilustra o referido tripé.

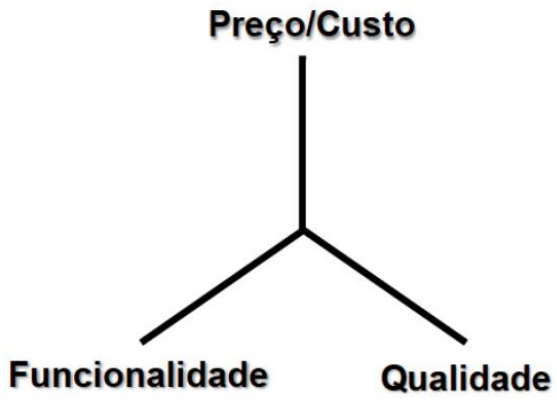


Figura 3-1: Tripé de sobrevivência

Fonte: Cooper e Slagmulder (1997)

É tácito, porém, que cada uma das 3 dimensões, sob a perspectiva do cliente/usuário, possui valores mínimos e máximos de aceitabilidade. Sendo assim, a área formada entre a junção dos valores máximos de cada dimensão e a junção dos valores mínimos de cada dimensão, forma a chamada zona de sobrevivência (COOPER; SLAGMULDER, 1997). A Figura 3-2 ilustra essa área.

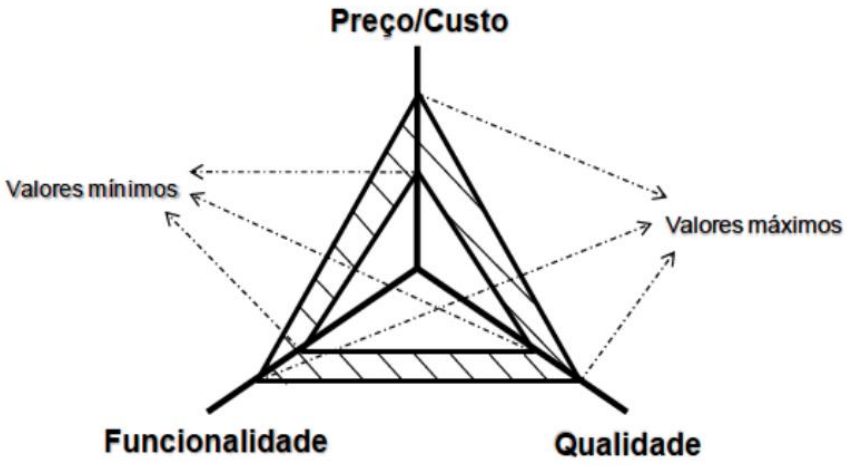


Figura 3-2: Zona de sobrevivência

Fonte: Cooper e Slagmulder (1997)

Para os autores, para que o produto atinja a rentabilidade desejada, é preciso que ele esteja localizado dentro da zona de sobrevivência. A partir daí, é necessário realizar o balanceamento das dimensões, de modo a desenvolver o produto a um preço que o cliente pode e está disposto a pagar, no menor custo possível, entregando a qualidade e funcionalidade esperadas.

Por fim, Cooper e Slagmulder (1997) balizam a determinação dos valores máximos e mínimos do tripé de sobrevivência, conforme apresenta o Quadro 3-4.

Quadro 3-4: Valores mínimos e máximos das dimensões de sobrevivência

Dimensão	Mínimo	Máximo
Preço	Custo acrescido da margem de lucro	Valor máximo que o cliente pode e está disposto a pagar
Qualidade	Menor valor que o cliente está disposto a aceitar sem levar em consideração as outras características	Valor mais alto que a empresa pode suportar sem comprometer as outras duas dimensões
Funcionalidade		

Fonte: Adaptado de Cooper e Slagmulder (1997)

3.3.2 Fatores que influenciam o processo do Custeio-Meta

Cooper e Slagmulder (1997) apontam 13 fatores que influenciam o processo de aplicação do Custeio-Meta na manufatura. Esses fatores são consolidados no Quadro 3-5.

Quadro 3-5: Fatores de influência na aplicação do Custeio-Meta

1. Intensidade de competição	Energia investida no custeio dirigido ao mercado
2. Grau de sofisticação do cliente	
3. Taxa de mudança de requisitos do cliente	
4. Nível de entendimento dos requisitos do cliente	
5. Número de produtos	Energia investida no custeio-meta no nível do produto
6. Frequência de alterações no projeto	
7. Grau de inovação	
8. Complexidade	
9. Investimento inicial	
10. Duração do desenvolvimento do produto	
11. Grau de integração horizontal	Energia investida no custeio-meta no nível do componente
12. Poder dos fornecedores	
13. Natureza das relações com fornecedores	

Fonte: Cooper e Slagmulder (1997)

O estreitamento da zona de sobrevivência faz com que as empresas gastem mais energia na discussão dos custos de seus produtos. Além disso, a zona de sobrevivência é mutável e, quanto maior a compreensão da necessidade do cliente e melhor a previsão dos requisitos futuros, maior a chance de lançamento de produtos com sucesso (COOPER; SLAGMULDER, 1997).

O grau de inovação, a complexidade do produto e o tempo de desenvolvimento afetam diretamente a facilidade com que os custos são determinados. Apesar da facilidade de determinação dos custos dos vários componentes de origem externa (advindos de fornecedores), os componentes de origem interna e seus custos de produção e montagem podem dificultar a determinação do custo-meta total do produto (COOPER; SLAGMULDER, 1997).

Quanto maior o grau de integração horizontal, ou seja, o grau de terceirização do produto, maior a importância de discussão dos custos do componente. Por fim, o poder sobre os fornecedores determina o grau de influência da empresa sobre os preços dos componentes, além de determinar a natureza com que as relações são firmadas (COOPER; SLAGMULDER, 1997).

Levando-se em consideração o pioneirismo e o nível de citações na literatura, este trabalho levará em consideração para o seu desenvolvimento a abordagem do Custeio-Meta proposta por Cooper e Slagmulder (1997). A referida abordagem será desdobrada nos tópicos seguintes.

3.4 PROCESSO DE APLICAÇÃO DO CUSTEIO-META

O Custeio-Meta (CM) possui uma regra principal que nunca pode ser perdida de vista: O custo-meta de um produto nunca pode ser excedido. A partir do momento em que essa regra não for obedecida, a aplicação do CM perde sua efetividade (COOPER; SLAGMULDER, 1997). Obviamente, a regra apresenta certa inflexibilidade em relação a aplicações iniciais do Custeio-Meta com um caminho evolutivo, onde todas as metas podem não ser alcançadas em um primeiro momento. Porém, ela deixa uma clara provocação para o conceito de melhoria contínua, incentivando a busca permanente por melhores resultados, até atingir um patamar cada vez mais próximo à perfeição.

Cooper e Slagmulder (1997) propõem que o processo de aplicação do Custeio-Meta seja dividido em três seções: custeio dirigido mercado; custeio-meta no nível do produto; e custeio-meta no nível do componente. A Figura 3-3 apresenta a esquematização gráfica do processo.

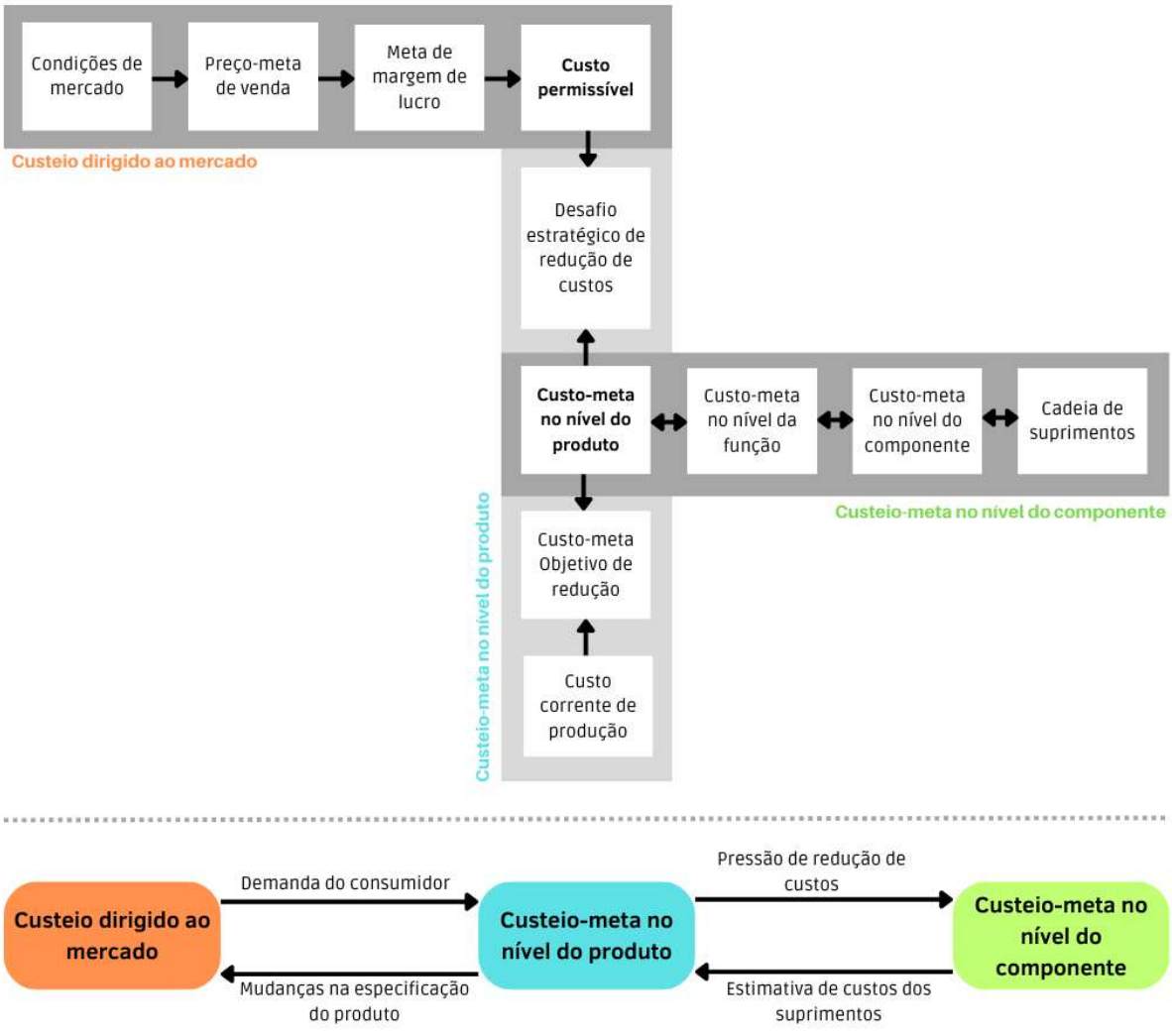


Figura 3-3: Processo do Custeio-Meta

Fonte: Adaptado de Cooper e Slagmulder (1997)

As seções seguintes farão uma abordagem mais detalhada de cada etapa do processo, com base nas definições trazidas pelos próprios autores.

3.4.1 Custeio dirigido ao mercado

O processo de aplicação do Custeio-Meta se inicia na análise das condições de mercado, com o objetivo de definir o preço de venda do produto que será comercializado, antes mesmo do início do seu projeto (*design*). Paralelo a essa definição, é preciso definir também a qualidade e funcionalidade esperada para que o produto entre no mercado de forma competitiva, satisfazendo os requisitos dos clientes.

Definido o preço de venda, é necessário definir a margem esperada na venda daquele produto. Essa definição é comumente balizada a partir da análise de margens históricas do mesmo produto ou similares. Cabe apontar que em ambientes com elevado grau de competitividade, essas margens lucrativas podem ser modificadas.

Por fim, uma vez definidos o preço de venda, qualidade, funcionalidade e margem esperada para o produto, determina-se o custo permissível do produto para que ele atinja as condições financeiras esperadas, como mostra a Equação (1.

$$Custo\ permissível = Preço\ de\ mercado - Margem\ de\ lucro\ esperada \quad (1)$$

A partir do custo permissível, o custo-meta do produto é definido a partir do potencial da empresa. Cabe apontar que a condição ideal é que o custo-meta seja menor ou igual ao custo permissível.

3.4.2 Custeio-meta no nível do produto

Na determinação do custo permissível, não se leva em consideração as capacidades de redução de custos da empresa, seja por atuação dos projetistas e/ou da cadeia de suprimentos. Com isso, pode acontecer do custo permissível ser considerado inexequível pela empresa, exigindo um custo-meta mais alto do que o custo permissível.

Para determinar o custo-meta, determina-se inicialmente o custo atual de produção do produto, caso ele já seja comercializado, ou o custo que ele poderia ter caso fosse fabricado hoje, em caso de um novo produto. Para novos produtos, essa estimativa de custo pode ser realizada por meio

de *benchmarking* do produto de outras empresas, tabelas de referência de custos e índices de custo (JACOMIT, 2010).

Em posse do custo atual de produção, é subtraído deste valor o objetivo de redução de custos (meta de redução ou *Cost gap*) considerado exequível pela empresa, originando o custo-meta no nível do produto, conforme estabelece a Equação (2.

$$Custo\ Meta = Custo\ de\ Produção - Meta\ de\ Redução \quad (2)$$

3.4.3 Custeio-meta no nível do componente

Uma vez definido o custo-meta do produto e a respectiva redução de custos necessária para atingi-lo, é preciso desdobrar essas reduções para todas as funções, componentes e subcomponentes do produto, de modo a determinar o custo-meta de cada componente. A Figura 3-4 ilustra esse desdobramento.

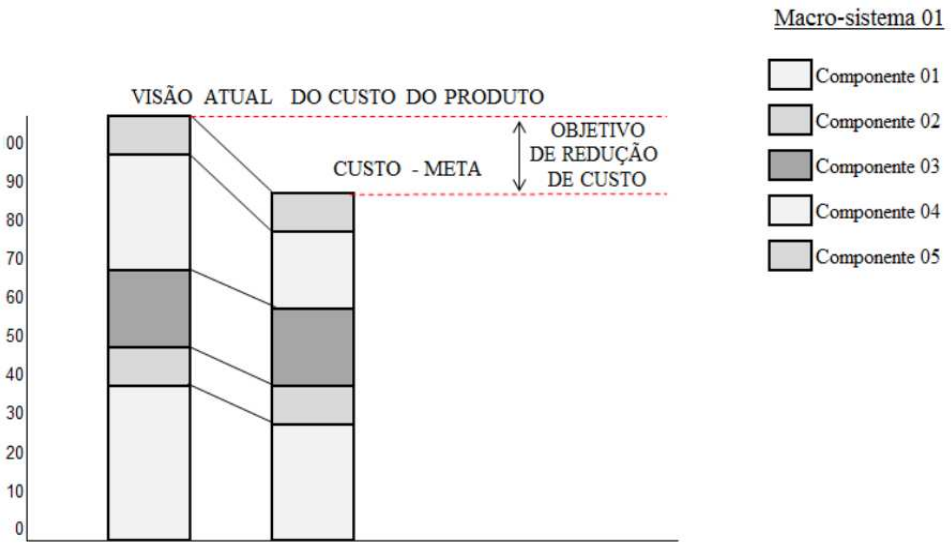


Figura 3-4: Custeio-Meta no nível do componente

Fonte: Adaptado de Cooper e Slagmulder (1997)

Nesta fase, inicia-se um processo interativo de alta colaboração entre os *stakeholders* do projeto, sobretudo projetistas e cadeia de suprimentos, visando o alcance das metas de redução para

cada componente, por meio do gerenciamento interorganizacional[4] (SHEHADEH; ALSHBOUL; HAMEDAT, 2022). Cabe apontar que a meta de redução não pode ser distribuída linearmente entre os componentes, como pode ser observado na Figura 3-4, e, em nenhum momento, pode-se deixar de considerar os requisitos do cliente, para que as reduções não impactem na qualidade e funcionalidade do produto que será comercializado (POTKÁNY; KRAJČÍROVÁ; STASIAK-BETLEJEWSKA, 2021).

Por fim, conhecido o processo de aplicação do CM, antes de colocá-lo em prática, é necessário que as 7 questões chave do Custeio-Meta sejam respondidas, para que a essência do sistema não seja perdida ao longo do processo. O Quadro 3-6 elenca essas questões.

Quadro 3-6: As 7 questões chave do Custeio-Meta

1.	Quais os objetivos de longo prazo da empresa em relação ao número de vendas e margens?
2.	Em que local da zona de sobrevivência o produto estará quando for lançado?
3.	Qual a margem meta?
4.	Que nível de redução de custos é realista?
5.	Como esse objetivo de redução de custos pode ser alcançado?
6.	Há fatores/circunstâncias que permitam que o custo-meta seja relaxado?
7.	Como a redução de custo pode ser distribuída ao longo dos componentes?

Fonte: Adaptado de Cooper e Slagmulder (1997)

3.5 O CUSTEIO-META E A CONSTRUÇÃO CIVIL

Após análise das pesquisas encontradas durante o processo de revisão bibliográfica, pode-se considerar que o trabalho de (NICOLINI et al., 2000) foi o precursor em documentar a aplicação do Custeio-Meta (CM) no contexto da construção. Por meio de dois projetos-piloto, os autores propuseram considerações sobre a aplicação do CM do setor da construção do Reino Unido, buscando maior base para a integração da cadeia de suprimentos.

Posteriormente, outro trabalho se destacou em termos da aplicação do CM na construção. Ballard e Reiser (2004) evidenciaram os impactos positivos no desempenho do projeto *St. Olaf College Fieldhouse*, desencadeados pela aplicação do CM, sobretudo em termos de aumento da integração entre

[4] O gerenciamento interorganizacional possibilita o alcance do custo-meta sem sacrificar a qualidade e funcionalidade do produto, por meio da distribuição das metas de redução de custos no nível do componente entre toda a cadeia de suprimentos (NICOLINI et al., 2000).

as equipes envolvidas no projeto. Os autores também abordaram a integração da cadeia de suprimentos e fornecedores, levantando as barreiras que a indústria da construção enfrenta, em relação às práticas das demais indústrias, evidenciando a dificuldade no estabelecimento de relações de longo prazo entre os fornecedores.

Mais tarde, Macomber et al. (2007) propuseram uma adaptação do conceito e das práticas do Custeio-Meta para a indústria da construção, o que chamaram de *Target Value Design* (TVD). O TVD justifica a sua adaptação por considerar que a indústria da construção é um sistema complexo que se difere das demais manufaturas que aplicam o CM, objetivando um processo de entrega de valor e redução de custos que leva em consideração essas complexidades (BALLARD, 2011; OLIVA, 2014).

Em relação ao modo e contexto de contratação dos projetos, o TVD associa-se ao *Integrated Project Delivery* (IPD). O IPD é definido como um modelo de contratação de projetos amparado por intensa colaboração entre todos os envolvidos, promovendo um trabalho mútuo desde as primeiras fases do empreendimento, buscando o alcance dos objetivos de entrega de valor e custo estipulado (AIA, 2007).

Focando o olhar sobre a literatura brasileira em termos da aplicação do CM na indústria da construção civil, Formiga (2005) aparece como um dos trabalhos nacionais precursores, aplicando o sistema no processo de elaboração de orçamentos. Posteriormente, Kern e Formoso (2006) documentaram, por meio de um estudo de caso, a aplicação parcial de práticas do CM em empreendimentos comerciais e industriais para promover aumento de valor e redução de custos.

Em paralelo, Robert e Granja (2006) aplicaram o Custeio-Meta na fase de projeto de unidades de uma rede de locadora de vídeos e utilizaram o custeio-*kaizen* na fase de execução de algumas unidades. Amparada pela política de *open book*[5], a aplicação do CM reduziu os custos em 9%, sem impactar na qualidade do produto entregue, e nas obras com aplicação conjunta do custeio-*kaizen* a redução chegou a 13% (ROBERT; GRANJA, 2006).

Por meio de um estudo acerca da implementação do Custeio-Meta na construção civil, Jacomit (2010) propôs um modelo de aplicação do CM no processo de desenvolvimento de edificações, baseado

[5] Numa política de *open book*, o produtor tem acesso a todo o processo produtivo, ao sistema de custos utilizado e à política de preços adotada pelo fornecedor. Esta estratégia de livro aberto potencializa o processo de desenvolvimento do produto, bem como alcança de forma mais efetiva a redução de custos sem confisco de qualidade e funcionalidade do produto (NICOLINI et al., 2000).

no processo de aplicação do CM proposto por Cooper e Slagmulder (1997). A Figura 3-5 apresenta o modelo.

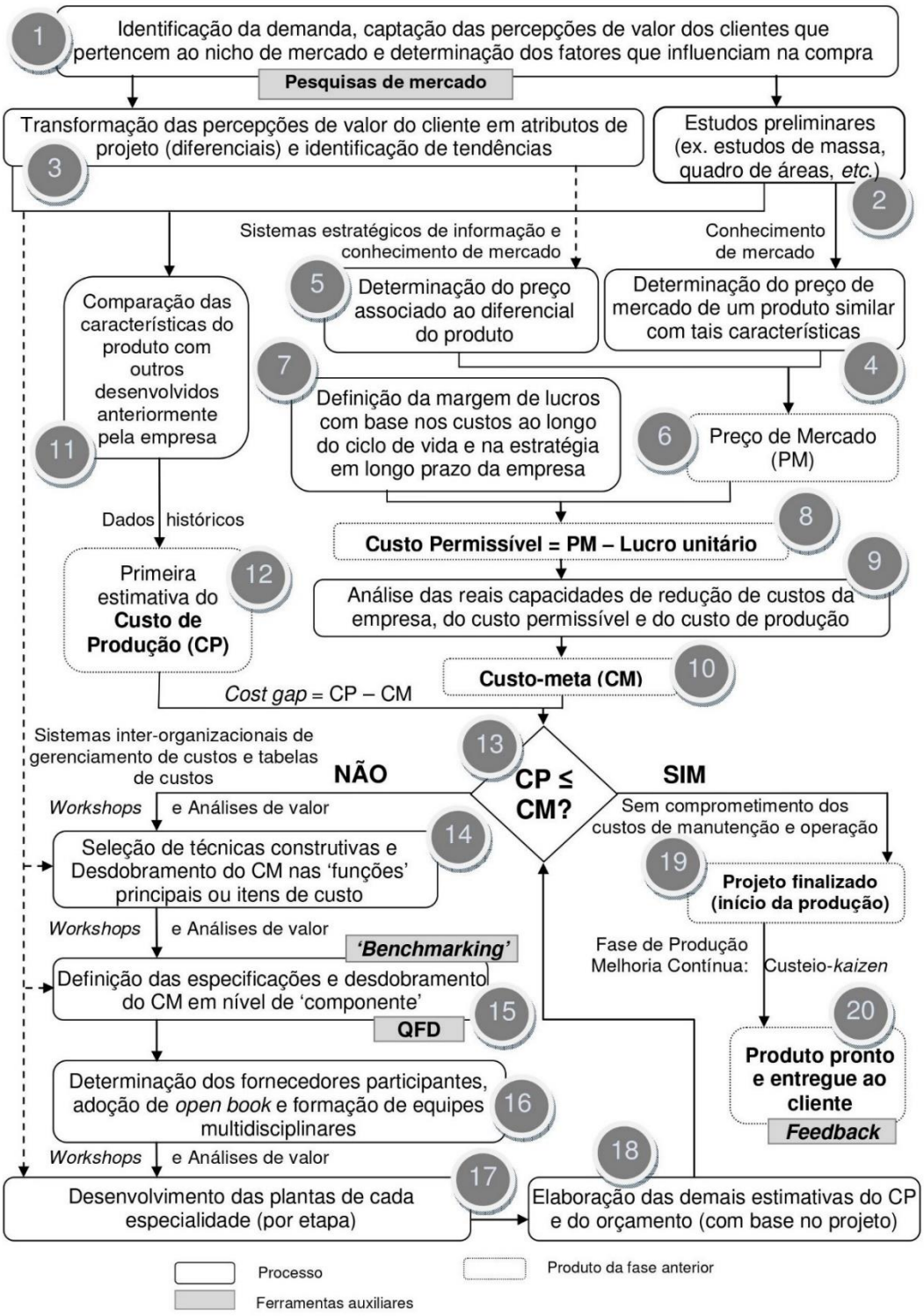


Figura 3-5: Modelo de aplicação do Custeio-Meta no processo de desenvolvimento de edificações

Fonte: Jacomit (2010)

As etapas 01 a 08 desdobram o custeio baseado no mercado, partindo da identificação da demanda e captação dos atributos de valor que os clientes esperam naquele produto. A partir daí, esses atributos são transformando em parâmetros de projeto, seguindo o processo até que seja determinado o preço de mercado do produto e o seu custo permissível, atendendo aos critérios estabelecidos pelo tripé de sobrevivência.

As etapas 09 a 13 desdobram o custeio-meta no nível do produto, onde realiza-se a análise das reais capacidades de redução de custo que a empresa possui, determinando custos de produção, *cost gap* e custo-meta.

Por fim, as etapas 14 a 18 desdobram o custeio-meta no nível do componente, em que são desdobrados os custos-meta para as funções do produto e são discutidas técnicas e materiais construtivos com o auxílio da metodologia de valor, que será discutida de forma mais detalhada no capítulo seguinte (COOPER; SLAGMULDER, 1997; JACOMIT, 2010; JACOMIT; GRANJA, 2010). Paralelamente, nessas etapas ocorre a integração com a cadeia de suprimentos e fornecedores, promovidas por uma política de *open book*, buscando o alinhamento de custos entre toda a cadeia para alcançar o CM estabelecido.

É importante ressaltar que reduções de custo realizadas de forma isolada não são a melhor opção para o alcance do custo-meta. É preciso também maximizar o valor entregue. A Metodologia do Valor é uma forte aliada para que esse objetivo seja alcançado (CSILLAG, 1995; POTKÁNY; ŠKULTÉTYOVÁ, 2019; POTKÁNY; KRAJČÍROVÁ; STASIAK-BETLEJEWSKA, 2021).

O modelo proposto por Jacomit (2010) serviu de base para os trabalhos de Yokota (2015) e Moraes (2017). Ambos trabalhos desenvolveram o modelo proposto para um artefato do tipo método, sistematizando passos para que o modelo de aplicação do custeio-meta em edificações pudesse ser aplicado. Os trabalhos apresentam notáveis contribuições e relevância em termos da captura de valor desejado pelo cliente, desdobramento do produto em funções/componentes/subprodutos e base para tomada de decisão acerca de redução/realocação de custos, sem sacrifício do valor entregue ao cliente.

Abordando o processo de aplicação do custeio-meta de forma sistêmica, Potkány, Krajčírová e Stasiak-betlejewska (2021) utilizaram o sistema de custeio para alcançar redução de custo de esquadrias de alumínio. Os autores capturaram os requisitos dos clientes e o relacionaram com os componentes e funções do produto, utilizando ferramentas da Metodologia do Valor. Anteriormente, um dos autores desenvolveu um trabalho específico para o processo de captura dos requisitos dos clientes (POTKÁNY; ŠKULTÉTYOVÁ, 2019).

Alwisy et al. (2018) desenvolveram um modelo que balanceia os custos do projeto de construção com os custos para melhorar a eficiência energética do projeto, com base na aplicação dos conceitos do custeio-meta. Os autores consideraram os componentes de projeto e técnicas de análise de energia, bem como utilizaram como entrada os requisitos de clientes. Porém, esses requisitos não foram capturados diretamente, mas trazidos pelos projetistas com base em suas experiências.

Nikolaevna gerasimova (2018) aplicou o custeio-meta em um projeto de construção ainda na fase de desenvolvimento, para alcançar o custo-meta do projeto. O processo considerou requisitos dos clientes para que as ações fossem desenvolvidas. O trabalho conclui que a aplicação do custeio-meta reduziu os riscos de investimento do projeto.

Alwisy, Bouferguene e Al-hussein (2018) propuseram uma modelo de abordagem do custeio-meta para apoiar o processo de estimativa de projeto. A estrutura de algoritmo propõe soluções examinando as relações entre os componentes do edifício, seu impacto direto e indireto no custo e no valor geral do projeto. A estrutura proposta considera, ainda, os requisitos de clientes como um dos parâmetros de análise para a proposição de soluções.

Alwisy, Bouferguene, Al-hussein (2020) desenvolveram uma ferramenta que facilita a automação das etapas de cálculo do custo-meta, eliminando tarefas manuais e repetitivas de projeto, melhorando a qualidade das estimativas e minimizando erros humanos. A ferramenta conecta as restrições de custo com os requisitos dos *stakeholders* de modo a maximizar o valor agregado ao projeto.

Engebø; Torp; Lædre (2021) documentaram a aplicação do CM na fase de projeto de um edifício na Noruega. Os principais resultados mostraram que ao considerar o custo nas decisões e buscar o alcance do custo-meta, os projetistas e demais *stakeholders* passaram a ter uma postura mais realista no desenvolvimento de soluções. Assim, essas partes envolvidas puderam antecipar diversas oportunidades de estouro nos custos que apareceriam no futuro, ao executar o projeto.

3.6 O TARGET VALUE DESIGN

A indústria da construção não possui um contexto tão similar à indústria manufatureira que originou as práticas do Custeio-Meta. Comumente, a construção utiliza uma abordagem tradicional em seus projetos que é envolvida por um ambiente com elevadas restrições de custo e prazo, projetos únicos com baixa padronização, objetivos e interesses diferentes entre as partes envolvidas no projeto e um processo de desenvolvimento de projetos fragmentado (OLIVA; GRANJA, 2019). Por essas diferenças e particularidades, foi proposta uma adaptação das práticas do Custeio-Meta para a indústria da construção, o que ganhou o nome de *Target Value Design* (TVD) (MACOMBER et al., 2007).

O TVD é uma abordagem proativa de gestão de custos que encoraja a colaboração entre *stakeholders* e que coloca custos e valores dos usuários como entrada no processo de projeto (BALLARD; REISER, 2004; BALLARD, 2011). Sua difusão foi inicialmente maior nos Estados Unidos, sendo apontado como uma solução viável para resolver os problemas que a indústria da construção frequentemente enfrenta (RYBKOWSKI; ARROYO; PARRISH, 2022). Posteriormente, diversos estudos documentaram a aplicação do TVD em projetos de construção, destacando o aumento de colaboração entre os *stakeholders* (sobretudo arquitetos, engenheiros, contratantes e cadeia de suprimentos), aumento do valor incorporado aos produtos, maior agilidade na entrega e um melhor controle dos custos envolvidos (BALLARD, 2011; DO et al., 2014; DO; BALLARD; TOMMELEIN, 2015; DE MELO et al., 2016; ALVES; LICHTIG; RYBKOWSKI, 2017). Um desses estudos propôs práticas de referência para aplicação do TVD, consolidadas em 17 princípios. O **Quadro 3-7** apresenta esse resultado.

Quadro 3-7: Princípios do Target Value Design (continua)

Princípio	Descrição
1	Com os prestadores de serviços, o cliente desenvolve e avalia a viabilidade do empreendimento.
2	A análise do empreendimento é baseada na especificação do custo permissível (quanto o usuário está disposto a pagar ao longo do ciclo de vida do produto) e das restrições orçamentárias.
3	O estudo de viabilidade envolve todos os membros-chave (projetistas, construtores e partes interessadas dos clientes).
4	A viabilidade é avaliada por meio do alinhamento dos fins, meios e restrições.
5	O estudo de viabilidade produz o orçamento detalhado e cronograma alinhados com o escopo e parâmetros de qualidade.
6	O cliente é membro ativo e permanente da equipe de desenvolvimento do produto.
7	Todos os membros da equipe compreendem o conceito do empreendimento e os valores das partes interessadas.
8	Alguma forma de contrato relacional é usada para alinhar os interesses dos membros da equipe de projeto com os objetivos do empreendimento.
9	As metas de custo e cronograma não podem ser excedidas, e somente o cliente pode alterar o escopo, qualidade, custo ou cronograma.
10	Implicações de custo, qualidade e cronograma em soluções alternativas de projeto são discutidas pelos membros da equipe, antes da alocação de grandes investimentos.
11	As estimativas de custo e orçamento são feitas continuamente por meio de colaboração verdadeira entre os membros das diversas equipes de projeto.
12	O *Last Planner System* (BALLARD, 2000) é usado para coordenar as ações dos membros da equipe.

Quadro 3-8: Princípios do Target Value Design (conclusão)

Princípio	Descrição
13	As metas são estabelecidas como objetivos flexíveis a fim de estimular inovação.
14	As metas de escopo e custo são alocadas nas equipes multidisciplinares de TVD, tipicamente divididas em sistemas: estrutural, hidráulico, elétrico, entre outros.
15	As equipes de TVD atualizam suas estimativas de custos frequentemente.
16	A estimativa de custos do projeto é atualizada frequentemente para refletir as atualizações das equipes de TVD.
17	A colocalização (trabalho das equipes no mesmo local) é fortemente recomendada. Não precisa ser permanente, mas com frequência mediante necessidade.

Fonte: Adaptado de Ballard (2011)

Nos Estados Unidos, o TVD ganhou notoriedade de aplicação principalmente em construções institucionais, como centros médicos e edifícios educacionais (BALLARD; REISER, 2004; ZIMINA; BALLARD; PASQUIRE, 2012; DO et al., 2014). Atualmente, uma maior concentração de documentações acerca da aplicação do TVD é encontrada nos Estados Unidos, país pioneiro em sua aplicação. Há também casos relatados de aplicação em outros países, porém não são tão numerosos. Na África do Sul, um estudo realizado com 24 empresas de construção mostrou que algumas práticas do TVD já são utilizadas, apesar dessas empresas não utilizarem essas práticas como uma aplicação formal do TVD e não serem identificadas implementações sistêmicas (EMUZE; MATHINYA, 2016). Na Malásia, outro estudo relata a aplicação do TVD como um planejamento estratégico para desenvolvimento de projetos relacionados ao trânsito (GOMEZ; RAMESON, 2019). No Reino Unido, um estudo documentou a aplicação do TVD no setor público, especificamente em um projeto do Ministério da Defesa.

Na América do Sul, os estudos acerca da implementação do TVD possuem um contexto diferente dos demais locais. A pesquisas exploram a aplicação do TVD no setor de mercado imobiliário, que possui predominância de mercado nesse local, sobretudo no Brasil (OLIVA; GRANJA, 2019). Por falar em Brasil, aplicações do TVD no país ainda são discretas. Os trabalhos existentes documentam a aplicação do TVD e seus conceitos principalmente no mercado imobiliário de unidades para venda (JACOMIT; GRANJA, 2010; MELO et al., 2014; ASENSIO OLIVA; GRANJA, 2019; OLIVA; GRANJA; PICCHI, 2023). Esse cenário é bastante comum no Brasil, com empresas desenvolvendo, construindo e vendendo unidades residenciais ou comerciais. Porém, a aplicação do TVD nesse mercado ainda é pouco abordada (OLIVA; GRANJA, 2019).

O cenário brasileiro do mercado imobiliário de unidades para venda apresenta desafios, que criam barreiras, para aplicação do TVD em suas rotinas. Um desses desafios é a necessidade de uma maior colaboração entre os envolvidos dentro de um cenário onde processos fragmentados e com baixa

integração dominam (OLIVA et al., 2016). Outra barreira são as relações entre os *stakeholders*, que normalmente tratam-se como adversários. Esse comportamento reduz o espírito colaborativo, dando espaço a ações predatórias, como o domínio de empresas maiores sobre as empresas menores (OLIVA et al., 2016). Ainda, o modo conservador de enxergar os contratos, faz com que eles sejam uma das principais armas desse comportamento predatório. Com isso, as práticas colaborativas, que são essenciais para condução do TVD, têm maior dificuldade de serem implementadas (GHASSEMI; BECERIK-GERBER, 2011).

Um outro fator característico desse cenário é a demora para lançar novos produtos. Em mercado competitivo, isso é uma grande desvantagem para a organização. As empresas brasileiras costumam levar muito tempo entre a aquisição do terreno e a entrega do produto (MELO; GRANJA, 2017). Comumente, essa demora deve-se a problemas de decisões gerenciais, retrabalho e, principalmente, muitas revisões de projeto (MELLO; AMORIM, 2009). Essas revisões são catalisadas pelas dificuldades na captura do valor desejado pelos futuros usuários dos produtos do mercado imobiliário. Esses usuários possuem pouca ou nenhuma participação no processo de desenvolvimento do produto. E quando são considerados, normalmente são por meio de dados coletados em uma abordagem não sistêmica, como pesquisas de mercado acerca da avaliação de atributos de projeto. Nesta linha, a captura de valor requerido pelo usuário com um instrumento de coleta e métodos consistentes perfazem uma lacuna de desenvolvimento (OLIVA; GRANJA, 2015).

Diante disso, Oliva; Granja e Picchi (2023) propuseram um modelo adaptando os conceitos do TVD para o mercado imobiliário de unidades para venda, fornecendo diretrizes para aplicação nesse contexto. Num primeiro momento, os autores identificaram as principais externalidades a serem consideradas e propuseram objetivos a serem alcançados e diretrizes para possibilitar esse alcance (**Quadro 3-9**). Posteriormente, os autores propuseram 16 diretrizes para aplicação do TVD no contexto explorado (**Quadro 3-11**). Por fim, todas essas informações foram relacionadas no modelo adaptado para implementação do TVD no mercado imobiliário de unidades para venda (**Figura 3-6**).

Quadro 3-9: Diretrizes para alcançar fatores externos (continua)

Fatores externos	Objetivos e diretrizes
Concorrência elevada devido à oferta de produtos semelhantes por empresas concorrentes	**Objetivo:** Procurar a diferenciação do produto, oferecendo um produto superior a preços semelhantes aos dos concorrentes ou dentro do que os potenciais usuários finais desejam e estão dispostos a pagar para obter esses benefícios. **Orientações:** **E1.** Investir mais tempo em um processo bem organizado e direcionado para captar o valor dos usuários finais. **E2.** Evitar a orçamentação apenas na fase de detalhamento de projeto, o que frequentemente resulta em perdas de valor e de qualidade. Realizar pesquisas orientadas para o mercado e estabelecendo custos-alvo desde o início do processo de projeto.
O tempo de lançamento é muito longo. Com isso, oportunidades de negócio são perdidas.	**Objetivo:** Evitar grandes retrabalhos nas fases finais do processo de projeto. **Orientações:** **E3.** Envolver as partes interessadas no início do processo de desenvolvimento do produto para evitar o retrabalho. Esse retrabalho pode ocorrer quando são necessárias várias modificações devido a imprecisões de custos ou incompatibilidades. Isso leva a estratégias ineficazes de redução de custos que, por vezes, resultam numa menor qualidade do projeto. **E4.** A utilização de catalisadores e ferramentas de colaboração, como o Last Planner, BIM e softwares de modelagem colaborativa e integrada pode ajudar (Revit, ArchiCAD, A3, CBA, Mock ups).
Dificuldade em captar os atributos de valor dos potenciais clientes (compreensão das percepções de valor).	**Objetivo:** Capturar os atributos de valor dos usuários finais, numa abordagem mais sistemática, e utilizá-los como *feedback* para a equipe de desenvolvimento do produto. **Orientações** **E5.** Utilizar ferramentas para captar atributos de valor, como a Avaliação Pós-Ocupação (APO) num produto relacionado que tenha sido lançado anteriormente, e outros métodos que facilitem a conversão das preferências do usuário final em itens de projeto (como cartões de valor, por exemplo - Granja et al., 2009; Kowaltowski & Granja, 2011), *workshops* práticos (Thyssen et al., 2010); matriz de atributos.

Quadro 3-10: Diretrizes para alcançar fatores externos (conclusão)

Fatores externos	Objetivos e diretrizes
Preço definido externamente	**Objetivo:** Para definir o custo-meta, a empresa deve identificar os preços dos concorrentes para produtos semelhantes. **Orientações:** **E6.** A empresa pode determinar o que os concorrentes estão cobrando por produtos similares, com base em pesquisas de mercado. **E7.** A empresa trabalha dentro das margens exigidas em um processo mais colaborativo e transparente. Em seguida, pode procurar formas de reduzir os custos diretos e indiretos (por exemplo, um projeto mais rápido pode reduzir a parte dos custos indiretos através de tecnologias que acelerem o trabalho), conseguindo satisfazer as expectativas financeiras das partes interessadas.

Fonte: Adaptado de Oliva; Granja e Picchi (2023)

Quadro 3-11: Diretrizes para aplicação do TVD em mercado imobiliário (continua)

Número	Diretrizes
1	Realização de um estudo de viabilidade que resulte em um orçamento e cronograma detalhados, com um custo-meta.
2	Utilização de contratos de incentivo para alinhar os objetivos da equipe e aumentar o empenho no projeto.
3	Procurar o envolvimento antecipado das equipes de projeto de todas as disciplinas, dos principais fornecedores e de subcontratantes já na fase de concepção do projeto.
4	Utilização de software para auxiliar o desenvolvimento de produtos e a comunicação entre projetistas, de preferência ferramentas e plataformas alinhadas com abordagens colaborativas (Revit, ArchiCAD, BIM).
5	Estudo de viabilidade que fornece um orçamento e um cronograma detalhados, desde a concepção até o projeto executivo e à entrega do produto.
6	Em primeiro momento, a utilização de contratos de incentivos pode ser uma opção para conseguir o empenho da equipe. Depois de criar confiança, o próximo passo é avançar para contratos multipartes.
7	A transparência de custos (política de *open book*) é recomendada, desde que haja confiança suficiente entre as equipes de projeto, ajudando as equipes a se comprometerem com o produto, oferecendo mais valor e tendo em mente os custos-meta.
8	Promover um relacionamento colaborativo com os envolvidos, buscando transparência e alinhamento entre as equipes desde o início do projeto, alinhados com os objetivos da empresa.
9	Buscar um maior envolvimento com projetistas externos, trazendo-os para discussões de projetos presenciais recorrentes e para o desenvolvimento de projetos, com equipes alocadas preferencialmente no mesmo espaço.
10	Uso de ferramentas e plataformas colaborativas para monitoramento contínuo dos custos, à medida que o projeto evolui (BIM e Last Planner).

Quadro 3-12: Diretrizes para aplicação do TVD em mercado imobiliário (conclusão)

Número	Diretrizes
11	Avaliar as estimativas de custo de forma colaborativa, envolvendo projetistas, principais fornecedores e subcontratados.
12	Atualização periódica e divulgação das estimativas de custo à medida que o projeto se desenvolve. As equipes devem ter acesso aos resultados para que possam confirmá-los.
13	Usar um processo colaborativo para buscar melhores soluções de *design*, explorando várias alternativas de projeto, como o *Set-Based Design*.
14	Incentivar as equipes a trazerem novas soluções de projeto que possam atender às perspectivas de valor do usuário final e, ao mesmo tempo, manter o produto dentro das metas estabelecidas.
15	Usar ferramentas de captura de valor do usuário final, antes e durante o processo de desenvolvimento do produto, promovendo feedback para as equipes de projeto. Todo o processo de desenvolvimento do produto deve ser conectado com a validação do projeto, seguindo as necessidades dos possíveis usuários finais, enquanto se avalia constantemente se as alternativas e soluções sugeridas estão alinhadas com as perspectivas de valor capturadas.
16	Facilitar e incentivar a troca de informações e a comunicação entre os projetistas, internos e externos, com custos abertos relacionados às alternativas de projeto, à medida que o projeto avança e novas soluções são propostas.

Fonte: Adaptado de Oliva; Granja e Picchi (2023)

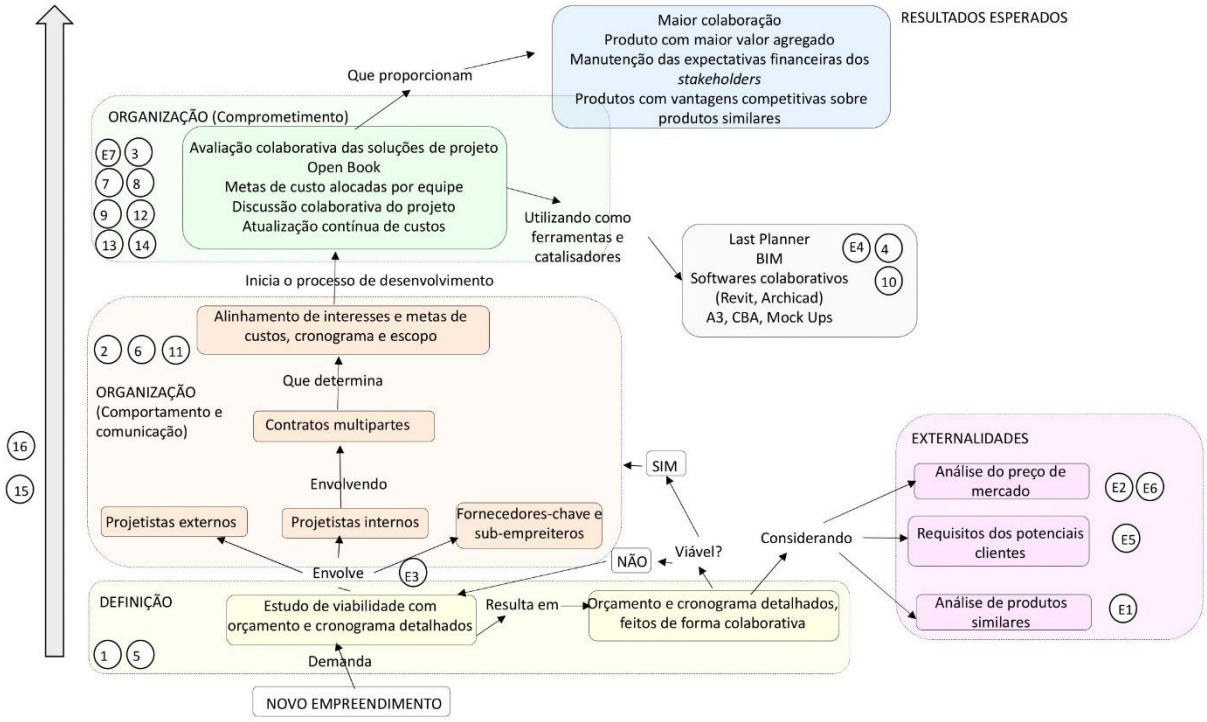


Figura 3-6: Modelo para implementação do TVD em mercado imobiliário

Fonte: Oliva; Granja e Picchi (2023)

O primeiro grupo do modelo, chamado “Definição”, apresenta os elementos e diretrizes do TVD envolvidos na fase de estudo de viabilidade do produto. Neste grupo, são definidas as metas de custo, escopo, cronograma e restrições para o novo produto, considerando as externalidades.

O segundo grupo, chamado “Organização”, apresenta os elementos e diretrizes relacionados ao trabalho colaborativo e ao fluxo de informações entre as partes envolvidas, buscando alcançar o valor estabelecido no grupo de definição. O terceiro grupo, também chamado de “Organização”, apresenta elementos e diretrizes que relacionam o compromisso das partes envolvidas ao longo do processo.

O modelo também apresenta ferramentas que facilitam o trabalho colaborativo no desenvolvimento dos produtos. Apesar de não obrigatórias, as ferramentas agem como catalizador no alcance das diretrizes propostas. De forma geral, o modelo proposto direciona a aplicação do TVD como uma fonte de melhor colaboração, aumento de valor agregado nos produtos, gestão de partes interessadas e aumento da vantagem competitiva sobre produtos semelhantes.

4 METODOLOGIA DO VALOR

Este capítulo traz uma revisão teórica acerca da Metodologia do Valor (MV) e seus conceitos. Essa revisão é estruturada em uma breve contextualização geral, seguida das definições mais comuns, passando pelo processo de aplicação da MV no contexto da construção civil e finalizando com a indicação de ferramentas que conduzem a aplicação do processo na construção civil e em outras indústrias.

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL

As técnicas de Análise do Valor (AV) e de Engenharia do Valor (EV) têm início datado durante a última guerra mundial, sendo consolidadas nos Estados Unidos por volta do fim da década de 40 e início da década de 50. O desenvolvimento e aplicação dessas técnicas objetivava, essencialmente, a pesquisa de novos materiais que tivessem custo mais baixo e maior disponibilidade para substituírem materiais de custo elevado e com pouca disponibilidade (CSILLAG, 1995). Inicialmente, as técnicas eram aplicadas sob a nomenclatura de Análise do Valor. Com sua difusão, diferentes nomes eram dados à aplicação das técnicas. Com isso, a AV ficou mais utilizada para produtos já desenvolvidos e em fase de produção, ao passo que a EV era utilizada no desenvolvimento de novos produtos. Frente à sobreposição dos conceitos, atualmente, a literatura costuma se referir às técnicas como AV/EV. Por sua vez, a Metodologia do Valor consolida e une essas técnicas, visando ampliar a abrangência do seu uso (CSILLAG, 1995).

Com o sucesso da aplicação, a *General Eletric Company* intensificou o treinamento acerca do tema com suas gerências, iniciando a década de 60 com cerca de 120 engenheiros aplicando a AV. Paralelo a isso, surge a *Society American Value Engineering* (SAVE), fundação responsável, sobretudo, por divulgar a Engenharia do Valor nos EUA e no mundo (CSILLAG, 1995). A pesquisa acerca da temática foi se desenvolvendo e, na década de 90, evoluiu para uma abordagem mais ampla na busca do “melhor valor” (*best value*) (ELLIS; WOOD; KEEL, 2005).

No Brasil, as primeiras evidências de aplicação da EV foram na Companhia Industrial Palmeiras, sediada na cidade de Campinas, estado de São Paulo. No ano de 1964, a Companhia promoveu um seminário para tratar da temática, ministrada por um consultor americano. No ano seguinte, em 1965, a *General Eletric Company* difundiu a EV nas suas unidades mundo afora, inclusive na do Brasil. A partir daí, grandes empresas passaram a aplicar a EV/MV buscando o aumento de valor nos seus produtos. Foi o caso da Mercedes, Philips, Volkswagen, Consul, dentre várias outras (CSILLAG, 1995).

Antes de desdobrar a aplicação da Metodologia do Valor, é necessário consolidar algumas definições e conceitos importantes para entendimento.

4.2 DEFINIÇÕES

Para dar início às definições, o Quadro 4-1 elenca as principais definições da Engenharia do Valor (EV), base da Metodologia do Valor (MV).

Quadro 4-1: Definições de Engenharia do Valor

Autores (ano)	Definição de Engenharia do Valor
Heller (1971)	Aplicação sistemática, consciente de um conjunto de técnicas, que identificam funções necessárias, estabelecem valores para as mesmas e desenvolvem alternativas para desempenhá-las ao mínimo custo.
Csillag (1995)	Aplicação sistemática de técnicas reconhecidas que identificam a função de um produto/serviço, estabelecem um valor para aquela função e objetivam entregar tal função ao menor custo possível, sem degradação.
Cooper e Slagmulder (1997)	Avaliação sistemática e interdisciplinar de fatores que afetam o custo de um produto com o objetivo de criar um meio para atingir o seu propósito especificado, obedecendo os padrões de qualidade e confiabilidade, a um custo aceitável.
SAVE (1998)	Aplicação sistemática e estruturada para melhoria de projetos, produtos e processos que auxilia no alcance do equilíbrio entre função, desempenho, qualidade, segurança e custo do produto, resultando em um valor maximizado do projeto.

Fonte: Autor

Observa-se que as definições convergem entre si e concordam que a EV é uma aplicação/avaliação sistemática que, em linhas gerais, objetiva reduzir o custo de um produto, sem impactar na sua função. É importante, porém, salientar que a Engenharia de Valor não objetiva cortar custos, mas sim, aumentar o valor (NICOLINI et al., 2000). Para as discussões posteriores do presente trabalho, será adotada a definição de Engenharia do Valor proposta por Csillag (1995).

4.2.1 O que é o Valor

O conceito de valor é amplamente explorado nos estudos que objetivam melhorar a qualidade de empreendimentos habitacionais. O valor é um forte componente nas discussões sobre os processos de projeto em arquitetura, extrapolando a dimensão puramente econômica devido ao seu caráter multidimensional e subjetivo (GRANJA et al., 2009). Essa subjetividade acarreta na dificuldade de se chegar a uma definição precisa e de entendimento comum do que é o valor (DREVLAND; TILLMANN,

2018). Apesar dessa desuniformidade entre as definições, é possível observar similaridade entre os conceitos adotados, convergindo para a relação entre o valor e o uso do produto (WOODRUFF, 1997).

Drevland e Tillmann (2018) afirmam que as definições mais comuns de valor na literatura de projetos de construção abordam a relação entre o que é dado e o que é recebido. Diante disso, neste trabalho, será adotada a definição proposta por Drevland e Lohne (2015) de que o valor é o resultado de um julgamento avaliativo do que alguém obtém e o que é dado em troca. Cabe adicionar que o valor é diferente para cada parte interessada (*stakeholders*) com base no julgamento dos fatores dado/recebido que são importantes para elas (DREVLAND; LOHNE, 2015).

Como forma de driblar a subjetividade e tornar a avaliação do valor algo mais tangível, a Metodologia de Valor (MV) propôs que o valor fosse entendido como uma relação entre a função e o custo de um produto, componente ou serviço. Essa relação é dada pela Equação (3 e considera a ótica do produtor (COOPER; SLAGMULDER, 1997).

$$VALOR = \frac{FUNÇÃO}{CUSTO} \tag{3}$$

Na equação do valor, a função diz respeito ao que o produto, componente ou serviço "faz" ou "serve para" e o custo é valor financeiro agregado para criá-lo (COOPER; SLAGMULDER, 1997). É possível notar que a equação do valor não perde de vista a definição de valor trazida pela literatura e adotada neste trabalho.

4.2.2 Valor desejado e recebido pelo cliente

A literatura produzida na área de *marketing* faz relação entre os conceitos de valor e de satisfação sob a ótica do cliente. Com base no modelo de desconfirmação (OLIVER, 1980), Miron (2008) desdobra o processo de formação da satisfação do cliente, concluindo que os julgamentos de satisfação sofrem influência do valor percebido pelo cliente, seja em uma situação pré-compra (valor desejado), seja em uma situação pós-compra (valor recebido).

Cabe apontar que há uma diferença, ainda que sutil, entre os conceitos de valor e satisfação, que devem ser tratados como elementos que se relacionam e não sinônimos. O valor percebido está ligado a uma ponderação (*trade-off*[6]) entre os benefícios recebidos e os sacrifícios exigidos para tal

[6] Decisão que consiste na escolha de uma opção em detrimento de outra, em que normalmente avalia-se o que é mais vantajoso ou desejável.

recebimento. Já a satisfação tem caráter psicológico e possui como base o resultado entre o processo de compra e o de consumo (MIRON, 2008).

Sob a ótica do cliente, o valor percebido pode ser concretizado por meio da Equação (4 (COOPER; SLAGMULDER, 1997).

$$VALOR\ PERCEBIDO = \frac{BENEFÍCIOS\ PERCEBIDOS}{PREÇO\ PAGO} \quad (4)$$

O cliente projeta e vislumbra o seu desejo de valor acerca de um produto ou serviço tanto antes de comprar, como após, nas situações de uso. O cliente transforma a abstração do valor em algo concreto transformando as suas expectativas em atributos preferenciais e de desempenho, avaliando o produto em situações de uso por meio da sua qualidade e funcionalidade. Antes de realizar a compra, o cliente antecipa o valor recebido para embasar o processo de decisão, mas somente em situações de uso é que validam o valor recebido (WOODRUFF, 1997; GRANJA et al., 2009).

Na abordagem do Custeio-Meta, a consideração do valor é um fator essencial para que o processo apresentado na Figura 4-1 seja possível sem impactar negativamente a qualidade e funcionalidade do produto. Conhecer o valor desejado pelo cliente e colocá-lo no centro do processo de tomada de decisão acerca de alterações que promovem redução de custos no produto posiciona a empresa em um patamar que eleva a sua reputação, imagem inovadora e potencial competitivo (COOPER; SLAGMULDER, 1997).

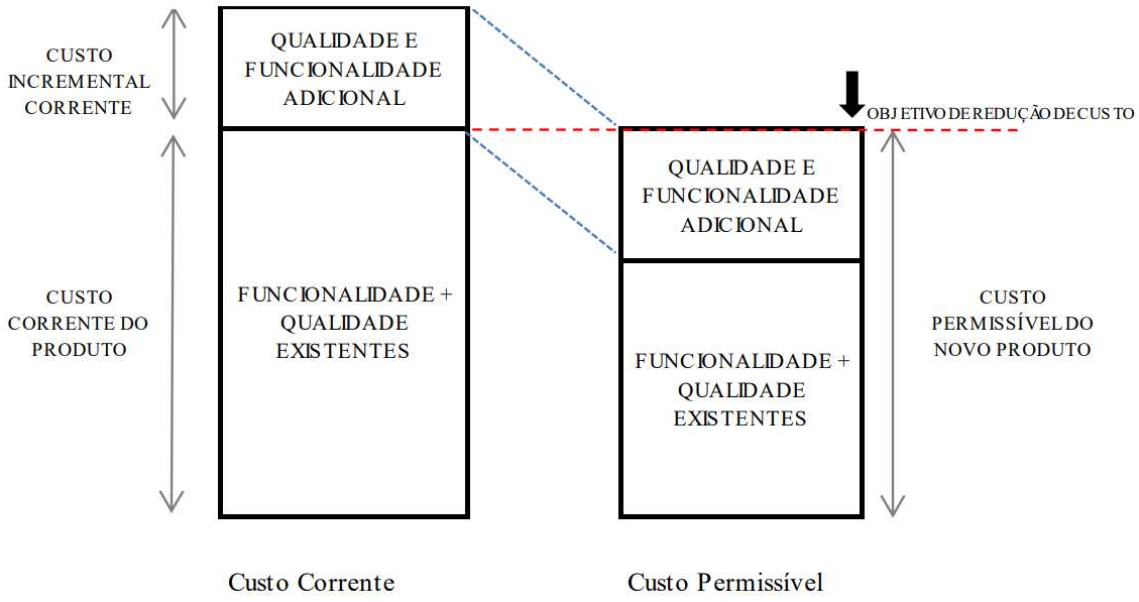


Figura 4-1: Objetivos do Custeio-Meta, embasados pela Metodologia de Valor

Fonte: Adaptado de Cooper e Slagmulder (1997)

Repensar o valor do produto e rediscuti-lo continuamente com base no que é desejado pelo cliente, aumenta a capacidade de captura de novos mercados e clientes, proporcionando resultados uniformes que trilham o caminho da perfeição (*kaizen*) (WOMACK; JONES, 2003). Diante disso, as pesquisas que capturam a percepção de valor dos clientes e a quantifica por meio de atributos ou preferências, têm ganhado notável destaque (GRANJA et al., 2009; KOWALTOWSKI; GRANJA, 2011).

4.2.3 Captura do valor desejado

Antes de iniciar o processo de captura do valor desejado pelo cliente, é necessário estabelecer a base conceitual que norteará a coleta dos dados. Hershberger (1999) propôs 8 elementos de valor detalhados em seus atributos e que são a base recomendada para o processo de projeto arquitetônico. O Quadro 4-2 apresenta os elementos e seus respectivos atributos.

Quadro 4-2: Elementos de valor e seus atributos

Valores	Atributos
1.Humanos	Atividades funcionais, relações sociais, características físicas e fisiológicas.
2.Ambientais	Terreno, vistas, clima, contexto urbano, recursos naturais, resíduos.
3.Culturais	Histórico, institucional, político, legal.
4.Tecnológicos	Materiais, sistemas, processos.
5.Temporais	Crescimento, mudança, permanência.
6.Econômicos	Financeiro, construção, operação, manutenção, energia.
7.Estéticos	Forma, espaço, cor, significado.
8.Segurança	Estrutural, incêndio, químico, pessoal, criminoso (vandalismo).

Fonte: adaptado de Hershberger (1999)

Posteriormente, Benedikt (2008) ampliou a hierarquia das necessidades propostas por Maslow (1998), adaptando as necessidades para o contexto da arquitetura, conforme apresenta o Quadro 4-3. Os valores aliam necessidades que trazem satisfação e percepção de qualidade e edificações bem projetadas.

Quadro 4-3: Necessidades para o contexto da arquitetura e suas características

Necessidades (valores)	Características
Sobrevivência	Desempenho estrutural, proteção contra intempéries e efeitos climáticos, animais, projéteis.
Segurança	Proteção contra intrusão, contra confisco de propriedade, privacidade e controle de espaços.
Legitimidade	Identidade social, autoridade, direito de propriedade, associação a diferentes instituições e grupos, consideração às pessoas.
Aprovação e louvor	Legais e valores positivos (estético, social, econômico, integração, saúde e valorização dos ocupantes).
Confiança	Espontaneidade, novas formas, segurança nos propósitos, aumento do valor.
Liberdade	De deslocamento, opinião, espaço, flexibilidade, de exclusão e privacidade.

Fonte: Adaptado de Benedikt (2008)

Por fim, Granja et al. (2009) adaptaram o modelo de valor proposto por Spencer e Winch (2002) para edificações, apresentando 26 atributos de valor divididos em 5 categorias que foram alocados em 4 quadrantes. A Figura 4-2 apresenta o modelo adaptado.

Figura 4-2: Modelo de valor para edificações proposto por Granja et al. (2009)

Fonte: Adaptado de Spencer e Winch (2002)

A partir do modelo de valor proposto, Granja et al. (2009) utilizaram cartões ilustrados como instrumento para captura dos atributos preferenciais de valor em Habitações de Interesse Social (HIS). Anteriormente, este tipo de instrumento de coleta já tinha sido atestado em avaliações pós-ocupação (APO) (KOWALTOWSKI et al., 2001; KOWALTOWSKI et al., 2003). Esse instrumento de coleta utiliza-se da técnica de preferência declarada, que apresenta ao respondente diversas alternativas para que uma seja escolhida, permitindo avaliar a escolha preferida do respondente, em relação às demais alternativas (BRANDLI; HEINECK, 2005).

Os cartões foram desenvolvidos de forma semelhante às cartas de um baralho. Neste caso, as 5 categorias foram convertidas em 5 naipes. Para cada categoria (naipe), foram atribuídas cores específicas e cartões que representavam os atributos de valor para que os clientes pudessem hierarquizar as suas preferências dentre os atributos fornecidos em cada categoria. Ainda, para cada cartão, foram desenvolvidas ilustrações alusivas aos atributos, objetivando aumentar o entendimento espontâneo dos respondentes (GRANJA et al., 2009). A Figura 4-3 apresenta o referido instrumento de coleta.

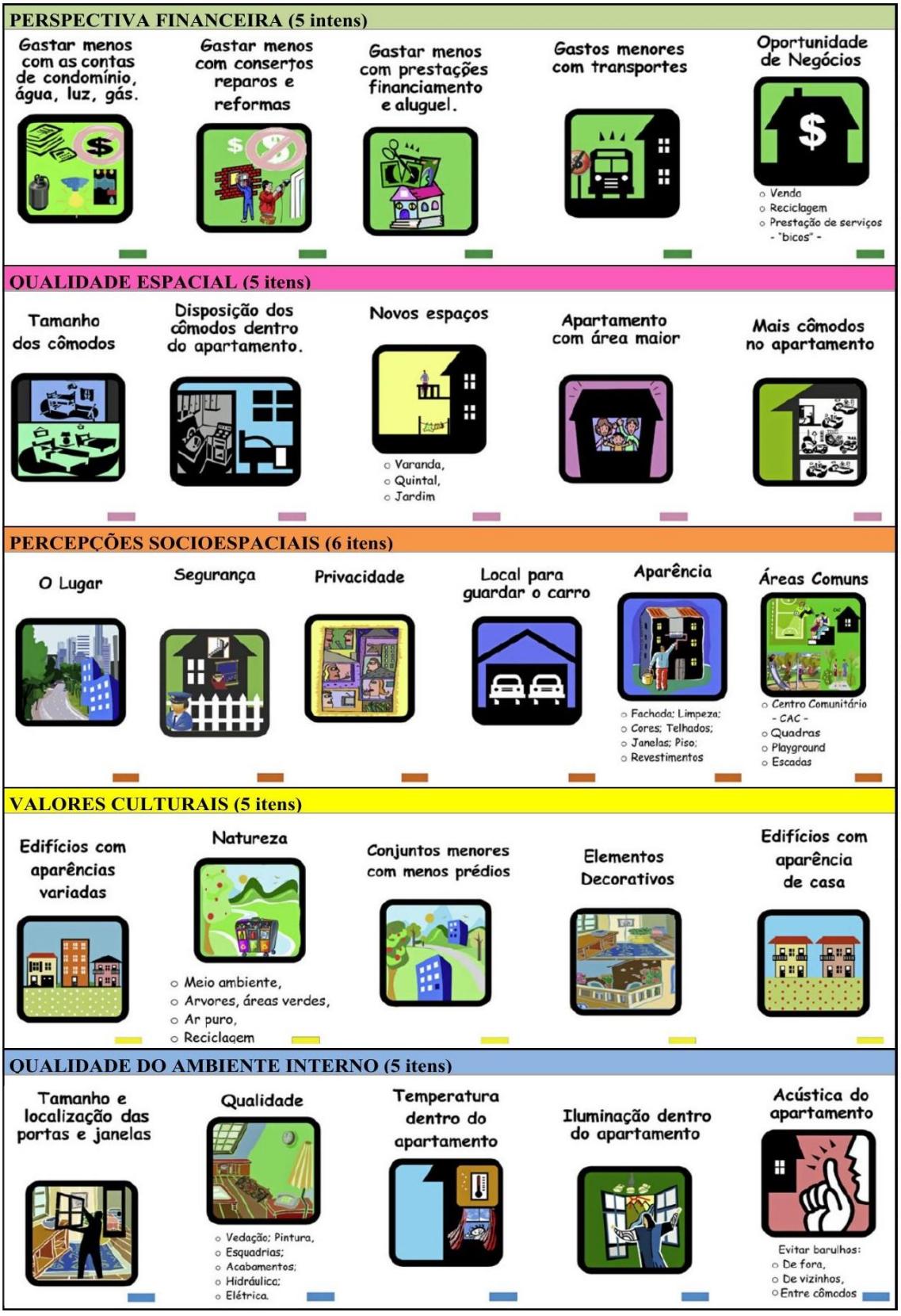


Figura 4-3: Cartões ilustrados e suas respectivas categorias

Fonte: Granja et al. (2009)

A partir da coleta de dados, em que os clientes organizavam os cartões de forma hierarquizada, de acordo com suas preferências, os dados obtidos foram analisados por meio de inferência estatística. Com isso, criou-se uma variável chamada índice geral de importância (IGI), que afere a importância de cada item dentro da sua categoria e dentre todas as categorias juntas. Assim, foi possível hierarquizar as preferências dos clientes, em termos de atributos de valor, conforme apresenta a Figura 4-4 (GRANJA et al., 2009).

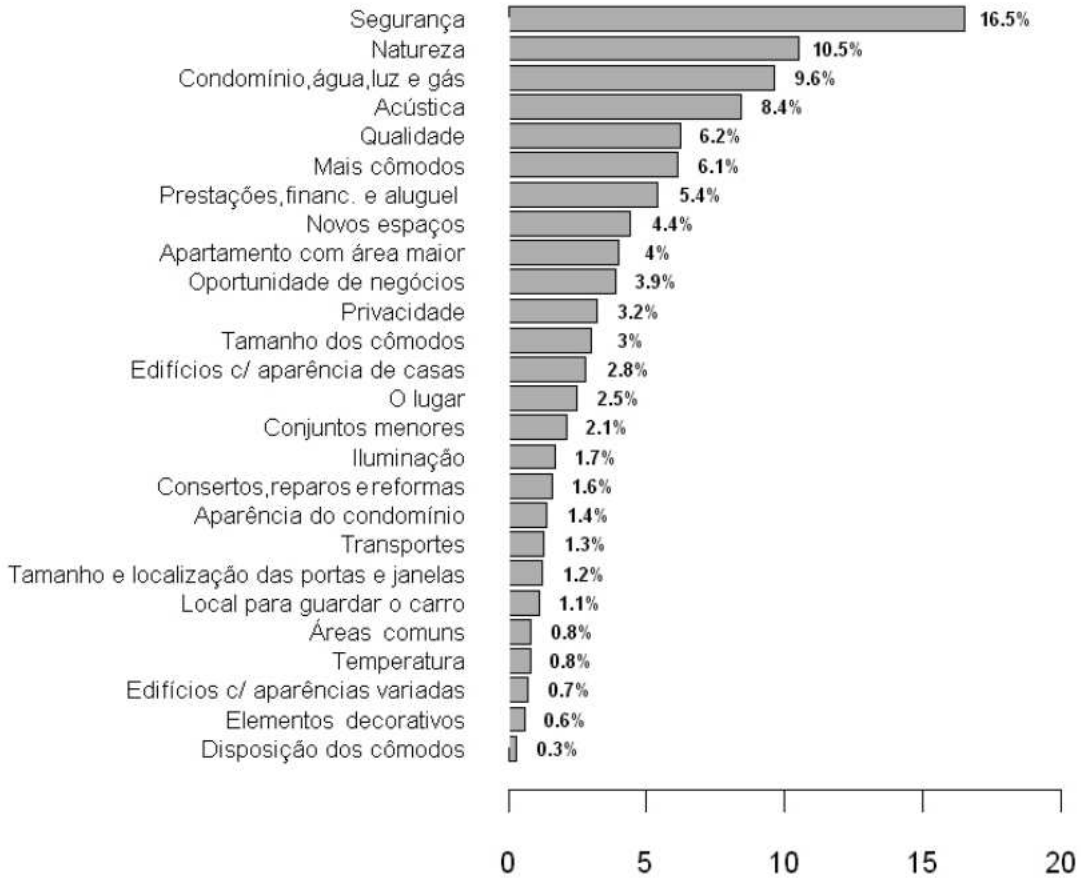


Figura 4-4: IGI dos itens de valor para todas as categorias

Fonte: Granja et al. (2009)

O resultado aponta que ao avaliar valor em edificações, os clientes de HIS priorizam requisitos de segurança, seguido de requisitos de natureza e custos operacionais. Em contrapartida, a disposição dos cômodos e elementos decorativos não são requisitos considerados muito relevantes.

Posteriormente ao trabalho de Granja et al. (2009), diversas pesquisas utilizaram os cartões ilustrados como instrumento de coleta de dados, principalmente com clientes de HIS (YOKOTA, 2010; KOWALTOWSKI; GRANJA, 2011; ARAGÃO, 2014; YOKOTA et al., 2015; ARAGÃO; HIROTA, 2016; MORAES, 2017). Os resultados dessas pesquisas são de suma importância, visto que o valor do cliente ainda é pouco considerado no desenvolvimento de HIS.

Cabe apontar, porém, que nem todas as empresas realizam a captura de preferências do cliente por meio de um instrumento de coleta como o que foi apresentado anteriormente. Comumente, são utilizadas pesquisas de mercado que levantam as percepções de usuários/potenciais clientes, sobretudo com o uso de escala *Likert* no instrumento de coleta.

O uso de escala *Likert* captura o ponto de vista positivo ou negativo do respondente acerca de um lugar, coisa ou evento. Porém, os dados coletados por meio dessa escala admitem apenas a ordem de concordância do respondente com relação ao questionamento, não apresentando base para avaliar o quanto um respondente concorda mais do que outro (TROJAN; SIPRAKI, 2015; ANTONIALLI; ANTONIALLI; ANTONIALLI, 2017).

Durante a aplicação do Custeio-Meta e da Metodologia do Valor, é essencial ter as preferências do cliente hierarquizadas para seja fornecida base para o processo de tomada de decisão acerca de mudança de materiais, incorporação de novos componentes ou funções. Por meio da escala *Likert*, o cliente pode ter ponto de vista positivo sobre diversos atributos de valor, o que dificulta a resposta para a situação: Só posso oferecer um determinado número de atributos. Qual priorizar? O que o cliente prefere mais?

Assim, a técnica da preferência declarada vem sendo amplamente utilizada por possibilitar que as organizações estimem a demanda por novos produtos que entreguem novos atributos e características, prevendo a resposta do mercado em relação à introdução desses novos produtos (LOUVIERE et al., 2000).

4.3 METODOLOGIA DO VALOR NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA RELAÇÃO COM OS CUSTOS

O sistema de gestão de custos deve enxergar a empresa como um sistema formado por processos interdependentes, em que as margens serão determinadas com base na organização desses processos ao longo do ciclo de vida. Assim, é ineficaz falar em gestão de custos considerando parâmetros financeiros isolados. É preciso respeitar a abordagem sistêmica, considerando as relações do sistema de produção, buscando o alcance da melhoria contínua (COOPER, 1995; KIM, 2002).

A crescente demanda por melhor eficiência e precisão na determinação dos custos de produtos da construção civil tem forçado a transição de um planejamento de custos que utiliza como base antigos métodos de estimativas para um planejamento composto de atividades com maior grau de complexidade, que consideram todas as regras e restrições necessárias ao desenvolvimento do produto (MORAES, 2017). Dessa forma, os projetos são desenvolvidos considerando uma vasta quantidade de alternativas

que devem minimizar o custo do produto não só na execução, mas também em toda a sua vida útil (RUIZ, 2011).

O planejamento de custos tem sido abordado na prática de acordo com duas abordagens. Na primeira delas, o custo é efetivamente determinado e discutido após o desenvolvimento e detalhamento do projeto. Na segunda, projeta-se um custo e este baliza o desenvolvimento do projeto, com atenção para que o orçamento projetado não seja excedido, garantindo o melhor valor para o dinheiro (*best value for money*), aumentando o valor agregado no produto e percebido pelo usuário (LANGSTON, 2002). A Metodologia do Valor (MV) faz parte da segunda abordagem (RUIZ, 2011).

Retomando a definição de Engenharia do Valor proposta por Csillag (1995), apresentada no tópico 4.2, o produto da construção civil deve ser desenvolvido pensando na minimização dos custos de produção e ao longo de toda a sua vida útil, satisfazendo as funções e necessidades exigidas pelos clientes/usuários. É essencial, portanto, que os projetistas identifiquem e satisfaçam os requisitos funcionais apontados como desejo dos clientes, conforme já discutido nos tópicos 4.2.2 e 4.2.3.

A MV possibilita a redução de custos identificando e eliminando funções desnecessárias no produto. Para o alcance dos objetivos, é vital ao processo que haja envolvimento de toda a equipe envolvida do projeto, desde projetistas, time de compras, produção, funcionários em geral, até a cadeia de fornecedores. Ainda, se necessário, especialistas externos devem ser consultados para nortear questões que não podem ser resolvidas pela equipe interna. Na MV, os esforços devem ser organizados unindo pessoas, informações, ideias e conhecimento especializado (MONDEN, 1995).

De maneira geral, a MV é implementada por meio de 3 atividades principais, quais são: definição de funções; avaliação dessas funções e elaboração de planos de melhoria. Essas atividades devem ser conduzidas de forma sistemática e multidisciplinar, alcançando meios de reduzir o custo da função, sem afetar a funcionalidade e qualidade (MONDEN, 1995; MILES, 2015).

A literatura apresenta duas abordagens para aumentar o valor de um produto por meio da Engenharia de Valor (COOPER; SLAGMULDER, 1997; MILES, 2015). Na primeira, o custo do produto é reduzido mantendo constante os padrões de qualidade e funcionalidade do mesmo. Na segunda, o produto recebe incremento de funcionalidade, obedecendo uma demanda dos clientes, sem implicar em aumento de custo. A Figura 4-5 ilustra essas abordagens.

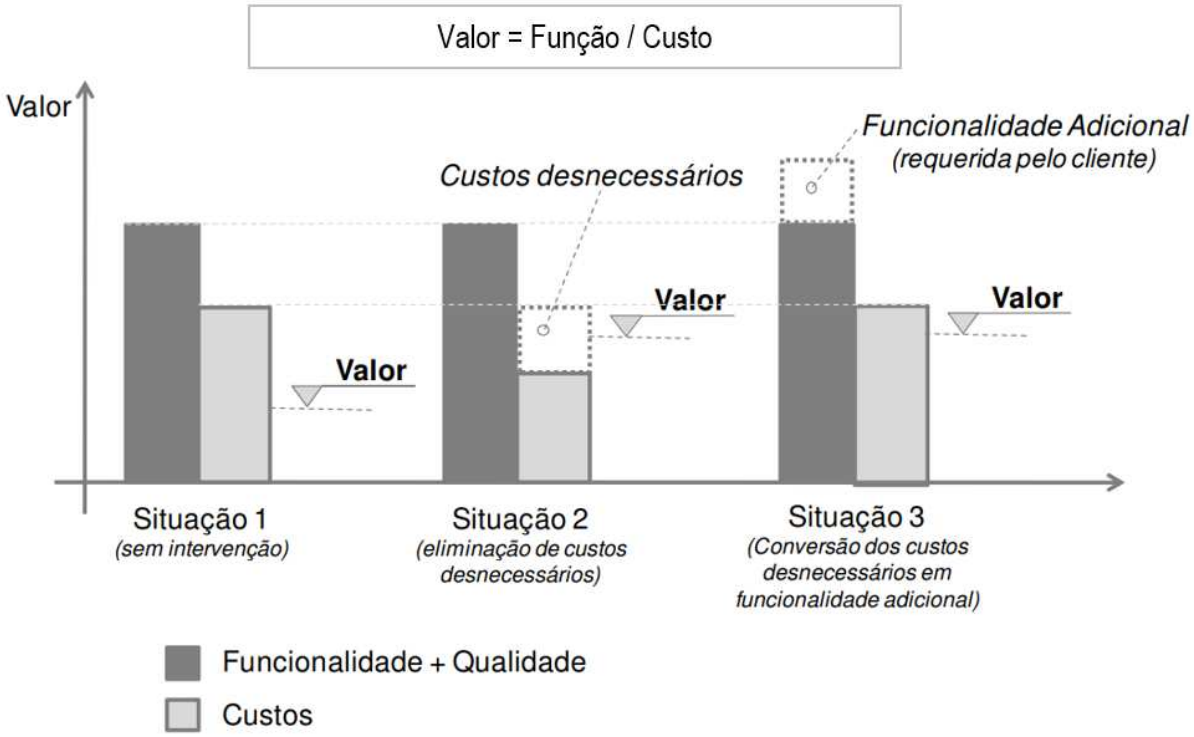


Figura 4-5: Relação entre valor, funcionalidade e custo

Fonte: Adaptado de Miles (2015)

A segunda abordagem para aumento de valor pode ser realizada por meio da redução de custos de itens que não têm valor percebido pelo usuário, com posterior realocação do montante dessa redução em itens que têm valor percebido pelo usuário. Moraes (2017) apresenta uma proposta de aumento de valor em empreendimentos da construção civil por meio da realocação de custos (Figura 4-6).

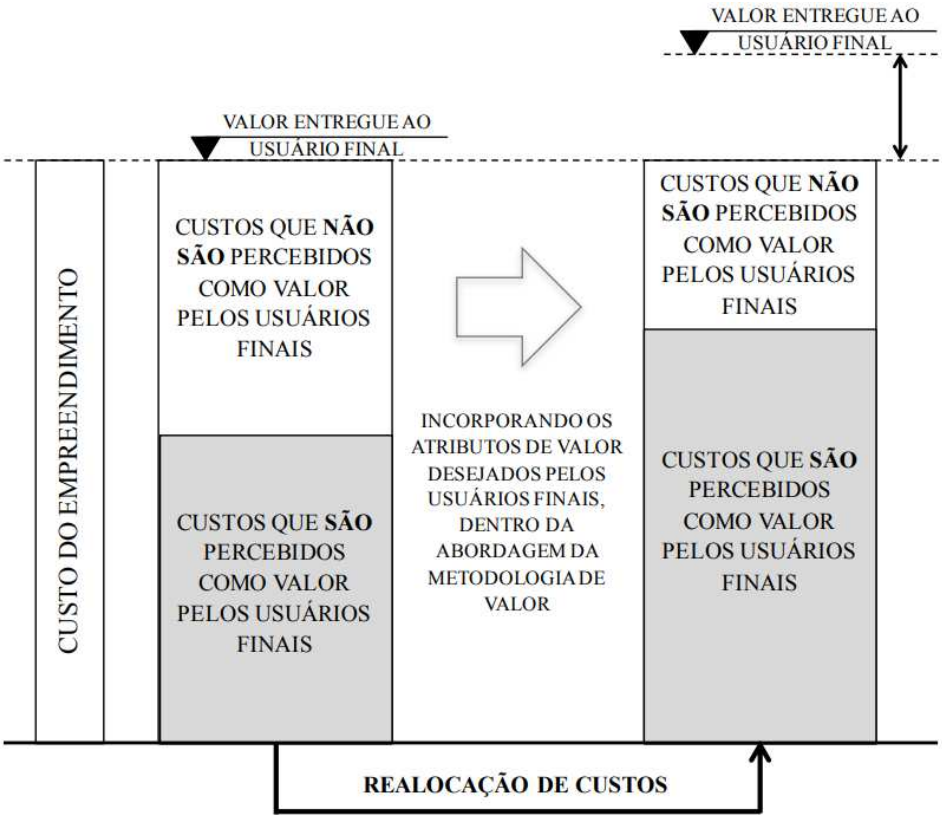


Figura 4-6: Realocação de custos para entrega de valor em empreendimentos habitacionais

Fonte: Adaptado de Ruiz; Granja; Kowaltowski (2014)

Para a condução da primeira abordagem para aumento de valor em empreendimentos residenciais da construção civil, Yokota (2015) estabelece uma sequência de etapas:

1. Escolher o tipo de empreendimento e determinar a amostra de estudo;
2. Escolher o método de captação de valor;
3. Investigar o valor desejado pelo cliente/usuário, por meio do item anterior, e analisar estatisticamente os dados coletados;
4. Por meio da MV, decompor o projeto do empreendimento em funções, associando custos a essas funções e relacionando-os com os parâmetros de valor:
    a. Análise de função;
    b. Técnica de *Mudge*;
    c. Método compare.
5. Proposição de redução de custos, sem impacto no valor desejado pelo cliente/usuário.

A etapa 5 engloba o uso de ferramentas da Metodologia do Valor (MV), que serão apresentadas de forma mais detalhada no capítulo seguinte.

4.4 FERRAMENTAS E TÉCNICAS DA METODOLOGIA DO VALOR

Buscando uma contextualização mais específica da Metodologia do Valor (MV) aplicada à abordagem do Custeio-Meta (CM), foi feito um mapeamento na literatura, onde foram levantadas ferramentas e técnicas disponíveis. O Quadro 4-4 sintetiza e descreve brevemente as ferramentas encontradas. Essas ferramentas foram selecionadas por meio de estudos teóricos que abordam o uso de ferramentas da MV no contexto da construção civil (YOKOTA, 2015).

Quadro 4-4: Ferramentas e técnicas que associam o CM à MV (continua)

Ferramenta/Técnica da MV	Finalidade
Análise de Função (COMPARE)	Visa aperfeiçoar o projeto, pela identificação e eliminação de custos desnecessários e identificação e incorporação de possibilidades de aperfeiçoamento do produto ou serviço ao processo produtivo.
***Quality Function Deployment* (QFD) ou Casa da Qualidade**	Busca assegurar que os elementos do processo que representem maior valor para o cliente sejam controlados, para assegurar a qualidade do produto final no que se refere ao atendimento às especificações e satisfação do usuário-final. Apesar de ser uma ferramenta da Gestão de Qualidade, pode também ser utilizado para nortear o processo de aprimoramento dos processos, análises de valor, auxiliando na distribuição do custo-meta para a cadeia de suprimentos.
Workshops	Promove o encontro das equipes multidisciplinares, possibilitando a realização das análises de valor e *brainstorm*.
Avaliação quantitativa de ideias	Auxiliar na seleção das melhores soluções propostas geradas durante o PDP, ou durante os *workshops* realizados.
***Function Analysis System Technique* (FAST)**	Capturar a visão do usuário-final e auxiliar no processo de identificação dos custos possíveis de realocação por meio da hierarquização das funções.
Técnica de *Mudge*	Hierarquizar as funções que compõem um determinado produto por meio de comparação combinada das funções (par-a-par) de acordo com um resultado relativo, a partir da atribuição de um peso equivalente à importância de cada função.
Teardown	Analisar produtos competitivos em níveis de materiais, partes, funções e como são produzidos, visando identificar melhorias que possam ser incorporadas ao produto ou processo. É dividido em oito métodos: dinâmico, custo, material, processo, matriz, unidade por quilograma, e estimativa de grupos.
Checklist Method	Identificar fatores de custo dos produtos e sugerir caminhos para possíveis reduções de custo. Consiste em um número de questões designadas para guiar as atividades de redução de custo das empresas pela descoberta de oportunidades de redução de custo.

Quadro 4-5: Ferramentas e técnicas que associam o CM à MV (conclusão)

Ferramenta/Técnica da MV	Finalidade
Zero-look, first-look and second-look	Determina como as análises de valor serão realizadas. *Zero-look* é a aplicação da Engenharia de Valor no estágio de conceito do produto. *First-Look* é focado no desenvolvimento de produto a partir do conceito, com a finalidade de aumentar a funcionalidade do produto por meio da melhoria de suas funções. *Second-look* tem o objetivo de melhorar o valor e funcionalidade dos componentes existentes no produto, e não criar novos.

Fonte: Yokota (2015)

Almejando a proposição de um método operacional que viabilize a aplicação por empresas de construção civil do mercado, para o desenvolvimento do método de pesquisa do presente trabalho serão utilizadas as seguintes ferramentas: Análise de função; Técnica de *Mudge*; Método COMPARE; e *Workshops*. A escolha das ferramentas levou em consideração a facilidade de uso por interessados no método desenvolvido, bem como as mais utilizadas e documentadas na literatura. Essas ferramentas serão descritas a seguir, individualmente.

4.4.1 Análise de função

Dentro da Metodologia do Valor (MV) muito se fala sobre funções. A função é a característica de um produto ou serviço que atinge as necessidades e desejos do cliente/usuário, sendo aquilo que deve ser desempenhado (CSILLAG, 1995).

A abordagem funcional considera que a existência de todo objeto ou ação tem ou tinha uma finalidade. Essa finalidade pode ser clara ou, após análise e reflexão, deixa de existir, não desempenhando mais uma função válida (CSILLAG, 1995).

Quando objetos e ações são analisados, ocorre um bloqueio criativo causado pela forma física e conceitos já existentes e impregnados na nossa mentalidade. Em contrapartida, ao analisar funções, ocorre uma remoção de bloqueios visuais que permitem o alcance de excelentes oportunidades de pensamento criativo. Por este motivo, a abordagem funcional converte os projetos a requisitos de função, removendo bloqueios e permitindo criações mais abrangentes (CSILLAG, 1995).

Uma função deve sempre ser definida por duas palavras: um verbo (atuando sobre algo) e um substantivo (objeto sobre o qual o verbo atua). Csillag (1995) afirma que se uma função não puder ser determinada por duas palavras, deve-se buscar maior entendimento sobre ela.

É importante elevar o grau de abstração ao se definir uma função, entendendo sempre que a função é o objetivo de uma ação ou atividade desempenhada; não a própria ação. Analisando uma

plaqueta metálica de identificação, por exemplo, é limitante definir uma função de um parafuso como “parafusar plaqueta”. Ao usar “prender plaqueta”, nota-se que é aberto um leque de possibilidades acerca de como cumprir a função para além do parafusar, como usar rebites ou cola, por exemplo (CSILLAG, 1995).

Algumas perguntas auxiliam o aumento do grau de abstração na definição de uma função. Csillag (1995) propõe 3, que devem ser respondidas com um verbo e um substantivo:

- O que se está tentando fazer?
- Por quê?
- Como isso pode ser feito?

Com isso, os componentes que desempenham as funções podem ser repensados de forma mais ampla e criativa.

Após definir as funções, é essencial classifica-las. Csillag (1995) propõe a seguinte sequência de classificação:

1. Função Básica (FB) ou Secundária (FS)
2. Necessária (FN) ou Desnecessária (FD)
3. Uso (FU) ou Estima (FE)

A função básica é aquela para qual um produto foi desenvolvido. Para um relógio de pulso, por exemplo, é “indicar hora”. Já a função secundária auxilia na venda do produto, como por exemplo, “indicar data” (calendário) ou “contar segundos” (cronômetro).

A função necessária é percebida e requerida pelo usuário, como “indicar hora”, “indicar data” e “contar segundos”. A função desnecessária (aos olhos do cliente) é aquela que não agrega valor diretamente, mas que está lá para que a função necessária ocorra, como um furo cuja função é “posicionar ponteiro”.

Funções necessárias podem ser priorizadas a depender do grau de importância. Já funções básicas precisam ser todas cumpridas.

Por fim, uma função de uso possibilita o funcionamento, como “indicar hora”, enquanto uma função de estima alimenta o desejo de posse do cliente/usuário, como “promover estética”.

O Quadro 4-6 exemplifica a abordagem funcional de um produto.

Quadro 4-6: Funções de cortador de fita colante

Item	Função (verbo + substantivo)	B/S	N/D	U/E
Conj. Base	Cortar fitas	B	N	U
	Enfeitar mesa	S	N	E
Base avulsa	Posicionar rolo	S	D	U
	Posicionar lâmina	S	D	U
	Transmitir mensagem	S	D	E
	Manter estabilidade	S	N	U
Espuma de borracha	Proteger móveis	S	N	U
	Aumentar atrito	S	N	U
Carretel	Posicionar rolo	S	D	U
	Permitir rotação	S	D	U
Lâmina	Cortar fita	B	N	U
Pintura	Oferecer estética	S	N	E

Fonte: Csillag (1995)

Por fim, uma avaliação funcional é constituída de um bloco de respostas às seguintes perguntas (CSILLAG, 1995):

- Quais são as funções básicas e secundárias?
- Qual o custo de cada uma delas?
- Qual o "valor" da função básica?
- De quantas e quais outras formas a função básica pode ser desempenhada?
- Quanto custarão essas formas alternativas?

Na construção civil, a análise de função tem sido utilizada para alcançar níveis superiores de entrega de qualidade e funcionalidade, agregando maior valor ao produto dentro de um preço que o cliente pode e está disposto a pagar (RUIZ; GRANJA; KOWALTOWSKI, 2014).

Normalmente, em análises de produtos da construção civil, a análise de função classifica as funções em três grupos: i) Funções Básicas (FB); ii) Funções Secundárias (FS); e Funções Secundárias Necessárias (FSN) (RUIZ, 2011). Caso necessário, a análise pode alcançar níveis mais profundos de classificação.

4.4.2 Técnica de *Mudge*

A técnica de *Mudge*, também abordada na literatura como "avaliação numérica de relações funcionais", compara todas as possíveis combinações entre pares de funções, determinando em cada momento de análise a mais importante, atribuindo uma pontuação adequada (Figura 4-7). Quando

finalizada a comparação par a par de todas as funções, a soma de pontos de cada função indicará funções básicas e secundárias a partir dos resultados relativos das funções e possibilidade do estabelecimento de hierarquização dessas funções, permitindo uma melhor avaliação das suas importâncias (CSILLAG, 1995).

Para auxiliar na comparação par a par entre as funções e no estabelecimento das mais importantes, em cada comparação são atribuídos pesos a cada decisão, com o objetivo de explicitar o grau da importância avaliada (YOKOTA, 2015; MORAES, 2017).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Σ de Pontos/ função	Resultados Relativos %
A	-	xA ou xB	xA ou xC	xA ou xD	xA ou xE	xA ou xF	xA ou xG	xA ou xH	xA ou xI	xA ou xJ	xA ou xK	xA ou xL	xA ou xM	xA ou xN	a = Σ xA pontos	a / T
B		-	xB ou xC	xB ou xD	xB ou xE	xB ou xF	xB ou xG	xB ou xH	xB ou xI	xB ou xJ	xB ou xK	xB ou xL	xB ou xM	xB ou xN	b = Σ xB pontos	b / T
C			-	xC ou xD	xC ou xE	xC ou xF	xC ou xG	xC ou xH	xC ou xI	xC ou xJ	xC ou xK	xC ou xL	xC ou xM	xC ou xN	c = Σ xC pontos	c / T
D				-	xD ou xE	xD ou xF	xD ou xG	xD ou xH	xD ou xI	xD ou xJ	xD ou xK	xD ou xL	xD ou xM	xD ou xN	d = Σ xD pontos	d / T
E					-	xE ou xF	xE ou xG	xE ou xH	xE ou xI	xE ou xJ	xE ou xK	xE ou xL	xE ou xM	xE ou xN	e = Σ xE pontos	e / T
F						-	xF ou xG	xF ou xH	xF ou xI	xF ou xJ	xF ou xK	xF ou xL	xF ou xM	xF ou xN	f = Σ xF pontos	f / T
G							-	xG ou xH	xG ou xI	xG ou xJ	xG ou xK	xG ou xL	xG ou xM	xG ou xN	g = Σ xG pontos	g / T
H								-	xH ou xI	xH ou xJ	xH ou xK	xH ou xL	xH ou xM	xH ou xN	h = Σ xH pontos	h / T
I									-	xI ou xJ	xI ou xK	xI ou xL	xI ou xM	xI ou xN	i = Σ xI pontos	i / T
J										-	xJ ou xK	xJ ou xL	xJ ou xM	xJ ou xN	j = Σ xJ pontos	j / T
K											-	xK ou xL	xK ou xM	xK ou xN	k = Σ xK pontos	k / T
L												-	xL ou xM	xL ou xN	l = Σ xL pontos	l / T
M													-	xM ou xN	m = Σ xM pontos	m / T
N														-	n = Σ xN pontos	n / T
Total de Pontos do Estudo (T):															**T = Σ a+b+c+d+e+f+ g+h+i+h+k+l+m+n**	**100%**

Legenda:
A a N: funções do produto em estudo
x: varia de 1 a 3

Figura 4-7: Técnica de Mudge

Fonte: Ruiz (2011), adaptado de Csillag (1995)

4.4.3 Método COMPARE

O Método COMPARE relaciona o consumo de recursos empregado em uma função (ótica do produtor) com a necessidade ou importância relativa dessa função (ótica do cliente)[7]. O método se mostra uma ferramenta efetiva para demonstrar funções mais caras para o produtor e que não apresentam grande importância para o cliente (CSILLAG, 1995). A apresentação gráfica dessa comparação é dada pelo chamado Gráfico COMPARE.

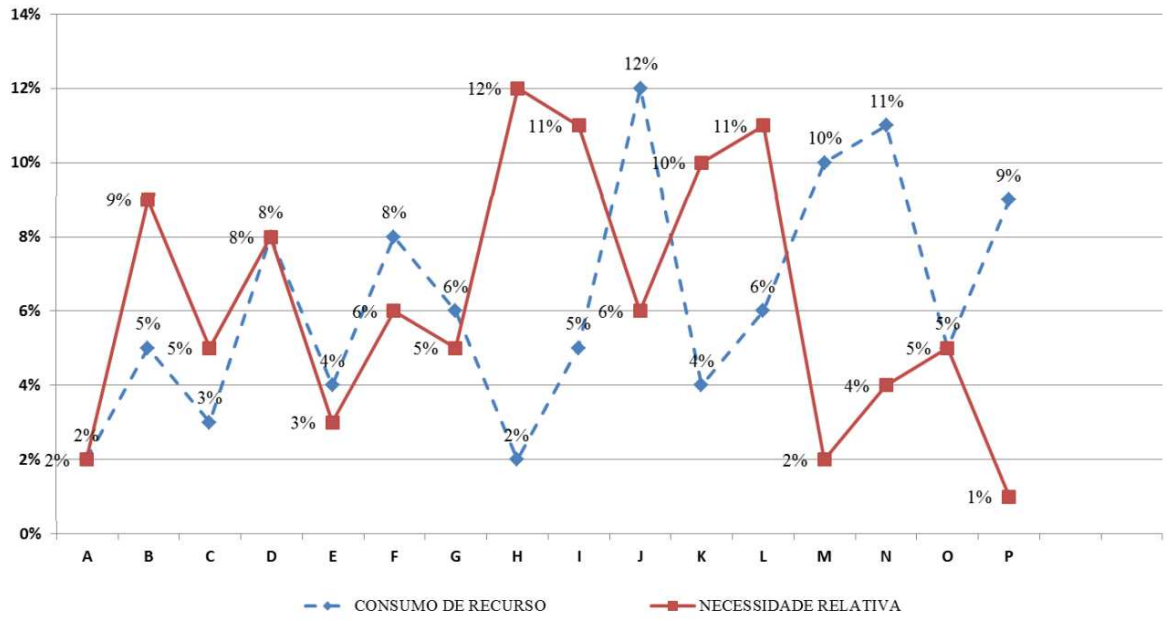


Figura 4-8: Gráfico Compare - Consumo de recursos x Necessidades relativas

Fonte: Adaptado de Ruiz, Granja e Kowaltowski (2014)

Num contexto da construção civil, o Método COMPARE auxilia na tomada de decisão acerca de onde as reduções de custo podem ser mais expressivas, sem sacrifício de valor e funcionalidade entregue ao cliente. De forma geral, deve-se localizar e atuar nas funções que possuem consumo de recursos além do que, teoricamente, o cliente considera necessidade, buscando um equilíbrio entre esses dois fatores (Figura 4-9) (RUIZ, 2011; RUIZ; GRANJA; KOWALTOWSKI, 2014; YOKOTA, 2015).

[7] O consumo de recursos pode ser obtido por meio de orçamentos do produto avaliado, ao passo que as necessidades relativas da função são identificadas por meio da aplicação da Técnica de *Mudge* (CSILLAG, 1995).

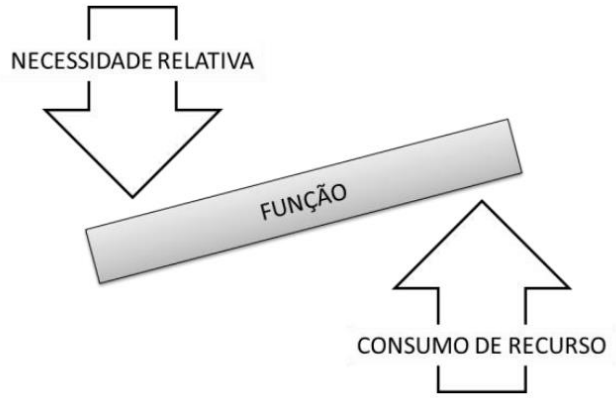


Figura 4-9: Equilíbrio funcional entre necessidade relativa e consumo de recursos

Fonte: Adaptado de Ruiz (2011)

Considerando um contexto em que seja interessante manter o custo do produto e aumentar a sua funcionalidade, a realocação de custos é pertinente realizando a transferência dos recursos oriundos das reduções de custo para funções em que o consumo de recursos está abaixo do que o cliente considera necessidade (RUIZ; GRANJA; KOWALTOWSKI, 2014; MORAES, 2017).

4.4.4 Workshops

O sucesso da aplicação das análises de valor depende fundamentalmente da criatividade. Miles (2015) afirma que a não existência de certos materiais, componentes ou processos produtivos não pode ser associada à impossibilidade do seu desenvolvimento, mas sim porque a combinação certa entre criatividade e conhecimento ainda não foram associadas para promover o desenvolvimento.

Para maximizar a criatividade, dois elementos essenciais devem ser colocados em contato: (i) fragmentos de conhecimento que são necessários para lhe dar com a problemática em análise; (ii) habilidade mental para conectar esses fragmentos de conhecimento em uma mesma "figura mental" de forma original (MILES, 2015).

Para Miles (2015), é crucial a criação do que o autor chama de "oportunidade" para que a combinação entre conhecimento e criatividade seja realizada e potencializada. Tal "oportunidade" pode ser alcançada por meio da realização de *workshops* ou oficinas de projeto, envolvendo de 3 a 10 indivíduos multifuncionais (que representam as diversas especialidades envolvidas na problemática de

análise), utilizando métodos consagrados para potencializar o processo criativo, como *brainstorms*[8]. Posteriormente, os resultados oriundos desses *brainstorms* são analisados e avaliados criticamente (COOPER; SLAGMULDER, 1997; MILES, 2015).

[8] Técnica desenvolvida por Alex Osborn e que propõe que um grupo de pessoas, preferencialmente com especialidades diversas, se reúna e expresse ideias de forma livre, sem julgamentos, buscando atender objetivos que foram previamente determinados (OSBORN, 1948).

5 MÉTODO DE PESQUISA

O presente capítulo apresenta o processo de condução da pesquisa, detalhando a abordagem metodológica utilizada (*Design Science Research* – DSR), o delineamento da pesquisa e o desdobramento das etapas realizadas.

5.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A presente pesquisa, busca prescrever uma solução para um problema prático identificado, produzindo, junto a essa solução, contribuição teórica na área de conhecimento envolvida no estudo. Com o objetivo dessa pesquisa, busca-se o desenvolvimento de um artefato (Método para gestão estratégica de custos em Construções Integradas Modulares). Sendo assim, o método de pesquisa que viabiliza a solução de problemas por meio da construção de artefatos é a *Design Science Research* (DSR).

A DSR é o método que operacionaliza a construção do conhecimento em um contexto artificial[9], tendo como base epistemológica a *Design Science* (DS), cujo objetivo principal é desenvolver conhecimento para a concepção e desenvolvimento de artefatos (LACERDA et al., 2013).

O objetivo da DSR é estudar, pesquisar e investigar o artificial e o seu comportamento, tanto sob uma perspectiva acadêmica quanto organizacional. O desenvolvimento da DSR envolve um rigoroso processo de projeto de artefatos direcionados à resolução de problemas, avaliando o que foi projetado ou o que está funcionando, com posterior comunicação dos resultados obtidos (BAYAZIT, 2004; ÇAĞDAŞ; STUBKJÆR, 2011). A DSR possibilita a construção de artefatos, atualização do conhecimento e metodologias, bem como o uso de uma solução existente em um novo contexto (HEVNER et al., 2004). O conhecimento gerado é multidisciplinar, focado em resolver problemas complexos que consideram o contexto de aplicação dos resultados aplicados. Por este motivo, o conhecimento desenvolvido por uma DSR não é descritivo-explicativo, mas sim prescritivo (BURGOYNE; JAMES, 2006; LACERDA et al., 2013).

Os artefatos produzidos pela DSR não podem ser apenas uma resposta pontual para um problema em determinado contexto. É preciso viabilizar a generalização e essa viabilidade é permitida

[9] O artificial é definido como algo que foi inventado ou produzido pelo homem, como máquinas, organizações, economia e aspectos sociais. Os estudos relacionados à Engenharia e gestão fazem parte do desenvolvimento das ciências do artificial (SIMON, 1996).

por meio do uso de classes de problemas. Essa classificação entende que os problemas e as soluções satisfatórias desenvolvidas podem compartilhar características comuns que permitem a organização do conhecimento em classes (VAN AKEN, 2004). Não há consenso e direcionamentos precisos sobre a definição e proposição das classes de problemas. Por isso, o pesquisador precisa defini-la de forma acertada, fornecendo amplitude suficiente para que o conhecimento gerado possa ser acessado por outras pessoas que possuam problemas semelhantes (LACERDA et al., 2013). Para auxiliar na definição e tornar o processo mais tangível, Lacerda et al. (2013) exemplificam algumas classes de problemas, quais sejam: Planejamento e Controle da Produção, Mensuração de custos e Alinhamento estratégico.

Após a definição da classe de problemas, as prescrições propostas pela DSR são embasadas por artefatos que são tipificados de acordo a 4 definições: constructos, modelos, métodos e instanciações. O Quadro 5-1 descreve esses artefatos.

Quadro 5-1: Tipos de artefato da *Design Science Research*

		Descrição
Tipos de artefato	**Constructos**	Formam o vocabulário de um domínio. Os constructos apresentam os conceitos utilizados na descrição de problemas dentro de um domínio e na especificação de suas soluções. Possui notável relevância para o desenvolvimento de pesquisas e avanço de outros artefatos.
	Modelos	Conjunto de proposições ou declarações que relacionam os constructos, podendo ser enxergado como uma representação de como as coisas são. A utilidade dos modelos é bastante relevante. Mesmo havendo imprecisões acerca de detalhamentos, os modelos necessariamente devem capturar a estrutura da realidade para que sejam uma representação útil.
	Métodos	Conjunto de passos, algoritmo ou orientação utilizado na execução de uma tarefa. Os métodos têm como base os constructos e modelos em um espaço de solução. Os métodos traduzem um modelo para a resolução de um problema, utilizando a totalidade ou partes desses modelos. Os métodos são artefatos comuns em pesquisas que utilizam DSR.
	Instanciações	Concretização do artefato em seu ambiente. As instanciações operacionalizam os constructos, modelos e métodos, demonstrando a viabilidade e eficácia desses outros artefatos.

Fontes: March; Smith (1995); Lacerda et al. (2013)

O artefato desenvolvido pretende, por meio de um conjunto de passos, orientar a gestão de custos no desenvolvimento de produtos de CIMs. Assim, o artefato produzido será do tipo método. A classe de problemas definida é gestão estratégica de custos em Construções Integradas Modulares.

Após a definição e desenvolvimento do artefato, é preciso avalia-lo para apresentar evidências da sua utilidade na solução de problemas reais dentro da sua classe de problemas, seguindo procedimentos com elevado rigor a fim de minimizar viés nos resultados obtidos. É necessário, ainda, a realização de avaliações parciais dos resultados, para validar que o desenvolvimento do artefato está no caminho certo (LACERDA et al., 2013). O Quadro 5-2 apresenta formas de avaliação que podem ser aplicadas para avaliar os artefatos desenvolvidos.

Quadro 5-2: Formas de avaliação de artefatos

		Descrição
Formas de avaliação de artefatos	**Observacional**	- Estudo de caso: Verificar o artefato com profundidade no ambiente de negócios. - Estudo de campo: Verificar o artefato por meio do uso de projetos múltiplos. A avaliação coletada por essa forma fornece resultados mais amplos em termos do funcionamento do artefato.
	Analítico	- Análise estatística: Verificar o artefato em termos das suas qualidades estatísticas. - Análise da arquitetura: Verificar o artefato em relação à sua aderência na arquitetura técnica do sistema geral. - Otimização: Verificar propriedades ótimas do artefato ou demonstrar os limites de otimização no comportamento do mesmo. - Análise dinâmica: Verificar o artefato durante o uso em termos de parâmetros dinâmicos, como desempenho.
	Experimental	- Experimento controlado: Verificar o artefato em ambiente controlado, verificando suas contribuições. - Simulação: Verificar o artefato utilizando dados artificiais.
	Teste	-Teste funcional: Verificar as interfaces do artefato para descobrir falhas e identificar defeitos; Teste estrutural: Verificar métricas, como caminho de execução, na implementação do artefato.
	Descritivo	- Argumento informado: Verificar o artefato utilizando informações de bases de conhecimento, construindo argumentos relevantes e convincentes acerca da sua utilidade. - Cenários: Verificar o artefato construindo cenários detalhados em seu entorno, demonstrando sua utilidade.

Fonte: Adaptado de Hevner et al. (2004)

Nesta pesquisa, foram utilizadas as avaliações observacional e descritiva. A primeira por meio da condução de um estudo de caso para adaptação e refinamento do artefato proposto; e a segunda por meio de entrevistas com profissionais para verificar e demonstrar a utilidade do artefato proposto. Os estudos de caso dentro da *Design Science Research* ampliam o conhecimento dos artefatos desenvolvidos, aumentando sua aplicabilidade na classe de problemas, e auxiliam na formalização de

artefatos úteis em outras organizações com contexto semelhante (VAN AKEN, 2004; LACERDA et al., 2013).

5.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Diversos autores propõem passos para a condução da DSR (TAKEDA; VEERKAMP; YOSHIKAWA, 1990; MARCH; SMITH, 1995; LUKKA, 2003; HEVNER; CHATTERJEE, 2010; LACERDA et al., 2013). Apesar de algumas diferenças pontuais entre as proposições, há uma similaridade em relação à estruturação principal de condução do processo, em que parece ser mandatório a existência de uma etapa para definição do problema e outra dedicada ao desenvolvimento do artefato.

Esta pesquisa adota o processo de condução da DSR proposto por Takeda; Veerkamp; Yoshikawa (1990). A escolha levou em consideração o caráter seminal do trabalho e a sua utilização como referência em diversos trabalhos posteriores. O processo é composto por 5 etapas, conforme segue:

- Conscientização do problema: Encontrar um problema prático e relevante, que também traga contribuições teóricas;
- Sugestão: Entender o problema e conectá-lo com uma teoria existente;
- Desenvolvimento: Desenvolver e executar uma solução para o problema em questão;
- Avaliação: Testar a solução e avaliar a sua funcionalidade;
- Conclusão: Avaliar as contribuições teóricas da solução.

A Figura 5-1 representa esquematicamente o delineamento da pesquisa.

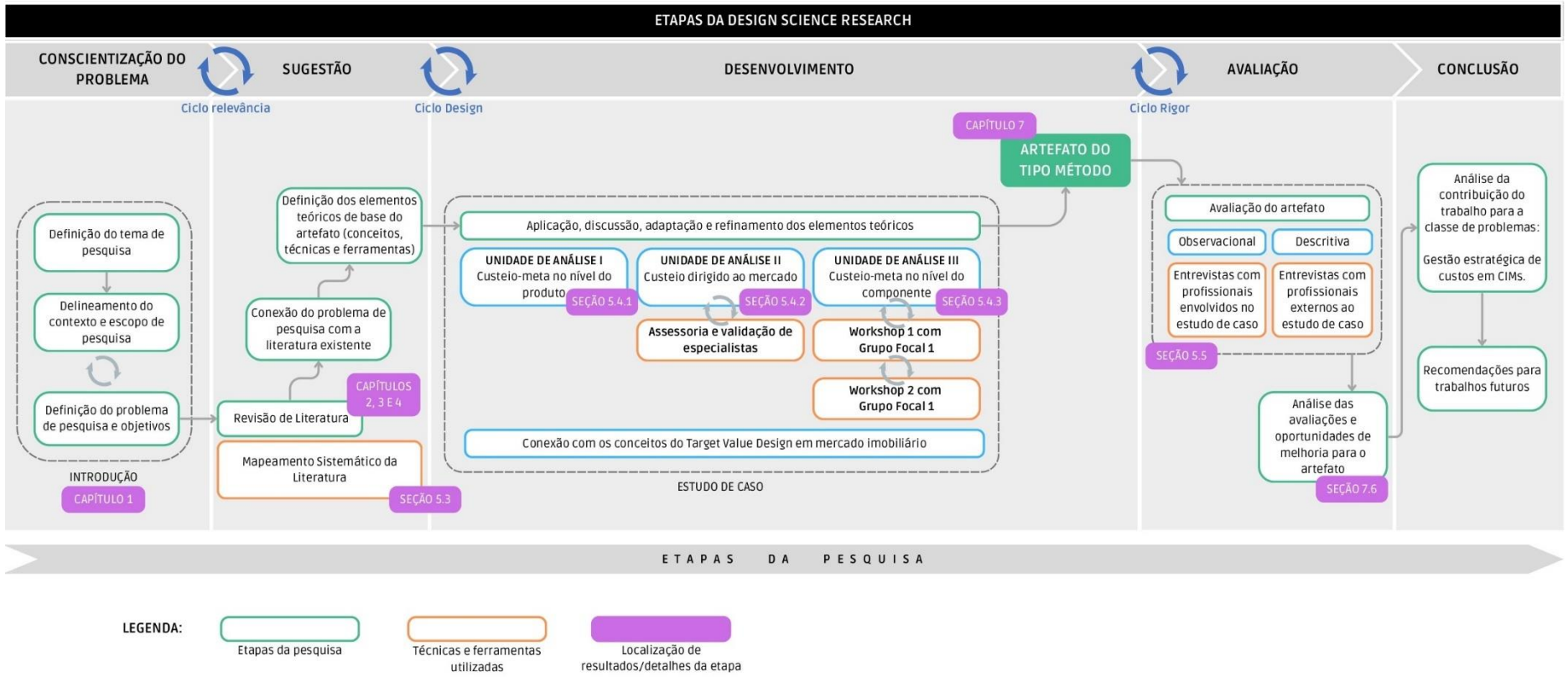


Figura 5-1: Delineamento da pesquisa

Fonte: Autor

As etapas de conscientização do problema e sugestão envolvem atividades que buscam demonstrar a relevância do problema investigado. Essas atividades envolvem evidenciar o problema, caracterizar o ambiente externo no qual o problema está inserido, verificar o que já existe e as oportunidades de avanços, identificar os atores interessados no artefato desenvolvido e, finalmente, relacionar o problema com a literatura existente, buscando elementos teóricos (conceitos, técnicas e ferramentas) que possam solucionar o problema em questão.

A etapa de desenvolvimento envolve ciclos de aplicação, discussão, adaptação e refinamentos necessários aos elementos teóricos adotados na etapa de sugestão. Esses ciclos expõem os elementos teóricos em um cenário real, que nesta pesquisa é um estudo de caso. Isso busca coletar evidências necessárias para que o artefato funcione de maneira eficaz e eficiente em um contexto real. Como produto de saída da etapa de desenvolvimento, é formalizado o artefato com a sua respectiva maturidade após os ciclos de desenvolvimento.

A etapa de avaliação envolve atividades que buscam estabelecer o rigor do artefato desenvolvido por meio de ciclos de avaliação. Nesta etapa, define-se os mecanismos de avaliação do artefato, coletando evidências do que funcionou e as melhorias necessárias.

Finalmente, a etapa de conclusão discute as contribuições do trabalho para a classe de problemas e direciona necessidades de trabalhos futuros.

As seções a seguir abordarão detalhadamente as atividades envolvidas em cada etapa do delineamento da pesquisa.

5.3 CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA E SUGESTÃO

As atividades de conscientização do problema foram conduzidas na construção do capítulo de Introdução, tomando como base a literatura acerca do tema. Para subsidiar as etapas, em 2023, foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) acerca da aplicação do Custeio-Meta (CM) na construção. Os mapeamentos sistemáticos estabelecem as soluções empíricas conhecidas, auxiliando na produção de soluções para o problema identificado (LACERDA et al., 2013). A partir dos resultados retornados, foram considerados, também, os trabalhos que abordavam a adaptação do Custeio-Meta para a indústria da construção, o *Target Value Design*.

O processo de condução adotado para realização do MSL foi adaptado da proposta de Kitchenham (2007) e é composto por 5 etapas (Figura 5-2). Os trabalhos capturados foram limitados aos publicados nos últimos 5 anos completos na data de realização do MSL (2018 a 2022), buscando tendências de pesquisa mais atuais. Os resultados passaram por critérios de exclusão, a citar: aplicação

do CM em áreas fora da construção civil; menções indiretas ao CM; e trabalhos de acesso não aberto. Por fim, foram eliminados os trabalhos em duplicidade que foram capturados nas diferentes bases de dados e incorporados trabalhos considerados aderentes que foram encontrados por meio da amostragem bola de neve, uma técnica que utiliza a cadeia de referências dos trabalhos capturados para encontrar novos trabalhos que se adequem ao escopo da pesquisa.

Figura 5-2: Processo de condução do MSL

Fonte: Adaptado de Kitchenham (2007)

Após a seleção, buscou-se, entre os trabalhos selecionados, elementos teóricos (conceitos, técnicas e ferramentas) que se conectavam com o problema e objetivos da pesquisa. Os elementos teóricos, advindos da literatura, foram aplicados na etapa de Desenvolvimento, que será abordada na seção a seguir.

5.4 DESENVOLVIMENTO

A partir dos elementos teóricos, adotados na etapa anterior, realizou-se a aplicação, discussão, adaptação e refinamento desses elementos, promovendo ciclos de desenvolvimento e aprendizado até que fosse estabelecida a versão final do artefato proposto. Para isso, foi conduzido um estudo de caso em um empreendimento de CIM[10].

A escolha do caso para auxiliar a etapa de desenvolvimento foi motivada pelo propósito de embasar o desenvolvimento do artefato em ambiente com relevância e aderência ao contexto específico da pesquisa. A empresa onde o caso está inserido faz parte dos principais Grupos de Trabalho acerca da CIM no Brasil. Ainda, o caso selecionado proporcionou o contato com profissionais com larga

[10] O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Campinas e aprovado sob o CAAE nº 65759722.6.0000.8142 e parecer nº 5.833.549.

experiência na área de industrialização da construção e CIM, além da disponibilidade, com poucas restrições, de dados relevantes para o trabalho, como orçamento e pesquisa de mercado. A empresa possui modelo de negócios do tipo B2B (*Business to Business*), tendo como cliente principal loteadoras. Porém, os seus produtos são desenvolvidos levando em consideração os requisitos de potenciais usuários, visando a entrega de um produto atrativo para o cliente final.

Por meio de reuniões de alinhamento com a empresa parceira, definiu-se como objeto de estudo uma unidade habitacional (UH) térrea, cujo projeto terá considerável grau repetitivo, com área construída de 193 metros quadrados, destinada ao público de médio e alto padrão. As UHs possuem chassi estrutural em estrutura metálica industrializada, perfis de *Light Steel Frame* e estrutura pré-fabricada de concreto, com vedações externas compostas por chapas cimentícias revestidas. A cobertura é em laje com chapa cimentícia estruturada e *Steel Deck*. As vedações internas são compostas por *Drywall* e camada de revestimento. Por fim, o sistema de pisos é composto por chapa cimentícia estruturada e camada de revestimento. A Figura 5-3 esquematiza o produto. Por sua vez, a Figura 5-4 apresenta o formato de modularização do produto, onde o projeto é dividido em módulos, seguindo os parâmetros de produção, transporte e montagem.

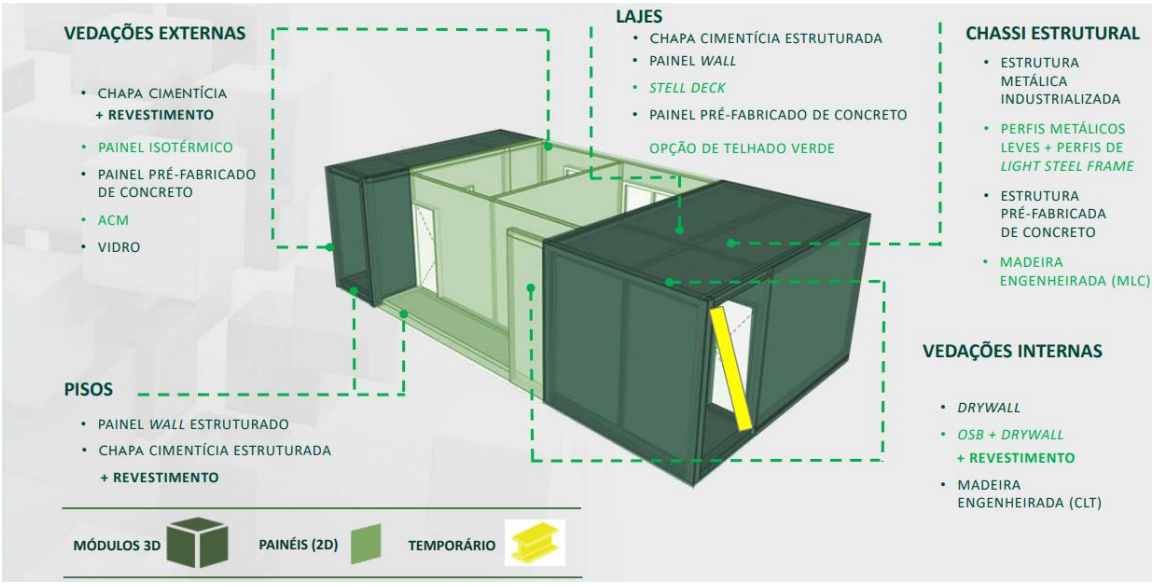


Figura 5-3: Detalhamento do produto habitacional

Fonte: Fornecida pela empresa parceira

Figura 5-4: Formato de modularização do produto

Fonte: Fornecida pela empresa parceira

Apesar de o projeto base da UH ser de caráter repetitivo, a empresa fornece aos clientes diversos elementos e possibilidades de customização da habitação, o que garante a individualidade e personalização de cada residência. A Figura 5-5 e a Figura 5-6 apresentam a maquete eletrônica e planta baixa da Unidade Habitacional, respectivamente.

Figura 5-5: Maquete eletrônica da Unidade Habitacional

Fonte: Fornecida pela empresa parceira

Figura 5-6: Planta baixa da Unidade Habitacional

Fonte: Fornecida pela empresa parceira

As UHs serão executadas em lotes de condomínio fechado, tendo como principais clientes as loteadoras. Apesar de o cliente não ser diretamente o usuário, os requisitos considerados no desdobramento dessa pesquisa foram capturados com potenciais compradores, entendendo a empresa parceira que o valor considerado na entrega deve ser o do futuro morador.

Por fim, considerando os principais objetivos de investimento da construção, a empresa parceira enxerga a redução de custos como o principal objetivo a ser alcançado, visto que necessita reduzir o preço do seu produto para aumentar a competitividade em relação aos produtos tradicionais e, assim, ganhar escala de produção. Dentro do próprio nicho em que atua, reduzir os custos de forma estruturada com o valor entregue ao usuário possibilita uma competição sem visão predatória, mas uma competição indutora de melhoria contínua dos produtos em relação aos similares.

Diante da relevância, profundidade do caso e da quantidade de informações disponíveis, optou-se por desenvolver o estudo de caso único. Estudos de caso único são justificados pelo caráter revelador, onde há chance de testar o artefato e observar fenômenos em um ambiente anteriormente inacessível por outros estudos (YIN, 2014). É possível, ainda, que em um mesmo estudo de caso amplo se possam estudar diferentes questões em uma variedade de contextos por meio das unidades de análise (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). As unidades de análise são objetos ou eventos, dentro do objeto de estudo, os quais as pesquisas se referem, analisam e comparam (SINGLETON; STRAITS, 1998). Antes

de iniciar um estudo de caso para subsidiar a etapa de desenvolvimento, é necessário definir as unidades de análise do caso (HEVNER et al., 2004). Nesta pesquisa, dentro do estudo de caso desenvolvido, são exploradas 3 unidades de análise (Figura 5-7): (i) o custeio-meta no nível do produto, por meio da definição das metas de redução de custo do produto habitacional estudado; (ii) o custeio dirigido ao mercado, por meio do levantamento e tratamento dos requisitos do usuário; e (iii) o custeio-meta no nível do componente, por meio da decomposição do produto em componentes, com posterior relacionamento com os requisitos dos clientes. As unidades de análise foram definidas em sinergia com a literatura de aplicação do CM, que estabelece os três níveis a serem conduzidos na aplicação (COOPER; SLAGMULDER, 1997). Ao longo da exploração das três unidades de análise, serão relacionados os conceitos de aplicação do TVD em mercado imobiliário. Para Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002), quando são utilizadas diversas unidades de análise em um estudo de caso, não é de clara definição se este é único ou não.

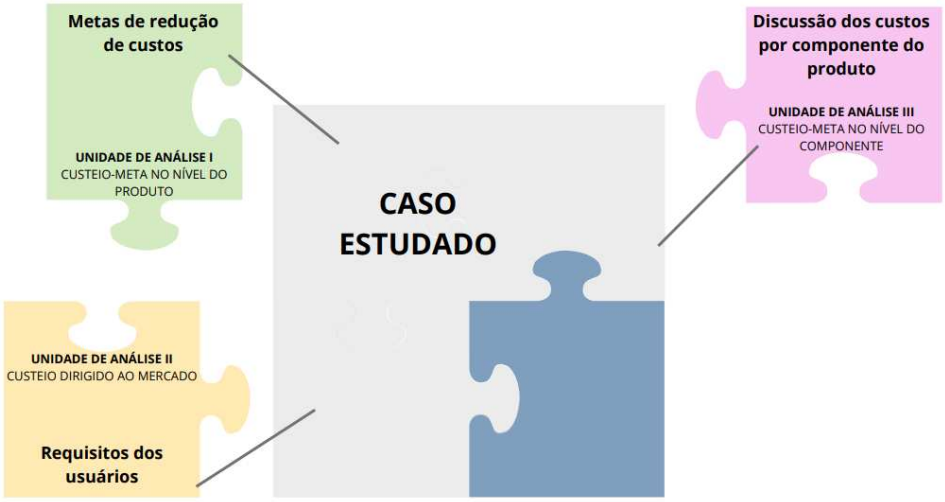


Figura 5-7: Unidades de análise do estudo de caso

Fonte: Autor

A seguir, serão desdobradas as atividades conduzidas em cada unidade de análise.

5.4.1 Custeio-meta no nível do produto

Conforme literatura acerca do custeio-meta, o primeiro passo para desdobrar os esforços em termos de redução de custo do produto é determinar o seu custo-meta. Para defini-lo, é preciso antes calcular o custo permissível do produto, por meio da seguinte equação:

$$Custo\ permissível = Preço\ de\ mercado - Margem\ de\ lucro\ esperada$$

A partir do custo permissível, o custo-meta do produto é definido a partir do potencial da empresa. Cabe apontar que a condição ideal é que o custo-meta seja menor ou igual ao custo permissível.

Para calcular o custo-meta do produto, é preciso determinar o custo atual de produção deste e a meta de redução de custos (ou *cost gap*) almejada pela empresa. Em posse dessas duas informações, calcula-se o custo-meta por meio da Equação:

$$Custo\ Meta = Custo\ de\ Produção - Meta\ de\ Redução$$

O custo de produção foi obtido a partir do orçamento do produto habitacional, fornecido pela empresa parceira. A meta de redução de custos, por sua vez, foi determinada a partir de uma conversa, por meio de reunião *online*, com o CEO da empresa parceira.

5.4.2 Custeio dirigido ao mercado

Nesta unidade de análise serão desdobradas as atividades necessárias à captura dos requisitos dos usuários de CIM, sob a ótica do valor desejado por esses clientes. Os levantamentos de valor desejado pelos clientes de edificações presentes na literatura até o momento não se adequam ao contexto do presente estudo, visto que as informações disponíveis não são direcionadas para as características do contexto aqui explorado: CIMs voltadas para o público de médio/alto padrão. Com isso, observou-se a necessidade de realizar uma nova captura, colhendo dados que se adequassem ao objeto de estudo da presente pesquisa e preenchessem essa lacuna de conhecimento existente.

Habitações modulares não possuem vasta quantidade na localidade de desenvolvimento deste estudo. Por este motivo, realizar uma coleta de dados por meio de avaliação pós ocupação, como em estudos anteriores, mostrou-se inviável. Diante disso, resolveu-se utilizar a base de dados da empresa para levantamento do valor desejado pelo cliente de edificações modulares.

Em reuniões de *briefing*[11] com a empresa parceira do estudo, foi informado ao pesquisador que a empresa possuía uma pesquisa de mercado que coletou dados de 163 potenciais clientes do produto objeto de estudo. De acordo com a empresa, a amostra é composta por um grupo de pessoas, extraído da lista de contatos de clientes potenciais formado ao longo da trajetória da própria empresa e seus

[11] *Briefing* é um conjunto de informações ou uma coleta de dados passados em uma reunião para o desenvolvimento de um trabalho ou documento.

gestores. A empresa destacou a importância dessa pesquisa para o negócio, entendendo que os respondentes possuem o perfil adequado para compra das unidades habitacionais.

Por meio de um questionário eletrônico estruturado, a pesquisa de mercado levantou as características socioeconômicas do respondente e suas percepções acerca do processo de escolha, personalização e acompanhamento da fabricação e montagem da casa modular no lote, avaliando a importância de cada item para o cliente, por meio de uma escala *Likert*. Essa escala é um dos modelos de coleta de dados mais utilizados devido à sua facilidade de aplicação (FEIJÓ; VICENTE; PETRI, 2020).

Após disponibilizados os dados da pesquisa de mercado, realizou-se a análise destes. Nesta análise, observou-se que a preferência dos clientes foi investigada em relação a atributos de projeto presentes ou já idealizados para a unidade habitacional. Isso dificulta o processo de tomada de decisão acerca de mudança de materiais e a incorporação de novos componentes ou funções, o que de forma mais ampla pode limitar a criação de novas estratégias de redução de custos e desenvolvimento de novos produtos. Assim, foi observada a necessidade de converter os resultados da pesquisa de mercado em atributos de valor hierarquizados. Isso visa entender os requisitos dos clientes estabelecendo maior nível de abstração e potencialidade de extrapolação, sob a ótica do valor desejado, como estabelece a literatura.

Para realizar a conversão, os dados da pesquisa de mercado foram associados aos atributos de valor apresentados por um modelo teórico de valor (MTV). Esse modelo precisou ser adaptado para contemplar as especificidades do contexto de CIMs. Em seguida, os dados convertidos passaram por um processo de tratamento estatístico para hierarquiza-los em ordem de preferência do cliente. As atividades e decisões envolvidas nesse processo foram assessoradas e validadas por especialistas em cada área (Quadro 5-3).

Quadro 5-3: Especialistas envolvidos no custeio dirigido ao mercado

	Foco da assessoria	Descrição
ESPECIALISTA I	Conversão da pesquisa de mercado em atributos de valor e adaptação do MTV	Doutora em Arquitetura pela Universidade da Califórnia em Berkeley e professora com 9 teses de doutorado, 11 dissertações de mestrado e 32 iniciações científicas concluídas. Atua em inovações com foco na percepção de valor de usuários para subsidiar o processo de *upgrading* de habitações.
ESPECIALISTA II	Adaptação do MTV	Psicóloga pós graduada em Metodologia do Ensino Superior, com 20 anos de experiência atuando como Psicóloga Clínica.
ESPECIALISTA III	Tratamento estatístico dos dados	Empresa que atua há 31 anos no mercado, fornecendo soluções estatísticas para empresas e pesquisadores. Essa empresa é ligada ao Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC) da Universidade Estadual de Campinas.

Fonte: Autor

Como ponto de partida para o MTV, adotou-se o modelo proposto por Granja et al. (2009), apresentado na Figura 4-2 (página 73). Analisando a pesquisa de mercado, observou-se que alguns atributos de projeto se relacionavam com atributos de valor que não eram elencados pelo modelo adotado. Assim, o modelo proposto por Granja et al. (2009) precisou ser adaptado, buscando uma melhor adequação ao novo contexto analisado.

Para isso, juntamente com a Especialista I, fez-se a inserção de duas novas categorias no modelo: Valores ambientais; e Valores psicológicos. As duas novas categorias fazem parte do quadrante "Percepções socioculturais", que passou a se chamar "Percepções socioculturais e ambientais". Além disso, no quadrante "Qualidade do ambiente interno" observou-se que o termo qualidade era utilizado em alguns casos para situação de conforto. Assim, os termos foram alterados para evitar confusão quando comparado a outros atributos, como poderia ocorrer entre qualidade visual e aparência.

A categoria Valores ambientais abrange o atributo de valor Sustentabilidade e o atributo Natureza, que anteriormente fazia parte da categoria Valores Culturais. Para a determinação dos atributos de valor que comporiam a categoria Valores psicológicos, buscou-se assessoria com a Especialista II. A assessoria fez-se necessária pois os valores psicológicos identificados não se relacionavam com o uso da unidade habitacional em si, mas sim com a experiência do processo de compra envolvido. Com isso, foram determinados 6 novos atributos de valor que fariam parte da categoria Valores psicológicos.

Após a adaptação do MTV com os novos elementos e categorias, cada atributo de projeto considerado na pesquisa de mercado fornecida pela empresa foi associado ao MTV adaptado,

analisando quais atributos de valor possuíam relação com a assertiva levantada na pesquisa. Por meio da associação, é possível entender, por exemplo, que ao avaliar a importância de escolha do mobiliário da sua residência, o cliente está puxando valores estéticos, de exclusividade e personalidade.

Essa conversão dos atributos de projeto em atributos de valor foi realizada junto à Especialista I, envolvendo, de forma colaborativa, ciclos de discussão e tomadas de decisão.

5.4.2.1 Tratamento estatístico dos dados de atributo de valor

A pesquisa de mercado utilizou a escala *Likert* como instrumento de coleta dos seus dados. Dados coletados por meio dessa escala admitem apenas a ordem de concordância do respondente com relação ao questionamento, não apresentando diretamente um resultado hierarquizado de preferências, o que dificulta a tomada de decisão em relação à previsão de *trade-offs* sob a perspectiva do cliente. Com isso, caso o cliente tenha ponto de vista positivo sobre diversos atributos, fica mais difícil responder questões como: "Qual componente priorizar?"; "O que o cliente prefere mais?". Além disso, os resultados diretamente obtidos por meio do uso de escala *Likert* não conseguem medir questões mais profundas, como motivações e intenções por trás das respostas (FEIJÓ; VICENTE; PETRI, 2020). Para contornar essa questão, foi realizado um tratamento estatístico para hierarquizar os atributos de valor obtidos. O tratamento estatístico utilizado nos atributos de valor foi assessorado pelo Especialista III e realizado no *software* R Studio, versão 4.1.3. Como forma de uniformizar as análises a fim de se obter uma hierarquização dos dados, sob orientação da assessoria estatística, definiu-se que a média seria a medida de tendência central utilizada na análise dos dados para que houvesse o menor impacto analítico nos dados.

Como a escala *Likert* da pesquisa atribuiu valores de 1 a 5, sendo 1 e 5 equivalentes, respectivamente, a "mínima importância" e "máxima importância", a média dos dados serão calculadas para esse limite de escala. Assim, seja n_i o número de vezes que a pergunta teve como resposta o valor i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$), a média de cada atributo de projeto (M_{ap}) avaliado na pesquisa de mercado é dada por:

$$M_{ap} = \frac{\sum_{i=1}^{5} i \,.\, n_i}{\sum_{i=1}^{5} n_i} \tag{5}$$

A fim de classificar e comparar a preferência dos respondentes em relação ao todo, após o cálculo das médias de cada atributo de projeto (M_{ap}), foram estabelecidas notas para cada atributo de valor (N_{av}) do modelo que foi associado à pesquisa. A Equação (6 é utilizada para calcular essas notas.

Por exemplo, se o atributo de valor Sustentabilidade está associado a 5 atributos de projeto da pesquisa, para calcular a $N_{sustentabilidade}$, soma-se os 5 valores de M_{ap} e divide o resultado da soma por 5.

$$N_{av} = \frac{\sum M_{ap}\ associado}{número\ de\ M_{ap}\ considerados} \quad (6)$$

A partir das N_{av} de cada atributo de valor, foi obtida uma proporção (chamada de Índice Geral de Importância - IGI) que mede a importância geral dada pelos respondentes a cada um dos atributos de valor considerados na pesquisa. O cálculo do IGI é apresentado na Equação (7. Hierarquizar os dados preferenciais dos clientes por meio do IGI auxilia na identificação de requisitos que devem ser priorizados, fornecendo base para processos de redução/realocação de custos em funções que são mais relevantes na visão do cliente, promovendo aumento de valor (ARAGÃO, 2014; YOKOTA, 2015; ARAGÃO; HIROTA, 2016; MORAES, 2017).

$$IGI\ de\ cada\ atributo\ de\ valor = \frac{N_{av}\ do\ atributo}{\sum N_{av}} \quad (7)$$

Para o cálculo do intervalo de confiança, a análise do IGI foi realizada utilizando intervalo de confiança *bootstrap*, ajustados com a correção de Bonferroni.

Na presente análise, foi adotado um nível de significância $\alpha = 5\%$, cujo nível de confiança é de 95%. Este valor é comumente utilizado em pesquisas científicas da área de Engenharia e foi definido com base nos valores utilizados em pesquisas anteriores que também avaliaram o valor desejado pelo cliente (GRANJA et al., 2009; KOWALTOWSKI; GRANJA, 2011).

Foram coletadas 5000 “amostras de *bootstrap*” de tamanho 163 a partir das 163 respostas obtidas pelo formulário utilizado na pesquisa de mercado. Esse número de amostras foi escolhido arbitrariamente com base no fato de que o valor “ideal” de replicações de *bootstrap* é igual a infinito, mas devido à capacidade limitada de processamento dos computadores, é comum o uso de pelo menos 1000 replicações, por ser um valor grande o suficiente para gerar boas estimativas na maioria dos casos. Como os dados simulados não são extensos, foi possível a realização de 5000 amostras sem muitos gastos computacionais. A partir delas, todas as estatísticas propostas anteriormente foram calculadas em cada uma das amostras obtidas e, a partir disso, foram construídas as distribuições empíricas dos estimadores. Com isso, foram construídos intervalos de confiança via quantis dessas distribuições, obtidos a partir da utilização da correção de Bonferroni a um nível de confiança de 5%.

5.4.3 Custeio-meta no nível do componente

Esta unidade de análise envolve as atividades de decomposição do produto habitacional em componentes e o relacionamento desses componentes com o valor desejado pelos clientes. Esse relacionamento é realizado com o uso de ferramentas da Metodologia do Valor.

5.4.3.1 Decomposição do produto habitacional em componentes

A literatura relacionada ao custeio-meta sugere a decomposição e discussão de um produto em termos de suas funções. Por meio de discussões entre o pesquisador, o orientador, a banca de qualificação e os profissionais participantes da pesquisa, observou-se uma maior dificuldade de discussão do produto habitacional de construção civil em termos de suas funções. Assim, para eliminar viés que pudessem ser causados por má interpretação, o produto habitacional foi decomposto em componentes. Nesta pesquisa, entende-se por componente a classificação e definição proposta pela Norma de Desempenho, NBR 15.575/2024: “unidade integrante de determinado sistema da edificação, com forma definida e destinada a atender funções específicas” (ABNT, 2024).

O orçamento do objeto de estudo apresenta todos os elementos do produto, associados às suas respectivas unidades de medida, quantidades e custos totais. Frente à quantidade de elementos elencados e objetivando uma melhor organização dos dados, foram realizados agrupamentos para reduzir a complexidade da análise. Isso parte do pressuposto de que as organizações que possam aplicar o método proposto necessitam de rotinas mais rápidas e simplificadas. A decomposição do produto habitacional foi enviada à empresa parceira para ser validada.

Uma vez agrupados e validados, foram definidas funções para cada componente, obedecendo à literatura em termos de que uma função é composta por um verbo e um substantivo. Após a definição das funções, essas foram classificadas em Básicas ou Secundárias; Necessárias ou Desnecessárias; e de Uso ou Estima. As classificações também levam em consideração a literatura existente sobre análise funcional, sendo avaliadas sob a ótica do cliente. Por fim, a partir dos custos de cada componente em relação ao custo total do produto, foram calculados os impactos financeiros de cada componente. Esse impacto financeiro é chamado de consumo de recursos e é expresso em unidade percentual.

5.4.3.2 Matriz de relacionamento

Para estabelecer quais componentes do produto são mais relevantes na visão do cliente, foram associados os dados do valor desejado pelos clientes aos componentes do produto habitacional. Essa

associação foi realizada por meio do *Workshop 1*, com duração de 3 horas e sob a condução da técnica de grupos focais, para preenchimento de uma ferramenta chamada Matriz de relacionamento.

Grupos focais são discussões moderadas entre pessoas que discutem um tópico específico, sob a condução de um moderador (STEWART; SHAMDASANI; ROOK, 2007). O termo focais se refere ao fato de que as discussões giram em torno de um pequeno número de problemas. Apesar da condução dos grupos focais parecer espontânea, ela é cuidadosamente planejada para que o foco da discussão não seja perdido. O uso de grupos focais traz um ambiente mais natural à discussão do que entrevistas individuais, pois as pessoas são encorajadas a interagirem, influenciar e serem influenciadas pelas outras. Isso enriquece a discussão, potencializando os ganhos obtidos por meio do entendimento compartilhado acerca de um assunto. A tomada de decisão acerca do entendimento de um tópico é decidida a partir da exposição dos entendimentos individuais, discussões e, por fim, o entendimento compartilhado (HEVNER; CHATTERJEE, 2010).

O Grupo Focal 1 (GF1) foi composto por 5 participantes que possuem relação direta com o produto estudado. O GF1 envolveu 4 engenheiros civis e 1 arquiteto. A seleção desses profissionais levou em conta a busca por uma composição de grupo com atuações distintas em relação ao produto estudado. Entre os 5 participantes, havia responsáveis pela área de projetos arquitetônicos, projetos complementares, área de mercado e área de inovação. O perfil detalhado de cada participante é apresentado no Apêndice A.

Seguindo as recomendações para condução de grupos focais, o pesquisador atuou como moderador do grupo (HEVNER; CHATTERJEE, 2010). Inicialmente, foi realizada uma breve apresentação da pesquisa, explorando seus problemas e objetivos, seguido da explicação das atividades que seriam conduzidas naquele *workshop*.

Para realizar a atividade de associação, o GF1 foi dividido em dois subgrupos: um com três participantes e outro com dois. A divisão foi realizada de modo que em cada subgrupo houvesse representantes da área de projeto e da área de mercado. Em seguida, foram entregues para cada subgrupo os materiais necessários para realização da atividade: folha em tamanho A2 com a matriz de relacionamento (Figura 5-8), giz de cera nas cores verde e laranja, folha em tamanho A4 com a legenda dos códigos dos componentes e descrição de cada atributo de valor envolvido na etapa.

ATRIBUTOS DE VALOR	IGI	COMPONENTES																																
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG
Manutenção	**6,52%**																																	
Agilidade	**6,52%**																																	
Custos diretos	**6,43%**																																	
Flexibilidade	**6,41%**																																	
Qualidade técnica	**6,24%**																																	
Uso e operação	**6,17%**																																	
Comodidade	**6,09%**																																	
Personalização	**6,03%**																																	
Exclusividade	**6,03%**																																	
Conforto visual	**6,02%**																																	
Segurança psicológica	**6,00%**																																	
Estética	**5,98%**																																	
Sustentabilidade	**5,86%**																																	
Conforto térmico	**5,55%**																																	
Segurança física	**5,02%**																																	
Status	**4,65%**																																	
Função	**4,48%**																																	

Figura 5-8: Matriz de relacionamento

Fonte: Autor

Para preencher a matriz de relacionamento (Figura 5-9), cada componente do produto era analisado de acordo aos atributos de valor desejado pelos clientes, percorrendo todas a linhas e colunas da matriz. Nessa análise, era avaliado se o componente possuía relação ou não com o atributo de valor. Por exemplo, se o componente I (vedações verticais) afeta ou é afetado pelo atributo de valor manutenção (abrange os custos de manutenção do produto), considera-se que existe relação. Caso o subgrupo julgasse que havia relação entre atributo de valor e componente, o espaço correspondente na matriz era pintado na cor verde; se não houvesse relação, o espaço era deixado em branco; e caso não houvesse consenso entre o subgrupo, o espaço era pintado na cor laranja.

Figura 5-9: Preenchimento da matriz de relacionamento

Fonte: Autor

Após os dois subgrupos preencherem a matriz, os resultados foram compartilhados, as divergências foram identificadas, debatidas e consolidadas em uma versão final da matriz de relacionamento, que consolidou o consenso do grupo.

Por meio da matriz de relacionamento consolidada, foram estabelecidos pesos para cada componente, em que os maiores pesos eram atribuídos aos componentes que possuíam maior relação com os requisitos dos clientes. Para a determinação desses pesos, em cada componente (colunas da matriz), onde havia relação com o atributo de valor, foi inserido o valor de IGI do atributo. Posteriormente, em cada componente foi realizado o somatório dos IGIs relacionados.

Os pesos variaram entre 1 e 4, em unidades inteiras. Por meio dos resultados do somatório de cada componente, foram identificados o menor e o maior valor obtidos. Esses valores caracterizam os limites de um intervalo que foi dividido em 4 partes iguais. Assim, os componentes cujo somatório encontrava-se dentro da primeira parte do intervalo, receberam peso 1; os contidos na segunda parte de intervalo, receberam peso 2; os contidos na terceira parte de intervalo, receberam peso 3; e os contidos na quarta parte de intervalo, receberam peso 4.

5.4.3.3 Técnica de MUDGE

A técnica de *Mudge* avalia itens, tendo a finalidade de hierarquizá-los de acordo com as exigências requeridas pelo cliente final (PEREIRA FILHO, 1994). A técnica de *Mudge* foi aplicada para determinar a necessidade relativa de cada componente, identificando os mais desejados pelos clientes. Na etapa anterior, onde foram determinados os pesos, alguns componentes possuem valores próximos de somatórias de IGI, possuindo o mesmo peso. Com a aplicação da técnica de *Mudge*, esses

componentes passam por uma nova análise relacional, desta vez considerando os pesos, resultando numa hierarquização desses componentes.

A realização dessa segunda etapa ocorreu também no *Workshop 1*, envolvendo o mesmo grupo focal GF1. A divisão dos subgrupos permaneceu a mesma e foram entregues para cada subgrupo os materiais necessários para realização da atividade dessa etapa: folha em tamanho A2 com o diagrama de *Mudge* (Figura 5-10), caneta na cor preta e folha em tamanho A4 com a legenda dos códigos dos componentes.

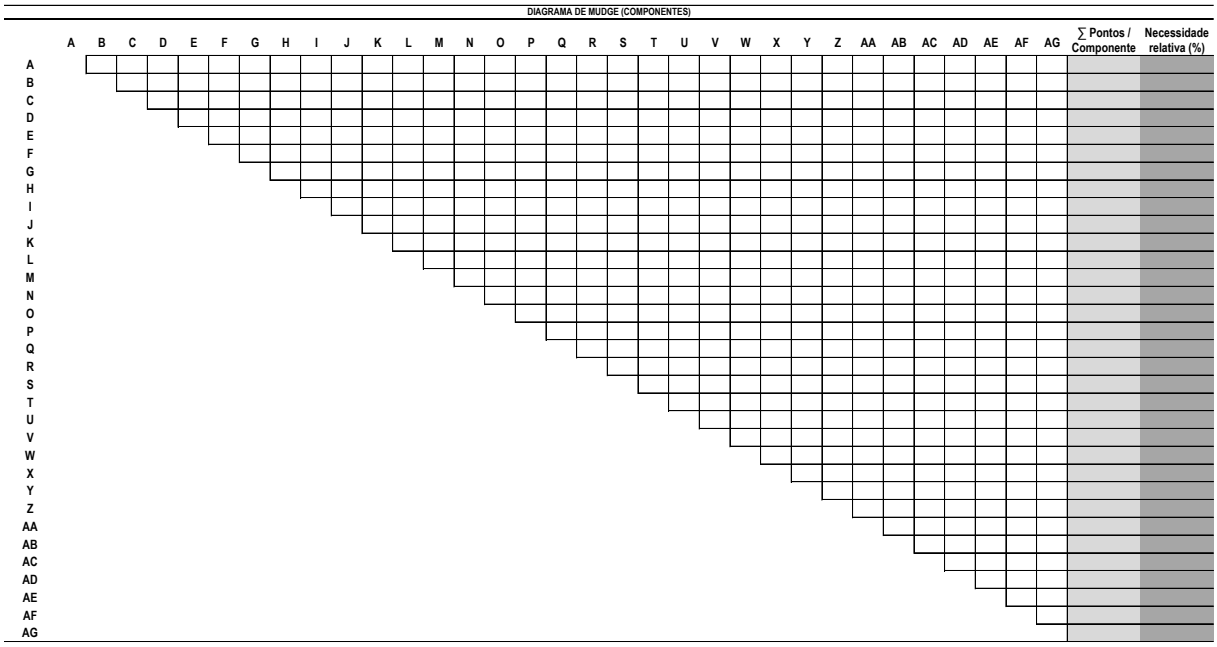


Figura 5-10: Diagrama de *Mudge*

Fonte: Autor

Para preencher o diagrama de *Mudge*, os participantes compararam os componentes do produto par a par, determinando, entre o par comparado, qual componente era o mais importante. Por exemplo, ao comparar os componentes L (muro de divisa) e M (portas), anotava-se no espaço em branco no cruzamento da linha com a coluna do diagrama o código do componente mais importante (L ou M). Todos os espaços da matriz foram preenchidos, até que todos os componentes foram comparados entre si.

Novamente, após os dois subgrupos preencherem o diagrama, os resultados foram compartilhados, as divergências foram identificadas, debatidas e consolidadas em uma versão final do digrama de *Mudge*, que consolidou o consenso do grupo.

Por meio do digrama de *Mudge* consolidado, os componentes foram hierarquizados por ordem de preferência dos clientes, originando a necessidade relativa do componente. Para realizar essa

hierarquização, foram contabilizados o somatório de pontos que cada componente obteve por meio do diagrama. O número de pontos de cada componente foi obtido pela multiplicação de quantas vezes o componente foi escolhido no diagrama de *Mudge* pelo peso desse componente, obtido na matriz de relacionamento. Por exemplo, o número de pontos do componente A foi calculado no cruzamento entre a coluna "∑ Pontos / Componente" e a linha A, contabilizando quantas vezes o componente A apareceu na matriz, multiplicando esse resultado pelo peso do componente A.

Por fim, calculados os pontos de cada componente, foi calculada a necessidade relativa, em percentual, de cada componente. Esse valor foi obtido por meio da divisão entre o número de pontos de cada componente pelo somatório total de pontos dos componentes.

5.4.3.4 Gráfico COMPARE e redução de custos

Determinados o consumo de recursos financeiros e a necessidade relativa de cada componente, os dados foram plotados no gráfico COMPARE. Neste gráfico, cada componente indicado no eixo x possui um par de dados associados no eixo y: o consumo de recursos e a necessidade relativa do cliente. Esses dados são indicados em percentual, de forma que quanto maior for a distância entre eles, maior é o desequilíbrio entre a aplicação de recursos naquele componente e o quanto o cliente o deseja.

A partir do gráfico, foi realizado um segundo encontro com o Grupo Focal 1 para discutir as oportunidades de redução de custos no produto. No *Workshop 2* essas oportunidades foram discutidas individualmente nos componentes que possuíam alocação de recursos financeiros superior à necessidade relativa do cliente. Para cada um desses componentes, foi elaborada uma ficha de oportunidades para gestão estratégica de custos, indicando a redução de custos esperada e as ações propostas para possibilitar esse alcance.

5.4.4 Síntese da coleta de evidências

A Tabela 5-1 sintetiza os contatos e principais fontes de evidência coletadas na condução do Estudo de Caso durante a fase de desenvolvimento.

Tabela 5-1: Contatos e fontes de evidência do Estudo de Caso (continua)

Data	Dur. (h)	Formato	Participantes	Objetivo principal
02/06/2022	1,0	Reunião online	Pesquisador, orientador e CEO da empresa	Apresentação dos pesquisadores e alinhamento dos problemas da empresa com a proposta de pesquisa.

Tabela 5-2: Contatos e fontes de evidência do Estudo de Caso (conclusão)

Data	Dur. (h)	Formato	Participantes	Objetivo principal
06/06/2022	-	E-mail	Pesquisador, orientador e CEO da empresa	Documento de caracterização do objeto de estudo e fornecimento da pesquisa de mercado.
22/11/2022	1,0	Reunião online	Pesquisador, CEO da empresa	Discussão acerca das oportunidades da pesquisa e direcionamentos futuros; Alinhamento da pesquisa com as expectativas da empresa.
23/11/2022	-	E-mail	Pesquisador, orientador, CEO, Diretor de Engenharia e Arquiteto da empresa	Fornecimento de dados acerca dos projetos e orçamento do objeto de estudo.
28/11/2022	-	E-mail	Pesquisador, CEO da empresa	Alinhamento de documentação solicitada pelo Comitê de Ética em Pesquisa.
04/02/2023	-	E-mail	Pesquisador, CEO e Diretor de Engenharia da empresa	Coleta de informações específicas acerca do atual cenário de aplicação do custeio-meta dentro da empresa.
15/02/2023	2,0	Reunião presencial	Pesquisador, Especialista I	Associação da pesquisa de mercado com atributos teóricos de valor desejado pelo cliente.
16/02/2023	1,0	Reunião online	Pesquisador, Especialista II	Discussão acerca dos valores psicológicos envolvidos na pesquisa de mercado fornecida pela empresa.
03/03/2023	1,0	Reunião online	Pesquisador, Especialista III	Discussão acerca do tratamento estatístico aplicado aos dados de valor gerados a partir da pesquisa de mercado.
07/03/2023	-	E-mail	Pesquisador, CEO da empresa	Fornecimento de dados mais específicos acerca da pesquisa de mercado.
07/04/2023	0,5	Reunião online	Pesquisador, Especialista III	Apresentação dos resultados preliminares do tratamento estatístico dos dados de valor.
16/04/2023	-	E-mail	Pesquisador, CEO da empresa	Coleta de informações específicas acerca da composição da pesquisa de mercado.
21/04/2023	0,5	Reunião online	Pesquisador, Especialista III	Apresentação do resultado final do tratamento estatístico aplicado aos dados de valor gerados a partir da pesquisa de mercado.
27/04/2023	1,0	Reunião presencial	Pesquisador, Especialista I	Apresentação e validação do gráfico de IGI gerado a partir do valor desejado pelos futuros compradores de habitações modulares.
31/07/2023	1,5	Reunião online	Pesquisador, CEO da empresa	Apresentação e validação dos resultados parciais da pesquisa.
09/02/2024	3	*Workshop 1* presencial	Pesquisador e Grupo Focal 1	Associação dos atributos de valor aos componentes do produto habitacional
15/05/2024	4	*Workshop 2* presencial	Pesquisador e Grupo Focal 1	Discussão das oportunidades de redução de custos, por componente do produto

Fonte: Autor

5.5 AVALIAÇÃO E CONCLUSÃO

A avaliação de artefatos possibilita o entendimento da sua performance e verifica o seu progresso em relação às soluções anteriores, discutindo esse progresso possibilitado por conexões teóricas (MARCH; SMITH, 1995). Ainda, a avaliação do artefato proposto deve incluir pontos de vista internos e externos, garantindo não só a robustez do artefato final, mas também do seu processo (MARCH; SMITH, 1995; VAN AKEN, 2004).

A assessoria e validação dos especialistas durante a condução do estudo de caso forneceu os pontos de vista internos para validar o processo. Essa avaliação interna, por meio de validações, busca garantir a robustez dos dados e processos utilizados para desenvolvimento do artefato (LACERDA et al., 2013).

Para a avaliação externa, foram utilizados dois mecanismos de avaliação propostos por Hevner et al. (2004): Avaliação observacional e avaliação descritiva. O artefato proposto foi avaliado de acordo com os elementos de avaliação para artefatos do tipo método, definidos por March e Smith (1995):

- Operacionalidade: Capacidade de uso efetivo do método;
- Eficácia: Adaptação da solução desenvolvida ao contexto e necessidades, solucionando as lacunas existentes;
- Generalidade: Possibilidade de aplicação do artefato em diferentes contextos não abordados pela pesquisa;
- Facilidade de uso: Nível de facilidade acerca do entendimento, condução e análise dos resultados do método proposto.

Os avaliadores responderam um questionário eletrônico, semiestruturado, que capturou as informações do perfil do respondente e a sua opinião acerca do artefato desenvolvido, considerando os critérios de operacionalidade, eficácia, generalidade e facilidade de uso. Para cada um dos 4 critérios, o respondente pôde avaliar dando notas entre 0 e 10 e, se desejassem, inserir um comentário acera do critério avaliado.

5.5.1 Avaliação observacional

A avaliação observacional verifica o artefato com profundidade no ambiente de negócios, por meio dos estudos de caso. O objetivo dessa avaliação é validar como o artefato se comportou em um ambiente real (HEVNER et al., 2004).

Para essa avaliação, os 5 participantes do Grupo Focal 1, que participaram ativamente do estudo de caso, foram selecionados para realizar a avaliação.

5.5.2 Avaliação descritiva

A avaliação descritiva busca demonstrar a utilidade do artefato dentro do contexto para o qual foi desenvolvido. Neste contexto, é importante que diferentes pontos de vista sejam considerados (HEVNER et al., 2004).

Para a seleção dos avaliadores participantes da etapa de avaliação descritiva foram considerados os seguintes critérios: profissionais da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), atuantes no mercado de Construção Integrada Modular ou envolvidos diretamente no contexto de industrialização e setor de inovação. Esses critérios visam selecionar profissionais que possam utilizar o artefato em curto e médio prazo. Ainda, buscou-se que esses profissionais, preferencialmente, possuíssem formação acadêmica mínima em nível de mestrado. O critério da formação acadêmica busca uma avaliação que vá além da aderência do artefato ao mercado, considerando também a qualidade do rigor metodológico utilizado no desenvolvimento do mesmo. Com isso, foram entrevistados 9 profissionais com atuação em empresas distintas. O Quadro 5-4 apresenta o perfil dos entrevistados.

Quadro 5-4: Perfil dos entrevistados na avaliação descritiva (continua)

Perfil pessoal e informações profissionais	Formação acadêmica	Local principal de atuação
Possui 34 anos de idade e 14 anos de experiência na indústria da construção. Profissionalmente, atua nas áreas de Construção, consultoria e pesquisa e desenvolvimento (p&d) aplicado principalmente às Construções Integradas Modulares.	Graduação em Engenharia Civil, com mestrado e doutorado em gerenciamento da construção, com foco em CIMs.	Santiago/Chile
Possui 57 anos de idade e 36 anos de experiência na indústria da construção. É Projetista de Estrutura, atuando em estruturas convencionais, pré-fabricadas e racionalizadas de Alvenaria Estrutural e Parede de Concreto. Participou, ao longo da carreira, de diversos projetos de implantação de sistemas construtivos inovadores. Já desenvolveu projetos para mais de 40 construtoras brasileiras.	Graduação em Engenharia Civil.	São Paulo/Brasil
Possui 49 anos de idade e 25 anos de experiência na indústria da construção. Ao longo da carreira atuou como responsável técnico na construção de empreendimentos imobiliários de incorporação e urbanismo, totalizando mais de 5.700 unidades entregues. Atualmente lidera os departamentos de Planejamento, Orçamento e Qualidade, com foco na racionalização dos sistemas construtivos e inovações tecnológicas.	Graduação em Engenharia Civil, com MBA em gestão estratégica e econômica de negócios.	São Paulo/Brasil

Quadro 5-5: Perfil dos entrevistados na avaliação descritiva (conclusão)

Perfil pessoal e informações profissionais	Formação acadêmica	Local principal de atuação
Possui 41 anos de idade e 20 anos de experiência na indústria da construção. No segmento de construção tradicional atuou como engenheiro residente, gerente de contrato e diretor operacional. Atualmente, no segmento de construção integrada modular, atua como diretor técnico, com obras voltadas para o mercado corporativo.	Graduação em Engenharia Civil, mestrado na área de *lean construction* e doutorado com linha de pesquisa sobre Construção Integrada Modular e Princípios *Lean*.	Paraná/Brasil
Possui 59 anos de idade e 38 anos de experiência na indústria da construção. Ao longo da carreira, acumulou larga experiência na implantação e consolidação de sistemas construtivos inovadores, gestão de fábricas e obras industrializadas e gestão de processos e custos.	Graduação em Engenharia Civil. Pós graduação em Engenharia de Produção para Construção Civil. MBA em Gestão de Empresas. Mestre em Construção e, atualmente, Doutorando.	São Paulo/Brasil
Possui 36 anos de idade e 13 anos de experiência na indústria da construção. Possui mais de 12 anos de experiência aplicada em Construção Integrada Modular Offsite no sistema Light Wood Frame, atuando em operações, engenharia e P&D. Atuou como engenheiro de processos na primeira fábrica com produção em escala de habitações no Brasil e foi engenheiro residente da primeira obra de prédios multifamiliares em madeira no Brasil. Participou de missões internacionais de benchmarking em sistemas industrializados nos EUA, Canadá, Chile, Alemanha, Inglaterra, Escócia, Suécia e Japão.	Engenheiro Industrial Madeireiro e Engenheiro Civil. MBA em Gestão de Projetos. Especialista em Lean Manufacturing e Negócios na Indústria 4.0.	Paraná/Brasil
Possui 27 anos de idade e 04 anos de experiência na indústria da construção. Atuou na gestão comercial e processos industriais da Indústria do Agronegócio; na área de engenharia civil e manutenção em Indústria Farmacêutica; e na área de supervisão de operações supply chain em bioenergia. Atualmente, atua na gestão comercial em empresa da Construção Integrada Modular.	Graduada em Engenharia Civil; Pós graduanda nos cursos de LSF & LWF e Construção Offsite.	Goiás/Brasil
Possui 36 anos de idade e 14 anos de experiência na indústria da construção. Atuou na área de projetos e consultoria para vedações e revestimentos; como coordenador de Engenharia e Inovação e como gerente de Obras e Gerente de Projetos em uma das principais empresas de Construção Integrada Modular do Brasil.	Graduado em Engenharia Civil; MBA em Gestão de Projetos.	Santa Catarina/Brasil
Possui 12 anos de experiência na indústria da construção, atuando com materiais, compras, planejamento, orçamento, métodos construtivos, segurança, gestão e inovação. Atualmente, é sócio diretor da área de engenharia de empresa que fornece soluções modulares para moradia.	Graduado em Engenharia Civil, com pós graduação na área de gerenciamento de projetos.	São Paulo/Brasil

Fonte: Autor

A avaliação, realizada por cada um dos profissionais, ocorreu por meio de entrevistas semiestruturadas[12] que envolveram três etapas em seu planejamento:

- **Preparação:**
  - Elaboração de apresentação, em formato de slides, resumindo o contexto de aplicação da pesquisa, os objetivos, as principais teorias envolvidas, os principais resultados obtidos no estudo de caso e a consolidação final do artefato.
- **Agendamento:**
  - O agendamento das entrevistas ocorreu por meio do contato via e-mail, LinkedIn ou aplicativos de mensagem.
- **Realização:**
  - Conforme a agenda dos entrevistados, as entrevistas ocorreram de forma on-line, utilizando o aplicativo de videoconferência Google Meet (Figura 5-11). As entrevistas ocorreram entre os meses de março e maio de 2024.
  - A entrevista foi organizada com a seguinte sequência: Apresentação do pesquisador e breve explicação do que era a pesquisa, apresentação dos slides e conversa com o entrevistado acerca do método apresentado, coletando opiniões qualitativas acerca do artefato desenvolvido.
  - Ao final da entrevista, que teve duração média de 30 minutos, foi enviado o questionário eletrônico de avaliação para o entrevistado.

Para compor a avaliação descritiva final do método, as notas atribuídas pelos profissionais a cada critério foram computadas, tabuladas e avaliadas por meio da sua média e desvio padrão.

[12] A entrevista semiestruturada consiste em um modelo de entrevista flexível. Ela possui um roteiro prévio, mas abre espaço para que o entrevistado faça perguntas fora do que havia sido planejado. Dessa forma, o diálogo entre o entrevistado e o pesquisador se torna mais natural e dinâmico.

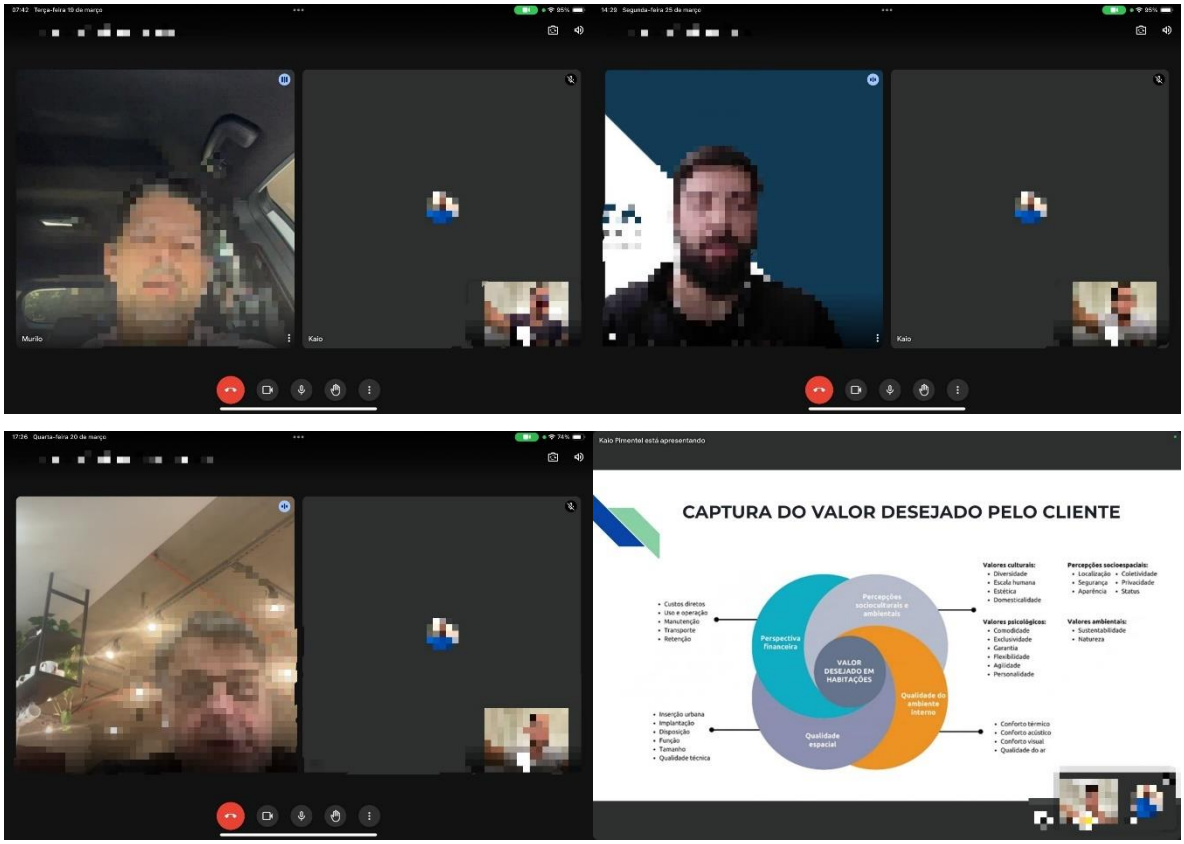


Figura 5-11: Entrevistas de avaliação com profissionais

Fonte: Autor

6 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa, originados do desenvolvimento e aplicação das etapas propostas pelo método de pesquisa. Inicialmente, são apresentados os resultados da etapa de conscientização do problema de pesquisa e sugestão. Em seguida, são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação do método no Estudo de Caso. Posteriormente, o método é apresentado formalmente, fornecendo diretrizes para a sua adoção. Finalmente, o capítulo termina apresentando o resultado das avaliações a que o método foi submetido.

6.1 CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA E SUGESTÃO

Os resultados gerados a partir da etapa de conscientização do problema são apresentados no Capítulo 1, que explicitam a contextualização do estudo, problema de pesquisa e objetivos. Por meio desses resultados, definiu-se como atores interessados no artefato a ser desenvolvido as empresas construtoras e incorporadoras de Construções Integradas Modulares que necessitam reduzir os custos de seus produtos, sem reduzir a entrega dos requisitos dos clientes.

Os resultados do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) foram comunicados por meio da publicação de um artigo em um dos principais congressos brasileiros da área de gestão e economia da construção (OLIVEIRA; SILVA; GRANJA, 2023). Para efeitos de avaliação, os resultados do MSL foram validados pela revisão por pares para publicação do artigo.

No total, a amostra final foi composta por 25 trabalhos. A Figura 6-1 sistematiza o processo de seleção e seus resultados.

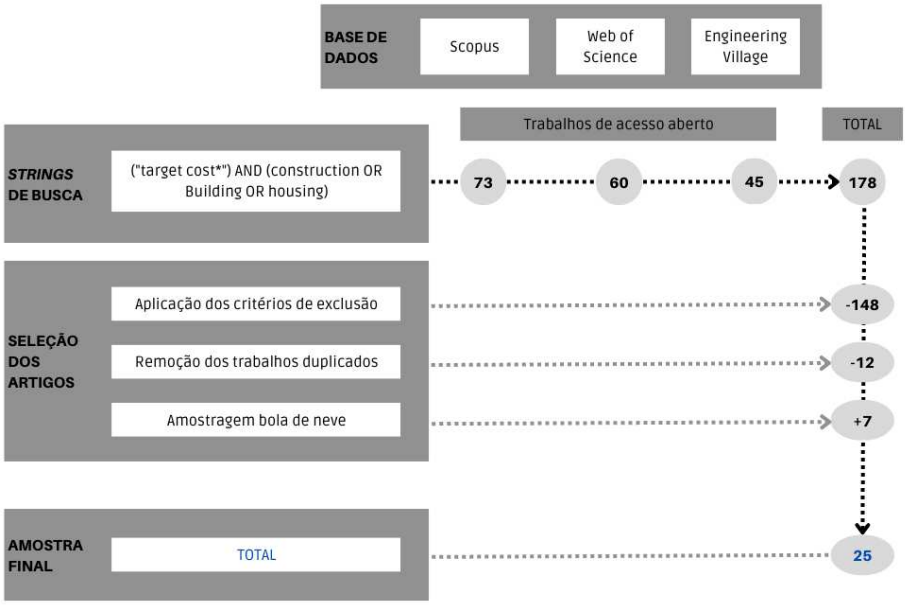


Figura 6-1: Processo de seleção do MSL e resultados

Fonte: Oliveira; Silva; Granja (2023)

Os dados amostrais foram analisados e sintetizados. A seguir, serão apresentados os principais resultados derivados da etapa.

O cruzamento de dados entre os níveis do Custeio-Meta, métodos de pesquisa utilizados e tipos de publicação permitem um olhar mais detalhado na caracterização da abordagem do CM que considera todos os níveis de aplicação, que é o interesse principal desta pesquisa, visto a busca por aplicações sistêmicas. Por meio da Figura 6-2, é possível observar que os trabalhos que trazem uma abordagem sistêmica do Custeio-Meta utilizam predominantemente estudos de caso como método de pesquisa e publicam seus resultados por meio de artigos de congresso e artigos de revista. Observa-se, também, que a *Design Science Research* (DSR) é o segundo tipo de método mais utilizado, sobretudo nos estudos sistêmicos publicados por meio de dissertações e teses. Com isso, reforça-se a coerência do método de pesquisa adotado no presente estudo.

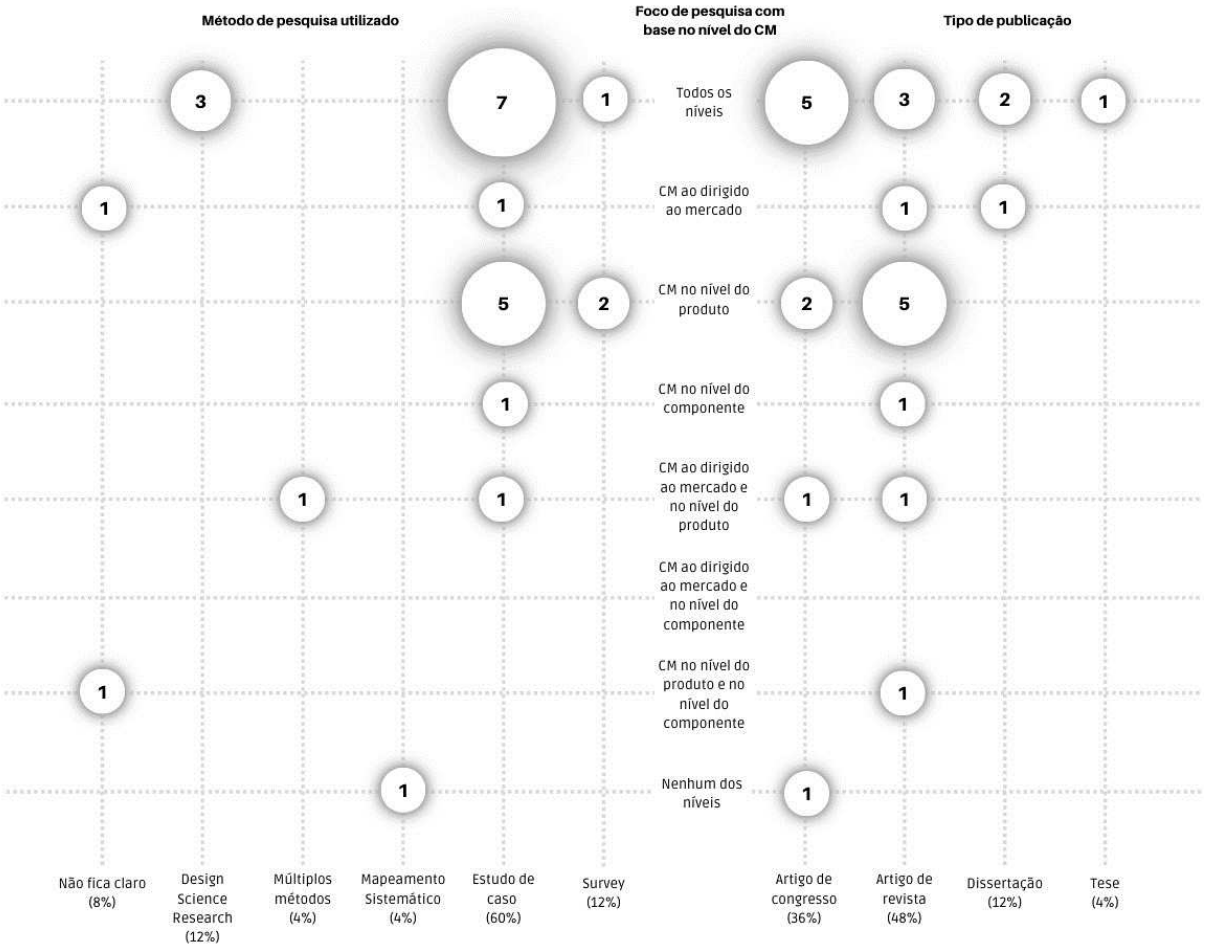


Figura 6-2: Gráfico bolha relacional de focos de pesquisa

Fonte: Oliveira; Silva; Granja (2023)

Cada trabalho da amostra foi analisado e relacionado ao processo de aplicação do CM proposto por Cooper e Slagmulder (1997). Para cada etapa do processo que o trabalho analisado considerava, foi atribuído 1 ponto para a etapa. Ao final da análise amostral, as pontuações de cada nível foram somadas para apresentar um panorama por nível. O resultado deste processo é apresentado na Figura 6-3 e permite uma melhor caracterização de lacunas de pesquisa e direcionamento de estudos posteriores.

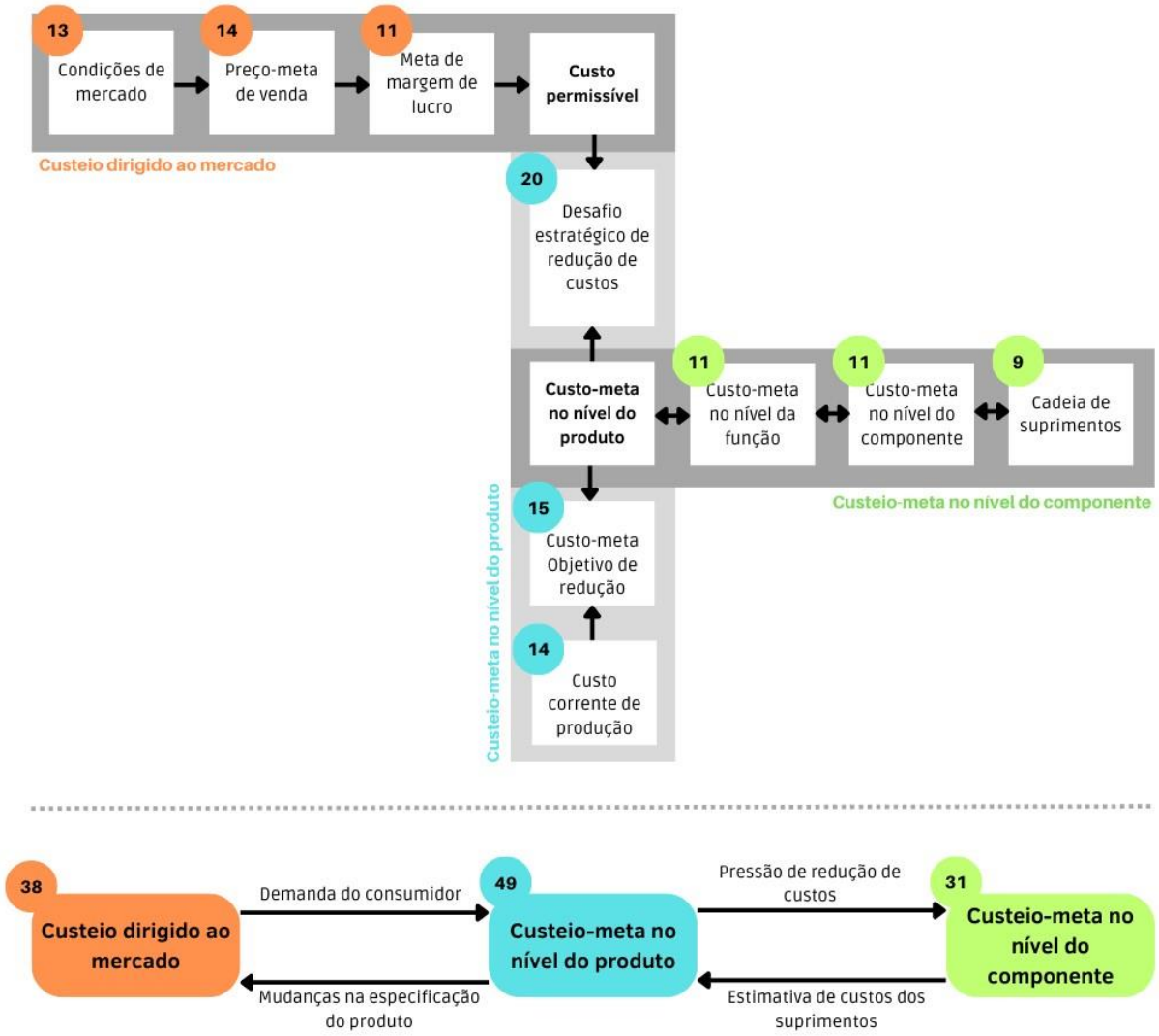


Figura 6-3: Relacionamento amostral com o processo do CM

Fonte: Oliveira; Silva; Granja (2023)

De forma geral, os trabalhos desenvolvidos acerca do custeio-meta na construção concentram a abordagem no nível do produto, principalmente na área de desafios estratégicos para a redução de custos. Marginalmente, há uma concentração no nível do mercado e, apesar de um bom número de pesquisas considerar os requisitos dos clientes como *input* do processo, a definição de meta de margens ainda se mostra carente, o que pode gerar uma aplicação que busca reduções de custo sem objetivos claros e definidos. Por último, o nível do componente é o que necessita de maior desdobramento de estudos, sobretudo quando se trata de integração com a cadeia de suprimentos. Essa lacuna pode ser relacionada com o número de componentes envolvidos nos produtos da construção e com a complexidade relacional entre a cadeia de suprimentos para alcançar reduções de custo justas e que não gerem prejuízos às partes envolvidas.

Em relação às áreas de aplicação, observou-se predominância de uso do CM nos processos de custeio em construções habitacionais com métodos construtivos tradicionais, caracterizando uma lacuna de aplicação em outras áreas, como infraestrutura e em construções que empregam métodos construtivos com maior grau de industrialização, onde pressupõe-se maior similaridade relacional do processo de desenvolvimento de produto com as manufaturas precursoras na aplicação do CM, como a indústria automobilística. Essa proximidade entre contextos pode aumentar a efetividade da aplicação do sistema de custeio. Os resultados obtidos direcionaram o foco da pesquisa para uma área em que lacunas de conhecimento foram identificadas.

Os 11 trabalhos que abordavam o CM de forma sistêmica, ou seja, considerando os seus 3 níveis de aplicação, foram analisados. A partir dessa análise, identificou-se dois estudos que exploravam a gestão de custos em Habitação de Interesse Social (HIS) no processo de desenvolvimento de produto: um proposto por Yokota (2015) e outro proposto por Moraes (2017). Apesar desses estudos serem desenvolvidos em um contexto diferente do desta pesquisa, identificou-se que os elementos teóricos utilizados poderiam ser tomados como base para condução da presente pesquisa, realizando as adaptações necessárias. Ambos levantaram os requisitos dos clientes, relacionaram esses requisitos com o custo do produto e levantaram partes do produto que não agregavam valor na visão do cliente utilizando ferramentas da MV. O estudo de Yokota (2015) objetivou a redução de custos em HIS, sem degradação dos requisitos dos clientes. Posteriormente, Moraes (2017) aplicou essas diretrizes, porém com foco na realocação de custos dentro do produto de HIS. Ainda, Moraes (2017) consolidou essas diretrizes na forma de passos, por meio de um artefato do tipo método.

Finalmente, como o contexto da presente pesquisa é o de mercado imobiliário de CIMs, levou-se em consideração também a conexão teórica com os elementos apresentados no modelo para implementação do TVD em mercado imobiliário de unidades para venda, proposto por Oliva, Granja e Picchi (2023), e apresentado na **Figura 3-6** da página 66.

Assim, adotou-se como elementos teóricos os conceitos abordados pelo CM, MV e TVD; as técnicas de desenvolvimento e avaliação colaborativas de artefatos, como *workshops*, grupos focais e entrevistas; e ferramentas da MV como Matriz de relacionamento, Diagrama de MUDGE e gráfico COMPARE.

6.2 DESENVOLVIMENTO

Esta seção apresenta os resultados das atividades desenvolvidas na etapa de desenvolvimento do artefato. O foco das discussões concentra-se nas Unidades de análise II e III (custeio dirigido ao

mercado e custeio-meta no nível do componente). O menor enfoque para a Unidade de análise I (custeio-meta no nível do produto) se dá pela notável quantidade de estudos focados nessa área, o que reduz a lacuna de conhecimento nessa unidade, conforme apresentado na seção 6.1. Ainda, foram utilizadas diretrizes e conceitos do TVD, sobretudo no que diz respeito à colaboração entre envolvidos.

A seguir, serão discutidos, por unidade de análise, os resultados da aplicação, discussão, adaptação e refinamento dos elementos teóricos adotados.

6.2.1 Custeio-meta no nível do produto

Apesar da literatura de base considerar elementos relacionados ao custeio-meta no nível do produto, os artefatos que foram anteriormente desenvolvidos não apresentaram passos para definição do custo-meta do produto (MORAES, 2017). Esta etapa precisa ser explicitada, visto que é preciso definir e conhecer o custo-meta do produto para que as ações tomadas tenham um objetivo claro para toda a empresa (COOPER; SLAGMULDER, 1997).

De acordo com a literatura, antes de calcular o custo-meta é preciso calcular o custo permissível do produto. Não foi obtido acesso às informações necessárias para calcular o custo permissível, pois o parâmetro de “margem de lucro esperada” é informação sigilosa e não foi apresentado ao pesquisador. A empresa optou por fornecer os parâmetros para cálculo direto do custo-meta.

Por meio do orçamento da Unidade Habitacional (UH) fornecido pela empresa parceira, foi possível determinar o custo corrente de produção do produto (R$ 1.430.176,88). A partir das reuniões de alinhamento de desenvolvimento da pesquisa, a empresa informou que, com base nos seus objetivos estratégicos, é almejada uma meta de redução de custo (*cost gap*) média de 17% (R$ 243.130,07). Com isso, o custo-meta da empresa é de R$ 1.187.046,81. A Figura 6-4 consolida o objetivo da empresa.

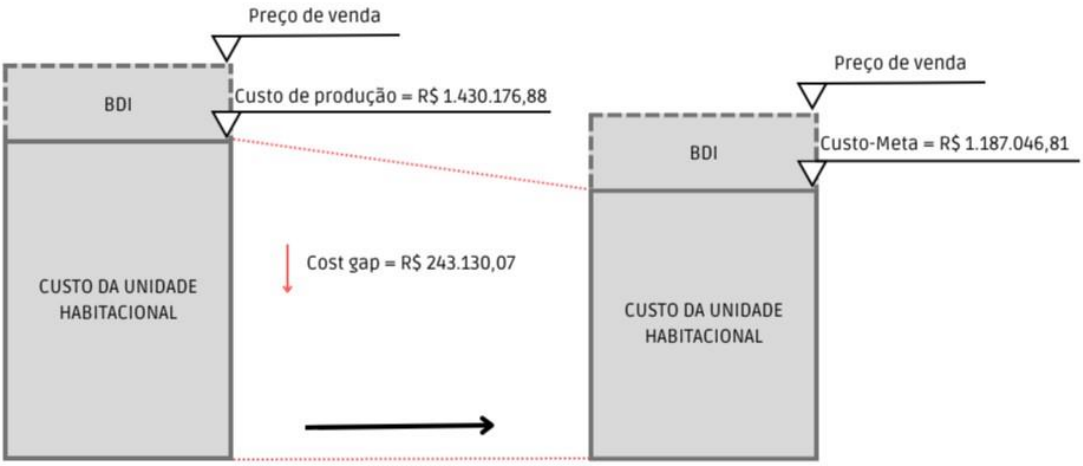


Figura 6-4: Meta de redução de custos do produto

Fonte: Autor

Para definir o *cost gap*, a empresa informou que levou em consideração a análise do que o produto entregava em relação ao seu custo; a análise do produto em relação a produtos similares; e a identificação de partes do produto que possuíam *over engineering*[13]. Os fatores considerados estão alinhados com as externalidades do TVD, propostas por Oliva, Granja e Picchi (2023), para definição do custo-meta de produtos imobiliários: Análise do preço de mercado e Análise de produtos similares. Ainda, apesar da empresa não ter fornecido abertamente a margem de lucro esperada, pressupõe-se que esse parâmetro também foi considerado na definição do *cost gap*.

Para que o custo-meta seja alcançado, a rediscussão dos custos ocorrerá nos componentes do produto que agregam menos valor ao cliente final, com base em seus requisitos. Esses requisitos serão discutidos na próxima seção.

6.2.2 Custeio dirigido ao mercado

Nesta unidade de análise serão apresentados os resultados das atividades de captura dos requisitos dos usuários de CIM, por meio do valor desejado por potenciais clientes. A análise de requisitos para subsidiar as discussões acerca do produto é um dos elementos propostos pelo TVD quando essa unidade de análise é abordada (OLIVA; GRANJA; PICCHI, 2023). Literaturas anteriores capturaram o valor desejado pelos clientes por meio de avaliação pós ocupação com usuários, seguido de

[13] Projeto de produto mais robusto do que o necessário para a sua aplicação.

procedimento estatístico para cálculo de uma métrica chamada Índice Geral de Importância (IGI). Esse procedimento foi aplicado tanto por Yokota (2015), como por Moraes (2017).

Durante o desdobramento dessa unidade de análise, observou-se que não havia quantidade relevante de habitações modulares entregues na localidade de desenvolvimento deste estudo. Por este motivo, realizar uma coleta de dados por meio de avaliação pós ocupação, como indicado na literatura de base, mostrou-se inviável. Diante disso, foi utilizada a base de dados da empresa para levantamento do valor desejado pelo cliente de CIMs. Os dados dessa base de dados, que avaliaram atributos de projeto, foram convertidos em atributos de valor.

Primeiro, estabeleceu-se um modelo teórico de valor (Figura 6-5) para que os dados da pesquisa de mercado pudessem ser relacionados. Esse modelo foi adaptado de literaturas anteriores para que se adequasse ao contexto de CIM. As características consideradas em cada atributo de valor presente no modelo estão descritas no Apêndice B. Essas características servirão de base conceitual para o desenvolvimento das etapas seguintes.

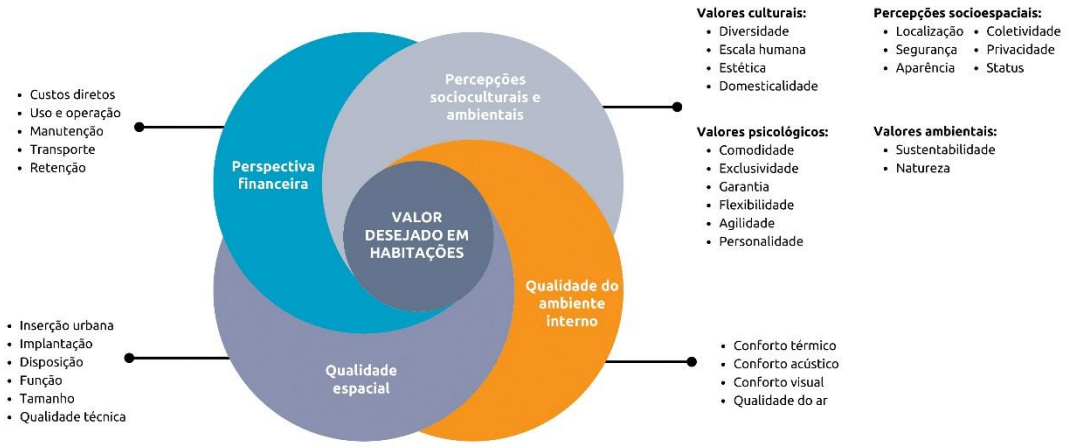


Figura 6-5: Modelo teórico de valor

Fonte: Adaptado de Granja et al. (2009)

Este modelo teórico de valor (MTV) serve de base não só para essa pesquisa, mas também para o desenvolvimento e processos de melhoria dos atributos que serão avaliados em novas pesquisas de mercado que venham a ser realizadas. O MTV desenvolvido, em relação aos demais presentes na literatura, avança em termos da consideração de atributos de valor ligados a fatores psicológicos. Esses fatores não são importantes apenas em habitações modulares, mas em produtos habitacionais de uma maneira geral. Com isso, é possível a generalização do modelo para contextos habitacionais diferentes do de CIMs, visto a amplitude dos valores contemplados por ele. Caso necessário, o modelo pode ser adaptado ao novo contexto no qual será aplicado, incorporando melhorias, assim como foi realizado nesta pesquisa.

Para realizar a conversão dos atributos de projeto, levantados pela pesquisa de mercado, em atributos de valor, os atributos de projeto foram associados ao MTV. A Figura 6-6 ilustra um recorte da associação. Para manter a privacidade da pesquisa de mercado da empresa, a associação não será apresentada na íntegra.

Atributo de projeto avaliado com os participantes	Grau de importância (1-5)					Grupo geral	Grupo/atributo de valor associado		
	1	2	3	4	5				
Escolher os kits de ARMÁRIOS PLANEJADOS de sua casa	0	3	18	40	102	MOBILIÁRIO	Percepções socioculturais e ambientais - Estética	Percepções socioculturais e ambientais - Psicológico - Exclusividade	Percepções socioculturais e ambientais - Psicológico - Personalização
Escolher os MÓVEIS para a sua casa, a partir de um menu	4	11	19	41	88				
Escolher os ELETRODOMÉSTICOS para a sua casa, a partir de um menu	8	15	24	41	75				
Sistema de REUSO DE ÁGUA DE CHUVA para a rega do jardim, lavagem de carro, da calçada e de áreas externas	3	6	20	36	98	REÚSO DE ÁGUAS PLUVIAIS	Perspectiva financeira - Uso e operação	Percepções socioculturais e ambientais - Sustentabilidade	
Sistema para GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, A PARTIR DE PLACAS FOTOVOLTAICAS	1	8	17	33	104	ENERGIA SOLAR	Perspectiva financeira - Uso e operação	Percepções socioculturais e ambientais - Sustentabilidade	
Kit de TOMADA COM CARREGADOR PARA CARRO ELÉTRICO	27	18	35	38	45	CARREGADOR DE CARRO ELÉTRICO	Percepções socioculturais e ambientais - Sustentabilidade	Percepções socioculturais e ambientais - Status	
Abertura digital ou biométrica da PORTA DE ENTRADA	13	18	40	38	54	ABERTURA BIOMÉTRICA	Qualidade espacial - Função	Percepções socioculturais e ambientais - Status	Percepções socioculturais e ambientais - Segurança física

Figura 6-6: Associação dos atributos de projeto da pesquisa de mercado com os atributos de valor modelo teórico de valor

Fonte: Autor

Como exemplo, o atributo de projeto “sistema de reuso de água da chuva”, considerado na pesquisa de mercado, se associa ao atributo de valor “uso e operação”, dentro da perspectiva financeira do modelo teórico de valor. Com isso, quando o cliente avalia a importância de um sistema de reuso de águas pluviais para ele, o valor desejado está atrelado ao custo de uso e operação da edificação, mais especificamente na redução de gastos com contas de água. Assim, caso haja uma avaliação positiva, pode-se extrapolar o resultado da resposta, entendendo que outros itens que reduzam o custo de uso e operação da edificação, além do sistema de reuso de águas pluviais, são de interesse do cliente e vão alcançar um valor desejado por ele, trazendo satisfação. No exemplo, foi considerado também a parcela de clientes que vê o sistema de reuso de água da chuva não só sob a perspectiva financeira, mas também como um valor ambiental de sustentabilidade. Para este atributo, também segue a mesma lógica de análise. Desta forma, em tomadas de decisão futuras, itens que não foram considerados na pesquisa de mercado podem ser julgados de acordo às percepções do cliente, com base no valor desejado.

A pesquisa de mercado fornecida pela empresa parceira foi aplicada em uma situação de pré-compra. Com isso, a associação dos dados da pesquisa com os atributos de valor do MTV permitiu o levantamento do valor desejado pelo cliente de CIMs. O tratamento estatístico desenvolvido com os dados associados permitiu que os atributos de valor desejado fossem hierarquizados, fornecendo, assim, uma ordem de preferência dos clientes, com base na métrica Índice Geral de Importância (IGI). Essa métrica é a mesma utilizada em estudos anteriores (YOKOTA, 2015; MORAES, 2017). Converter

atributos de projeto (objeto da pesquisa de mercado) em atributos de valor permite uma análise mais ampla das preferências dos clientes, ampliando a sua utilização como base para tomada de decisão em relação aos ajustes de projeto e criação de soluções inovadoras. O valor desejado pelo cliente de edificações modulares, resultado da conversão e tratamento estatístico, é apresentado na Figura 6-7. Ressalta-se que o valor desejado tem como base os clientes da pesquisa de mercado, cujo perfil é detalhado no Apêndice C. Esses resultados podem ser utilizados em outros contextos, desde que o perfil dos clientes tenha a mesma caracterização do perfil dos clientes desta pesquisa.

Os atributos de valor desejado pelos clientes foram obtidos por meio de conversão. Os dados de entrada dessa conversão foram fornecidos por uma pesquisa de mercado, que a empresa já possuía. Em seguida, os dados dessa pesquisa foram associados a um modelo teórico de valor. Com isso, na associação, nem todos os atributos de valor do MTV puderam ser alcançados, visto que a pesquisa de mercado foi anteriormente desenvolvida pela própria empresa e não foi originada considerando todos os atributos do MTV. Isso caracteriza uma limitação nos resultados destes atributos e perfaz um fator limitante à sua utilização. Porém, o processo de conversão dos dados de pesquisa de mercado em atributos de valor visa justamente possibilitar que dados relevantes que já foram capturados pelas empresas com seus potenciais clientes possam servir de entrada para os processos internos de processo de desenvolvimento do produto com maior base conceitual. Assim, a qualidade dos IGIs gerados é diretamente condicionada à qualidade da coleta dos dados fornecidos. Com isso, cabe apontar que em novas pesquisas de mercado ou atualizações da coleta de opiniões, devem ser incorporadas questões relacionadas aos atributos do MTV que não foram considerado. Isso traz maior eficácia no uso dos resultados e reduz os riscos de não atingir valores importantes que não puderam ser capturados. Ainda, caso a empresa ainda não possua uma pesquisa de mercado, recomenda-se que uma nova pesquisa deve ser elaborada de forma que as questões estejam relacionadas a cada um dos atributos de valor do MTV.

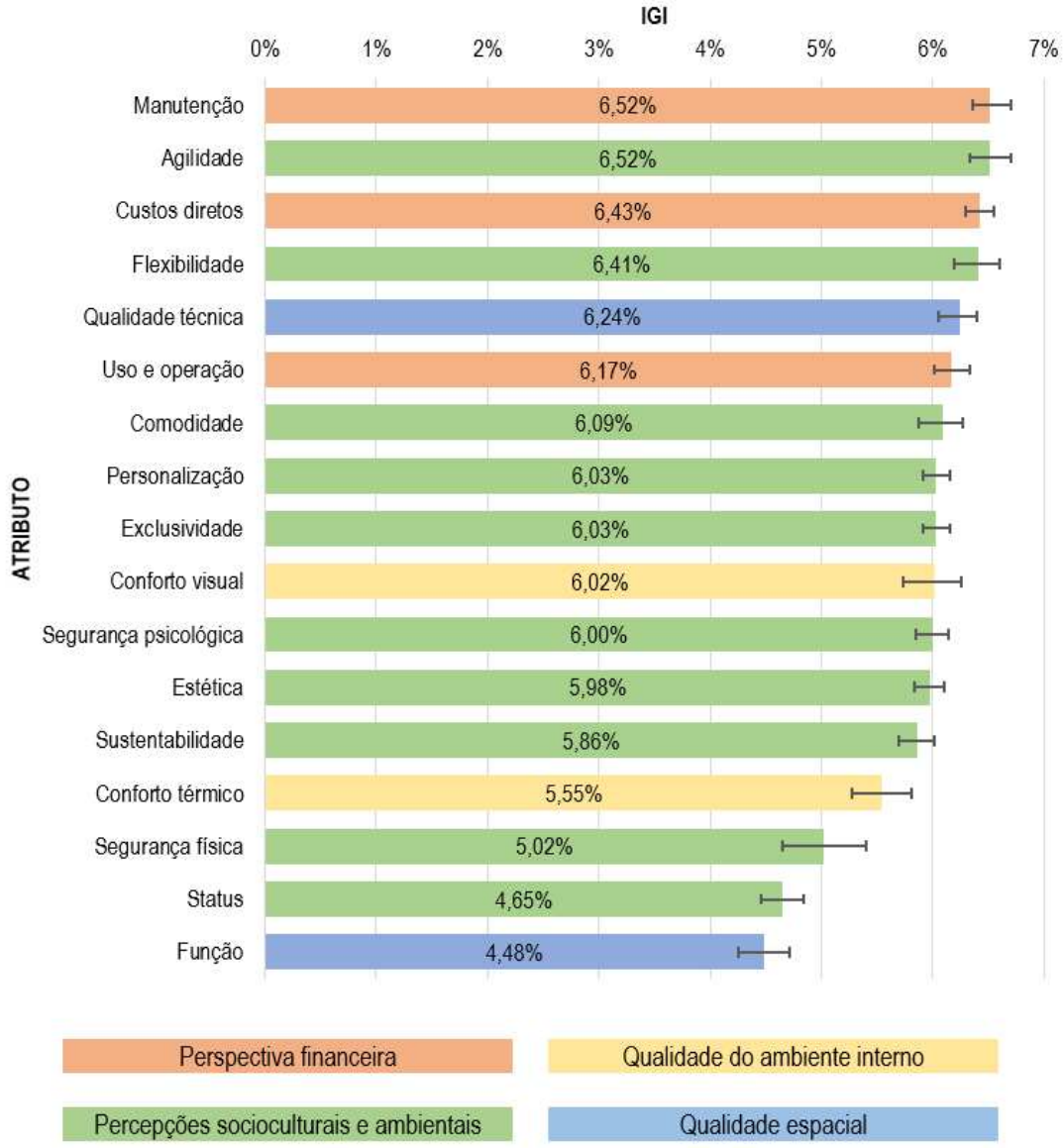


Figura 6-7: Índice Geral de Importância (IGI) dos atributos de valor

Fonte: Autor

Com base nos dados coletados no estudo de caso, para os potenciais clientes de edificações modulares, ter menores custos de manutenção e receber o produto adquirido o mais breve possível são os elementos mais importantes. Próximo a essas duas questões, o cliente também possui notável interesse em ter menores custos diretos com a compra do produto e ter a possibilidade de realizar modificações futuras sem comprometer grande parte da edificação (valor flexibilidade). De forma contrária, os clientes enxergam uma menor importância na possibilidade de dar outros usos para suas edificações (valor função) e demonstrarem materialmente a sua posição na sociedade, por meio do conceito de *status*.

Um ponto de atenção é o atributo segurança física, que tem ocupado as primeiras posições em outras pesquisas publicadas, e está localizado nas últimas posições. Uma possibilidade pode estar associada ao fato que as Unidades Habitacionais do estudo de caso serão construídas dentro de condomínio fechado, o que já induz no cliente uma sensação de segurança física, permitindo que ele avalie mais criticamente outros atributos desejados. Outra possibilidade é que a pesquisa de mercado foca na avaliação da Unidade Habitacional em si e não no entorno dela, o que pode reduzir a existência de itens relacionados à segurança física. Com isso, empresas que possuam contexto semelhante e sejam futuras utilizadoras desses IGIs, caso identifiquem que o produto não seja inserido em locais que forneçam a mesma condição de segurança, devem considerar esse atributo com elevada percepção, em sintonia com estudos anteriores que assim apontam.

A vasta quantidade de atributos relacionados às percepções socioculturais e ambientais, sobretudo valores psicológicos, reforçam a ideia de que o cliente não se preocupa somente com o produto adquirido em si, mas também com o processo envolvido desde a aquisição até a entrega.

O modelo de preferência gerado embasa a tomada de decisão acerca de processos de desenvolvimento de novos produtos, melhoria de produtos existentes e desenvolvimento de ações relacionadas ao uso, operação e manutenção da edificação (GRANJA et al., 2009; KOWALTOWSKI; GRANJA, 2011; HENTSCHKE et al., 2021). Com isso, as decisões envolvidas por esses processos não perdem de vista o valor desejado pelo cliente, reforçando a entrega de produtos e componentes que não degradam a qualidade e funcionalidade esperada pelos clientes. As ações desenvolvidas podem combinar valores desejados, potencializando ainda mais a entrega de valor no produto habitacional. Por exemplo, podem ser desenvolvidos atributos de projeto relacionados à entrega de comodidade (7ª posição do modelo de preferência), mas que não sejam onerosos em termos de custos manutenção, uso e operação (1ª e 6ª posição do modelo de preferência, respectivamente).

A abstração promovida pelo uso de atributos de valor no modelo de preferência é proposital e diferencia este modelo dos demais fornecidos na literatura, que normalmente apresentam a preferência em termos de atributos de projeto. De acordo com Csillag (1995), os estudos relacionados às técnicas de criatividade comprovam que aumentar a abstração por meio do valor, minimiza os bloqueios de pensamento criativo causados pela forma física ou conceito existente de um produto. A maior abstração, por sua vez, remove esses bloqueios de visualização e fornece oportunidades relevantes de pensamento criativo para promover a entrega daquele determinado valor (CSILLAG, 1995). Ainda, o modelo de preferência gerado contribui com outras pesquisas ao passo que sistematiza o processo de captura e tratamento dos atributos preferenciais dos clientes, que são entradas exigidas em diversos processos de agregação de valor em produtos habitacionais (ANDRADE et al., 2022; CARVALHO; SCHEER, 2022).

A Figura 6-8 fornece uma visão mais ampla em relação às tendências preferenciais dos potenciais clientes de habitações modulares, de acordo com os 4 quadrantes do modelo de valor teórico adotado. Para essa visualização, foi calculada uma média dos atributos de cada quadrante.

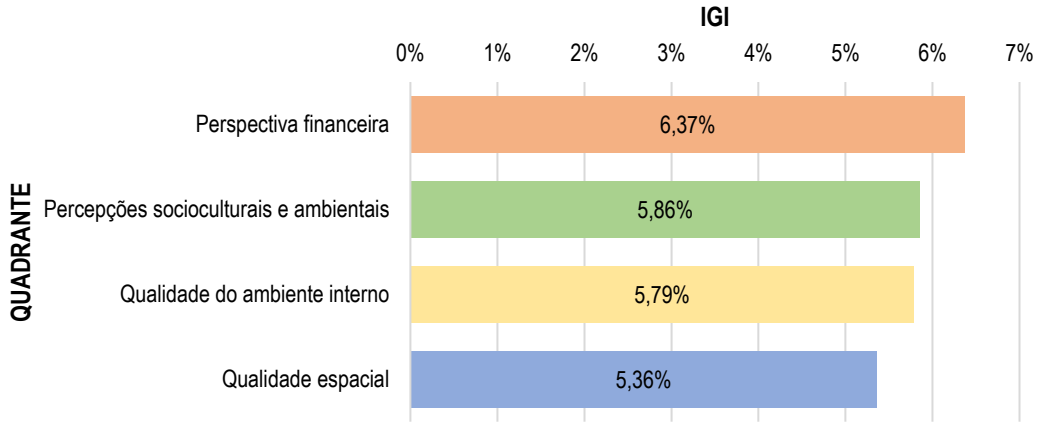


Figura 6-8: Índice Geral de Importância (IGI) por quadrante

Fonte: Autor

De forma geral, os potenciais clientes mostram maior grau de valorização em atributos relacionados à perspectiva financeira, sobretudo no custo de aquisição e nos custos manutenção, uso e operação da residência. Atributos relacionados às percepções socioculturais e ambientais são o segundo grupo mais valorizado pelos clientes, principalmente em termos de valores psicológicos associados. Em terceiro lugar, a qualidade do ambiente interno se mostra relevante para o cliente e, em última posição, atributos relacionados à qualidade espacial. Essa colocação abaixo dos outros dois quadrantes não pode ser observada como uma desvalorização da qualidade pelo cliente, até porque os valores de IGI dessas categorias não estão tão distantes das demais. Esse comportamento pode ser interpretado pela ótica de que o cliente, cada vez mais exigente em relação ao produto que recebe, considera a qualidade um item essencial e não um diferencial, enxergando os atributos de qualidade como obrigação de entrega. Ainda assim, questões térmicas e lumínicas são apontadas como atributos desejados relevantes, bem como é reforçada a qualidade técnica, dentre as demais.

Conhecidos os requisitos do cliente, em termos do valor desejado, é preciso viabilizar o custo-meta do produto com base nos requisitos do cliente. A seção a seguir abordará esse processo.

6.2.3 Custeio-meta no nível do componente

Nesta unidade de análise serão apresentados os resultados das atividades de decomposição do produto habitacional em componentes e o relacionamento desses componentes com o valor desejado

pelos clientes. Em relação às literaturas anteriores, no estudo de caso foi necessária a realização de adaptações para atender a questões do contexto. Essas adaptações serão discutidas a seguir, durante a apresentação dos resultados.

6.2.3.1 Decomposição do produto habitacional em componentes

A partir do orçamento da Unidade Habitacional (UH), os elementos foram agrupados em componentes e, a partir desse agrupamento, foram definidas funções e o impacto financeiro de cada componente no orçamento, produzindo o consumo de recursos (financeiros) em cada um dos componentes. As funções foram classificadas em Básicas ou Secundárias; Necessárias ou Desnecessárias; e de Uso ou Estima.

O agrupamento resumiu o produto em 33 componentes. A Tabela 6-1 apresenta os componentes, suas funções e consumo de recursos.

Tabela 6-1: Decomposição do produto em componentes

ANÁLISE DE FUNÇÃO DO PRODUTO									Data base: Julho/2022
Macrossistema	Função (Verbo + Substantivo)	Classificação			Componentes		CUSTO TOTAL		(% R$) DO COMPONENTE
		B/S	N/D	U/E					
SERVIÇOS INICIAIS	Apoiar atividades da obra	S	D	U	DOCUMENTAÇÃO/MOBILIZAÇÃO/INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	A	R$	150.755,07	10,54%
		S	D	U	EQUIPE DE FÁBRICA E DE OBRA	B	R$	108.328,51	7,57%
	Nivelar terreno	S	D	U	TERRAPLENAGEM	C	R$	11.178,76	0,78%
ESTRUTURA	Transmitir esforços	S	D	U	FUNDAÇÃO - RADIER	D	R$	84.030,12	5,88%
		S	D	U	ESTRUTURA PRINCIPAL	E	R$	136.984,00	9,58%
		S	D	U	LIGHT STEEL FRAME	F	R$	62.271,00	4,35%
	Proteger substrato	S	D	U	PINTURA E PROTEÇÕES DA ESTRUTURA	G	R$	102.925,39	7,20%
VEDAÇÕES VERTICAIS	Proteger área interna	B	N	U	PLACAS CIMENTÍCIAS - FACHADA	H	R$	6.393,44	0,45%
	Dividir ambientes	B	N	U	VEDAÇÕES VERTICIAS - GERAL	I	R$	109.045,47	7,62%
	Absorver deformação	S	D	U	TAMLYN	J	R$	10.414,18	0,73%
	Auxiliar componente	S	D	U	MATERIAIS DE CONSUMO	K	R$	2.109,20	0,15%
	Proteger edificação	B	N	U	MURO DE DIVISA	L	R$	25.833,96	1,81%
	Permitir acesso	B	N	U/E	PORTAS	M	R$	11.179,24	0,78%
	Sustentar esquadrias	S	D	U	CAIXILHOS	N	R$	138.775,87	9,70%
REVESTIMENTOS	Proteger substrato	S	D	U	REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE PISOS E PAREDES	O	R$	44.963,24	3,14%
	Oferecer estética	B	N	E	PINTURA INTERNA E EXTERNA DE PAREDES E FORROS	P	R$	47.290,53	3,31%
	Regularizar o piso	S	D	U	PISOS	Q	R$	28.589,62	2,00%
	Proteger edificação das intempéries	B	N	U	IMPERMEABILIZAÇÃO	R	R$	5.266,67	0,37%
	Dar acabamento e oferecer estética	B	N	E	GRANITOS	S	R$	39.677,86	2,77%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	Conduzir carga elétrica	S	D	U	CONDUTORES E PULSADORES	T	R$	10.491,67	0,73%
	Conectar aparelho e rede elétrica	B	N	U	TOMADAS	U	R$	1.659,55	0,12%
	Proteger condutores	S	D	U	CAIXAS DE PASSAGEM, ELETRODUTOS E ELETROCALHAS	V	R$	4.266,32	0,30%
	Distribuir energia	S	D	U	QUADRO ELÉTRICO	W	R$	14.938,42	1,04%
	Iluminar ambiente	B	N	U	LUMINOTÉCNICA	X	R$	30.610,82	2,14%
	Executar serviço	S	D	U	INST. ELÉTRICAS - M.O.	Y	R$	17.580,00	1,23%
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	Transportar fluido	S	D	U	TUBULAÇÃO DE ÁGUA E ESGOTO	Z	R$	24.995,82	1,75%
	Aquecer água	B	N	U	SISTEMA DE AQUECIMENTO	AA	R$	38.339,28	2,68%
	Executar serviço	S	D	U	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - M.O.	AB	R$	16.341,90	1,14%
	Possibilitar uso hidrossanitário	B	N	U/E	LOUÇAS E METAIS	AC	R$	34.578,75	2,42%
COBERTURA	Proteger edificação das intempéries	B	N	U	COBERTURA - TELHADO	AD	R$	58.272,39	4,07%
	Isolar som e calor	B	N	U/E	FORRO	AE	R$	20.662,78	1,44%
SERVIÇOS ACESSÓRIOS	Oferecer estética e oferecer lazer	B	N	U	GRAMA E CHURRASQUEIRA	AF	R$	25.732,24	1,80%
	Prover limpeza	S	N	U	DESMOBILIZAÇÃO E LIMPEZA	AG	R$	5.694,84	0,40%
							R$	**1.430.176,88**	

Fonte: Autor

A literatura do Custeio-Meta sugere a decomposição de produtos em componentes, com posterior análise em termos da função (COOPER; SLAGMULDER, 1997). Esses componentes são as menores partes integrantes de cada sistema. Como os produtos de construção civil envolvem uma grande quantidade de componentes em seus sistemas, os estudos que documentam a aplicação do custeio-meta em produtos de construção realizaram adaptações nessa decomposição (YOKOTA, 2015; MORAES, 2017; POTKÁNY; ŠKULTÉTYOVÁ, 2019; POTKÁNY; KRAJČÍROVÁ; STASIAK-BETLEJEWSKA, 2021). De forma geral, a divisão do sistema em partes menores ocorre na análise de produtos pontuais da construção, como esquadrias, estruturas, louças e metais (POTKÁNY; ŠKULTÉTYOVÁ, 2019; POTKÁNY; KRAJČÍROVÁ; STASIAK-BETLEJEWSKA, 2021). Quando a análise envolve o produto completo, que é o caso desta pesquisa, a decomposição é realizada em partes maiores, que agrupam elementos menores de um mesmo sistema (YOKOTA, 2015; MORAES, 2017).

Yokota (2015) propôs a decomposição do produto em componentes e a análise por funções dos componentes. Porém, essa análise por funções, por vezes, torna-se muito abstrata, pois perde-se a ideia física do componente. Na prática, isso dificulta o entendimento e causa ruídos nas discussões.

Por este motivo, Moraes (2017) propôs a decomposição e análise do produto habitacional por meio de subprodutos, que abrangiam essencialmente os ambientes da habitação. Porém, em seus resultados, a autora relatou que essa divisão ficou muito ampla, exigindo que, quando necessário mais discussão, os subprodutos fossem divididos em partes menores em novas rodadas de discussão.

Neste trabalho, adotou-se a decomposição do produto em componentes, assim como foi realizado em Yokota (2015). Porém, as análises desta unidade de análise foram realizadas também por componentes, ao invés de funções. Essa decisão buscou reduzir a amplitude da estratégia de Moraes (2017) e a abstração da estratégia de Yokota (2015). Assim, buscou-se o equilíbrio entre as duas opções.

6.2.3.2 Matriz de relacionamento

Após os dois subgrupos preencherem a matriz de associação durante a realização do *Workshop 1* com o Grupo Focal 1 (**Figura 6-9**), os resultados foram compartilhados, as divergências foram identificadas, debatidas e consolidadas em uma versão final da matriz de relacionamento, que consolidou o consenso do grupo. A **Figura 6-10** apresenta a matriz consolidada.

Figura 6-9: Matriz de relacionamento dos subgrupos

Fonte: Autor

ATRIBUTOS DE VALOR	IGI	COMPONENTES																																
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG
Manutenção	**6,52%**		■			■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Agilidade	**6,52%**	■	■	■		■	■	■	■	■	■			■	■	■		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Custos diretos	**6,43%**	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Flexibilidade	**6,41%**					■	■	■	■	■				■	■		■	■		■	■	■		■	■	■		■		■	■	■	■	
Qualidade técnica	**6,24%**		■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Uso e operação	**6,17%**		■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Comodidade	**6,09%**							■	■							■	■	■		■				■		■	■	■		■	■	■	■	
Personalização	**6,03%**							■	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■			■	■			■		■	■	■	■	
Exclusividade	**6,03%**							■	■		■			■	■	■	■	■		■	■				■			■		■	■	■	■	
Conforto visual	**6,02%**							■	■		■		■	■	■	■	■			■			■		■					■	■	■	■	■
Segurança psicológica	**6,00%**				■	■	■		■	■	■		■	■	■	■		■	■	■	■	■		■	■			■	■	■	■	■	■	
Estética	**5,98%**								■	■	■		■	■	■	■	■			■			■		■						■	■	■	■
Sustentabilidade	**5,86%**			■		■	■		■	■	■	■	■		■		■	■	■	■	■		■		■	■	■	■	■	■	■			
Conforto térmico	**5,55%**							■	■						■			■							■			■			■	■	■	
Segurança física	**5,02%**					■	■		■	■			■	■				■						■		■					■			
Status	**4,65%**							■	■		■			■	■	■	■			■	■		■		■			■		■	■		■	
Função	**4,48%**																									■								

Figura 6-10: Matriz de relacionamento consolidada

Fonte: Autor

A partir da matriz de relacionamento consolidada, foram calculados os pesos de cada componente, de acordo com a sua relação com os valores requeridos pelos clientes. O resultado é apresentado na **Tabela 6-2**.

Tabela 6-2: Peso dos componentes

ATRIBUTOS DE VALOR	IGI	COMPONENTES																																		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG
Manutenção	**6,52%**		6,52%			6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%		6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%			6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%		
Agilidade	**6,52%**	6,52%	6,52%	6,52%		6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%			6,52%	6,52%	6,52%		6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%		6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%	6,52%		
Custos diretos	**6,43%**	6,43%	6,43%	6,43%		6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%		6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%		6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%		
Flexibilidade	**6,41%**					6,41%	6,41%	6,41%	6,41%	6,41%				6,41%	6,41%		6,41%	6,41%		6,41%	6,41%	6,41%		6,41%	6,41%	6,41%		6,41%		6,41%	6,41%	6,41%	6,41%		
Qualidade técnica	**6,24%**		6,24%			6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%			6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%	6,24%
Uso e operação	**6,17%**		6,17%			6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%			6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%	6,17%		
Comodidade	**6,09%**							6,09%	6,09%							6,09%	6,09%	6,09%		6,09%				6,09%		6,09%	6,09%	6,09%		6,09%	6,09%	6,09%	6,09%		
Personalização	**6,03%**							6,03%	6,03%	6,03%	6,03%		6,03%	6,03%	6,03%	6,03%	6,03%	6,03%		6,03%	6,03%			6,03%	6,03%			6,03%		6,03%	6,03%	6,03%	6,03%		
Exclusividade	**6,03%**							6,03%	6,03%		6,03%			6,03%	6,03%	6,03%	6,03%	6,03%		6,03%	6,03%				6,03%			6,03%		6,03%	6,03%	6,03%	6,03%		
Conforto visual	**6,02%**							6,02%	6,02%		6,02%		6,02%	6,02%	6,02%	6,02%	6,02%			6,02%			6,02%		6,02%					6,02%	6,02%	6,02%	6,02%	6,02%
Segurança psicológica	**6,00%**				6,00%	6,00%	6,00%		6,00%	6,00%	6,00%		6,00%	6,00%	6,00%	6,00%		6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%		6,00%	6,00%			6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%		
Estética	**5,98%**								5,98%	5,98%	5,98%		5,98%	5,98%	5,98%	5,98%	5,98%			5,98%			5,98%		5,98%						5,98%	5,98%	5,98%	5,98%
Sustentabilidade	**5,86%**			5,86%		5,86%	5,86%		5,86%	5,86%	5,86%	5,86%	5,86%		5,86%		5,86%	5,86%	5,86%	5,86%	5,86%		5,86%		5,86%	5,86%	5,86%	5,86%	5,86%	5,86%	5,86%	5,86%		
Conforto térmico	**5,55%**							5,55%	5,55%						5,55%			5,55%							5,55%			5,55%			5,55%	5,55%	5,55%		
Segurança física	**5,02%**					5,02%	5,02%		5,02%	5,02%			5,02%	5,02%				5,02%						5,02%		5,02%					5,02%				
Status	**4,65%**							4,65%	4,65%		4,65%			4,65%	4,65%	4,65%	4,65%			4,65%	4,65%		4,65%		4,65%			4,65%		4,65%	4,65%		4,65%		
Função	**4,48%**																									4,48%									
TOTAL		12,95%	31,88%	18,81%	6,00%	55,17%	55,17%	72,66%	95,52%	67,18%	72,45%	18,27%	60,27%	78,02%	84,41%	72,68%	72,43%	78,87%	43,74%	84,95%	66,86%	18,93%	28,94%	61,43%	84,41%	59,74%	43,83%	78,50%	43,74%	78,97%	95,52%	85,85%	84,64%	18,24%	
PESO DO COMPONENTE		1	2	1	1	3	3	3	4	3	3	1	3	4	4	3	3	4	2	4	3	1	2	3	4	3	2	4	2	4	4	4	4	1	

Fonte: Autor

Com os resultados, verifica-se que os elementos de fachada, elementos de cobertura, granitos e elementos de forro são os componentes que mais sofrem influência do valor desejado pelos clientes. Em contrapartida, documentação/mobilização/instalações provisórias e elementos de fundação são os componentes que sofrem menor influência dos requisitos dos clientes.

6.2.3.3 Técnica de MUDGE

A comparação par a par dos componentes do produto habitacional foi realizada pelo Grupo Focal 1, durante a realização do *Workshop 1*. Cada subgrupo preencheu um diagrama de MUDGE (**Figura 6-11**). Em seguida, os resultados foram compartilhados, as divergências foram identificadas, debatidas e consolidadas em uma versão final que é apresentada na Figura 6-12.

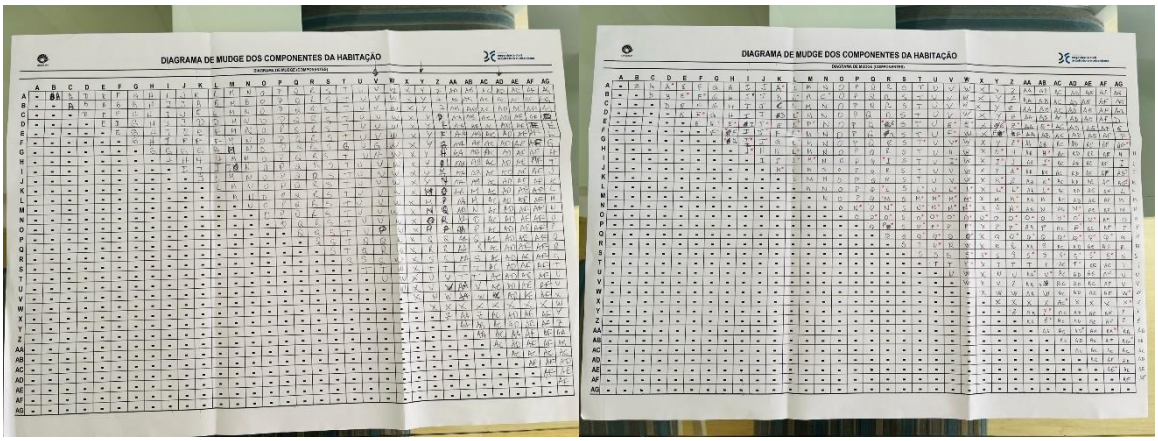


Figura 6-11: Diagrama de MUDGE de cada subgrupo

Fonte: Autor

DIAGRAMA DE MUDGE (COMPONENTES)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	∑ Pontos / Componente	Necessidade relativa (%)
A		B	A	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	1	0,06%
B			B	B	E	F	G	H	I	J	B	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	8	0,46%
C				D	E	F	G	H	I	J	C	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	1	0,06%
D					E	F	G	H	I	J	D	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	D	4	0,23%
E						E	E	H	I	E	E	L	M	N	O	P	Q	E	S	T	U	E	E	X	Y	E	AA	E	AC	AD	AE	AF	E	42	2,40%
F							F	H	I	F	F	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	F	W	X	Y	F	AA	AB	AC	AD	AE	AF	F	30	1,72%
G								H	I	J	G	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	G	18	1,03%
H									H	H	H	H	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	H	W	X	H	H	AA	H	AC	AD	AE	AF	H	64	3,66%
I										I	I	I	I	N	O	P	Q	I	S	T	U	I	W	X	I	I	AA	I	AC	AD	AE	AF	I	51	2,92%
J											K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	15	0,86%
K												L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	K	Z	AA	K	AC	AD	AE	AF	K	5	0,29%
L													M	N	O	P	Q	L	S	T	U	L	L	X	L	L	AA	L	AC	AD	AE	AF	L	48	2,74%
M														N	O	P	Q	M	S	M	U	M	M	X	M	M	AA	M	AC	AD	AE	AF	M	76	4,35%
N															O	N	Q	N	S	N	N	N	N	X	N	N	AA	N	AC	N	AE	AF	N	96	5,49%
O																O	O	O	S	O	O	O	O	X	O	O	O	O	AC	O	O	AF	O	84	4,80%
P																	Q	P	S	P	P	P	P	X	P	P	AA	P	AC	P	AE	AF	P	69	3,95%
Q																		Q	S	Q	Q	Q	Q	X	Q	Q	Q	Q	AC	Q	Q	Q	Q	112	6,40%
R																			S	T	U	R	W	X	R	R	AA	R	AC	AD	AE	AF	R	28	1,60%
S																				S	S	S	S	X	S	S	AA	S	AC	S	AE	S	S	112	6,40%
T																					T	T	T	X	T	T	T	T	AC	AD	AE	AE	T	63	3,60%
U																						U	W	X	U	U	AA	U	AC	AD	AE	AF	U	19	1,09%
V																							W	X	V	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	V	18	1,03%
W																								X	W	W	AA	W	AC	AD	AE	AF	W	51	2,92%
X																									X	X	X	X	AC	X	X	X	X	124	7,09%
Y																										Z	AA	Y	AC	AD	AE	AF	Y	30	1,72%
Z																											AA	AB	AC	AD	AE	AF	Z	20	1,14%
AA																												AA	AC	AA	AE	AA	AA	104	5,95%
AB																													AC	AD	AE	AF	AB	20	1,14%
AC																														AC	AC	AC	AC	128	7,32%
AD																															AE	AF	AD	88	5,03%
AE																																AE	AE	116	6,63%
AF																																	AF	100	5,72%
AG																																		4	0,23%
																																		1749	**100,00%**

Componente	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**R**	**S**	**T**	**U**	**V**	**W**	**X**	**Y**	**Z**	**AA**	**AB**	**AC**	**AD**	**AE**	**AF**	**AG**
Peso	1	2	1	1	3	3	3	4	3	3	1	3	4	4	3	3	4	2	4	3	1	2	3	4	3	2	4	2	4	4	4	4	1

A	DOCUMENTAÇÃO/MOBILIZAÇÃO/INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS
B	EQUIPE DE FÁBRICA E DE OBRA
C	TERRAPLENAGEM
D	FUNDAÇÃO - RADIER
E	ESTRUTURA PRINCIPAL
F	LIGHT STEEL FRAME
G	PINTURA E PROTEÇÕES DA ESTRUTURA
H	PLACAS CIMENTÍCIAS - FACHADA
I	VEDAÇÕES VERTICIAS - GERAL
J	TAMLYN
K	MATERIAIS DE CONSUMO

L	MURO DE DIVISA
M	PORTAS
N	CAIXILHOS
O	REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE PISOS E PAREDES
P	PINTURA INTERNA E EXTERNA DE PAREDES E FORROS
Q	PISOS
R	IMPERMEABILIZAÇÃO
S	GRANITOS
T	CONDUTORES E PULSADORES
U	TOMADAS
V	CAIXAS DE PASSAGEM, ELETRODUTOS E ELETROCALHAS

W	QUADRO ELÉTRICO
X	LUMINOTÉCNICA
Y	INST. ELÉTRICAS - M.O.
Z	TUBULAÇÃO DE ÁGUA E ESGOTO
AA	SISTEMA DE AQUECIMENTO
AB	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - M.O.
AC	LOUÇAS E METAIS
AD	COBERTURA - TELHADO
AE	FORRO
AF	GRAMA E CHURRASQUEIRA
AG	DESMOBILIZAÇÃO E LIMPEZA

Figura 6-12: Diagrama de MUDGE

Fonte: Autor

A partir dos resultados das necessidades relativas, os componentes que possuem maior importância para agregação de valor ao cliente são as louças e metais, elementos de luminotécnica, forros, pisos e granitos. De forma geral, verifica-se grande apreço do cliente pelos elementos de acabamento. Contrariamente, os componentes que possuem menor importância para agregação de valor ao cliente são os elementos de serviços auxiliares, preliminares e de estrutura. São exemplos desses componentes a documentação/mobilização/instalações provisórias, serviços de terraplenagem e elementos de fundação. Esse resultado é coerente pois o cliente concretiza o seu valor desejado nos componentes visíveis, que comumente são os itens de acabamento. Os componentes preliminares e estruturais são elementos que normalmente o cliente não enxerga, o que dificulta a concretização da visualização do valor nesses componentes.

O preenchimento do diagrama de MUDGE foi realizado por profissionais envolvidos no estudo de caso. Isso deve-se à dificuldade prática de envolvimento de clientes nesta etapa de discussão do desenvolvimento do produto. Esse aspecto foi discutido durante a realização do *Workshop 1*, onde foram apontadas as dificuldades de conseguir a disponibilidade de um grupo de clientes que participasse das atividades. Essas dificuldades também foram apontadas em trabalhos anteriores (YOKOTA, 2015; MORAES, 2017). Para contornar essa situação, os participantes do Grupo Focal 1 foram selecionados de modo a ter profissionais da área comercial. Esses profissionais costumam estar próximos dos clientes, entendendo melhor os seus requisitos. Mesmo assim, essa alterativa prática pode trazer ruídos a um relacionamento efetivo de fatores. Com isso, para uma associação ainda mais sólida, cabe ressaltar que o cenário ideal é o envolvimento do cliente nessas discussões.

6.2.3.4 Gráfico COMPARE e redução de custos

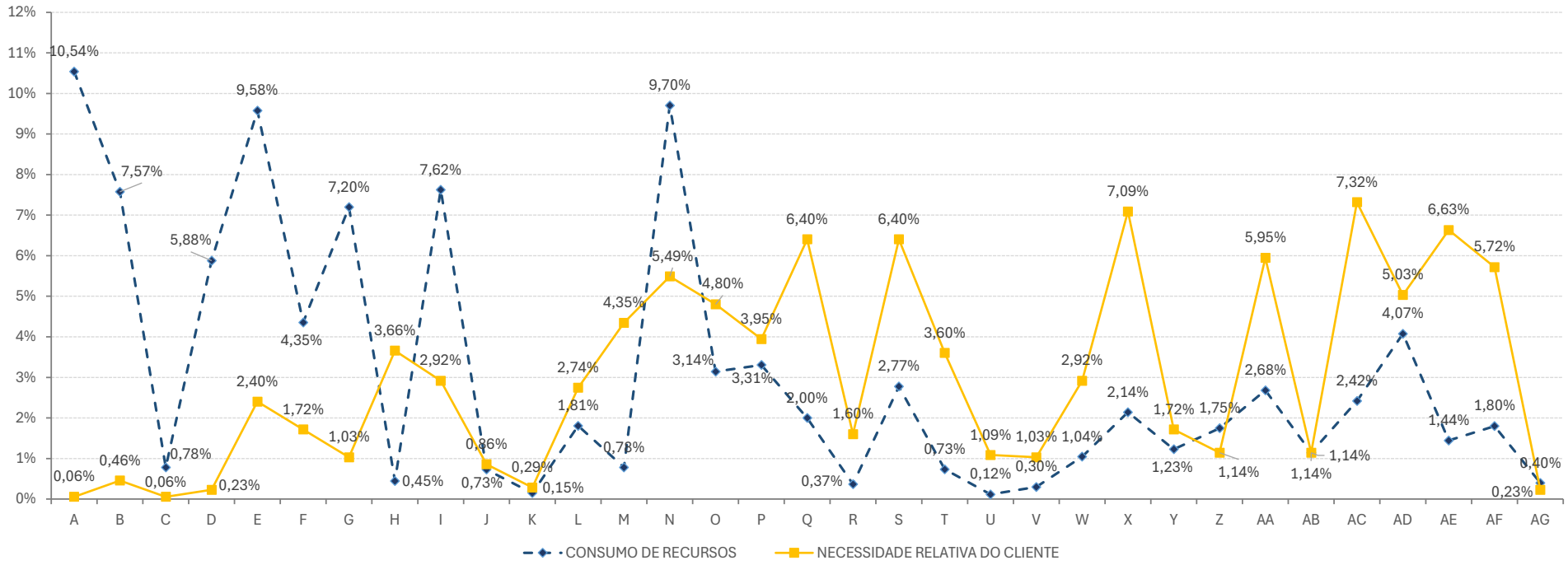
O gráfico COMPARE é uma ferramenta facilitadora de comunicação visual das diferenças entre o consumo de recursos e a necessidade relativa de cada componente do produto analisado. Por meio dele, é possível fazer um gerenciamento estratégico dos custos envolvidos no produto, balanceando o consumo de recursos aplicados com a necessidade dos clientes. Ainda, o gráfico COMPARE permite identificar o grau de satisfação do cliente para determinado componente.

A Tabela 6-3 agrupa os dados de consumo de recursos e necessidades relativas, por componente, que deram origem ao gráfico COMPARE (Figura 6-13).

Tabela 6-3: Consumo de recursos e necessidades relativas, por componente

	COMPONENTES	Consumo de Recursos (%)	Necessidades relativas (%)
A	DOCUMENTAÇÃO/MOBILIZAÇÃO/INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	10,54%	0,06%
B	EQUIPE DE FÁBRICA E DE OBRA	7,57%	0,46%
C	TERRAPLENAGEM	0,78%	0,06%
D	FUNDAÇÃO - RADIER	5,88%	0,23%
E	ESTRUTURA PRINCIPAL	9,58%	2,40%
F	LIGHT STEEL FRAME	4,35%	1,72%
G	PINTURA E PROTEÇÕES DA ESTRUTURA	7,20%	1,03%
H	PLACAS CIMENTÍCIAS - FACHADA	0,45%	3,66%
I	VEDAÇÕES VERTICIAS - GERAL	7,62%	2,92%
J	TAMLYN	0,73%	0,86%
K	MATERIAIS DE CONSUMO	0,15%	0,29%
L	MURO DE DIVISA	1,81%	2,74%
M	PORTAS	0,78%	4,35%
N	CAIXILHOS	9,70%	5,49%
O	REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE PISOS E PAREDES	3,14%	4,80%
P	PINTURA INTERNA E EXTERNA DE PAREDES E FORROS	3,31%	3,95%
Q	PISOS	2,00%	6,40%
R	IMPERMEABILIZAÇÃO	0,37%	1,60%
S	GRANITOS	2,77%	6,40%
T	CONDUTORES E PULSADORES	0,73%	3,60%
U	TOMADAS	0,12%	1,09%
V	CAIXAS DE PASSAGEM, ELETRODUTOS E ELETROCALHAS	0,30%	1,03%
W	QUADRO ELÉTRICO	1,04%	2,92%
X	LUMINOTÉCNICA	2,14%	7,09%
Y	INST. ELÉTRICAS - M.O.	1,23%	1,72%
Z	TUBULAÇÃO DE ÁGUA E ESGOTO	1,75%	1,14%
AA	SISTEMA DE AQUECIMENTO	2,68%	5,95%
AB	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - M.O.	1,14%	1,14%
AC	LOUÇAS E METAIS	2,42%	7,32%
AD	COBERTURA - TELHADO	4,07%	5,03%
AE	FORRO	1,44%	6,63%
AF	GRAMA E CHURRASQUEIRA	1,80%	5,72%
AG	DESMOBILIZAÇÃO E LIMPEZA	0,40%	0,23%
		100,00%	**100,00%**

Fonte: Autor



LEGENDA DOS COMPONENTES

A	DOCUMENTAÇÃO/MOBILIZAÇÃO/INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS
B	EQUIPE DE FÁBRICA E DE OBRA
C	TERRAPLENAGEM
D	FUNDAÇÃO - RADIER
E	ESTRUTURA PRINCIPAL
F	LIGHT STEEL FRAME
G	PINTURA E PROTEÇÕES DA ESTRUTURA
H	PLACAS CIMENTÍCIAS - FACHADA
I	VEDAÇÕES VERTICIAS - GERAL
J	TAMLYN
K	MATERIAIS DE CONSUMO

L	MURO DE DIVISA
M	PORTAS
N	CAIXILHOS
O	REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE PISOS E PAREDES
P	PINTURA INTERNA E EXTERNA DE PAREDES E FORROS
Q	PISOS
R	IMPERMEABILIZAÇÃO
S	GRANITOS
T	CONDUTORES E PULSADORES
U	TOMADAS
V	CAIXAS DE PASSAGEM, ELETRODUTOS E ELETROCALHAS

W	QUADRO ELÉTRICO
X	LUMINOTÉCNICA
Y	INST. ELÉTRICAS - M.O.
Z	TUBULAÇÃO DE ÁGUA E ESGOTO
AA	SISTEMA DE AQUECIMENTO
AB	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - M.O.
AC	LOUÇAS E METAIS
AD	COBERTURA - TELHADO
AE	FORRO
AF	GRAMA E CHURRASQUEIRA
AG	DESMOBILIZAÇÃO E LIMPEZA

Figura 6-13: Gráfico COMPARE dos componentes do produto habitacional

Fonte: Autor

A partir do gráfico compare, os componentes que possuem um consumo de recursos financeiros maiores do que a necessidade relativa do cliente têm oportunidade de terem seus custos discutidos e reduzidos. Por outro lado, componentes com consumo de recursos menores do que a necessidade relativa do cliente têm oportunidade de receberem alocação de custos. A **Figura 6-14** apresenta um recorte dessa análise, onde setas vermelhas indicam oportunidade de redução de custos e setas verdes oportunidades de alocação de custos.

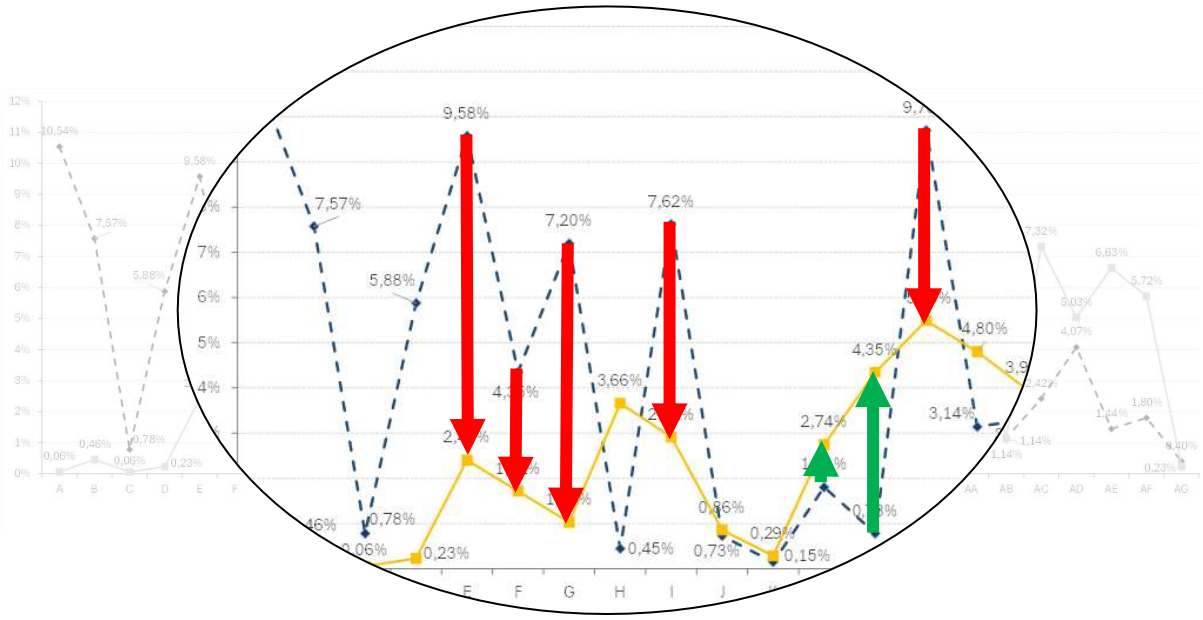


Figura 6-14: Oportunidades de redução e alocação de custos no componente

Fonte: Autor

De acordo com o gráfico COMPARE, foram identificados 11 componentes com oportunidade de redução de custos e 22 componentes com oportunidade de alocação de custos, com incremento de função e/ou qualidade. O Quadro 6-1 indica esses componentes.

Quadro 6-1: Oportunidade de gestão de custos no produto

COMPONENTES COM OPORTUNIDADE DE REDUÇÃO DE CUSTOS	COMPONENTES COM OPORTUNIDADE DE ALOCAÇÃO DE CUSTOS
DOCUMENTAÇÃO/MOBILIZAÇÃO/INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	PLACAS CIMENTÍCIAS - FACHADA
EQUIPE DE FÁBRICA E DE OBRA	TAMLYN
TERRAPLENAGEM	MATERIAIS DE CONSUMO
FUNDAÇÃO - RADIER	MURO DE DIVISA
ESTRUTURA PRINCIPAL	PORTAS
LIGHT STEEL FRAME	REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE PISOS E PAREDES
PINTURA E PROTEÇÕES DA ESTRUTURA	PINTURA INTERNA E EXTERNA DE PAREDES E FORROS
VEDAÇÕES VERTICIAS - GERAL	PISOS
CAIXILHOS	IMPERMEABILIZAÇÃO
TUBULAÇÃO DE ÁGUA E ESGOTO	GRANITOS
DESMOBILIZAÇÃO E LIMPEZA	CONDUTORES E PULSADORES
	TOMADAS
	CAIXAS DE PASSAGEM, ELETRODUTOS E ELETROCALHAS
	QUADRO ELÉTRICO
	LUMINOTÉCNICA
	INST. ELÉTRICAS - M.O.
	SISTEMA DE AQUECIMENTO
	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - M.O.
	LOUÇAS E METAIS
	COBERTURA - TELHADO
	FORRO
	GRAMA E CHURRASQUEIRA

Fonte: Autor

Na teoria, a situação ideal de gestão estratégica de custos é sobrepor as curvas de consumo de recursos e necessidades relativas, obtendo o máximo de valor agregado e nenhum aumento de custo. Retomando a equação de valor proposta pela metodologia do valor, apresentada na seção 4.2.1, tem-se que o valor é dado por uma relação entre a funcionalidade do produto/componente e o seu custo:

$$VALOR = \frac{FUNÇÃO}{CUSTO}$$

Assim, o gráfico COMPARE auxilia o incremento de valor no produto de duas formas: mantendo a funcionalidade e reduzindo o custo ou mantendo o custo e aumentando a funcionalidade. No primeiro caso, atua-se na discussão dos componentes cujo consumo de recursos é superior às necessidades dos clientes, buscando reduzir os seus custos, porém entregando a mesma função. O segundo caso é uma sequência do primeiro, em que os custos reduzidos são reinvestidos componentes em que o consumo de recursos é menor do que as necessidades dos clientes.

Como abordado, a solução teórica ideal é o rearranjo de custos de forma que as duas curvas do gráfico COMPARE se sobreponham. Porém, na prática, nem sempre isso é possível. Isso porque existem alguns componentes do produto que são essenciais a ele, mas agregam pouco valor desejado

pelo cliente. Os custos desses componentes, porém, nem sempre podem ser reduzidos no grau da necessidade do cliente. Por exemplo, no caso deste estudo, observa-se que documentações, mobilizações, instalações provisórias e equipe de fábrica pouco agregam valor ao cliente quando ele busca um produto habitacional. Porém, esses componentes são essenciais para uma boa execução do produto e não podem ter seus custos reduzidos um valor muito pequeno (proporcional à necessidade do cliente).

É preciso considerar, ainda, que da mesma forma que há componentes com baixa agregação de valor aos clientes e elevado custo para serem realizados, há também componentes altamente desejados pelos clientes e que possuem baixo custo para realização. Assim, o gráfico COMPARE atua como um direcionador de onde há oportunidades de redução de custos, induzindo discussões intensas dos profissionais envolvidos no desenvolvimento do produto para viabilizar que a função daquele componente seja cumprida com o menor custo possível, sem degradação da qualidade.

Por meio do *Workshop 2* realizado nesta etapa, o Grupo Focal 1 (GF1) discutiu, para cada componente com oportunidade de redução de custos, as ações que poderiam ser tomadas para alcançar o custo-meta global do produto habitacional estudado. Para documentar os resultados dessas discussões, foram elaboradas fichas de oportunidades para gestão estratégica de custos. A Figura 6-15 apresenta uma das fichas elaboradas. As demais fichas são apresentadas no Apêndice D.

FICHA DE OPORTUNIDADES PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS – GRUPO FOCAL 1

Componente: Documentação/Mobilização/Instalações provisórias

Função principal: Apoiar atividades da obra

Necessidade: **Redução de custos**

Redução de custos ideal (R$):	-R$ 149.937,36	Redução de custos real esperada (R$):	-R$ 30.000,00

Diagnóstico:

Este componente, dentre os demais, possui a maior oportunidade de redução de custos. Isso deve-se ao fato de que a percepção de valor do cliente acerca dele é a menor entre os demais componentes. Assim, a diferença entre recursos financeiros alocados e necessidade do cliente aumentam a distância entre si. Com isso, esse componente deve ser cuidadosamente analisado e discutido, desdobrando esforços sobre ele, encontrando oportunidades de redução de custos que mantenham o desempenho da sua função ao menor custo possível.

Indicações do Grupo Focal 1:

- Melhorar a logística de transporte dos módulos, utilizando equipamentos que transportem maior quantidade de módulos por viagem. Os módulos transportados devem obedecer à sequência de montagem da obra;
- Os serviços dessa etapa possuem elevada incerteza na orçamentação. Pode-se melhorar a qualidade da orçamentação, incluindo a negociação com fornecedores;
- Rediscutir o custo envolvido em fretes diversos (aqueles que não estão inclusos nos custos dos componentes).

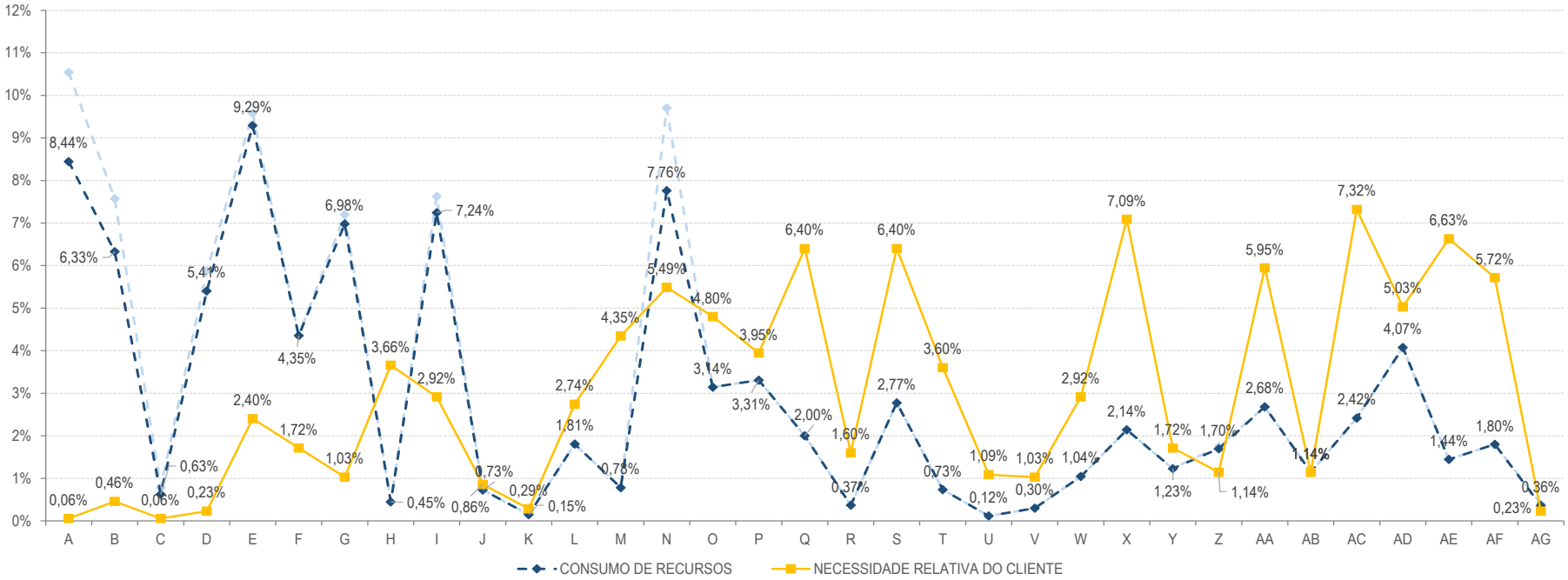
Observações:

Figura 6-15: Ficha para gestão de custos

Fonte: Autor

Como já comentado no item anterior, o cenário ideal é a sobreposição das curvas do gráfico COMPARE, mas nem sempre isso é possível devido ao custo mínimo que alguns componentes têm para desempenhar suas funções. Com isso, a ficha indica a redução de custos ideal, com base no gráfico COMPARE, e a redução de custos real esperada, que indica o valor considerado viável pelo GF1. Cabe apontar que devido ao tempo para conclusão da pesquisa, a implementação das ações não pôde ser acompanhada e validada. Por este motivo, o trabalho apresenta as oportunidades e expectativas de redução de custos.

Com a discussão e preenchimento de todas as fichas para gestão de custos, foram estabelecidas as reduções de custos real esperadas para cada componente. Com esses dados, um novo gráfico COMPARE foi gerado para consolidar as reduções esperadas. A Figura 6-16 apresenta o resultado.



LEGENDA DOS COMPONENTES

A	DOCUMENTAÇÃO/MOBILIZAÇÃO/INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS
B	EQUIPE DE FÁBRICA E DE OBRA
C	TERRAPLENAGEM
D	FUNDAÇÃO - RADIER
E	ESTRUTURA PRINCIPAL
F	LIGHT STEEL FRAME
G	PINTURA E PROTEÇÕES DA ESTRUTURA
H	PLACAS CIMENTÍCIAS - FACHADA
I	VEDAÇÕES VERTICIAS - GERAL
J	TAMLYN
K	MATERIAIS DE CONSUMO
L	MURO DE DIVISA
M	PORTAS
N	CAIXILHOS
O	REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE PISOS E PAREDES
P	PINTURA INTERNA E EXTERNA DE PAREDES E FORROS
Q	PISOS
R	IMPERMEABILIZAÇÃO
S	GRANITOS
T	CONDUTORES E PULSADORES
U	TOMADAS
V	CAIXAS DE PASSAGEM, ELETRODUTOS E ELETROCALHAS
W	QUADRO ELÉTRICO
X	LUMINOTÉCNICA
Y	INST. ELÉTRICAS - M.O.
Z	TUBULAÇÃO DE ÁGUA E ESGOTO
AA	SISTEMA DE AQUECIMENTO
AB	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - M.O.
AC	LOUÇAS E METAIS
AD	COBERTURA - TELHADO
AE	FORRO
AF	GRAMA E CHURRASQUEIRA
AG	DESMOBILIZAÇÃO E LIMPEZA

Figura 6-16: Gráfico COMPARE com as reduções de custo indicadas pelas fichas para gestão de custos

Fonte: Autor

As ações propostas pelo GF1 para reduzir o custo de cada componente, quando somadas, prevê uma redução de custos no produto habitacional de R$ 98.460,06, que representa uma redução de 6,88%. Este valor não alcança a meta de redução de custos de R$ 243.130,07, estabelecido como expectativa da empresa. Esse resultado deve-se ao fato de que no *Workshop 2*, foram priorizadas ações que implicassem em baixo esforço e elevado impacto na redução dos custos. A empresa priorizou esse cenário porque o projeto já está aprovado e uma unidade terá que ser entregue. Com isso, modificações de projetos mais robustas não são aceitas neste momento. Posteriormente, uma nova rodada de discussão dos componentes será realizada.

É possível observar que os componentes relacionados à estrutura e às vedações possuem as maiores oportunidades de redução de custo. Porém, o GF1 optou por não alterar significativamente esses componentes por entenderem que a solução desenvolvida, mesmo com *over engineering*, trará alta agregação de valor por meio da entrega de maior qualidade, em relação a produtos similares.

Cabe relembrar que o produto habitacional estudado faz parte do catálogo de produtos da empresa parceira e será produzido em escala. Assim, após a entrega das unidades que já estão vendidas, a empresa desenvolverá novas ações para alcançar o custo-meta do produto. Com isso, serão desenvolvidas novas rodadas de discussão, envolvendo as ações com médio e alto esforço e que produzem elevado impacto, fazendo uma reengenharia mais consistente do produto. A empresa entende que após a entrega das unidades que já estão vendidas, o produto pode receber modificações de projeto mais robustas que possibilitem o alcance do custo-meta nos novos lotes que serão produzidos.

Apesar disso, a empresa reconhece os resultados obtidos, uma vez que ações de baixo esforço no projeto tendem alcançar 40,5% da meta de redução de custos do produto. Tudo isso sem sacrificar a qualidade e funcionalidade que é entregue ao cliente. Por meio do resultado obtido, haverá incremento de valor agregado ao produto, visto que será entregue ao cliente uma habitação com a mesma qualidade e funcionalidade existente, com um custo 6,88% menor.

Ao longo da condução das atividades envolvidas nesta unidade de análise, elementos de aplicação do TVD em mercado imobiliário foram utilizados. Eles elementos foram obtidos do modelo proposto por Oliva, Granja e Picchi (2023). Nos dois *workshops* realizados foram utilizados os aspectos organizacionais de comunicação, por meio do envolvimento de projetistas internos, projetistas externos e fornecedores-chave de componentes. O arquiteto presente no GF1 é um projetista externo à empresa parceira, mas que participou ativamente das atividades de relacionamento e discussão. Com o gráfico COMPARE, foi observado que para atuar na redução de custos de alguns componentes, era necessário

identificar e envolver os fornecedores desses componentes. Ainda, foram utilizados os aspectos organizacionais de comprometimento propostos pelo TVD. Esses aspectos envolveram a avaliação colaborativa das soluções de projeto, o estabelecimento das metas de custo alocadas por componente e a atualização contínua dos custos após as ações.

7 FORMALIZAÇÃO DO ARTEFATO

Durante a etapa de desenvolvimento, abordada no capítulo anterior, os elementos teóricos tomados como base para desenvolver o artefato passaram por um processo de aplicação, discussão, adaptação e refinamento, coletando evidências por meio da sua aplicação em um ambiente real (estudo de caso). Essa coleta de evidências envolveu ciclos de aprendizado que consideraram três unidades de análise distintas, avaliando as necessidades de cada uma delas e realizando adaptações e refinamentos necessários. Com esse processo, foi proposto um artefato que visa solucionar o problema de pesquisa abordado. O artefato desenvolvido, que é do tipo método, é chamado de Método para gestão estratégica de custos em Construções Integradas Modulares.

Em relação à literatura de base, o artefato desenvolvido manteve a abordagem que considera as três unidades de análise propostas. Adaptações foram necessárias para atender ao contexto específico desta pesquisa, como já abordado no capítulo anterior.

Na literatura anterior (MORAES, 2017), as atividades relacionadas ao custeio-meta no nível do produto eram consideradas, mas não eram explicitadas na proposta. Com isso, no artefato desenvolvido, essas atividades foram explicitadas para um melhor direcionamento do fluxo de condução das atividades.

Em relação ao custeio dirigido ao mercado, as atividades abordadas no artefato de Moraes (2017) eram mais generalizadas, resumindo a unidade em dois passos. No artefato desenvolvido, definiu-se uma maior quantidade de passos para facilitar as atividades em futuras aplicações. Ainda, esses passos abordam as adaptações necessárias para o contexto de CIMs. Essas adaptações estão apresentadas e discutidas no item 6.2.2.

No custeio-meta no nível do componente, foram mantidas as ferramentas adotadas pela literatura anterior (YOKOTA, 2015; MORAES, 2017). Novamente, o artefato desenvolvido aborda uma maior quantidade de passos, em relação à proposta de Moraes (2017), fornecendo maiores detalhamentos para facilitar as atividades em futuras aplicações. Cabe ressaltar que os passos abordam as adaptações necessárias para o contexto de CIMs. Essas adaptações estão apresentadas e discutidas no item 6.2.3.

Finalmente, o artefato desenvolvido foi formalizado por meio de um fluxograma, apresentado na Figura 7-1, com o objetivo de consolidar os passos, facilitar a visualização e nortear de forma mais direta a aplicação por futuros atores interessados.

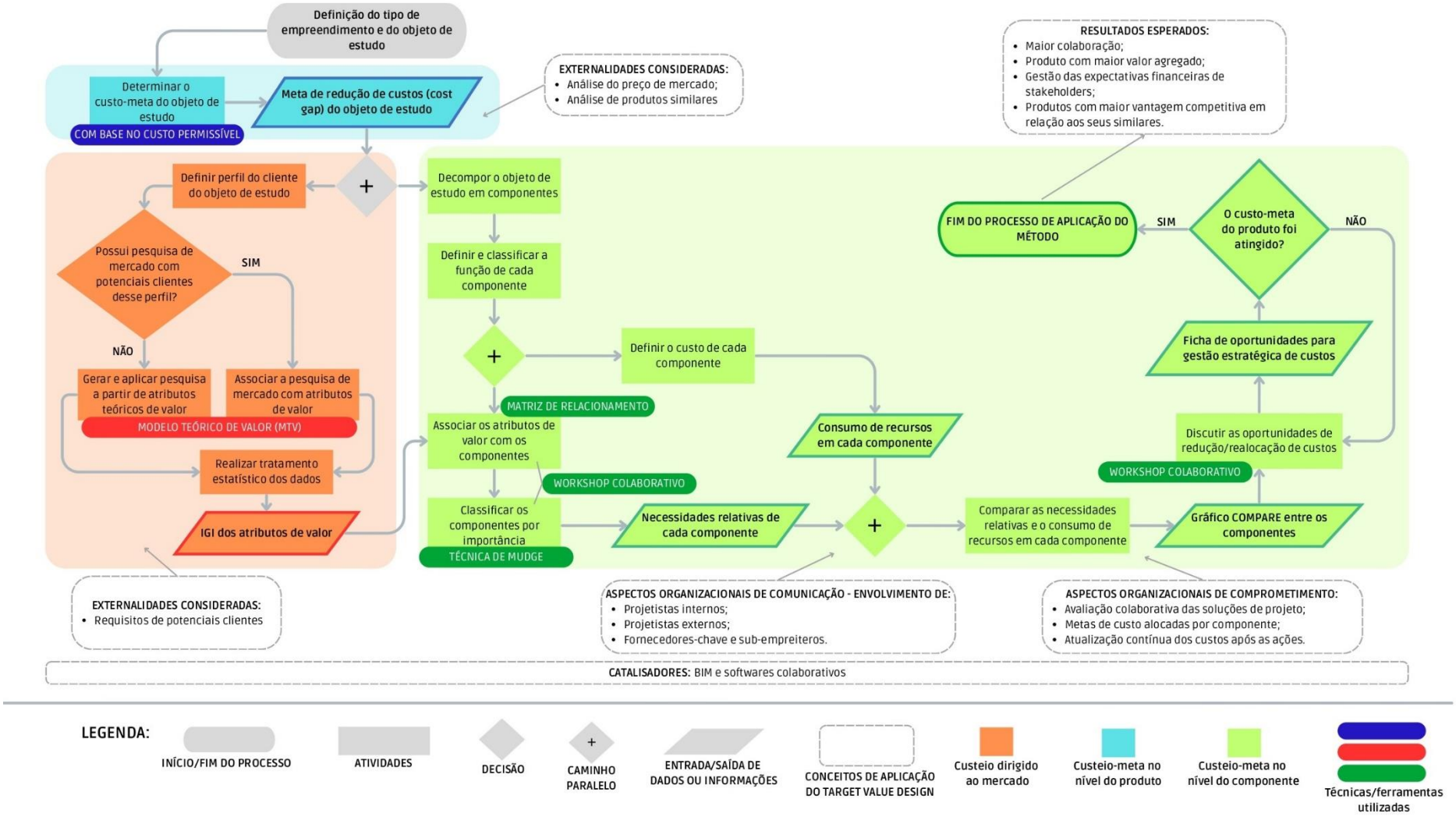


Figura 7-1: Método para gestão estratégica de custos em Construções Integradas Modulares

Fonte: Autor

O artefato apresentado se relaciona com os três níveis de aplicação do Custeio-Meta, propostos por Cooper e Slagmulder (1997), e com as lacunas de conhecimento acerca da temática apresentadas por Oliveira; Silva; Granja (2023), que evidenciam a necessidade de maiores desdobramentos nas etapas de Custeio dirigido ao mercado e Custeio-Meta no nível do componente. Ainda, o artefato proposto se relaciona com os conceitos e diretrizes de aplicação do *Target Value Design* (TVD) no mercado imobiliário de unidades para venda, propostos por Oliva, Granja e Picchi (2023). O TVD é uma adaptação do Custeio-Meta para a construção e também foi considerado. A seguir, serão abordadas diretrizes para a condução do artefato proposto, considerando as abordagens comentadas. Essas diretrizes serão apresentadas para cada uma das 3 unidades de análise do artefato.

7.1 CUSTEIO-META NO NÍVEL DO PRODUTO

O primeiro passo para iniciar a aplicação do artefato, é determinar o tipo de empreendimento que será abordado e o objeto de estudo. O tipo de empreendimento diz respeito ao contexto e suas especificidades. Já o objeto de estudo refere-se à unidade que será discutida durante a condução do artefato. Essa unidade pode ser somente o produto habitacional, o produto e o seu entorno ou uma parte específica do produto.

A partir dessas definições, o custo-meta do produto precisa ser determinado. É essencial que essa definição tenha como base a análise do custo permissível que é aceito pelo mercado. A partir da determinação do custo-meta, será obtida a meta de redução de custos (*cost gap)*. Maiores detalhamentos para condução dessas atividades estão descritos no item 5.4.1.

A determinação de uma meta de redução de custos é essencial para a condução do artefato. Esse dado dá sentido à aplicação e determina a intensidade dos esforços para que o produto seja rediscutido. Para o estabelecimento do *cost gap,* a empresa deve estabelecer, junto aos setores responsáveis, uma meta que seja tangível e factível.

Para a discussão dos custos e metas neste nível, é essencial que as empresas levem em consideração as externalidades que influenciam nessa definição, sobretudo a análise de produtos similares e seus preços de mercado.

7.2 CUSTEIO DIRIGIDO AO MERCADO

Neste nível, o artefato desenvolvido se aprofunda na etapa de entendimento das condições de mercado, com foco no levantamento dos requisitos dos clientes.

Iniciando as atividades deste nível, o primeiro passo é definir o perfil do cliente do objeto de estudo. Os requisitos dos clientes variam de acordo às suas características e nichos nos quais estão inseridos. Assim, para cada nicho de clientes ou segmentação de produto que a empresa possua, é preciso estabelecer o valor desejado por esses clientes. Com isso, o levantamento de requisitos é mais acertado e direcionado para o contexto e produto desenvolvido.

Em seguida, será realizada a análise ou coleta de dados relativos às preferências dos clientes. Para isso, o artefato contempla dois casos: (i) empresas que já possuem pesquisa de mercado com potenciais clientes; e (ii) empresas que não possuam uma prévia pesquisa de mercado. Para o caso (i), é preciso realizar a associação dos dados existentes com atributos de valor. Essa associação utiliza a ferramenta Modelo Teórico de Valor (MFV), apresentada na **Figura 6-5**, na página 124. Esse processo é abordado em detalhes no item 5.4.2. Para o caso (ii), a partir do MFV, será criada uma nova pesquisa de mercado em que para cada atributo de valor do modelo será criada uma questão relacionada àquele atributo. Para criar essas questões, pode-se utilizar o auxílio das definições de cada atributo de valor do MFV, apresentadas no Apêndice B. No caso (ii), como a nova pesquisa já vai ser originada a partir do MFV, não é preciso realizar a atividade de associação realizada no caso (i).

A partir dos dados coletados e analisados, é preciso realizar o tratamento estatístico dos dados. Esse tratamento busca estabelecer uma ordem de preferência dos clientes em relação a cada um dos atributos, bem como os intervalos de confiança dessa ordem. Os intervalos de confiança vão fornecer o grau de certeza no posicionamento daquele atributo na hierarquia. Maiores detalhes para esse processo são abordados no item 5.4.2.

De forma geral, é preciso considerar que na prática nem sempre as organizações que forem aplicar o artefato proposto têm na sua equipe um profissional especialista na área de valor. Assim, para minimizar o viés pessoal, recomenda-se que as discussões acerca da associação dos atributos de projeto com atributos de valor sejam realizadas com grupos multidisciplinares.

Cabe apontar, ainda, que o levantamento dos requisitos dos clientes é etapa crucial para o êxito de aplicação do artefato. Por isso, ele deve ser realizado com o rigor metodológico adequado, como foi abordado neste trabalho. A conversão dos atributos de projeto em atributos de valor faz com que a qualidade dos resultados seja relacionada à qualidade dos dados da pesquisa de mercado. Com isso, caso a empresa já possua pesquisa mercado, mas observe que a sua pesquisa não tenha robustez de dados suficiente e adequada para alcance satisfatório dos valores do modelo, recomenda-se a estruturação de uma nova coleta, como proposto no caso (ii).

Com relação ao tratamento dos dados, o tratamento estatístico para construção dos intervalos de confiança dos IGIs mostra-se a etapa com maior dificuldade de ser aplicada. Essa dificuldade é, inclusive, relatada em trabalhos anteriores (MORAES, 2017). Com isso, caso a empresa não possua em sua equipe um profissional capacitado para realizar o tratamento, os IGIs podem ser determinados sem o cálculo dos intervalos de confiança. Isso porque a determinação dos IGIs aborda somente cálculos simples e cotidianos, que podem ser realizados em planilhas eletrônicas de vasta utilização no mercado.

7.3 CUSTEIO-META NO NÍVEL DO COMPONENTE

Neste nível, o artefato se aprofunda na decomposição do objeto de estudo em componentes, determinação da função desses componentes e estabelecimento de valores do quanto cada componente custa e o quanto o cliente possui necessidade dele.

O primeiro passo deste nível é decompor o objeto de estudo em componentes. Essa decomposição pode ser realizada a partir de uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP), que comumente já divide um produto de construção em macro etapas. A decomposição deve ser realizada de forma que o número de componentes não seja muito pequeno, para evitar análise muito generalistas, e nem muito grande, para não tornar as atividades de relacionadas à discussão por componentes muito densas. A sugestão é que em objetos de estudos menores a decomposição aborde os componentes de forma mais detalhada e que objetos de estudos maiores abordem componentes com partes agrupadas, como foi a estratégia adotada neste trabalho. Por exemplo, ao analisar um kit de porta pronta, os componentes podem ser a folha, o trinco e a dobradiça. Já na análise de uma edificação completa, os componentes poderiam ser as portas, janelas e paredes. Na análise de objetos de estudo maiores, caso necessário, um componente pode ser decomposto em novos componentes menores.

Após a decomposição, é preciso definir e classificar a função de cada componente. O estabelecimento de funções para os componentes é algo bastante relevante. Por meio das funções, um componente pode ser melhor discutido, tendo a oportunidade de levantar estratégias de projeto mais amplas para desempenhar tal função. Esse assunto é melhor detalhado no item 4.4.1.

Definidas as funções dos componentes, é preciso definir os custos de cada componente. Os custos são obtidos a partir de orçamentos do objeto de estudo.

Paralelamente à definição de custos, é preciso associar os componentes com os atributos valor obtidos no nível anterior e classifica-los por ordem de importância, considerando a visão do cliente. Para realizar a associação dos componentes com os atributos de valor, é utilizada uma ferramenta da Metodologia do Valor (MV) chamada de Matriz de relacionamento. Para classificar os componentes por

importância, é utilizada outra ferramenta da MV, chamada Técnica de MUDGE. O uso de ambas as ferramentas envolve um processo de discussão e tomada de decisão que deve ser realizado de forma colaborativa, por meio de *workshops* com equipe multidisciplinar. Os detalhes acerca do *workshop* e do uso dessas ferramentas estão descritos no item 5.4.3.

A partir do custo de cada componente e da necessidade relativa que o cliente tem desse componente, é preciso comparar essas informações para discutir oportunidades de redução/realocação de custos no objeto de estudo. O processo de comparação pode ser realizado por meio da ferramenta gráfico COMPARE. A partir desse gráfico, a discussão acerca da gestão de custos no objeto de estudo deve ser realizada de forma colaborativa, por meio de *workshops* com equipe multidisciplinar. Maiores detalhes desse processo são abordados no item 5.4.3.

Finalmente, os resultados dessa discussão são consolidados em fichas de oportunidades para gestão estratégica de custos, onde serão documentadas, para cada componente, a redução de custos possível e quais ações precisam ser tomadas para o alcance dessa redução. Após a consolidação das fichas, verifica-se se o custo-meta do produto foi atingido. Caso positivo, encerra-se o processo. Caso negativo, uma nova rodada de discussão acerca do produto é necessária para buscar atingir o custo-meta. Nas primeiras rodadas, as discussões podem focar em estratégias que envolvem um menor esforço de alterações de projeto e que causem impactos significativos no custo do produto. Nas rodadas posteriores, podem ser necessárias estratégias que envolvem maior esforço de reengenharia do produto para alcançar resultados significativos.

Algumas atividades envolvidas neste nível envolvem relacionamento de fatores e tomadas de decisão. Para minimizar o viés pessoal, recomenda-se que todas essas discussões sejam realizadas por equipe multidisciplinar, seguindo o rigor metodológico proposto nesta pesquisa. Neste nível, é muito importante uma tomada de decisão sólida e embasada, pois gera, nas etapas finais de sua aplicação, um dos principais produtos para discussão do objeto de estudo: o gráfico COMPARE. Quando possível, ter uma amostra de clientes participando do processo de discussão torna os resultados ainda mais precisos.

7.4 CONEXÃO COM O TARGET VALUE DESIGN

Como já abordado, o *Target Value Design* (TVD) é uma adaptação dos conceitos do Custeio-Meta para a indústria da construção. O método proposto é direcionado ao setor habitacional e foi desenvolvido e testado considerando as suas características. Assim, a base conceitual utilizada para associar ao método os conceitos e diretrizes do TVD foi o trabalho de Oliva, Granja e Picchi (2023), que

apresenta um modelo para implementação do TVD em mercado imobiliário de unidades para venda. Este modelo é apresentado em maiores detalhes no item 3.6.

Dentro da *Design Science Research* há comunicação e relação entre os artefatos produzidos. Os métodos traduzem e desenvolvem um modelo para a resolução de um problema, utilizando a totalidade ou partes desses modelos. Assim, o método desenvolvido nesta pesquisa desdobra em maiores detalhamentos (na forma de passos) a condução de aplicação de um dos grupos do modelo proposto por Oliva, Granja e Picchi (2023).

O modelo aborda 3 grupos sequenciais para aplicação do TVD em mercado imobiliário: O grupo Definição, que aborda a viabilidade e desenvolvimento de produto; o grupo Organização, que aborda os aspectos comportamentais e de comunicação; e um segundo grupo de Organização, que aborda aspectos para desenvolver o comprometimento entre as partes envolvidas. O método proposto nessa pesquisa desenvolve de forma sistêmica o grupo de Definição e alcança de forma pontual elementos dos demais grupos. A **Figura 7-2** apresenta o modelo, destacando os seus elementos que foram contemplados pelo método proposto.

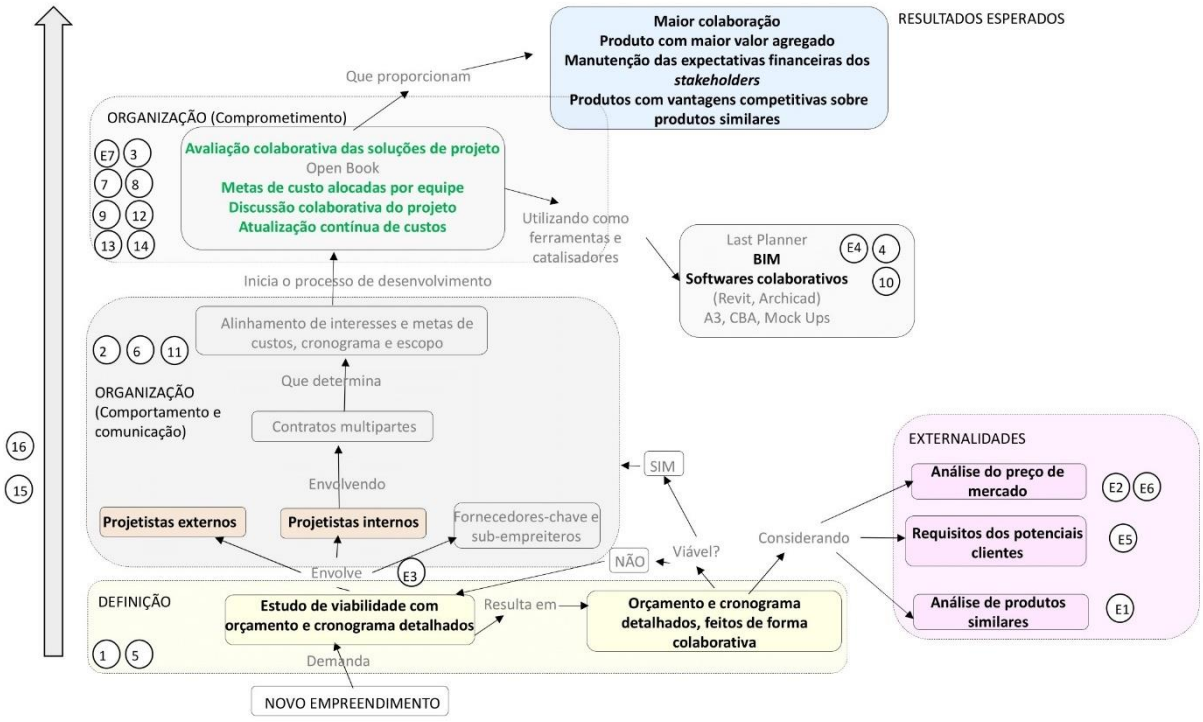


Figura 7-2: Modelo para adoção do TVD em mercado imobiliário e sua sinergia com o método proposto

Fonte: Adaptado de Oliva, Granja e Picchi (2023)

No grupo de Definição, os resultados parciais de cada etapa do método proposto possibilitam uma análise mais profunda do produto habitacional desenvolvido, evidenciando dados e informações que sustentam de forma sólida e estruturada o estudo da viabilidade do produto e o seu custo-meta. Usando

como fonte o custeio-meta no nível componente, os custos de cada componente são detalhadamente discutidos para possibilitar o alcance do custo-meta. Por meio dos processos de condução propostos, os resultados de cada etapa são gerados e discutidos de forma colaborativa, para aumentar a confiabilidade das informações geradas. Ao longo do desenvolvimento do método, também foram consideradas as externalidades propostas pelo modelo de Oliva, Granja e Picchi (2023). A análise do preço de mercado do produto foi realizada com a empresa parceira, levando em consideração os critérios que a empresa julgava necessários nessa análise. Um desses critérios é uma análise dos custos e especificações de produtos similares. Paralelamente, os requisitos dos clientes (potenciais compradores) foram cuidadosamente levantados, tratados e relacionados ao processo de desenvolvimento do produto.

Ainda que o foco estivesse no desenvolvimento do grupo Definição, os processos propostos pelo método desenvolvido alcançam também elementos pontuais dos demais grupos. No segundo grupo, chamado Organização, as discussões acerca do desenvolvimento do produto envolveram projetistas internos e externos. A partir dos resultados dessa discussão, o próximo passo é envolver a cadeia de suprimentos, por meio dos fornecedores chave para alcance das metas estabelecidas para cada componente. Relacionando os processos do método com o terceiro grupo, também chamado de Organização, foram realizadas discussões colaborativas das soluções de projeto, sempre avaliando as atualizações de custo. A discussão dos custos no nível do componente possibilitou, também, que os custos-meta fossem alocados por equipe de projeto. Essa equipe é composta pelas partes envolvidas no desenvolvimento de cada um dos componentes.

O modelo proposto por Oliva, Granja e Picchi (2023) também apresenta ferramentas, catalizadores e resultados esperados pela aplicação do TVD em mercado imobiliário de unidades para venda. Em sinergia com o modelo, os catalizadores apontados possuem elevado potencial de ampliar a produtividade da aplicação do método, inclusive elevando a qualidade das decisões por meio de simulações com o uso do BIM e suas plataformas colaborativas. Analisando os resultados esperados, por meio da validação do método durante o estudo de caso, observou-se que todos os elementos foram alcançados. Houve aumento na colaboração e melhorias significativas no produto, sempre levando em consideração as restrições e expectativas de custo das diversas partes interessadas. Por meio da avaliação com os profissionais que participaram do estudo de caso, ficou clara a percepção de melhoria do valor agregado ao produto e como isso trará vantagens competitivas em relação a produtos similares.

7.5 DIRETRIZES PARA ADOÇÃO

O artefato proposto nesta pesquisa apresenta-se como uma inovação nas práticas da área de gestão estratégica de custos do desenvolvimento de produtos habitacionais modulares. Sendo assim,

Duarte (2022) propõe um modelo para a gestão da inovação em empresas construtoras e incorporadoras (Figura 7-3). O modelo é composto por 4 dimensões que interagem entre si, exigindo um fluxo contínuo de retroalimentação e melhoria para obter êxito na aplicação (DUARTE, 2022). Para delinear a diretriz para a adoção do artefato proposto, nesta pesquisa utiliza-se o referido modelo como referencial teórico.

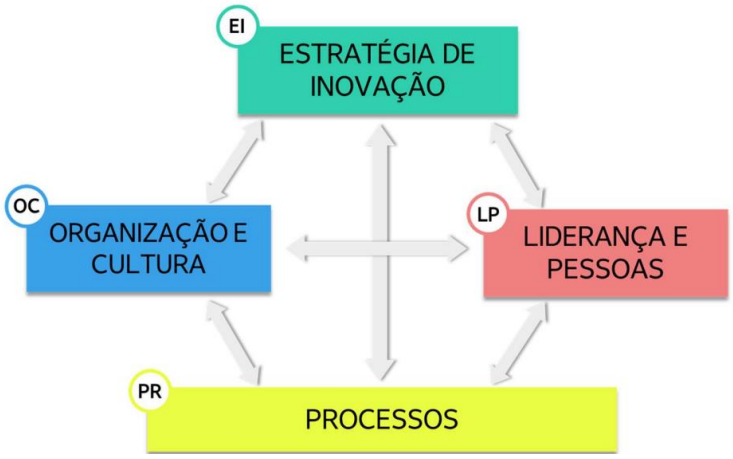


Figura 7-3: Modelo para a gestão da inovação em empresas construtoras e incorporadoras

Fonte: Duarte (2022)

O primeiro passo para aplicação do artefato proposto é a empresa tomar a decisão estratégica de inovar, entendendo com clareza os seus benefícios, a jornada necessária e os processos necessários para uma aplicação exitosa. Assim, a estratégia de inovação será clara e pode ser compreendida por todos os envolvidos na aplicação do artefato (DUARTE, 2022).

Bowonder et al. (2010) apresentam 3 dimensões de uma estratégia de inovação. O **Quadro 7-1** as apresenta.

Quadro 7-1: Dimensões da estratégia de inovação

DIMENSÕES DA ESTRATÉGIA DE INOVAÇÃO
ENCANTAMENTO DO CLIENTE (Estimular os clientes por meio de novos recursos, ofertas, experiências e serviços)
LIDERANÇA COMPETITIVA (Liderar concorrentes com respostas inovadoras, incluindo tecnologias proprietárias)
ENRIQUECIMENTO DE PORTFÓLIO (Expandir, enriquecer e diversificar o portfólio de produto para atingir diferentes trajetórias de crescimento)

Fonte: Bowonder et al. (2010)

O artefato proposto nesta pesquisa alcança as 3 dimensões propostas pelos autores. O estudo de levantamento dos requisitos dos clientes age diretamente na construção de estratégias voltadas ao

encantamento do cliente. A gestão estratégica dos custos, possibilitada por meio do gráfico COMPARE, permite que a empresa se coloque em um patamar mais elevado de liderança competitiva. Por fim, em posse daquilo que o cliente deseja e com conhecimento aprofundado do produto e seus componentes, abre-se um leque de oportunidades para que a empresa enriqueça o seu portfólio de produtos habitacionais.

A definição da estratégia de inovação consolida e formaliza a intenção de inovação da empresa. Isso puxa uma estruturação do ambiente organizacional para que a nova realidade funcione (DUARTE, 2022). Assim, a dimensão de organização e cultura precisa ser formada e consolidada. Para isso, recomenda-se a estruturação de uma equipe responsável pela aplicação do artefato e que esteja comprometida com a solidez de seus processos para que haja confiabilidade dos resultados. Essa equipe deve atuar como catalizadora do processo de aplicação do artefato, sendo um agente de mudança, e ser composta por pessoas com as habilidades necessárias para conduzi-lo (PELLICER et al., 2014; GUARCELLO, 2018).

Na linha da equipe, cabe a discussão da dimensão liderança e pessoas. Para que o artefato seja aplicado de forma exitosa, é requerida a participação direta e ativa dos líderes, despertando o interesse e comprometimento nos demais envolvidos (DUARTE, 2022). Essas lideranças devem romper o paradigma de conservadorismo de lideranças, dando lugar a profissionais que possuem *soft skills* bem desenvolvidas e que favorecem o processo de mudança, como criatividade, empatia, inteligência emocional e flexibilidade (COTET; BALGIU; ZALESCHI, 2017). Ainda, como já abordado diversas vezes ao longo deste trabalho, a formação de equipes multidisciplinares é imprescindível. Pessoas com a mesma expertise nas mesmas disciplinas tendem a apresentar limitações na estruturação de novas ideias e tecnologias em suas áreas (KIM et al., 2009).

Por fim, com a estratégia bem definida e a cultura, organização, liderança e pessoas alinhadas, pode-se desenvolver a dimensão de processos. Duarte (2022) aponta que processos bem estruturados são essenciais para o sucesso da inovação, porém salienta que processos por si mesmos não garantem resultados. Por isso, este trabalho apresenta o artefato com detalhamento de todos os seus passos, contendo o rigor metodológico necessário à condução do seu processo. Além disso, traz diretrizes de estruturação e organização de liderança e pessoas envolvidas, para que todo o conjunto funcione levando em consideração as 4 dimensões da gestão da inovação.

7.6 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO DESENVOLVIDO

O artefato desenvolvido passou por um processo de avaliação para validar o seu rigor e robustez quando submetido a situações reais da classe de problemas para o qual foi desenvolvido. Esse processo de avaliação permite validar o artefato, expondo o que funcionou e as melhorias necessárias.

Conforme abordado no item 5.5, o artefato passou por ciclos de avaliação, sendo um interno e dois externos. Para garantir o rigor das propostas durante a etapa de desenvolvimento do artefato, a avaliação interna ocorreu por meio da validação de especialistas ao longo das atividades envolvidas na unidade de análise custeio dirigido ao mercado. Cada especialista avaliou a etapa em que esteve envolvido. O **Quadro 7-2** apresenta a avaliação desses especialistas.

Quadro 7-2: Avaliação interna com os especialistas

AVALIADOR	AVALIAÇÃO
Especialista I	O método de captura do valor desejado pelos clientes mostra-se eficiente uma vez que converte os atributos de projeto em atributos de valor. Isso permite uma discussão mais abrangente do produto, tomando como base o que o cliente realmente deseja. Caso a pesquisa de mercado não alcance os valores trazidos pelo modelo teórico, recomenda-se a realização de uma nova pesquisa que abranja todos os atributos de valor. Quanto mais atributos avaliados, maior a eficácia da captura.
Especialista II	A consideração de fatores psicológicos é bastante relevante para o êxito das análises. Para além dos elementos tangíveis envolvidos no projeto, os fatores psicológicos possuem influência na decisão final dos clientes e, por isso, não podem ser desprezados.
Especialista III	O tratamento estatístico dos dados é importante para definir a preferência dos clientes e o intervalo de confiança apresenta o grau de certeza daquela escolha. Os resultados dessa pesquisa são direcionados ao perfil dos respondentes, não podendo ser extrapolados para perfis heterogêneos. A cada novo perfil, a recomendação é a realização de nova coleta de dados e respectivo tratamento.

Fonte: Autor

7.6.1 Avaliação observacional

No final da condução do estudo de caso, o artefato desenvolvido foi apresentado para a empresa parceira, mais especificamente para os participantes do Grupo Focal 1 (GF1). Após a apresentação, foi realizada a avaliação com cada um dos profissionais. Cabe relembrar que o GF1 foi composto por 5 participantes que possuem relação direta com o produto estudado. Ainda, o perfil dos participantes é apresentado em detalhes no Apêndice A. A **Tabela 7-1** apresenta o resultado da avaliação.

Tabela 7-1: Avaliação do Grupo Focal 1

Elementos avaliados	P1	P2	P3	P4	P5	Média	Desvio Padrão
Operacionalidade	10	9	9	10	8	**9,20**	**0,84**
Eficácia	9	10	9	9	8	**9,00**	**0,71**
Generalidade	10	10	7	10	8	**9,00**	**1,41**
Facilidade de uso	10	9	8	10	9	**9,20**	**0,84**

Legenda: Pn = Participante n

Fonte: Autor

De forma geral, os avaliadores reconheceram a importância e resultados trazidos pelo artefato. O GF1 apontou que as equipes precisam estar atentas ao processo de condução para realizarem as atividades de forma correta.

Sobre as atividades do custeio dirigido ao mercado, o GF1 apontou que a etapa gerou resultados importantes não só para a discussão do produto objeto de estudo, mas apresentou um panorama sólido do que os clientes realmente esperam dos produtos desenvolvidos pela empresa. O grupo abordou que os resultados forneceram dados importantes até para as estratégias de *marketing* em torno do produto. Em relação ao processo, o tratamento estatístico dos intervalos de confiança mostrou-se a etapa com maior dificuldade de ser replicada em aplicações posteriores. O grupo sugeriu que aplicações futuras pudessem desconsiderar a construção de intervalos de confiança, visto que esse parâmetro possui pouca influência no restante do processo.

Sobre as atividades do custeio-meta no nível do componente, o GF1 apontou que uma decomposição mais detalhada, como foi realizada, é ideal para uma análise mais específica dos componentes do produto. Isso permite atuar diretamente no componente, sem a necessidade de grandes desdobramentos posteriores para identificar subcomponentes que impactam no componente analisado. Para o caso conduzido, foram observados alguns componentes similares que poderiam ter sido agrupados, como os relacionados à estrutura, por exemplo. De forma geral, o grupo apontou que entende que é preciso encontrar o equilíbrio entre o número de componentes e a uma decomposição coerente do produto.

O GF1 apontou que as ferramentas aplicadas permitiram a identificação de relações de componentes com o desejo dos clientes, que no cotidiano não seriam tão claras. Ainda, o grupo abordou que sentiu falta da presença do cliente em alguns momentos, mesmo entendendo a dificuldade de envolve-los nessas atividades. Sobre o gráfico COMPARE, o grupo abordou que a ferramenta apresenta graficamente de forma clara onde há oportunidades de melhoria. Isso direciona os esforços, reduzindo desperdícios de recursos utilizados em decisões tomadas sem uma base mais sólida.

Finalmente, os participantes destacaram a importância do artefato proposto e os resultados trazidos por ele. Para além dos resultados concretos sobre análise do produto, os participantes pontuaram os ganhos *soft*, como aumento da colaboração, comunicação e comprometimento da equipe.

7.6.2 Avaliação descritiva

Após ser avaliado pelo GF1, o artefato desenvolvido passou por uma última rodada de avaliação: a descritiva. Essa avaliação busca demonstrar a utilidade do artefato dentro do contexto para o qual foi desenvolvido, observando diferentes pontos de vista. Para isso, o artefato foi avaliado por meio de entrevistas com profissionais que atuam no mercado de Construção Integrada Modular, avaliando a aderência do artefato com as atividades do mercado. Relembrando que o perfil desses profissionais e o detalhamento do processo de seleção e coleta de dados estão descritos no item 1135.5.2. A **Tabela 7-2** apresenta o resultado dessa avaliação.

Tabela 7-2: Avaliação dos profissionais atuantes no mercado

Elementos avaliados	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Média	Desvio Padrão
Operacionalidade	8	7	9	3	9	8	10	10	-	**8,00**	**2,27**
Eficácia	7	8	9	3	9	9	9	8	-	**7,75**	**2,05**
Generalidade	10	7	9	5	9	9	9	9	-	**8,38**	**1,60**
Facilidade de uso	8	9	7	4	9	8	10	9	-	**8,00**	**1,85**

Legenda: Pn = Profissional n

Fonte: Autor

A avaliação apresenta um desvio padrão elevado nos elementos avaliados, sobretudo quando comparada com a avaliação do Grupo Focal 1. Isso deve-se às notas atribuídas pelo Profissional 4, que estão distantes da média dos demais participantes da avaliação. Mesmo assim, as médias obtidas indicam um bom resultado para a avaliação do artefato desenvolvido. O Profissional 9 participou da entrevista e contribuiu na discussão qualitativa acerca do artefato desenvolvido. Porém, o profissional não retornou o formulário de avaliação preenchido. Por este motivo, não possui avaliação quantitativa do mesmo.

A operacionalidade avalia a capacidade de uso efetivo do artefato proposto. Para os entrevistados, o artefato possui relevância e emprega metodologias sólidas para embasar o processo de desenvolvimento de produtos habitacionais modulares, gerando resultados importantes para o desenvolvimento dos produtos. Eles apontaram, porém, que alguns fatores podem impactar na operacionalidade do artefato. Os principais tópicos indicados foram a necessidade de investimentos robustos de tempo e pessoas para o levantamento de dados, bem como a exigência de uma mudança

de cultura das empresas, visando maior cuidado no processo para alcance de melhores resultados. A seguir, são apresentados na íntegra alguns trechos das entrevistas acerca da operacionalidade:

PROFISSIONAL 2: "Necessidade de mudar o fluxo de decisão do setor."

PROFISSIONAL 4: "Cada lançamento imobiliário que for ser realizado no futuro exigirá uma tabulação de dados e interpretação de dados, além de forte investimento em pesquisa de campo e que muitas vezes as empresas não possuem corpo técnico para realizar. Sendo que o resultado final pode influenciar pouco ou muito pouco no contexto."

PROFISSIONAL 6: "O artefato integra metodologias consolidadas para o desenvolvimento de produto convertidas para o segmento de construção modular de uma forma que facilita sua aplicação e interpretação. Ainda assim, de uma forma geral, sua aplicação tende a encontrar barreiras na falta e/ou qualidade de dados de mercado/clientes, bem como nas avaliações técnicas de engenharia de valor."

PROFISSIONAL 7: "Um método prático, objetivo e direto. Em poucas etapas podem resultar em boas estratégias para os tomadores de decisões para o desenvolvimento dos produtos inerentes as necessidades dos potenciais clientes."

PROFISSIONAL 8: "Método relativamente simples de ser aplicado. Pesquisa com clientes da empresa é a que talvez demande maior esforço de tempo."

A eficácia avalia a adaptação da solução desenvolvida ao contexto e necessidades, e sua efetiva solução das lacunas existentes. Para os entrevistados, o artefato desenvolvido atua em problemas atuais e latentes da construção civil industrializada e modular, gerando dados e informações com elevado potencial analítico para subsidiar as estratégias de desenvolvimento de produtos. Ainda, foi apontado por um dos entrevistados que para habitações voltadas ao público de Habitação de Interesse Social (HIS), o artefato pode ter pouca eficácia na redução dos custos. O desenvolvimento desta pesquisa não utilizou HIS como fonte de coleta de evidências. A percepção de entrevistado pode ser relacionada a falhas na comunicação. A seguir, são apresentados na íntegra alguns trechos das entrevistas acerca da eficácia:

PROFISSIONAL 4: "O público de interesse social que foi selecionado para ser objeto da pesquisa, somente consegue comprar um imóvel devido ao subsídio de programas governamentais. Na prática acredito que o método tem pouca eficácia na redução custo de obra que é principal valor desse cliente."

PROFISSIONAL 6: "A partir dos inputs adequados, a ferramenta demonstra um grande potencial analítico para apoiar na estratégia de desenvolvimento de produtos."

PROFISSIONAL 8: "O método proposto é inteligente em mapear valor para o cliente e importância/representatividade dos componentes no sistema construtivo. A dúvida é se as ações estratégicas finais serão eficientes."

Por sua vez, a generalidade avalia a possibilidade de aplicação do artefato em diferentes contextos não abordados pela pesquisa. Para os entrevistados, o artefato é genérico e pode ser aplicado para além do contexto de CIMs. Três entrevistados citaram que a captura de valor desejado pelo cliente

e o seu relacionamento com os requisitos técnicos de projeto entregam resultados que possuem potencial de aplicação em diferentes áreas do desenvolvimento de produtos. O profissional 4 novamente abordou a HIS. Esse contexto não foi utilizado como fonte de evidências na pesquisa e o seu apontamento pelo profissional pode ser devido a falhas na comunicação durante a apresentação do artefato. A seguir, são apresentados na íntegra alguns trechos das entrevistas acerca da generalidade:

PROFISSIONAL 4: "O interesse pela redução de custo não é uma exclusividade do público que compras imóveis de interesse social, todo contratante de obra gostaria de reduzir seus custos. Acredito muito mais na eficácia da pesquisa fora do segmento do programa minha casa minha vida, pois este programa já possui todos os preços achatados e exprimidos em comparação com outros perfis de obras modulares."

PROFISSIONAL 6: "O artefato demonstrou aplicabilidade no contexto selecionado para o estudo de caso (habitacional), que é um dos mais desafiadores pra captura de valor do cliente e sua e tradução em requisitos técnicos. Portanto vejo alto potencial de aplicação em diferentes contextos."

PROFISSIONAL 7: "Conseguimos aplicar não somente para o segmento habitacional, mas também para os demais (comerciais, industriais...)."

Por fim, a facilidade de uso avalia o nível de facilidade acerca do entendimento, condução e análise dos resultados do artefato proposto. Os entrevistados apontaram que o artefato não é tão simples de ser aplicado e que ele possui abertura para ser simplificado. Dois entrevistados apontaram que alguns requisitos que garantem a robustez acadêmica, como cálculo dos intervalos de confiança, podem ser eliminados para que haja uma condução prática mais simplificada. Um dos entrevistados apontou que o artefato proposto é claro e direcionado a uma correta aplicação. Porém, apontou que a dedicação requerida das equipes multidisciplinares de engenharia ainda destoa do atual paradigma de desenvolvimento de projetos de construção civil, que é fragmentado. A seguir, são apresentados na íntegra alguns trechos das entrevistas acerca da facilidade de uso:

PROFISSIONAL 2: "Me parece um método muito simples e muito assertivo no sentido de tirar a emoção do processo de escolha."

PROFISSIONAL 3: "Por se tratar de moldes acadêmica está perfeito. Para utilização na prática de mercado sugiro uma adaptação um pouco mais simplificada."

PROFISSIONAL 4: "O método não é simples de ser aplicado. Acredito que teria pouca adesão pela barreira da complexidade. Deixar o método mais simples de ser feito poderia ampliar seu uso pelas incorporadoras."

PROFISSIONAL 6: "O fluxo proposto é bastante claro e direcionada a correta aplicação, porém a dedicação requerida de equipes multidisciplinares de engenharia ainda destoam do atual paradigma de desenvolvimento de projetos de construção civil, que é bastante fragmentado."

De forma geral, os *feedbacks* convergiram para a ideia de que o artefato proposto é aderente ao mercado e suas necessidades atuais. Seis entrevistados destacaram a importância da etapa de

levantamento do valor desejado pelos clientes. Para eles, essa etapa é crucial para um bom desempenho na aplicação do artefato desenvolvido. Ainda, salientaram que a condução do artefato permite uma identificação do que realmente é valor para o cliente, fugindo das suposições que levam em consideração, na maioria das vezes, a opinião do que os corretores consideram mais vendáveis.

Comparando a avaliação dos profissionais com a avaliação do Grupo Focal 1 (GF1), observa-se que o GF1 atribuiu maiores notas aos elementos de avaliação do artefato. Os profissionais, muitas vezes, convergiram suas justificativas para o reconhecimento da importância do artefato, mas apontando como possível limitação o elevado investimento de recursos humanos e de tempo. O GF1, por sua vez, ao ter tido contato com o processo e os resultados proporcionados, enxerga de forma mais clara a importância do investimento desses recursos para alcançar melhores resultados na gestão de custos do produto.

A avaliação descritiva final tem o objetivo de coletar *feedbacks* para fazer o último refinamento do artefato antes da sua proposta final. Durante as entrevistas, nenhum dos profissionais apresentou questões relacionadas aos passos do artefato, apresentados no fluxograma. Por isso, a sua estrutura não foi alterada. Devido ao curto tempo disponível na apresentação do artefato durante a entrevista, a maioria dos entrevistados levantou dúvidas acerca da aplicação do artefato proposto. Essas dúvidas foram sanadas pelo pesquisador, fornecendo maiores detalhes que não haviam sido abordados na apresentação. Levando em consideração essas dúvidas, o texto de explicação do artefato foi desenvolvido, apresentando explicações mais detalhadas nos pontos onde as principais dúvidas surgiram, bem como incorporando as observações realizadas pelos entrevistados.

CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve como objetivo geral prescrever um artefato (do tipo método) para atenuar a incompatibilidade entre restrições de custo e entrega do valor requerido por clientes de CIMs. Para atingir o objetivo geral, buscou-se (1) identificar quais fatores deveriam ser considerados na definição de metas de redução de custos em CIMs para alcançar as restrições de custo; (2) propor procedimento para aprofundar o entendimento dos requisitos dos clientes de CIMs, com base em atributos de valor, a partir de informações provenientes de pesquisas de mercado com potenciais clientes; (3) aplicar conceitos e ferramentas do CM e MV para discutir colaborativamente as soluções de projeto e alcançar as restrições de custo do produto, promovendo as adaptações necessárias a partir de Yokota (2015) e Moraes (2017); e (4) avaliar o artefato (do tipo método), analisando oportunidades e barreiras à sua aplicação no contexto de CIMs.

Os objetivos foram alcançados uma vez que a literatura e o estudo de caso forneceram evidências de quais fatores deveriam ser considerados ao determinar uma meta de redução de custos para atingir o custo-meta do produto (seção 6.2.1). Em seguida, a condução do estudo de caso permitiu o desenvolvimento, aplicação e proposição de um procedimento para avaliar os requisitos dos clientes de CIMs com base em atributos de valor, entendendo de forma mais profunda as suas necessidades (seção 6.2.2). Ainda no estudo de caso, realizou-se atividades que permitiram a proposição de etapas e ferramentas para discutir colaborativamente de que forma o custo-meta do produto poderia ser alcançado, sem perder de vista os requisitos dos clientes (seção 6.2.3). A partir dos resultados obtidos nas etapas anteriores, o objetivo geral foi alcançado propondo um artefato do tipo método (capítulo 7) que conduz ao alcance das restrições de custo necessárias às CIMs, sem reduzir a entrega dos requisitos que são esperados pelos clientes. Após essas etapas, o artefato prescrito foi avaliado por profissionais atuantes no mercado de CIMs, dentro e fora do estudo de caso, propiciando a identificação de barreiras e oportunidades de melhoria na proposta (seções 7.6.1 e 7.6.2).

Para desenvolvimento do artefato, utilizou-se a *Design Science Research* como estratégia de pesquisa, conduzindo os seus passos com ciclos de caracterização da relevância do estudo, desenvolvimento do artefato e rigor avaliativo da solução desenvolvida (capítulo 5). O artefato desenvolvido possui como interessados as empresas construtoras e incorporadoras de CIMs que necessitam reduzir os custos de seus produtos, sem reduzir a entrega dos requisitos dos clientes.

Para o desenvolvimento do artefato, foram considerados os referenciais teóricos do Custeio-Meta, do *Target Value Design* e da Metodologia do Valor (capítulos 3 e 4). Juntas, essas teorias possibilitam que as percepções do cliente orientem a identificação de áreas de redução dos custos,

sendo o projeto (*design*) a chave para essa redução. Assim, a aplicação do artefato proposto se encaixa prioritariamente nas etapas iniciais de concepção e desenvolvimento de produtos habitacionais. Em alguns casos, o artefato também orienta processos de reengenharia em produtos existentes. A conexão com a literatura foi possibilitada por ciclos de pesquisa para a conscientização do problema (seção 5.3). Um Mapeamento Sistemático da Literatura apontou oportunidades de atuação em lacunas de aplicação do custeio-meta em construções com elevado grau de industrialização, sobretudo considerando o custeio-meta no nível do componente (seção 6.1). Assim, em relação aos estudos anteriores, esta pesquisa aborda de forma mais profunda o custeio-meta no nível do componente em um contexto ainda pouco explorado: o de CIMs. Ainda, na etapa de captura dos requisitos dos potenciais clientes, uma nova possibilidade é apresentada: entender o valor desejado pelos clientes com base em dados de pesquisas de mercado que as empresas já possuam (seção 5.4.2).

Os requisitos de valor desejado por potenciais clientes foram obtidos por meio da conversão da pesquisa de mercado, fornecida pela empresa participante do estudo, para um modelo de preferência do valor desejado pelos clientes de produtos habitacionais modulares (seção 6.2.2). De forma sinérgica com as avaliações realizadas em estudos anteriores, o tratamento estatístico para construção dos intervalos de confiança foi apontado como a etapa de maior complexidade no artefato proposto.

Assim como preconiza a literatura do custeio-meta, os custos do produto habitacional foram discutidos no nível do componente. Para isso, adotou-se a estratégia de decompor a habitação em componentes, estabelecendo para eles as suas funções dentro da habitação. Posteriormente, esses componentes foram associados a parâmetros de custo e requisitos dos clientes. Essas associações foram realizadas por grupos colaborativos e multidisciplinares, possibilitados por meio da aplicação de ferramentas da Metodologia do Valor (seções 5.4.3 e 6.2.3). Estudos anteriores consideraram apenas os componentes que diretamente faziam parte do produto, desconsiderando componentes indiretos como mão de obra, serviços preliminares e documentações. Esses estudos apontaram em suas conclusões a oportunidade de incorporação desses elementos em pesquisas futuras, para ampliar a área de análise. Desta forma, na presente pesquisa os componentes que são indiretamente ligados ao produto também foram considerados.

Cruzando os dados de componentes, custos e requisitos dos clientes, o gráfico COMPARE indicou, para cada componente, a quantidade de recursos investidos e o quanto o cliente percebe valor naquele componente (item 6.2.3). Com isso, foi possível discutir os custos do produto habitacional para alcançar o custo-meta, focando em componentes que possuem alto valor investido e baixa percepção de valor para o cliente. Essas discussões foram realizadas por equipe multidisciplinar envolvida no projeto e consolidadas em fichas de oportunidades para gestão estratégica de custos.

O artefato desenvolvido também foi avaliado pelos profissionais envolvidos no estudo de caso e por profissionais atuantes no mercado de CIMs externos ao caso (seções 7.6.1 e 7.6.2). Com base na avaliação, o artefato é aderente ao mercado e suas necessidades atuais. Os profissionais destacaram a importância da etapa de levantamento do valor desejado pelos clientes. Para eles, essa etapa é crucial para um bom desempenho na aplicação do artefato desenvolvido. Ainda, salientaram que a condução do artefato permite uma identificação do que realmente é valor para o cliente, fugindo das suposições que levam em consideração, na maioria das vezes, a opinião do que corretores consideram mais vendáveis. Os avaliadores acreditam que o artefato proposto possui generalidade suficiente para ser aplicado em processos de projeto que utilizem outros sistemas construtivos, como a construção tradicional. Por fim, os profissionais envolvidos no estudo de caso reconhecem que além dos resultados concretos sobre análise do produto, identificam os ganhos *soft*, como aumento da colaboração, comunicação e comprometimento da equipe.

As contribuições teóricas da pesquisa abrangem a aplicação do CM, TVD e MV no contexto de CIMs, por meio da aplicação de conceitos e ferramentas amplamente utilizadas no desenvolvimento de produtos de outras indústrias, como a automobilística. Na literatura há poucos relatos de aplicação dessas teorias no mercado imobiliário de unidades para venda, principalmente quando trata-se de CIMs. Paralelamente, as contribuições práticas são percebidas na possibilidade que a aplicação do artefato traz de avançar os processos da indústria da construção por meio da industrialização, ao mesmo tempo que fomentam a entrega de habitações que atendam às necessidades dos clientes/usuários por meio da entrega de funcionalidade e qualidade, sem maiores impactos no custo

Como limitações, aponta-se o estudo de caso único para subsidiar o desenvolvimento do artefato e o uso da pesquisa de mercado como fonte para captura dos requisitos do cliente. Essa fonte traz percepções específicas do público avaliado, além de condicionar a qualidade dos resultados à qualidade da pesquisa realizada. Ainda, o processo de aprofundamento no entendimento dos requisitos dos clientes não envolveu diretamente os clientes, o que pode trazer ruídos para a conversão.

Para estudos futuros, sugere-se a instanciação do artefato desenvolvido em outros estudos de caso, coletando evidências que evoluam o artefato proposto, principalmente em relação ao relacionamento com a cadeia de suprimentos. Ainda, o artefato pode incorporar a discussão de diferentes estratégias de modularização na discussão de componentes e sistemas.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575:** Edificações habitacionais – Desempenho, Parte 1: Requisitos gerais. Brasil, Rio de Janeiro, 2024.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.873:** Coordenação modular para edificações. Brasil, Rio de Janeiro, 2010.

AIA (The American Institute of Architects). **Integrated Project Delivery**: A Guide. 2007

ALI, A. H. et al. Identifying and assessing modular construction implementation barriers in developing nations for sustainable building development. **Sustainable Development**, v. 31, n. 5, p. 3346–3364, out. 2023.

ALVES, T. DA C. L.; LICHTIG, W.; RYBKOWSKI, Z. K. Implementing Target Value Design: Tools and Techniques to Manage the Process. **HERD: Health Environments Research & Design Journal**, v. 10, n. 3, p. 18–29, 1 abr. 2017.

ALWISY, A. et al. Energy-based target cost modelling for construction projects. **Journal of Building Engineering**, v. 20, p. 387–399, nov. 2018.

ALWISY, A.; BOUFERGUENE, A.; AL-HUSSEIN, M. Factor-based target cost modelling for construction projects. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 45, n. 5, p. 393–406, maio 2018.

ALWISY, A.; BOUFERGUENE, A.; AL-HUSSEIN, M. Framework for target cost modelling in construction projects. **International Journal of Construction Management**, v. 20, n. 2, p. 89–104, 3 mar. 2020.

ANTONIALLI, F.; ANTONIALLI, L. M.; ANTONIALLI, R. USES AND ABUSES OF THE LIKERT SCALE: BIBLIOMETRIC STUDY IN THE PROCEEDINGS OF ENANPAD FROM 2010 TO 2015. **REUNA**, v. 22, n. 4, p. 1–19, 29 dez. 2017.

ARAGÃO, D. L. L. J. DE; HIROTA, E. H. Sistematização de requisitos do usuário com o uso da Casa da Qualidade do QFD na etapa de concepção de unidades habitacionais de interesse social no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida. **Ambiente Construído**, v. 16, p. 271–291, dez. 2016.

ARAGÃO, D. L. L. J. **Subsídios para aplicação do Custeio-Meta na etapa de concepção de unidades habitacionais de interesse social no âmbito do PMCMV**. 2014. 118f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

ASENSIO OLIVA, C.; GRANJA, A. **Target Value Design in Real Estate Market: A Conceptual Map Model**. [s.l: s.n.].

AUSTRÁLIA. Department of Treasury and Finance. **Offsite Construction Guide:** Delivering Victorian projects with modern methods of construction. Melbourne Victoria: Department of Treasury and Finance, Jun. 2022.

AZARI, R. et al. **Modular Prefabricated Residential Construction**. Constraints and Opportunities. PNCCRE Technical Report #TR002. University of Washington, 2013.

BALDWIN, C. Y.; CLARK, K. B. Managing in an Age of Modularity. **Harvard Business Review**, 1 set. 1997.

BALLARD, G. Target Value Design: Current Benchmark (1.0). **Lean Construction Journal**, p. 79–84, 2011.

BALLARD, G. The Lean Project Delivery System: An Update. **Lean Construction Journal**, Lean Construction Institute, 2008, p. 1-19.

BALLARD, G.; REISER, P. **The St. Olaf College Fieldhouse Project: A Case Study in Designing to Target Cost**. . Em: 12TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. Helsingør, Dinamarca: 2004. Disponível em: <https://www.iglc.net/papers/details/325>. Acesso em: 24 fev. 2023

BAYAZIT, N. Investigating Design: A Review of Forty Years of Design Research. **Design Issues**, v. 20, n. 1, p. 16–29, 1 jan. 2004.

BENEDIKT, M. L. **Human Needs and How Architecture Addresses Them**. Austin, TX: University of Texas Press, 2008. 17 p.

BONEV, M.; WÖRÖSCH, M.; HVAM, L. Utilizing platforms in industrialized construction: A case study of a precast manufacturer. **Construction Innovation**, v. 15, n. 1, p. 84–106, 2015.

BOWONDER, B. et al. Innovation Strategies for Creating Competitive Advantage. **Research-Technology Management**, v. 53, n. 3, p. 19–32, 1 maio 2010.

BRANDLI, L. L.; HEINECK, L. F. M. As abordagens dos modelos de preferência declarada e revelada no processo de escolha habitacional. **Ambiente Construído**, v. 5, n. 2, p. 61–75, 2005.

BRIDI, M. E. et al. **Modularity in the Construction Industry: A Systematic Mapping Study**. . Em: 27TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC). 2019. Disponível em: <https://iglc.net/Papers/Details/1685>. Acesso em: 18 jul. 2023

BROADHEAD, J. P. et al. **Exploring Offsite Construction for the Construction Sector: A Literature Review**. . Em: 31ST ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR

LEAN CONSTRUCTION (IGLC). 2023. Disponível em: <https://iglc.net/Papers/Details/2075>. Acesso em: 8 jul. 2023

BROWN, G., SHARMA, R., & KIROFF, L. Insights into the New Zealand Prefabrication Industry. In: The 54th International Conference of the Architectural Science Association. **Proceedings…** Auckland, New Zealand: ANZAScA, 2020.

BURGOYNE, J.; JAMES, K. T. Towards Best or Better Practice in Corporate Leadership Development: Operational Issues in Mode 2 and Design Science research. **British Journal of Management**, v. 17, n. 4, p. 303–316, 2006.

ÇAĞDAŞ, V.; STUBKJÆR, E. Design research for cadastral systems. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 35, n. 1, p. 77–87, 1 jan. 2011.

CARVALHO, A. C. V. **Método para entrega de valor sustentável visando reduzir custos adicionais em edificações residenciais**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. 2019. 251 p.

CARVALHO, B. S. D.; SCHEER, S. Lean as an Integrator of Modular Construction. **Modular and Offsite Construction (MOC) Summit Proceedings**, p. 149–156, 24 maio 2019.

CASTELO, A. M.; VIANA, I.; VIEIRA, C. A. **Construção: produtividade e modernização**. FGV IBRE, 2023. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-produtividade-e-modernizacao>. Acesso em: 13 de julho de 2023.

CHOI, J. O. et al. Achieving Higher Levels of Facility Design Standardization in the Upstream, Midstream, and Mining Commodity Sector: Barriers and Challenges. p. 278–287, 29 mar. 2018.

CICS. CENTRO DE INOVAÇÃO EM CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. ALIANÇA CONSTRUÇÃO MODULAR. **Glossário da Aliança Construção Modular**. Brasil, São Paulo, 2022.

COOPER, R. **When Lean Enterprises Collide: Competing Through Confrontation**. Boston, Mass: Harvard Business Review Press, 1995.

COOPER, R.; SLAGMULDER, R. **Target Costing and Value Engineering**. 1ª edição ed. Portland, Or. : Montvale, N.J: Productivity Press, 1997.

COTET, G. B.; BALGIU, B. A.; ZALESCHI (NEGREA), V.-C. Assessment procedure for the soft skills requested by Industry 4.0. **MATEC Web of Conferences**, v. 121, p. 07005, 2017.

CRASTO, R. **Arquitetura e Tecnologia em sistemas construtivos industrializados:** Light Steel framing. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, Brasil, 2005.

CSILLAG, J. M. **Análise Do Valor**. 4ª edição ed. [s.l.] Atlas, 1995.

DAGET, Y. T.; ZHANG, H. Decision-making model for the evaluation of industrialized housing systems in Ethiopia. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 27, n. 1, p. 296–320, 1 jan. 2019.

DE MELO, R. S. S. et al. Target value design in the public sector: evidence from a hospital project in San Francisco, CA. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 12, n. 2, p. 125–137, 3 mar. 2016.

DO, D. et al. **Target Value Design as a Method for Controlling Project Cost Overruns**. . Em: 22ND ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. 2014. Disponível em: <https://www.iglc.net/papers/Details/1065>. Acesso em: 22 abr. 2024

DO, D.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. **An Analysis of Potential Misalignments of Commercial Incentives in Integrated Project Delivery and Target Value Design**. . Em: 23RD ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. 2015. Disponível em: <https://www.iglc.net/papers/Details/1168>. Acesso em: 22 abr. 2024

DREVLAND, F.; LOHNE, J. **Nine Tenets on the Nature of Value**. . Em: 23RD ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. 2015. Disponível em: <https://www.iglc.net/papers/details/1211>. Acesso em: 6 mar. 2023

DREVLAND, F.; TILLMANN, P. **Value for Whom?** [s.l: s.n.]. p. 270

DUARTE, C. M. M. **Gestão da inovação em empresas construtoras e incorporadoras**. 261 f. Campinas. 2022. Tese (doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2022.

ELLIS, R. C. T.; WOOD, G. D.; KEEL, D. A. Value management practices of leading UK cost consultants. **Construction Management and Economics**, v. 23, n. 5, p. 483–493, 1 jun. 2005.

EMUZE, F.; MATHINYA, L. **Assessing the Feasibility and Use of Target Value Design in South African Construction**. . Em: 24TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. 2016. Disponível em: <https://www.iglc.net/papers/Details/1261>. Acesso em: 22 abr. 2024

ENGEBØ, A.; TORP, O.; LÆDRE, O. **Development of Target Cost for a High-Performance Building**. . Em: 29TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC). Lima, Peru: 14 jul. 2021. Disponível em: <http://iglc.net/Papers/Details/1856>. Acesso em: 11 jul. 2024

ERIKSSON, H.; EMILSSON, E. Platforms for Enabling Flexibility at Two Construction Companies. **ISARC Proceedings**, p. 348–355, 24 maio 2019.

FAKHIMI, A. H.; MAJROUHI SARDROUD, J.; AZHAR, S. **How Can Lean, IPD and BIM Work Together?** . Em: 33TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION. Auburn, AL, USA: 21 jul. 2016. Disponível em: <http://www.iaarc.org/publications/2016_proceedings_of_the_33rd_isarc_auburn_usa/how_can_lean_ipd_and_bim_work_together.html>. Acesso em: 4 mar. 2023

FEIJÓ, A. M.; VICENTE, E. F. R.; PETRI, S. M. O USO DAS ESCALAS LIKERT NAS PESQUISAS DE CONTABILIDADE. **Revista Gestão Organizacional**, v. 13, n. 1, p. 27–41, 30 mar. 2020.

FELDMANN, F. G.; BIRKEL, H.; HARTMANN, E. Exploring barriers towards modular construction – A developer perspective using fuzzy DEMATEL. **Journal of Cleaner Production**, v. 367, p. 133023, set. 2022.

FJP. **Déficit Habitacional No Brasil: 2016–2019**. Fundação João Pinheiro: Belo Horizonte, Brasil, 2019.

GHASSEMI, R.; BECERIK-GERBER, B. Transitioning to Integrated Project Delivery: Potential barriers and lessons learned. **Lean Construction Journal**, 2011.

GIBB, A. G. F. **Off-site Fabrication: Prefabrication, Pre-assembly and Modularisation**. 1ª edição ed. [s.l.] Wiley, 1999.

GIRMSCHEID, G.; SCHEUBLIN, F. **New perspective in industrialisation in construction: A state-of-the-art report**. 2010. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/New-perspective-in-industrialisation-in-A-report-Girmscheid-Frits/b413a21d1d698ec3eceb829784b92048a7df9db2>. Acesso em: 29 jan. 2024

GOMEZ, C. P.; RAMESON, N. **Sustainable Transit-Oriented Development: A 'Target Value' Planning & Development Strategy**. . Em: 27TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC). 2019. Disponível em: <https://www.iglc.net/papers/Details/1662>. Acesso em: 22 abr. 2024

GOSLING, J. et al. Defining and Categorizing Modules in Building Projects: An International Perspective. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 11, p. 04016062, 1 nov. 2016.

GRANJA, A. D. et al. A natureza do valor desejado na habitação social. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 2, p. 87–103, 31 mar. 2009.

GROPIUS, W. **The New Architecture and the Bauhaus**. Cambridge: Mit Press, 1965.

GUADANHIM, S. J.; HIROTA, E. H.; LEAL, J. G. Análise da aplicabilidade do custeio-meta na etapa de concepção de empreendimentos habitacionais de interesse social. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 2, p. 39–56, jun. 2011.

GUARCELLO, G. **Por que as empresas falham em inovar?** 2018. Disponível em: https://pt.linkedin.com/pulse/por-que-empresas-falham-em-inovargl%C3%A1ucia-alves-da-costa. Acesso em: 09 abr. 2024.

HELLER, E. D. **Value Management: Value Engineering and Cost Reduction**. First edition ed. Reading, Mass.: Addison Wesley, 1971.

HENRIQUES, C. **Sistematização de diretrizes para projeto modulado em aço, com aplicação dos conceitos da customização em massa**. Tese de Doutorado, Ouro Preto, 2013.

HERSHBERGER, R. **Architectural Programming and Predesign Manager**. London: Routledge, 1999.

HEVNER, A. R. et al. Design Science in Information Systems Research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.

HEVNER, A.; CHATTERJEE, S. **Design Research in Information Systems: Theory and Practice**. Boston, MA: Springer US, 2010. v. 22

HORTA, B. DE A. **Construção modular tridimensional : pré-fabricação, tecnologia, trabalho, obsolescência e arquitetura.** Dissetação de mestrado—Ouro Preto, Minas Gerais: Universidade Federal de Ouro Preto, 2020.

JACOMIT, A. M.; GRANJA, A. D. Análise crítica da aplicação do custeio-meta no desenvolvimento de empreendimentos de habitação de interesse social. **Ambiente Construído**, v. 10, p. 143–162, mar. 2010.

JACOMIT, A.M. **Modelo para incorporação do custeio-meta ao processo de desenvolvimento de produtos em edificações**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 163 Campinas, SP. 2010. 362 p.

JANG, H.; AHN, Y.; ROH, S. Comparison of the Embodied Carbon Emissions and Direct Construction Costs for Modular and Conventional Residential Buildings in South Korea. **Buildings**, v. 12, n. 1, p. 51, jan. 2022.

JAPAN Accounting Association. Genka kikaku kenkyuu no kadai (**The future direction of target cost management research**) (em japonês), 1996.

JONSSON, H.; RUDBERG, M. Classification of production systems for industrialized building: a production strategy perspective. **Construction Management and Economics**, v. 32, n. 1–2, p. 53–69, 1 fev. 2014.

JONSSON, H.; RUDBERG, M. Production System Classification Matrix: Matching Product Standardization and Production-System Design. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 141, n. 6, p. 05015004, 1 jun. 2015.

KATO, Y. Target costing support systems: lessons from leading Japanese companies. **Management Accounting Research**, v. 4, n. 1, p. 33–47, 1 mar. 1993.

KERN, A. P.; FORMOSO, C. T. A model for integrating cost management and production planning and control in construction. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, v. 11, n. 2, p. 75–90, 1 jan. 2006.

KIM, C. et al. Developing a technology roadmap for construction R&D through interdisciplinary research efforts. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 330–337, maio 2009.

KIM, Y. **The implications of a new production paradigm for project cost control**. Berkeley, 2002. 149 p. Tese (Doutorado em Filosofia), University of California.

KITCHENHAM, B. A. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Version 2.3, **EBSE Technical Report**, Keele University and University of Durham, UK. 2007.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et al. **Environmental comfort and school buildings: the case of Campinas, SP, Brazil**. Culture, environmental action and sustanaibility, 2003, ISBN 0-88937-282-9, págs. 325-333. **Anais**... Em: CULTURE, ENVIRONMENTAL ACTION AND SUSTANAIBILITY. 2003. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4190647>. Acesso em: 13 mar. 2023

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et al. **Melhoria do Conforto Ambiental em Edificações Escolares Estaduais de Campinas, SP**. 2001. Relatório científico final - Fapesp 97/02563-8.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; GRANJA, A. D. The concept of desired value as a stimulus for change in social housing in Brazil. **Habitat International**, v. 35, n. 3, p. 435–446, 1 jul. 2011.

KOWALTOWSKI, D. et al. ENVIRONMENTAL COMFORT AND SCHOOL BUILDINGS: THE CASE OF CAMPINAS, SP, BRAZIL. 13 mar. 2023.

KRUEGER, R. A.; CASEY, M. A. **Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research**. 5th edition ed. Los Angeles London New Delhi Singapore Washington DC: SAGE Publications, Inc, 2014.

LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, p. 741–761, 2013.

LANGSTON, C. **Design and Construction: Building in Value**. Editado por Rick Best e Gerad de Valence. Butterworth – Heinemann. 2002.

LEPATNER, B. B. **Broken Buildings, Busted Budgets: How to Fix America's Trillion-Dollar Construction Industry**. Chicago, IL: University of Chicago Press, 2008.

LIMA, R.; SANTOS, D. G. ADOÇÃO DO TARGET COSTING NA CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO EM OBRAS PÚBLICAS: EVIDÊNCIAS DA LITERATURA. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2018. p. 1442–1449. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/1489.

LOUVIERE, J. J. et al. **Stated Choice Methods: Analysis and Applications**. Illustrated edição ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. v. 1

LUKKA, K. The Constructive Research Approach. Em: **Case Study Research in Logistics**. [s.l: s.n.]. p. 83–101.

MACOMBER, H.; HOWELL, G.; BARBERIO, J. Target-Value Design: nine foundational practices for delivering surprising client value. **The American Institute of Architects**, Practice Management Digest, 2007.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1 dez. 1995.

MASLOW, A. H. **Toward a Psychology of Being**. 3. ed. Nova York, USA: Wiley, 1998. 320 p.

MATHEW, A. **Prefab housing and the future of building: product to process / Mathew Aitchison.** London: LH Professional, 2018.

MBI. **Modular Building Institute**, 2019. Disponivel em: <http://www.modular.org/ >. Acesso em: 31 JAN. 2024.

MBI. Modular Building Institute. **Permanent Modular Construction Report**. Charlottesville: Modular Building Institute, 2021.

MCKINSEY. **Modular construction: from projects to products**. McKinsey and Company, 2019.

MCKINSEY. **The next normal in construction: how disruption is reshaping the world' s largest ecosystem**. McKinsey and Company, 2020.

MCNAIR, C. J.; POLUTNIK, L.; SILVI, R. Cost management and value creation: the missing link. **European Accounting Review**, v. 10, n. 1, p. 33–50, 1 maio 2001.

MEHDIPOOR, A.; IORDANOVA, I.; AL-HUSSEIN, M. **Application of Fuzzy Logic for Selection of Off-Site Construction Approach**. . Em: 31ST ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC). 2023. Disponível em: <https://iglc.net/Papers/Details/2156>. Acesso em: 8 jul. 2023

MELLO, L. C. B. DE B.; AMORIM, S. R. L. DE. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. **Production**, v. 19, p. 388–399, 2009.

MELO, R. et al. **Target Costing in Construction: A Comparative Study**. . Em: 22ND ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. 2014. Disponível em: <https://www.iglc.net/papers/Details/1064>. Acesso em: 22 abr. 2024

MELO, R. S. S. DE; GRANJA, A. D. Guidelines for target costing adoption in the development of products for the residential real estate market. **Ambiente Construído**, v. 17, p. 153–165, set. 2017.

MILES, L. D. **Techniques of Value Analysis and Engineering**. 3rd Edition ed. [s.l.] Lawrence D. Miles Value Foundation, 2015.

MIRON, L. I. G. **Gerenciamento dos requisitos dos clientes de empreendimentos habitacionais de interesse social:** proposta para o programa integrado entrada da cidade em Porto Alegre, RS. 351 f. Porto Alegre. 2008. Tese (doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MONDEN, Y. **Cost Reduction Systems: Target Costing and Kaizen Costing**. 1ª edição ed. Portland, Or: Productivity Press, 1995.

MONDEN, Y. **Target Costing and Kaizen Costing**, Portland, Oregon, USA: Productivity Press, 1995, 373 p.

MORAES, A. F. S. **Realocação de custos para o aumento do valor entregue no desenvolvimento de produtos residenciais**. Campinas, 2017. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2017.

MORAES, A.; GRANJA, A. Abordagens de custo e valor em projetos de habitação de interesse social. 22 set. 2016.

MORGAN, D. L. **Focus Groups as Qualitative Research**. [s.l.] SAGE Publications, Inc., 1997.

NASCIMENTO, L. A. DO; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 1, p. 69–81, 2003.

NICOLINI, D. et al. Can Target Costing and Whole Life Costing be Applied in the Construction Industry?: Evidence from Two Case Studies. **British Journal of Management**, v. 11, n. 4, p. 303–324, dez. 2000.

NIKOLAEVNA GERASIMOVA, L. Construction: Innovative Approach to Cost Accounting. **International Journal of Engineering & Technology**, v. 7, n. 4.38, p. 195, 3 dez. 2018.

OBI, L. I. et al. Establishing interrelationships and dependencies of critical success factors for implementing offsite construction in the UK. **Smart and Sustainable Built Environment**, 30 out. 2023.

OLIVA, C. A. et al. **Assessing Suitability of Target Value Design Adoption for Real Estate Developers in Brazil**. . Em: 24TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. 2016. Disponível em: <https://iglc.net/Papers/Details/1260>. Acesso em: 5 mar. 2024

OLIVA, C. A.; GRANJA, A. D. Proposta para adoção do Target Value Design (TVD) na gestão do processo de projeto de empreendimentos imobiliários. **Ambiente Construído**, v. 15, p. 131–147, dez. 2015.

OLIVA, C. A.; GRANJA, A. D. **Target Value Design in Real Estate Market: A Conceptual Map Model**. . Em: 27TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC). 2019. Disponível em: <https://www.iglc.net/Papers/Details/1717>. Acesso em: 22 abr. 2024

OLIVA, C. A.; GRANJA, A. D.; PICCHI, F. A. Target value design: guidelines for implementation in the real estate market in Brazil. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 0, n. 0, p. 1–12, 2023.

OLIVEIRA, K. P. R de; SILVA, M. H. B. da; GRANJA, A. D. Custeio-meta na construção: contexto dos últimos 5 anos e futuro das pesquisas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 13., 2023, Aracaju. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023.

OLIVER, R. L. A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions. **Journal of Marketing Research**, v. 17, n. 4, p. 460–469, 1980.

OSBORN, A. **Your Creative Power**. New York: Charles Scribner's sons, 1948.

PAN, W.; HON, C. K. Briefing: Modular integrated construction for high-rise buildings. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer**, v. 173, n. 2, p. 64–68, jun. 2020.

PELLICER, E. et al. Model for Systematic Innovation in Construction Companies. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 4, p. B4014001, abr. 2014.

PELTOKORPI, A. et al. Categorizing modularization strategies to achieve various objectives of building investments. **Construction Management and Economics**, v. 36, n. 1, p. 32–48, 2 jan. 2018.

PEREIRA FILHO, R. R. **Análise do Valor: Processo de Melhoria Contínua**. São Paulo: Nobel, 1994.

POTKÁNY, M.; KRAJČÍROVÁ, L.; STASIAK-BETLEJEWSKA, R. Use of Target Costing methodology in the construction of wood-aluminium windows — case study. **Engineering Management in Production and Services**, v. 13, n. 4, p. 148–159, 30 nov. 2021.

POTKÁNY, M.; ŠKULTÉTYOVÁ, M. Research into Customer Preferences of Potential Buyers of Simple Wood-based Houses for the Purpose of Using the Target Costing. **Open Engineering**, v. 9, n. 1, p. 390–396, 1 jan. 2019.

RAHMAN, M. M. Barriers of Implementing Modern Methods of Construction. **Journal of Management in Engineering**, v. 30, n. 1, p. 69–77, 1 jan. 2014.

RAZKENARI, M. et al. Perceptions of offsite construction in the United States: An investigation of current practices. **Journal of Building Engineering**, v. 29, p. 101138, maio 2020.

RIES, E. **The Lean Startup: The Million Copy Bestseller Driving Entrepreneurs to Success**. 1ª edição ed. London: Portfolio Penguin, 2011.

ROBERT, G. R. T.; GRANJA, A. D. **Target and Kaizen Costing Implementation in Construction**. . Em: 14TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN

CONSTRUCTION. 2006. Disponível em: <https://www.iglc.net/papers/details/443>. Acesso em: 4 mar. 2023

ROBERTSON, D.; ULRICH, K. Planning for Product Platforms. **MIT Sloan Management Review**, p. 19–31, 15 jul. 1998.

RUIZ, J. A. **Engenharia de valor na construção de edifícios: simulação de aplicações.** (Dissertação de mestrado) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, SP: 2011.

RUIZ, J. DE A.; GRANJA, A. D.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Cost reallocation in social housing projects considering the desired values of end-users. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 4, n. 4, p. 352–367, 1 jan. 2014.

RYBKOWSKI, Z. K.; ARROYO, P.; PARRISH, K. Assessment of current target value design practices: consistencies and inconsistencies of application. **Construction Management and Economics**, v. 40, n. 7–8, p. 598–617, 2022.

SALAMA, T.; SAID, H. Agility assessment framework for modular and offsite construction. **Construction Innovation**, 11 abr. 2023.

SALAMA, T.; SALAH, A.; MOSELHI, O. Integration of Offsite and Onsite Schedules in Modular Construction. **ISARC Proceedings**, p. 767–774, 1 jul. 2017.

SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural**. 2008.

SAVE. SAVE International. **Monograph: Function: Definition and Analysis**. 1998.

SCHOENBORN, J. **A Case Study Approach to Identifying the Constraints and Barriers to Design Innovation for Modular Construction**. [s.l.] Virginia Tech, 27 abr. 2012.

SENGER, E. W. Percepções de construtores e incorporadores sobre industrialização na construção civil em Curitiba. **Revista e-TECH: Tecnologias para Competitividade Industrial - ISSN - 1983-1838**, v. 10, n. 1, p. 23–43, 22 dez. 2017.

SHAHZAD, W.; MBACHU, J.; DOMINGO, N. Marginal Productivity Gained Through Prefabrication: Case Studies of Building Projects in Auckland. **Buildings**, v. 5, n. 1, p. 196–208, mar. 2015.

SHEHADEH, A.; ALSHBOUL, O.; HAMEDAT, O. Risk Assessment Model for Optimal Gain–Pain Share Ratio in Target Cost Contract for Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 148, n. 2, p. 04021197, 1 fev. 2022.

SIMON, H. A. **Sciences of the Artificial**. 3rd ed. edição ed. Cambridge, Mass: Mit Press, 1996.

SINGLETON, R. A.; STRAITS, B. C. **Approaches to Social Research**. Third edição ed. New York: Oxford University Press, 1998.

SMITH, R.; RICE, T. Permanent Modular Construction: Construction Performance. **Modular and Offsite Construction (MOC) Summit Proceedings**, p. 13–20, 21 maio 2015.

SPENCER, N. C.; WINCH, G. **How Buildings Add Value for Clients**. [s.l.] Thomas Telford, 2002.

SPOHR, V. H. et al. **Análise comparativa: Sistemas estruturais convencionais e estruturas de lajes nervuradas**. 2008.

STEINHARDT, D. et al. The structure of emergent prefabricated housing industries: a comparative case study of Australia and Sweden. **Construction Management and Economics**, v. 38, n. 6, p. 483–501, 2 jun. 2020.

STEWART, D. W.; SHAMDASANI, P. N.; ROOK, D. W. **Focus groups: Theory and practice**. Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc, 2007. p. xii, 188

TAKEDA, H.; VEERKAMP, P.; YOSHIKAWA, H. Modeling Design Process. **AI Magazine**, v. 11, n. 4, p. 37–37, 15 dez. 1990.

TROJAN, R. M.; SIPRAKI, R. Perspectivas de estudos comparados a partir da aplicação da escala Likert de 4 pontos: um estudo metodológico da pesquisa TALIS. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, p. 275–300, 7 jul. 2015.

TSENG, M. M.; WANG, Y.; JIAO, R. J. Mass Customization. Em: THE INTERNATIONAL ACADEMY FOR PRODU; LAPERRIÈRE, L.; REINHART, G. (Eds.). **CIRP Encyclopedia of Production Engineering**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2017. p. 1–8.

ULRICH, K. The role of product architecture in the manufacturing firm. **Research Policy**, v. 24, n. 3, p. 419–440, 1 maio 1995.

VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219–246, 2004.

VASQUES, C. C. P. C.F.; PIZZO, L. M. B. F. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. São Paulo: Unilins, 2014.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195–219, 1 jan. 2002.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. Illustrated edição ed. New York: Free Press, 2003.

WOODRUFF, R. B. Customer value: The next source for competitive advantage. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 25, n. 2, p. 139–153, 1 mar. 1997.

XU, Z.; ZAYED, T.; NIU, Y. Comparative analysis of modular construction practices in mainland China, Hong Kong and Singapore. **Journal of Cleaner Production**, v. 245, p. 118861, 1 fev. 2020.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5ª edição ed. [s.l.] Bookman, 2014.

YOKOTA, A. A. **Aplicação do Custeio-Meta no processo de projeto em Habitação de Interesse Social**. Campinas, 2015. 202 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2015.

YOOK, K.; KIM, I.; YOSHIKAWA, T. Target costing in the construction industry: evidence from Japan. **Construction Accounting & Taxation**, v. 15, n. 3, May/Jun 2005, p. 5.

ZIMINA, D.; BALLARD, G.; PASQUIRE, C. Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost. **Construction Management and Economics**, v. 30, n. 5, p. 383–398, 1 maio 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PERFIL DO GRUPO FOCAL 1

Participante 01:
Cargo atual:
CEO
Perfil pessoal e informações profissionais:
Possui 63 anos de idade e 40 anos de atuação na indústria da construção. Larga experiência na indústria de produtos para construção, sendo a maior parte da carreira dirigindo operações multinacionais e nacionais de engenharia, construção e incorporação, diretor de negócios e de engenharia.
Informações acadêmicas:
Graduado em Engenharia Civil em 1984, mestrando em inovação na construção pela Poli-USP, com linha de pesquisa em uso do BIM e da Realidade Virtual 3D na construção modular, para a comercialização e personalização de produtos.

Participante 02:
Cargo atual:
Diretor de Engenharia
Perfil pessoal e informações profissionais:
Possui 60 anos de idade e 38 anos de atuação na indústria da construção. Larga experiência atuando nas diversas áreas da indústria da construção.
Informações acadêmicas:
Graduação em Eng. Civil; MBA Engenharia de Produção; Pós Graduação em Administração, Gestão de Projetos, Especialização em Negociação, Conciliação e Mediação.

Participante 03:
Cargo atual:
Diretor Comercial
Perfil pessoal e informações profissionais:
Possui 53 anos de idade e 34 anos de atuação na indústria da construção. Atua na área de marketing, vendas e negócios, ao longo dos últimos 25 anos.
Informações acadêmicas:
Engenheiro Civil formado em 1993, com especialização em Marketing e Negócios.

Participante 04:
Cargo atual:
Diretor de Tecnologia & Inovação
Perfil pessoal e informações profissionais:
Possui 45 anos de idade e 22 anos de atuação na indústria da construção. Ao longo da carreira, atuou na construção civil na área de planejamento.
Informações acadêmicas:
Engenheiro Civil e Mestre em gestão de projetos pela Poli/USP. Especialista MIT em Digital Transformation.

Participante 05:
Cargo atual:
Arquiteto
Perfil pessoal e informações profissionais:
Possui 45 anos de idade e 26 anos de atuação na indústria da construção. Ao longo da carreira, atuou na elaboração e desenvolvimento de projetos de arquitetura e coordenação e compatibilização de projetos para construção de edificações de diversas escalas e tipologias.
Informações acadêmicas:
Graduado em Arquitetura e Urbanismo.

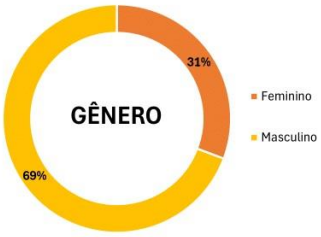
APÊNDICE B – ATRIBUTOS DE VALOR E SUAS CARACTERÍSTICAS

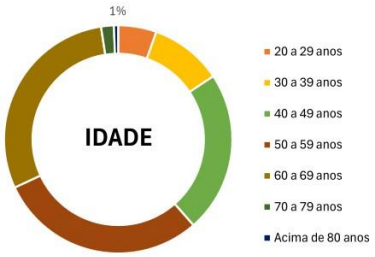
Atributo de valor	Característica
PERSPECTIVA FINANCEIRA	
Custos diretos	Investimento financeiro necessário para a execução da edificação (ou compra da edificação pronta), que normalmente tem limites impostos pelos clientes.
Uso e operação	Custos decorrentes de atividades de uso e operação da edificação, como gastos com gás, água e luz, por exemplo.
Manutenção	Custos decorrentes de atividades de manutenção (reparos e limpeza) da edificação e seus componentes. São exemplos custos derivados de repinturas e manutenção de aparelhos de ar condicionado.
Transporte	Custos decorrentes de atividades de transporte, determinado por fatores como distância de centros comerciais e proximidade com pontos de transporte público.
Retenção	Custo necessário para manter a edificação em "estoque". Associa-se à durabilidade da edificação e valorização para negócios futuros.
QUALIDADE ESPACIAL	
Inserção urbana	Prover, junto à habitação, um ambiente urbano de qualidade para o cliente.
Implantação	Relação da habitação com o terreno, avaliando distribuição e ocupação por meio de itens como permeabilidade, áreas abertas para circulação e posicionamento em relação à incidência solar.
Disposição	Relação entre o cliente e o espaço que atende às suas necessidades sociológicas relacionadas à disposição dos cômodos dentro da edificação.
Função	Quando o produto ou o componente não se limita ao propósito atual, podendo estender as suas funções para outros usos.
Tamanho	Relação entre o cliente e o espaço que atende às suas necessidades sociológicas relacionadas ao tamanho dos cômodos.
Qualidade técnica	Grau de excelência desejado pelo cliente em relação ao produto, serviço ou componente, que agrega conformidade e confiabilidade.
QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO	
Conforto térmico	Relação entre o cliente e o ambiente interno, avaliado sob uma perspectiva térmica, que garante bem-estar e impacta no conforto e produtividade. Associa-se com temperatura do ambiente, nível de ventilação, dentre outros conceitos.
Conforto acústico	Relação entre o cliente e o ambiente interno, avaliado sob uma perspectiva acústica, que garante bem-estar e impacta no conforto e produtividade. Associa-se com níveis sonoros, reverberação, dentre outros conceitos.

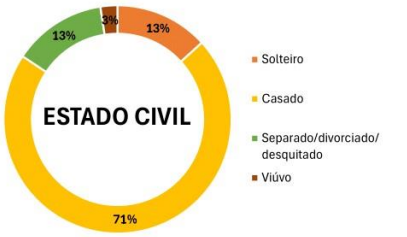
Atributo de valor	Característica
Conforto visual	Relação entre o cliente e o ambiente interno, avaliado sob uma perspectiva visual, que garante bem-estar e impacta no conforto e produtividade. Associa-se com nível de iluminação, quantidade de luz natural, cores, vistas externas, dentre outros conceitos.
Qualidade do ar	Relação entre o cliente e o ambiente interno, avaliado sob uma perspectiva de qualidade do ar, que garante bem-estar e impacta no conforto e produtividade. Associa-se com quantidade de ventilação, umidade, poluentes, dentre outros conceitos.
PERCEPÇÕES SOCIOCULTURAIS E AMBIENTAIS	
Valores culturais	
Diversidade	Relação entre o cliente e o ambiente externo onde a edificação está localizada, sob uma ótica de diferenciação da sua edificação em relação às demais do meio.
Escala humana	Relação entre o cliente e o ambiente externo onde a edificação está localizada, sob uma ótica de maior ou menor densidade de edificações no meio.
Estética	Relação entre a edificação e o ambiente externo, alcançando as expectativas estéticas do cliente.
Domesticalidade	Relação entre o cliente, a edificação e o ambiente externo que cria sensação de pertencimento, visão de lar.
Percepções socioespaciais	
Localização	Relação entre o cliente e onde a edificação está localizada.
Segurança física	Relação entre o cliente, a edificação e o ambiente externo que cria sensação de estar em um local seguro.
Aparência	Relação entre o cliente e a edificação, alcançando as expectativas de aparência do cliente. Envolve definição de cores, tipos de material, entre outras.
Coletividade	Relação entre o cliente, a edificação e o ambiente externo que propicia coletividade, como a presença de áreas comuns, por exemplo.
Privacidade	Relação entre o cliente, a edificação e o ambiente externo que propicia privacidade.
Status	Relação entre o cliente, a edificação e o ambiente externo que demonstre o lugar ocupado por uma pessoa na sociedade.
Valores psicológicos	
Comodidade	Praticidade de ter tudo em um só lugar, reduzindo o esforço.
Exclusividade	Participar ativamente do projeto e sentir que ele é exclusivo para você e suas necessidades.
Segurança psicológica	Ter a segurança no recebimento do que foi contratado, potencializada pelo uso de processos transparentes.

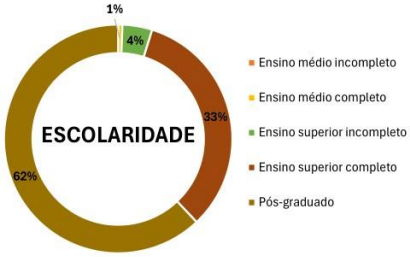
Atributo de valor	Característica
Flexibilidade	Ter a possibilidade de fazer mudanças futuras, sem comprometer todo o produto.
Agilidade	Receber o produto adquirido o mais breve possível.
Personalização	Poder escolher os detalhes do seu produto, potencializando a sensação de pertencimento.
Valores ambientais	
Sustentabilidade	Relaciona-se com aquilo que possibilita desenvolvimento, sem esgotar os recursos para o futuro.
Natureza	Relação entre o cliente, a edificação e o ambiente externo que possibilita proximidade com a natureza por meio de áreas verdes, ambientes livres, calmos, entre outras características.

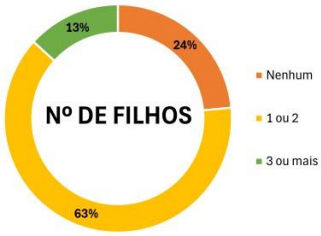
APÊNDICE C – PERFIL DO CLIENTE











APÊNDICE D – REDUÇÃO DE CUSTOS NO NÍVEL DO COMPONENTE

FICHA DE OPORTUNIDADES PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS – GRUPO FOCAL 1			
Componente: Equipe de fábrica e de obra Função principal: Apoiar atividades da obra			
Necessidade: **Redução de custos**			
Redução de custos ideal (R$):	-R$ 101.786,82	Redução de custos real esperada (R$):	-R$ 17.820,00

Diagnóstico:

Este componente, dentre os demais, possui a terceira maior oportunidade de redução de custos. Isso é puxado pela baixa percepção de valor do cliente acerca dele, sendo uma das menores entre os demais componentes. Com isso, esse componente deve ser cuidadosamente analisado e discutido, encontrando oportunidades de redução de custos, mantendo o desempenho da sua função ao menor custo possível.

Indicações do Grupo Focal 1:

- Rever o dimensionamento e atribuições da equipe, montando equipes e processos mais enxutos.

Observações:

FICHA DE OPORTUNIDADES PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS – GRUPO FOCAL 1

Componente: Terraplenagem

Função principal: Nivelar terreno

Necessidade: **Redução de custos**

Redução de custos ideal (R$):	-R$ 10.361,05	Redução de custos real esperada (R$):	- R$ 2.235,75

Diagnóstico:

Este componente, dentre os demais, possui a terceira menor oportunidade de redução de custos. Isso porque apesar do cliente ter uma pequena percepção de valor sobre ele, esse componente possui uma representatividade financeira pequena no valor global do produto habitacional. Com isso, a concentração de esforços para redução de custos neste componente deve ocorrer, porém pode ser menor do que os demais componentes mais representativos.

Indicações do Grupo Focal 1:

- Otimizar as movimentações para que os volumes de terra sejam movimentados com o mínimo de perdas.

Observações:

FICHA DE OPORTUNIDADES PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS – GRUPO FOCAL 1

Componente: Fundação - Radier

Função principal: Transmitir esforços

Necessidade: **Redução de custos**

Redução de custos ideal (R$):	-R$ 80.759,27	Redução de custos real esperada (R$):	- R$ 6.722,41

Diagnóstico:

Na visão do cliente, este componente possui uma baixa agregação de valor no produto habitacional. Com isso, há oportunidade de redução de custos. Sabe-se que os elementos estruturais possuem um custo mínimo para serem executados, o que inviabiliza a redução de custos ao nível do quanto o cliente deseja o componente. Assim, neste componente, pode-se realizar discussões mais profundas com os projetistas, objetivando o desenvolvimento de soluções que cumpram a função do componente ao menor custo possível.

Indicações do Grupo Focal 1:

- Alterar o dimensionamento do componente, objetivando reduzir a espessura. Além disso, como o dimensionamento do componente foi terceirizado, há uma suspeita de *over engineering*. Com isso, o componente precisa ser melhor discutido com os projetistas;
- Substituir a empresa responsável pelo controle de qualidade separadamente da execução, por uma empresa que já ofereça execução e controle de qualidade integrados.

Observações:

FICHA DE OPORTUNIDADES PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS – GRUPO FOCAL 1

Componente: Estrutura principal

Função principal: Transmitir esforços

Necessidade: **Redução de custos**

Redução de custos ideal (R$):	-R$ 102.640,13	Redução de custos real esperada (R$):	- R$ 4.109,52

Diagnóstico:

Na visão do cliente, este componente possui uma baixa agregação de valor no produto habitacional. Paralelamente, este componente possui elevada representatividade no custo global do produto habitacional. Com isso, há oportunidade de redução de custos, sendo este o componente com a segunda maior oportunidade. Sabe-se que os elementos estruturais possuem um custo mínimo para serem executados, o que inviabiliza a redução de custos ao nível do quanto o cliente deseja o componente. Assim, neste componente, deve-se realizar discussões mais profundas com os projetistas, objetivando o desenvolvimento de soluções que cumpram a função do componente ao menor custo possível.

Indicações do Grupo Focal 1:

- Atualmente, a estrutura principal está na configuração ideal. Futuramente, pode-se substituir as conexões parafusadas entre componentes estruturais por conexões soldadas;
- Há a oportunidade de uma discussão mais intensa com os fornecedores, alcançando a meta de redução por meio de uma boa negociação.

Observações:

FICHA DE OPORTUNIDADES PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS – GRUPO FOCAL 1

Componente: Light Steel Frame

Função principal: Transmitir esforços

Necessidade: **Redução de custos**

Redução de custos ideal (R$):	-R$ 37.739,66	Redução de custos real esperada (R$):	-

Diagnóstico:

Na visão do cliente, este componente possui uma maior agregação de valor no produto habitacional, não ficando tão distante do custo que está alocado nele. Mesmo assim, há oportunidade de redução de custos e essa oportunidade deve ser considerada. Sabe-se que os elementos estruturais possuem um custo mínimo para serem executados, o que inviabiliza a redução de custos ao nível do quanto o cliente deseja o componente. Assim, neste componente, recomenda-se realizar discussões cuidadosas com os projetistas, objetivando a identificação de ações que contribuam na redução dos seus custos, sem degradação funcional.

Indicações do Grupo Focal 1:

- Este componente já está na sua configuração ideal.

Observações:

FICHA DE OPORTUNIDADES PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS – GRUPO FOCAL 1

Componente: Pintura e proteções da estrutura

Função principal: Proteger o substrato

Necessidade: **Redução de custos**

Redução de custos ideal (R$):	-R$ 88.206,59	Redução de custos real esperada (R$):	- R$ 3.087,76

Diagnóstico:

Neste componente, identifica-se uma maior incompatibilidade entre o quanto o cliente enxerga agregação de valor e o custo que está sendo investido. Assim, observa-se uma boa oportunidade de redução de custos. Para isso, recomenda-se discussões mais aprofundadas com os projetistas, para identificar formas de realizar a função desse componente a um menor custo envolvido.

Indicações do Grupo Focal 1:

- O componente já está na configuração ideal. Há a oportunidade de uma discussão mais intensa com os fornecedores, alcançando a meta de redução por meio de uma boa negociação.

Observações:

FICHA DE OPORTUNIDADES PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS – GRUPO FOCAL 1

Componente: Vedações verticais - geral

Função principal: Dividir ambientes

Necessidade: **Redução de custos**

Redução de custos ideal (R$):	-R$ 67.342,20	Redução de custos real esperada (R$):	- R$ 5.452,27

Diagnóstico:

Neste componente, identifica-se uma maior incompatibilidade entre o quanto o cliente enxerga agregação de valor e o custo que está sendo investido. Assim, observa-se uma boa oportunidade de redução de custos. Para isso, recomenda-se discussões mais aprofundadas com os projetistas, para identificar formas de realizar a função desse componente a um menor custo envolvido.

Indicações do Grupo Focal 1:

- Há a oportunidade de uma discussão mais intensa com os fornecedores, alcançando a meta de redução por meio de uma boa negociação;
- Algumas especificações serão ajustadas, como modificação de chapa dupla para chapa simples em locais onde essa especificação não é necessária.

Observações:

FICHA DE OPORTUNIDADES PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS – GRUPO FOCAL 1

Componente: Caixilhos

Função principal: Sustentar esquadrias

Necessidade: **Redução de custos**

Redução de custos ideal (R$):	-R$ 60.275,59	Redução de custos real esperada (R$):	- R$ 45.657,26

Diagnóstico:

Neste componente, identifica-se uma significativa incompatibilidade entre o quanto o cliente enxerga agregação de valor e o custo que está sendo investido. Assim, observa-se uma boa oportunidade de redução de custos. Para isso, recomenda-se discussões mais aprofundadas com os projetistas, para identificar formas de realizar a função desse componente a um menor custo envolvido.

Indicações do Grupo Focal 1:

- Trocar o material dos caixilhos de alumínio para PVC.

Observações:

- O PVC agrega valor em termos estéticos e conforto termoacústico.

FICHA DE OPORTUNIDADES PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS – GRUPO FOCAL 1

Componente: Tubulação de água e esgoto

Função principal: Transportar fluido

Necessidade: **Redução de custos**

Redução de custos ideal (R$):	-R$ 8.641,60	Redução de custos real esperada (R$):	-R$ 749,87

Diagnóstico:

Este componente, dentre os demais, possui a segunda menor oportunidade de redução de custos. Isso porque apesar do cliente ter uma pequena percepção de valor sobre ele, esse componente possui uma representatividade financeira pequena no valor global do produto habitacional. Com isso, a concentração de esforços para redução de custos neste componente deve ocorrer, porém pode ser menor do que os demais componentes mais representativos.

Indicações do Grupo Focal 1:

- O componente já está na configuração ideal. Há a oportunidade de uma discussão mais intensa com os fornecedores, alcançando a meta de redução por meio de uma boa negociação.

Observações:

FICHA DE OPORTUNIDADES PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS – GRUPO FOCAL 1

Componente: Desmobilização e limpeza

Função principal: Prover limpeza

Necessidade: **Redução de custos**

Redução de custos ideal (R$):	-R$ 2.424,00	Redução de custos real esperada (R$):	- R$ 527,30

Diagnóstico:

Este componente, dentre os demais, possui a menor oportunidade de redução de custos. Isso porque apesar do cliente ter uma pequena percepção de valor sobre ele, esse componente possui uma representatividade financeira pequena no valor global do produto habitacional. Com isso, a concentração de esforços para redução de custos neste componente deve ocorrer, porém pode ser menor do que os demais componentes mais representativos.

Indicações do Grupo Focal 1:

- Pode-se reduzir a quantidade de unidades de remoção do entulho, visto que esse sistema construtivo produz pequena quantidade de resíduos.

Observações: