



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO

Joyce de Andrade Ruiz

**ENGENHARIA DE VALOR NA CONSTRUÇÃO DE
EDIFÍCIOS: SIMULAÇÃO DE APLICAÇÕES**

Campinas

2011
Joyce de Andrade Ruiz

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

R859e Ruiz, Joyce de Andrade
Engenharia de valor na construção de edifícios:
simulação de aplicações / Joyce de Andrade Ruiz. --
Campinas, SP: [s.n.], 2011.

Orientadores: Ariovaldo Denis Granja, Núbia Bernardi.

Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Análise de valor (Controle de custo). 2. Produtos novos - Desenvolvimento. 3. Construção civil - Custos. 4. Construção civil - Projetos. 5. Conjuntos habitacionais - Projetos e construção. I. Granja, Ariovaldo Denis. II. Bernardi, Núbia. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. IV. Título.

Título em Inglês: Value engineering in building construction: applications simulation

Palavras-chave em Inglês: Value analysis (Cost control), New products - Development, Construction - Costs, Construction - Projects, Housing - Design and construction

Área de concentração: Arquitetura e Construção

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Ariovaldo Denis Granja, Flávio Augusto Picchi, Márcio Minto Fabrício

Data da defesa: 31/01/2011

Programa de Pós Graduação: Engenharia Civil

ENGENHARIA DE VALOR NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS: SIMULAÇÃO DE APLICAÇÕES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Construção da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Arquitetura e Construção.

Orientador: Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja
Co-orientadora: Prof. Dra. Núbia Bernardi

Campinas

2011

iii

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

TÍTULO DO TRABALHO:

Engenharia de Valor na construção de edifícios: simulação de aplicações

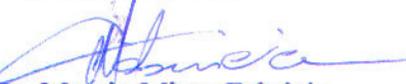
Nome e Sobrenome do Autor:

Joyce de Andrade Ruiz

**Tese de Doutorado/Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora,
constituída por:**


Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja
Presidente e Orientador / UNICAMP/FEC


Prof. Dr. Flavio Augusto Picchi
UNICAMP/FEC


Prof. Dr. Marcio Minto Fabricio
USP/EESC

Campinas, 31 de janeiro de 2011.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

Ao Professor Ariovaldo Denis Granja, pelos ensinamentos e orientação durante todo o processo;

À Professora Núbia Bernardi, pelo compartilhamento de conhecimentos e co-orientação;

Aos colegas do grupo de pesquisa, Diego Camargo, Gabriel R. T. Robert, Patrícia S. P. Fontanini e, em especial, à Ana Mitsuko Jacomit pelo apoio e compartilhamento de conhecimentos e experiências;

À professora Lucila Chebel Labaki pelo incentivo ao início de minhas atividades científicas como monitora de disciplina, posteriormente como orientanda de iniciação científica, e, mais recentemente, com a orientação para ingresso no mestrado;

Aos professores Doris C. C. K. Kowaltowski e Flávio A. Picchi, pela evolução e aprimoramento do meu mestrado;

À professora Silvia A. Mikami Gonçalves Pina, pelo incentivo;

À professora Ercilia H. Hirota pelo compartilhamento de informações;

Aos meus pais, Maria Teresa e Paulo, por absolutamente tudo, às minhas irmãs Jamila e Daniela pelo incentivo e ao meu irmão Paulo pelas discussões e apoio incondicional;

Aos meus Tio Heitor e Tia Nanci pelas explicações, compartilhamento de experiências, apoio e carinho de sempre e a minha querida prima Virgínia pela companhia nas noites de estudo.

RESUMO

RUIZ, Joyce de Andrade. **Engenharia de Valor na construção de edifícios: Simulação de aplicações**. Campinas, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2011.

Proposta: A Engenharia de Valor (EV) é uma abordagem sistemática que busca o melhor balanço funcional entre custo, confiabilidade e desempenho de um produto. Ela concentra os esforços na análise das funções, gerações de ideias e busca por alternativas de forma a proporcionar reduções de custos e garantia da entrega do valor, funcionalidade e qualidade desejados para o produto. A EV insere-se na abordagem proativa do custeio-meta uma vez que busca sua operacionalização para alcance do custo-meta, durante o processo de desenvolvimento de produto (PDP), especialmente nas fases de concepção e de projeto. Um programa característico de EV utiliza além de ferramentas, como a Análise de Função e do diagrama FAST, o instrumento do plano de trabalho que visa organizar e orientar as etapas do estudo com foco nos resultados. De uma forma geral, um plano de trabalho de EV contempla as etapas preparatória, informativa, analítica, criativa, avaliativa, de escolha, implementação, apresentação e acompanhamento. Com base no exposto a presente pesquisa traz a proposição de uma sequência para aplicação da EV em produtos de edificações da construção civil. **Método de pesquisa/Abordagens:** O método de pesquisa utilizado foi a simulação de aplicações em estudos de casos específicos da construção civil. Foram realizadas duas simulações, a primeira num caso chamado de “piloto”, que analisou a construção de um banheiro acessível com dois objetivos em sua execução, o de validar a sequência proposta e o de gerar reduções de custos com garantia da entrega de valor aos clientes e usuários. A segunda num caso chamado de “principal” que focou na análise de um Empreendimento Habitacional de Interesse Social (EHIS), com o objetivo de viabilizar oportunidades de intervenção no projeto sugeridas por pesquisas anteriores no mesmo EHIS. **Resultados:** O resultado da pesquisa consiste na proposição de uma sequência para aplicação da EV em produtos da construção civil. Para isso foi elaborado o fluxo lógico do processo a ser seguido que contém os principais elementos da EV como o plano de trabalho e as ferramentas para exercício das funções de cada produto. **Contribuições/Originalidade:** A pesquisa contribui com a iniciativa de trabalhar as funções de produtos de edificações da construção civil para proporcionar a análise das mesmas relacionadas aos atributos de valor dentro do contexto em que está inserido. Com isso, foi possível gerar reduções de custos sem prejudicar a entrega de valor, até mesmo majorando-a com a incorporação de novos itens nos produtos, custeados pelas economias obtidas anteriormente.

Palavras-chave: engenharia de valor, gerenciamento de custos na construção, entrega de valor, processo de desenvolvimento de produto, custeio-meta.

ABSTRACT

The Value Engineering (VE) is a systematic approach that aims the best functional balance between cost, reliability and performance of a product. The VE's study concentrate efforts on the function analysis, generation of ideas and search for alternatives with the objective to provide cost reductions and to ensure the value delivery, functionality and quality desired for the product in study. The EV is part of the proactive approach of target costing being the operational tool that provides the achievement of the target cost at a product development process (PDP), especially in the design and project phases. A typical EV application program contains the required tools such as Function Analysis and FAST diagram, among other, and the instrument of the work plan that aims to organize and guide the steps of the study to guarantee the focus on the results. A general work plan includes the follow steps: preparatory, informative, analytical, creative, evaluative, choice / decision, implementation, monitoring and presentation. The present research brings to propose a sequence for VE implementation in construction products. The research method used was the strategy of case study. Were performed two case studies, the first named as "pilot study", to examine the construction of a handicap bathroom with two goals in its execution, to validate the proposed sequence for VE application and to generate cost savings with the guarantee of delivering value to customers and users. The second case study, named "principal study", focused on the analysis of a social housing enterprise (EHIS), in which the sequence proposed was applied in order to feasible the opportunities for intervention in the project design suggested by a previous research in the same enterprise. The mainly research result consists in the proposal of a sequence with guidelines for VE implementation in construction products. To provide it was developed a logical flow of the process to be followed which contains the main elements of the EV as the work plan and the tools to analyze the functions. This research contributes to the initiative of working the functions of construction products providing a cross analysis related to the attributes of value within the context in which it is inserted. Based on the case studies with the application of the proposed sequence was possible to generate cost reductions without jeopardize the delivery of value, even subsequently adding it to the incorporation of new items in the products, funded by the saves obtained before.

Keywords: value engineering, cost management in construction, value delivery, product development process, target costing

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 - Modelo para incorporação do custeio-meta ao processo de desenvolvimento de produtos em edificações	5
Figura 2.1: As quatro dimensões do Desenvolvimento de Produto	12
Figura 2.2 – A ES no PDP de empreendimento da construção civil	14
Figura 2.3 – Tripé da Sobrevivência do Produto.....	16
Figura 2.4 – O processo de Custeio-meta.....	17
Figura 3.1 – Fatores condicionantes, meios e objetivos da EV	19
Figura 3.2 – O momento de aplicação da EV x Custo de implementação	20
Figura 3.3 – O processo de aplicação da EV	21
Figura 3.4 – Conceito de Valor	24
Figura 3.5 – Custo atual, custo-meta e custo admissível.....	34
Figura 3.6 – Ferramentas da EV aplicadas no produto.....	37
Figura 3.7 – Orientação lógica para leitura do Diagrama FAST	42
Figura 3.8 – Diagrama FAST	43
Figura 4.1 – Fatores que influenciaram na definição do projeto da pesquisa	51
Figura 4.2 – A sequência do Método do estudo de caso segundo Yin (2005)	53
Figura 4.3 – O processo de aplicação da EV sobrepostas as fases do Plano de Trabalho.....	55
Figura 4.4 – Sequência proposta para aplicação da EV – Fluxograma do Processo.....	57
Figura 4.5 – Sequência proposta para aplicação da EV – Fluxograma do Processo x Plano de Trabalho.....	57
Figura 4.6 – Evolução do projeto de pesquisa.....	62
Figura 4.7 – Delineamento da pesquisa.....	63
Figura 4.8 – Implantação geral da edificação do estudo de caso piloto	65
Figura 4.9 – Descrição das áreas da edificação	66
Figura 4.10 – Planta da Construção de Banheiro Acessível.....	68

Figura 4.11 – Planta tipologia VI22F-V2 F1 e F2/F3– Apartamento com 37,81m ² de área útil ..	77
Figura 4.12 – Planta tipologia VI22F-V2 F1 e F2/F3 - Edifício com dois apartamentos	78
Figura 4.13 – Planta tipologia VI22F-V2 F1 – Implantação de edifícios isolados – 24 unidades	79
Figura 4.14 – Planta tipologia VI22F-V2 F2/F3 – Implantação de edifícios conjugados – 16 unidades	79
Figura 5.1 – Diagrama FAST manual – Construção WC acessível	87
Figura 5.2 – Diagrama FAST digitalizado – Construção WC acessível	88
Figura 5.3 – Relação funcional entre “Necessidade Relativa” e “Consumo de recursos”	95
Figura 5.4 – Diagrama FAST manual – EHIS	109
Figura 5.5 – Diagrama FAST digitalizado – EHIS	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Exemplo de classificação funcional: Funções de um cortador de fita colante	39
Quadro 3.2 – Técnica de Mudge	45
Quadro 4.1 – Componentes do projeto da pesquisa	51
Quadro 5.1 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 1 - PREPARATÓRIA	83
Quadro 5.2 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 2 - INFORMATIVA	84
Quadro 5.3 – Técnica de Mudge para identificação das Necessidades Relativas - WC acessível	92
Quadro 5.4 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 3 - ANALÍTICA.....	94
Quadro 5.5 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 4 - CRIATIVA	96
Quadro 5.6 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 5 – AVALIATIVA.....	101
Quadro 5.7 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 6 – ESCOLHA, IMPLANTAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E APRESENTAÇÃO A	102
Quadro 5.8 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 1 - PREPARATÓRIA	105
Quadro 5.9 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 2 - INFORMATIVA.....	106
Quadro 5.10 – Técnica de Mudge para identificação das Necessidades Relativas - EHIS	114
Quadro 5.11 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 3 - ANALÍTICA.....	116
Quadro 5.12 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 4 - CRIATIVA.....	119
Quadro 5.13 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 5 – AVALIATIVA	127
Quadro 5.14 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 6 – ESCOLHA, IMPLANTAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E APRESENTAÇÃO	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Resumo comparativo Planos de Trabalho de EV	32
Tabela 3.2 – Pontuação para aplicação da Técnica de Mudge	44
Tabela 3.3 – Tabela para encontro da série de dados “Consumo de Recursos das Funções”	46
Tabela 4.1 – Tabela de áreas total da edificação a ser estudada.....	67
Tabela 4.2 – Composição do EHIS em análise no estudo de caso principal.....	70
Tabela 4.3 – Valores originais e reajustados para o EHIS em análise no estudo de caso principal	71
Tabela 4.4 – Cruzamento do IGI x Oportunidades de Intervenção em EHIS	75
Tabela 4.5 – Hierarquização das Oportunidades de Intervenção a partir do IGI	76
Tabela 5.1 – Análise de Função WC acessível.....	86
Tabela 5.2 – Quantificação e custeio dos componentes Iniciais do WC acessível	90
Tabela 5.3 – Distribuição dos custos dos componentes Iniciais em suas respectivas funções do WC acessível	91
Tabela 5.4 – Tabela Resumo: Funções, Consumo de recursos Iniciais e Necessidades relativas - WC acessível	93
Tabela 5.5 – Quantificação e custeio dos componentes Modificados - WC acessível.....	98
Tabela 5.6 – Distribuição dos custos dos componentes Modificados em suas respectivas funções do WC acessível	99
Tabela 5.7 – Tabela Resumo: Funções, Consumo de recursos Modificados e Necessidades relativas - WC acessível	100
Tabela 5.8 – Análise de Função EHIS.....	108
Tabela 5.9 – Quantificação e custeio dos componentes Iniciais do EHIS	112
Tabela 5.10 – Distribuição dos custos dos componentes Iniciais em suas respectivas funções do EHIS	113
Tabela 5.11 – Tabela Resumo: Funções, Consumo de recursos Iniciais e Necessidades relativas - EHIS	115

Tabela 5.12– Oportunidades de intervenção para áreas internas aos apartamentos x Funções - EHIS	119
Tabela 5.13 – Quantificação e custeio dos componentes modificados das oportunidades de intervenção- EHIS	121
Tabela 5.14 – Resumo de custos dos componentes modificados acrescentado a retirada do centro comunitário - EHIS.....	122
Tabela 5.15 – Resumo de custos dos componentes adotados x IGI relativo - EHIS.....	123
Tabela 5.16 – Quantificação e custeio dos componentes modificados – EHIS	124
Tabela 5.17 – Distribuição dos custos dos componentes modificados em suas respectivas funções do EHIS	125
Tabela 5.18 – Tabela Resumo: Funções, Consumo de recursos modificados e Necessidades relativas - EHIS	126

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 – Custos no Ciclo de Elaboração do Produto	2
Gráfico 3.1 – Exemplo adaptado de Gráfico Compare	47
Gráfico 4.1 – Índice Geral de Importância – Atributos de valor hierarquizados	73
Gráfico 5.1 – Gráfico COMPARE Inicial – Construção WC acessível	93
Gráfico 5.2 – Gráfico COMPARE Modificado – Construção WC acessível.....	100
Gráfico 5.3 – Gráfico COMPARE Inicial – EHIS	115
Gráfico 5.4 – Gráfico COMPARE Modificado – EHIS	126

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

APO – Avaliação Pós-Ocupação

CM – Custo-meta

CP – Custo de Produção

DU – Desenho Universal

EHIS – Empreendimento Habitacional de Interesse Social

EIA – Eletronic Industries Aliiance – Aliança das Indústria Eletrônicas

EV – Engenharia de Valor

ES – Engenharia Simultânea

FAST – Function Analysis System Technic

FEC – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP

GTE – Grupo de Gestão e Tecnologia em Edificações

HIS – Habitação de Interesse Social

IGI – Índice Geral de Importância

INCC – Índice Nacional de Custo da Construção

SAVE – Sociedade Americana de Engenharia de Valor

SIBRAGEC – Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção

UEL – Universidade Estadual de Londrina

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

UPF – Universidade de Passo Fundo

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE GRÁFICOS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiv
SUMÁRIO	xv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	4
1.2 MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA.....	4
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA	6
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	6
1.5 ESTRUTURA DO TEXTO.....	7
2. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	9
2.1 O PDP COMO ESTRATÉGIA DE NEGÓCIO	10
2.2 O PDP E O PROCESSO DE PROJETO	12
2.3 O PDP E O CUSTEIO-META.....	15
3. ENGENHARIA DE VALOR - EV	19
3.1 CONCEITO DE VALOR	22
3.1.1 <i>Definição</i>	22
3.1.2 <i>Valor a partir da Percepção do Cliente</i>	23
3.2 HISTÓRICO.....	26
3.3 O PLANEJAMENTO DE CUSTOS, A EV E AS DEMAIS TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE CUSTO	27
3.4 A EV NA CONSTRUÇÃO CIVIL	30
3.5 SISTEMATIZAÇÃO – O PLANO DE TRABALHO	30

3.6	FOCO NA REDUÇÃO DE CUSTOS.....	33
3.7	CRIATIVIDADE.....	35
3.8	FERRAMENTAS DA EV.....	36
3.8.1	<i>Análise de Função</i>	37
3.8.2	<i>Diagrama FAST</i>	40
3.8.3	<i>Técnica de Mudge</i>	43
3.8.4	<i>Método Compare</i>	45
4.	MÉTODO DE PESQUISA	49
4.1	ESTRATÉGIA DA PESQUISA.....	50
4.1.1	<i>Estratégia para definição do projeto de pesquisa</i>	50
4.1.2	<i>Estratégia para a opção pelo estudo de caso</i>	52
4.1.3	<i>Estratégia para as fontes de evidências coletadas</i>	53
4.1.4	<i>Estratégia para utilização do Plano de Trabalho</i>	54
4.1.5	<i>Estratégia para sequência de aplicação da EV em produtos da construção civil</i>	56
4.2	EVOLUÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA.....	61
4.3	DELINEAMENTO DA PESQUISA	62
4.4	CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO	64
4.4.1	<i>Estudo de caso piloto - Construção de um banheiro acessível</i>	64
4.4.1.1	Contextualização do estudo de caso piloto.....	64
4.4.1.2	Caracterização da área.....	67
4.4.2	<i>Estudo de caso principal</i>	69
4.4.2.1	Contextualização do estudo de caso principal.....	70
4.4.2.2	Atributos de valor e oportunidades de intervenção para EHIS	72
4.4.2.3	Caracterização da área.....	77
5.	ESTUDOS DE CASO.....	81
5.1	ESTUDO DE CASO PILOTO.....	82
5.1.1	<i>Identificar objeto de estudo e Iniciar Plano de Trabalho</i>	82

5.1.2	<i>Aplicar Ferramentas da EV</i>	84
5.1.2.1	Análise de Função	85
5.1.2.2	Diagrama FAST.....	86
5.1.2.3	Método COMPARE	88
5.1.3	<i>Analisar resultados</i>	94
5.1.4	<i>Resultados atingiram os objetivos?</i>	101
5.1.5	<i>Repensar ou Finalizar?</i>	102
5.1.6	<i>Apresentar Resultado Final</i>	102
5.1.7	<i>Reflexão sobre os resultados do estudo de caso piloto</i>	103
5.2	ESTUDO DE CASO PRINCIPAL.....	105
5.2.1	<i>Aplicar Ferramentas da EV</i>	106
5.2.1.1	Análise de Função	107
5.2.1.2	Diagrama FAST.....	109
5.2.1.3	Método COMPARE	110
5.2.2	<i>Analisar resultados</i>	116
5.2.3	<i>Resultados atingiram os objetivos?</i>	127
5.2.4	<i>Repensar ou Finalizar?</i>	127
5.2.5	<i>Apresentar Resultado Final</i>	128
5.2.6	<i>Reflexão sobre os resultados do estudo de caso principal</i>	129
6.	DISCUSSÕES E CONCLUSÕES	131
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa propõe o estudo da Engenharia de Valor (EV), uma ferramenta originada na indústria manufatureira, que tem por fundamento realizar exercícios de reduções de custos e geração de ideias no processo de desenvolvimento de produtos a partir da percepção de valor do cliente. Com isso, os parâmetros de valor são incorporados no projeto de forma a gerar um produto que atenda e satisfaça os clientes e usuários a um custo otimizado.

A idealização da EV iniciou-se durante a Segunda Guerra Mundial devido à necessidade de se identificar alternativas para contrapor a deficiência de suprimentos gerada pelo contexto da época (CSILLAG, 1995). O objetivo era conceber os produtos de forma inovadora, mantendo-se as qualidades e funcionalidades mesmo que compostos, ou executados, de forma diferente. Ela consiste num esforço sistemático no momento de concepção do produto, orientado a garantir a entrega de valor ao cliente atendendo suas expectativas e necessidades a um custo competitivo.

A EV é uma ferramenta inserida no conceito do *target costing*, ou custeio-meta, que difere das formas tradicionais de gestão de lucros e custos, devido a sua abordagem proativa e introdução de parâmetros de valor desde as fases iniciais de concepção de produtos. O custeio-meta é um conceito também originário na indústria (automobilística japonesa) que proporciona um estreito gerenciamento dos lucros e dos custos, com sua orientação para a garantia da lucratividade e entrega de valor com um produto de funcionalidade e qualidades atendidas (COOPER, SLAGMULDER, 1997). Seu estudo com a determinação do *target cost*, ou custo-meta, tem por objetivo trabalhar o *cost-gap*, que é a meta de redução de custo que deve ser atingida para se chegar ao custo-meta.

A EV é a ferramenta que viabiliza o alcance do custo-meta e configura-se parte integrante do processo de custeio-meta aplicado ao desenvolvimento de produtos. Ela contribui com os

objetivos do processo à medida que, por meio da aplicação de suas ferramentas, identifica e trabalha as funções que devem ser focadas as reduções de custos (BALLARD, 2009).

Da mesma forma, fazendo-se a abstração para o processo de desenvolvimento de produtos da construção civil, a EV é indicada para uso nas fases iniciais do projeto em que cerca dos 95% dos custos já estão comprometidos (COOPER; SLAGMULDER, 1997).

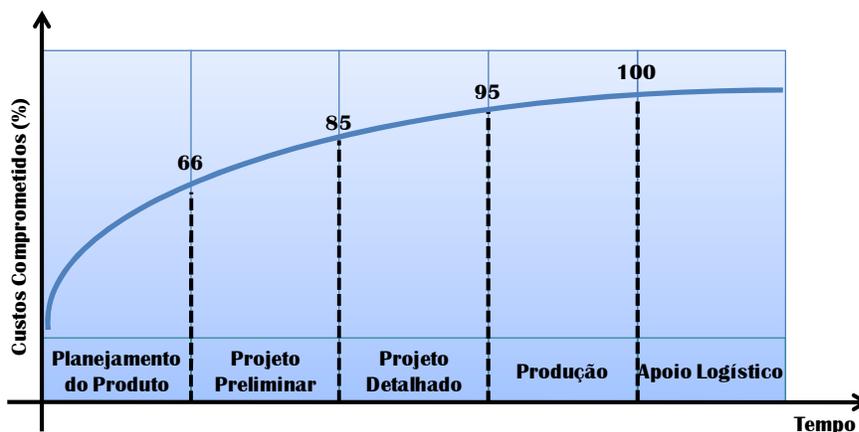


Gráfico 1.1 – Custos no Ciclo de Elaboração do Produto

Fonte: Adaptado de Cooper e Slagmulder (1997)

O caráter sistemático da EV traduz-se na condução de um plano de trabalho que orienta a aplicação das ferramentas que viabilizam a análise das funções dos produtos, ao mesmo tempo em que auxilia na organização para avaliação dos dados em relação aos atributos de valor existentes (CSILLAG, 1995).

Para compor os estudos foram utilizadas as ferramentas mais recorrentes e citadas na revisão bibliográfica, constituindo aquelas que proporcionam o exame das funções dos produtos e agregam os parâmetros subjetivos de valor aos requisitos técnicos e de custos (COOPER; SLAGMULDER, 1995; CSILLAG, 1995; DELL'ISOLA, 1997; MORAES *et.al.*, 2008; SPAULDING; BRIDGE; SKITMORE, 2005). São elas: i) Análise de Função; ii) Diagrama

FAST (*Function Analysis System Technique*); iii) Técnica de Mudge; e iv) Método Compare.

Com vistas a propor a incorporação da EV no processo de desenvolvimento de produtos da construção civil, esta dissertação apresenta a proposição de uma sequência para sua aplicação a ser validada através da simulação em dois estudos de caso, o primeiro chamado “piloto” e o segundo “principal”.

O caso piloto é composto por uma edificação de empresa concessionária do setor de energia elétrica que disponibilizou os projetos e escopo referente à edificação de um banheiro acessível. Os objetivos do estudo inicial foram de validar a sequência proposta e gerar reduções de custos por meio da rediscussão do projeto e de seus componentes.

O caso principal consiste na análise de um Empreendimento de Habitação de Interesse Social (EHIS) realizado em Campinas pela companhia de desenvolvimento habitacional e urbano do estado de São Paulo. Este EHIS foi objeto de estudos anteriores sobre a “natureza do valor desejado”, realizado por Granja *et.al.*, 2009; uma primeira iniciativa de aplicação da EV em EHIS apresentado por Yokota *et.al.* (2009); e a indicação de “oportunidades de intervenção” para entrega de valor aos usuários elaborados por Kowaltowski e Granja (2010). Este estudo de caso principal tem por objetivo viabilizar as “oportunidades de intervenção” indicadas por meio da incorporação dos parâmetros de “valor desejado” no produto EHIS através do exercício da EV por meio da sequência proposta.

1.1 Justificativa da pesquisa

Os recentes estudos sobre a utilização do conceito de custeio-meta na construção civil justificam o estudo da EV como meio de se proporcionar as reduções de custos necessárias à manutenção dos lucros, funcionalidades e qualidades dos produtos (JACOMIT; GRANJA, 2010). Conforme indicado anteriormente, esta dissertação incorpora pesquisas anteriores, relacionadas ao tema de modo a utilizar as diretrizes e os resultados como fontes de informações nos estudos de casos realizados.

Dessa forma a pesquisa situa-se dentro de um contexto amplo que tem sido estudado pela academia e incorpora as perspectivas de valor, do custeio-meta, de gestão de custos no processo de desenvolvimento de produtos.

1.2 Motivação para a pesquisa

A motivação para essa pesquisa tem como influência a possibilidade de se contribuir com o desenvolvimento acadêmico do setor da construção civil por meio do estudo de conceitos inovadores, proativos, e ainda incipientes no setor, como a EV e o custeio-meta. Alinhado aos objetivos do grupo de pesquisa de Gestão e Tecnologia em Edificações (GTE), no qual está inserido, o estudo torna-se representativo, pois contribui, e recebe contribuições, a partir do aprofundamento conjunto dos temas abordados.

Dentro do modelo proposto por Jacomit (2010) para incorporação do custeio-meta ao processo de desenvolvimento de produtos em edificações, verifica-se que a sequência proposta nesta dissertação encontra-se situada no referido modelo, conforme se destaca no quadro abaixo sobreposto à Figura 1.1 (JACOMIT, 2010).

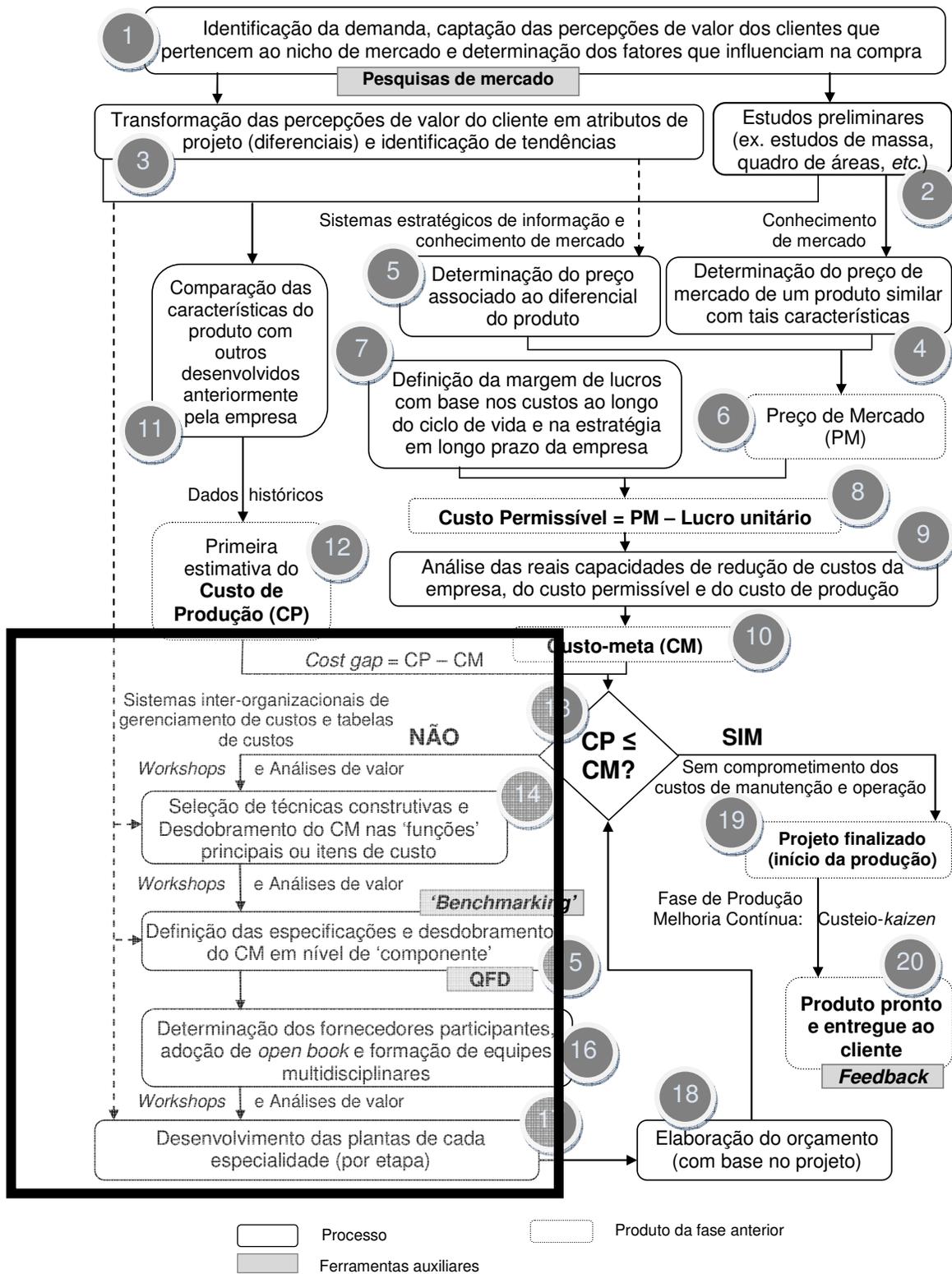


Figura 1.1 - Modelo para incorporação do custeio-meta ao processo de desenvolvimento de produtos em edificações

Fonte: Jacomit (2010)

1.3 Objetivos da pesquisa

O objetivo desta pesquisa concentra na simulação da EV por meio da proposição de uma sequência lógica para sua aplicação em produtos de edificações da construção civil. Para isso optou-se pela estratégia de pesquisa com a realização de estudos de casos. Foram realizados dois estudos que possibilitaram a simulação da aplicação da EV.

O primeiro estudo realizado, chamado de piloto, tem por objetivos a validação do fluxo do processo sugerido e buscar reduções custos para a construção de um banheiro acessível sem prejudicar a entrega e percepção de valor do cliente.

O segundo estudo de caso, chamado de principal, buscou viabilizar “oportunidades de intervenção” propostas por Kowaltowski e Granja (2010) para o projeto de um EHS desenvolvido pela companhia de desenvolvimento habitacional e urbano do estado de São Paulo. Essas “oportunidades de intervenção” foram elaboradas a partir da obtenção dos parâmetros de “valor desejado” obtidos de pesquisa anterior realizada no próprio conjunto habitacional realizada por Granja *et.al.*, 2009.

1.4 Delimitação da pesquisa

Com o intuito de apresentar as limitações relativas aos temas abordados, apresentam-se os recortes necessários. O primeiro é situar o estudo da EV como parte da abordagem do custeio-meta com a declaração de metas a serem atingidas no desenvolvimento do produto para obtenção dos resultados esperados.

O segundo consiste na ressalva de que esta pesquisa simulou a aplicação da EV em produtos reais e específicos de edificações para testar suas potencialidade, representatividade e contribuição dentro do processo de desenvolvimentos de produto da construção civil.

1.5 Estrutura do Texto

Inicialmente, após este primeiro item de Introdução, é apresentada a parte de revisão bibliográfica, capítulos 2 e 3, com a apresentação dos conceitos de Desenvolvimento de Produto e da EV. As informações contidas nas conceituações teóricas propõem, sempre que possível, e pertinente, a seguinte estrutura: i) breve histórico sobre o tema em questão; ii) aprofundamento dos conceitos e bases fundamentais; iii) detalhamento da execução; iv) demonstrações teóricas da execução.

Após os itens de revisão, é apresentado o capítulo 4 com o Método de pesquisa e as estratégias adotadas, a sequência proposta, as caracterizações dos estudos de casos e as fontes de evidências coletadas. O sexto item traz o desenvolvimento dos estudos de casos piloto e principal, com a apresentação de seus respectivos resultados, com base na sequência da sequência proposta e apresentada no item anterior. O sétimo item apresenta a análise dos resultados resumidos.

O próximo item, o oitavo, apresenta as discussões e conclusões da dissertação com a ponderação dos passos desenvolvidos, resultados obtidos e perspectivas existentes para continuidade dos estudos no tema. A dissertação se encerra com a lista de referências bibliográficas utilizadas no decorrer de todo o estudo.

2. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

O processo de desenvolvimento de produto (PDP), segundo Smith e Morrow (1999) consiste num processo que converte necessidades e requisitos dos clientes em informação para que um produto ou sistema técnico possa ser então produzido. Para isso precisam ser consideradas as informações do mercado, de projetistas diversos, das equipes de produção, bem como testes e análises de uso do produto como fontes para a formulação de requisitos, definições, detalhamentos e aspectos a serem aperfeiçoados no projeto.

Assim, o PDP configura-se no processo pelo qual o produto é concebido, projetado, produzido e entregue ao cliente final, incluindo as atividades relacionadas à retroalimentação. Segundo Ulrich & Eppinger (2000), o PDP trata-se de um processo com grande complexidade, devido ao amplo número de processos e áreas da empresa envolvidas tornando-se imprescindível a retroalimentação do processo para melhoria do produto.

A definição convencional do PDP resume-se na diretriz fornecida pela alta cúpula da organização para que as áreas de marketing e de engenharia preparassem as especificações do produto e do processo para fábrica produzir. Atualmente essa definição já se verifica modificada com a incorporação de atividades relacionadas ao planejamento estratégico, ao mercado, aos demais produtos existentes, à produção, ao lançamento e acompanhamento do produto no mercado (ROZENFELD, *et.al*, 2003).

Com essa abordagem mais atual permite-se que os requisitos dos clientes, aspectos técnicos e problemas encontrados nos produtos em campo sejam continuamente incorporados ao PDP de forma a alimentar o planejamento e proporcionar a tomada de decisão em relação ao desenvolvimento de novos produtos (RUIZ *et.al*, 2010). Isso proporciona uma maior interatividade ente as equipes de distintos departamentos que agora começam a unir forças para

enriquecer o processo como um todo.

2.1 O PDP como estratégia de negócio

O PDP é um dos mais importantes processos de negócio para a competitividade atual das empresas, traduzindo-se numa potencial estratégia para alavancar para a adição de valor na capacidade de inovação (SILVA, HOZENFELD, 2003).

O estudo de Silva e Hozenfeld (2003), especialistas no contexto industrial, abordam a Gestão do Conhecimento (GC) e o Desenvolvimento de Produto (DP) como processos de negócios estratégicos constituídos de quatro dimensões, a serem trabalhadas de forma integrada, nas quais podem ocorrer quatro tipos de conversões de conhecimento. Segundo a visão de Rozenfeld *et.al.* (2003) um processo de negócio representa um conjunto de atividades associadas às informações que manipula, utilizando os recursos e a organização da empresa de forma a gerar uma unidade coesa direcionada a um determinado mercado/cliente, com fornecedores bem definidos.

Dentro do foco do ambiente industrial são destacadas quatro dimensões do PDP: i) Estratégia; ii) Organização; iii) Atividades / Informações; iv) Recursos. De acordo com o estudo de Silva e Rozenfeld (2003), as perspectivas específicas de cada dimensão são detalhadas a seguir e seguem ilustradas na Figura 2.1.

- Estratégia: Gestão ou administração do portfólio de produtos (projetos); Avaliação do desempenho do PDP; Condução das alianças e parcerias para o PDP; Condução das relações interfuncionais / interdepartamentais.
- Organização: Adoção e manutenção da estrutura organizacional para o PDP;

Execução do trabalho de liderança; Execução do trabalho em grupo; Existência de programas de capacitação e de acompanhamento da qualificação do pessoal envolvido no processo

- Atividades / Informações: Pesquisa de Mercado, levantamento das possibilidades tecnológicas e determinação dos requisitos dos clientes; Identificação de riscos, avaliação de viabilidade e planejamento de recursos; Tradução do conceito do produto em estilo, layout, componentes e especificações; Envolvimento de fornecedores no PDP; Construção de modelos físicos e avaliação de estilo e layout; Transformar as informações anteriores em desenhos e normas; Elaboração, construção de testes e protótipos; Tradução das especificações do projeto do produto no PDP (fabricação e montagem); Realização de produção de piloto e testes de validação do produto; Emprego de Gates para avaliação do andamento do projeto; Normalização do conteúdo das informações; Normalização do formato das informações; Controle das atualizações e armazenamento das informações.
- Recursos: Método QFD (Quality Function Deployment); Técnicas DFMA (Design for Manufacturing and Assembly); Ferramentas e sistemas CAD-CAE-CAM (Computer Aided Design-Engineering-Manufacturing) e CAPP (Computer Aided Process Planning); Recursos FMEA (Failure Mode Effect Analysis), **Análise/Engenharia de Valor** e técnicas de fabricação e uso de protótipos; Sistemas PDM/EDM (Product/Engineering Data Management), integrados ou não aos PM (Project Management) dos sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) para o gerenciamento e controle das informações geradas pelas etapas do projeto de DP; Recursos de TI; Ferramentas para construção (desenho) e manutenção de modelos de referência.



Figura 2.1: As quatro dimensões do Desenvolvimento de Produto

Fonte: A partir de Slva e Rozenfeld (2003)

2.2 O PDP e o processo de projeto

O ato de projetar, como um procedimento organizado para materializar e traduzir o processo de criação de modo a se atingir determinado resultado, busca racionalizar as atividades criativas e apoiar o projetista para a solução de problemas diversos, com complexidades também diversas.

Segundo Kowaltowski *et.al.* (2006), os avanços tecnológicos e as mudanças globais da sociedade e economia influenciam a arquitetura e seus trabalhos com o aumento da complexidade dos projetos e da exigência da qualidade ambiental. Informa que são cinco as principais razões para ambos os incrementos, são elas: i) avanço rápido da tecnologia; ii) mudança de percepção e de demanda dos proprietários de edificações; iii) aumento da importância do prédio como facilitador da produtividade; iv) aumento da troca de informações e do controle humano; e v) a

necessidade de criação de ambientes sustentáveis, com eficiência energética.

Esse contexto de constantes mudanças necessita flexibilidade, adaptações e organização nos procedimentos adotados com vistas a se elaborar um projeto que atende às demandas e proporcione soluções aos problemas e desafios de projetos existentes. Com isso, evidenciam-se uma intensificação competitiva à medida que o processo passa a precisar de uma maior colaboração e interação dos diversos agentes envolvidos no projeto para permitir a produção de projetos eficientes e de qualidade. Essas perspectivas sobre o trabalho do arquiteto demandam um aprimoramento dos procedimentos adotados e a aplicação de metodologias mais sistemáticas de pesquisa e projeto (KOWALTOWSKI *et.al.*, 2006).

Dessa forma, de acordo com o contexto da construção civil, associar o PDP ao processo de desenvolvimento de projetos justifica-se devido às elevadas parcelas de atividades projetuais existentes no PDP (BALLARD *et.al.*, 2001). Porém deve-se tomar cuidado para não suprimir os processos, especialmente as etapas referentes ao PDP, uma vez que o processo de projeto é muito mais usual no contexto da construção civil do que o de PDP (JACOMIT, 2010). Assim, é importante que sejam consideradas as atividades do PDP, com destaque para a pesquisas de mercado, identificação de oportunidades de negócios, formulação das estratégias de *marketing*, caracterização da produção (desenvolvimento do processo).

Segundo Ballard (2006), a tríade para a definição de um projeto consiste em três elementos fins, meios, e restrições que compõe o processo de projeto e que devem ser trabalhados em conjunto de forma a orientar o esforço criativo de projetar. As características subjetivas e de atribuição de valor por parte dos clientes são então transformadas e traduzidas em especificações técnicas que geram e antecipam alternativas de projetos, soluções e até mesmo indicação de valores já na fase de concepção.

Uma abordagem que tem sido discutida atualmente devido à já citada complexidade dos novos projetos de grande porte é a Engenharia Simultânea (ES) que visa conceber de forma sistemática, integrada e simultânea os produtos (FABRÍCIO; MELHADO, 2003). Segundo os autores como paradigma da gestão de projetos, a ES baseia-se em três premissas: i) em que diferentes atividades de projeto são realizadas em paralelo, de forma simultânea; ii) na ênfase na integração entre os participantes e agentes envolvidos em todo o processo; e, ii) na concepção do projeto orientada ao ciclo de vida do produto (Figura 2.2).

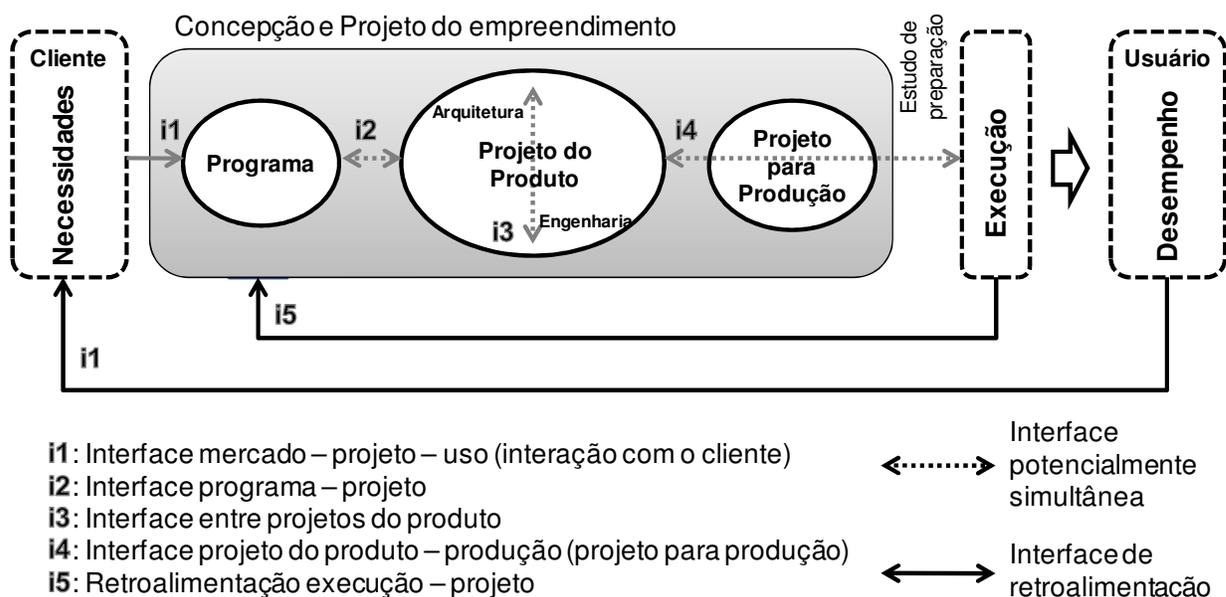


Figura 2.2 – A ES no PDP de empreendimento da construção civil

Fonte: Adaptado de Fabricio e Melhado (2003)

Kern (2005) pondera sobre a sequência tradicional do processo de projeto em relação à ES na construção civil, com a reflexão de que na ES cada projetista desenvolve sua parte simultaneamente, mas isoladamente, entregando-a posteriormente a outro projetista, o que pode gerar um maior número de revisões.

2.3 O PDP e o custeio-meta

O custeio-meta é um conceito originário na indústria automobilística japonesa que proporciona um estreito gerenciamento dos custos e dos lucros. No entanto, alguns o considerarem com uma estratégia de lucratividade e não de custos, isso porque seus resultados são focados em atingir um custo-meta (CM) para garantir de uma margem de lucro. Seu processo de aplicação é orientado para a redução de custos de forma a garantir a lucratividade com um produto de funcionalidade e qualidades atendidas durante o PDP (COOPER, SLAGMULDER, 1997). Segundo Camargo *et.al.* (2010), o custeio-meta pode ser entendido como um PDP em situação de alta competição com a incorporação de um sistema de gerenciamento estratégico de lucros. Ballard (2006) indica que a utilização do custeio-meta na fase de definição do projeto pode ser entendida como um "planejamento empresarial", ou um "estudo de viabilidade", que relaciona fins, meios e restrições, e serve como um passo inicial para averiguar se o projeto é viável ou não.

O estudo do custeio-meta, com a determinação do custo-meta, tem por objetivo trabalhar o *cost gap*, que é a meta de redução de custo que deve ser atingida para de chegar ao custo-meta e garantir a lucratividade almejada (BALLARD, 2006). A EV contribui com esse objetivo à medida que, por meio da aplicação de suas ferramentas, identifica e trabalha as funções que devem ser focadas as reduções de custos (BALLARD, 2009).

Para que a implantação do Custeio-meta tenha sucesso há de se ter um processo fortemente disciplinado. A disciplina no Custeio-meta inicia-se a partir do alinhamento com o “mercado” e requer um novo (e alto) nível de especificidade sobre o que os consumidores desejam e o quanto eles estão dispostos a pagar por isso. (COOPER, SLAGMULDER, 1997)

A Análise de mercado auxilia a identificar as zonas de sobrevivência (*survival zones*) e a tríade de características de projeto a serem consideradas nos produtos em desenvolvimento, caracterizada por meio do “Tripé da sobrevivência” (Figura 2.3).

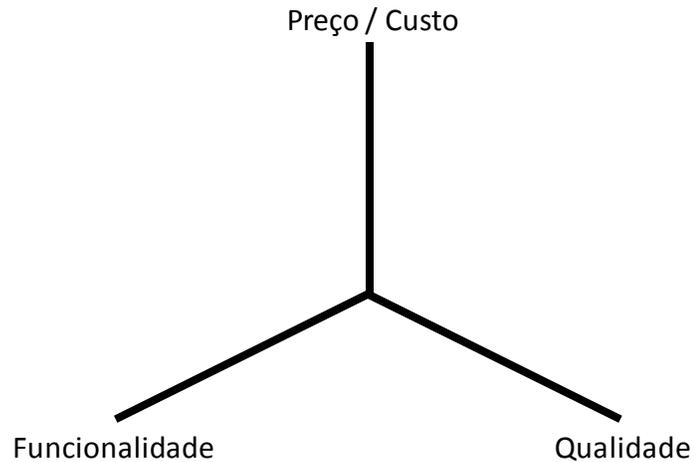


Figura 2.3 – Tripé da Sobrevivência do Produto

Fonte: Adaptado de Cooper e Slagmulder (1997)

A análise do mercado e da concorrência existentes são pontos cruciais do processo e constituem-se no direcionador de toda a aplicação, por ser responsável em indicar os custos permitidos e praticáveis. A figura 2.4 traz o esquema do processo de Custeio-meta.

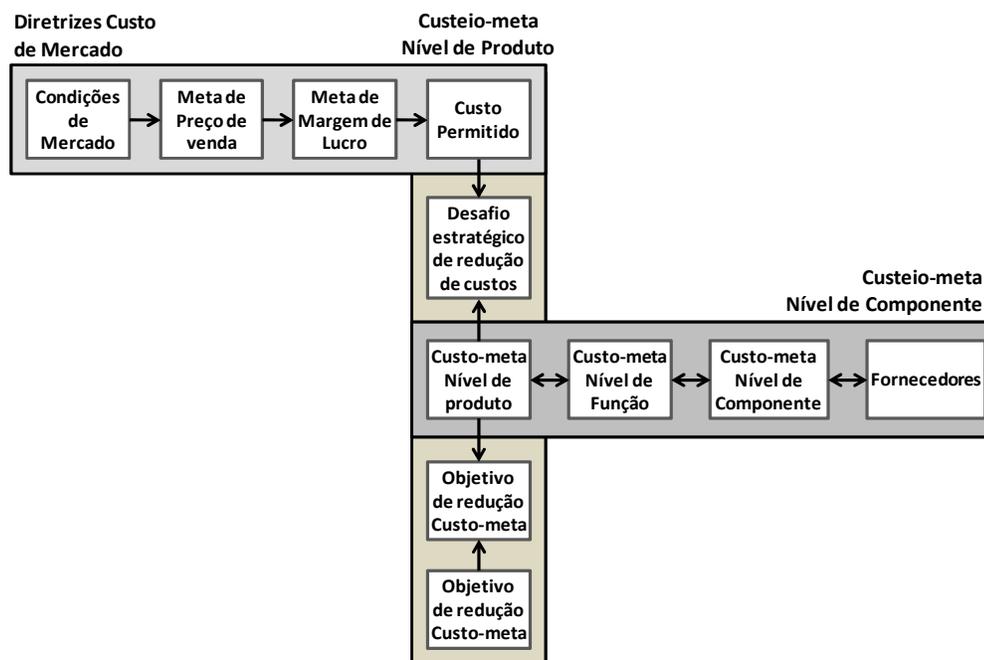


Figura 2.4 – O processo de Custeio-meta

Fonte: adaptado de Cooper e Slagmulder (1997)

Analisando-se com cuidado o fluxo do processo da figura 2.4 pode-se entender a complexidade e abrangência em toda a organização do Custeio-meta em sintonia com as diretrizes mais atuais para o PDP, em que a aplicação requiere a integração e contribuição de diversas áreas:

- Diretoria: Decisão estratégica pela adoção do modelo do Custeio-meta;
- Marketing: Pesquisa de Mercado;
- Financeira: Margem de lucro necessária;
- Desenvolvimento de Produtos: projetar dentro do Custo-meta;
- Produção: Seguir “à risca” o projeto recebido;
- Suprimentos: Negociação e parceria com fornecedores.

No entanto, devido à consideração dos parâmetros de lucros e custos em seu processo de aplicação com a participação de diversas áreas da empresa, pode-se dizer que o conceito do custeio-meta vai um pouco mais além do que somente a análise do produto em questão. O trabalho completo do custeio-meta integra toda a empresa e preconiza parcerias com fornecedores, o que potencializa os resultados. Dessa forma, estará disseminado e presente não só dentro da empresa, mas também junto a sua cadeia de fornecedores (JACOMIT, GRANJA, 2008).

3. ENGENHARIA DE VALOR - EV

A EV consiste num exame sistemático e multidisciplinar de fatores que compõem o custo do produto, de forma a identificar meios de se reduzir esse custo sem afetar sua funcionalidade e qualidade (MILES, 1989; COOPER, SLAGMULDER, 1997; DELL'ISOLA, 1997; CSILLAG, 1995). A EV engloba fatores condicionantes, meios e objetivos de diversas naturezas subjetiva, quantitativa e qualitativa, o que retrata seu caráter multidisciplinar conforme pode ser observado na Figura 3.1. Devido a essa abrangência sua aplicação indica o envolvimento e participação de um grupo diverso de profissionais para que sejam avaliados os distintos aspectos e nuances do projeto em questão (MILES, 1989; DELL'ISOLA, 1997).



Figura 3.1 – Fatores condicionantes, meios e objetivos da EV

A EV é um exercício de aplicação de ferramentas ligadas à inovação, criatividade e análise minuciosa do produto, por isso o momento ideal para sua aplicação é na fase de Concepção, em que 95% dos custos já estão comprometidos, e, também, onde o custo de

implementação da EV é menor (Figura 3.2), (DELL'ISOLA, 1997; COOPER, SLAGMULDER, 1997).

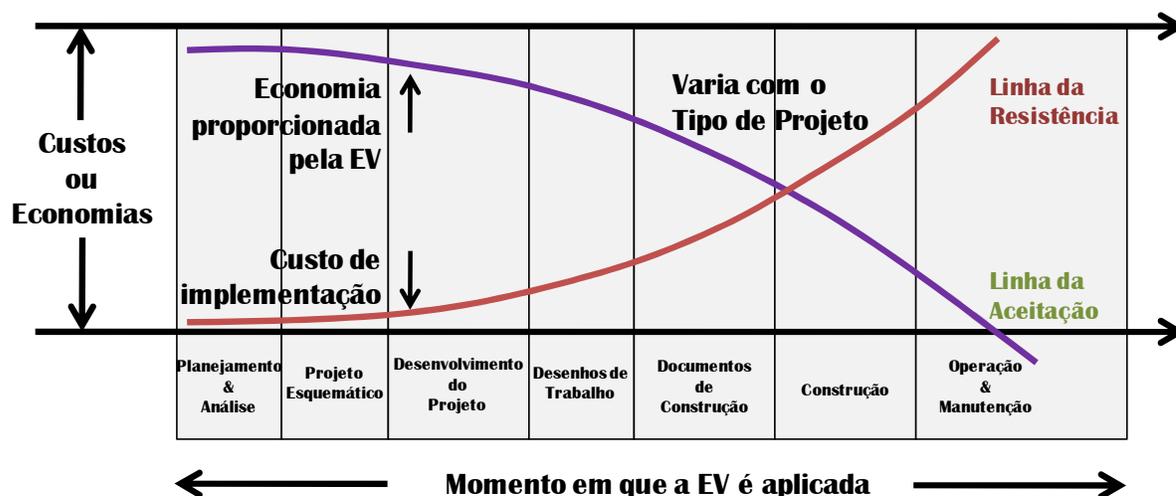


Figura 3.2 – O momento de aplicação da EV x Custo de implementação

Fonte: Adaptado de DELL'ISOLA (1997)

Para orientar a aplicação da EV é proposto que se responda a algumas perguntas que auxiliarão o delineamento do projeto em estudo. Abaixo seguem os cinco questionamentos e seus objetivos, identificados por L.D. Miles, pioneiro no desenvolvimento e utilização da EV, (MILES, 1989; COOPER, SLAGMULDER, 1997; ABREU, 1996; KELLY, MALE, GRAHAM, 2004).

- a) O que “ele” é? – Para identificar o foco da análise;
- b) O que “ele” faz? – Identificar a função que o produto é esperado desempenhar;
- c) Quanto “ele” custa? – Determinar o custo das funções;
- d) O que mais irá fazer o trabalho? – Determinar soluções alternativas para o projeto do produto;
- e) Quanto o “o que mais” custa? – Determinar os custos das soluções alternativas para o

projeto do produto.

Ao mesmo tempo em que se responde às perguntas sugeridas acima, é necessário decompor o projeto em funções. A decomposição em funções é dito por Dell’Isola (1997) como o “coração” da EV e depende do tipo de projeto, ou processo em estudo, e do nível de detalhamento que se deseja ter. Ressalta-se que quanto maior o nível de detalhamento, maiores são as possibilidades de se identificar funções secundárias que são aquelas que devem ser focadas para redução de custos.

A Figura 3.3 mostra de forma esquemática um fluxo do processo de utilização da EV que apresenta todos os principais elementos, transformando-se numa global representação dessa técnica.



Figura 3.3 – O processo de aplicação da EV

Fonte: Adaptado de L&M Construction Management Inc.(2010)

O plano de trabalho que traduz no planejamento para a utilização da EV será melhor detalhado no item 3.5. Ele possui diversas configurações, de acordo com cada autor, mas de uma

forma geral contém fases de Orientação/Preparação, Informação, Análise, Especulativa, Criativa, Analítica, Escolha, Implantação, Execução, Acompanhamento, Resumo e Conclusões.

3.1 Conceito de Valor

O valor é um conceito muito amplo com significados diversos de acordo com Woodruff (1997). Segundo Ballard *et.al* (2001) ele pode ser maximizado com a minimização dos desperdícios dentro da filosofia do *Lean Thinking*, ou Mentalidade Enxuta.

Dentro da abordagem proativa do custeio-meta o valor é um dos fatores diferenciais à medida que é incorporado na fase de projeto com objetivo de garantir a satisfação dos clientes e usuários (COOPER; SLAGMULDER, 1997). Ao mesmo tempo, o processo do custeio-meta, por meio da utilização da EV, busca suas metas principais de gestão de lucros, redução de custos e garantia da funcionalidade e qualidade dos produtos (JACOMIT, 2010). Thomson *et.al.* (2003) defende a importância existente em compreender e traduzir os atributos de valor diretamente obtidos dos clientes e usuários finais em características de projetos que efetivamente atendam às expectativas criadas.

3.1.1 Definição

O conceito de valor tem sido foco constante nos estudos mais recentes sobre a satisfação dos diversos clientes com produtos da construção civil, sejam de empreendimentos específicos como a habitação de interesse social (HIS) (Granja *et al.*, 2009), imóveis para fins residenciais ou comerciais. O objetivo de se considerar o “valor” é aumentar a eficiência dos produtos ao produzi-los direcionados às necessidades e aos desejos de seus clientes e usuários finais. E

fazendo isso pode-se proporcionar benefícios às partes envolvidas, cliente, usuário e produtor, ao se atingir as expectativas ao melhorar a eficácia, o desempenho e repercussão dentre seus consumidores.

Para conseguir traduzir uma idéia tão ampla como é o “valor” é necessário entender como os clientes o percebem, e, aqui se introduz uma importante abordagem ao tema, o valor percebido. Este tema tem sido objeto de estudos diversos desenvolvidos pelo Brasil para Habitação de Interesse Social (HIS), devido à preocupação de entregar mais valor aos usuários, aos futuros moradores das unidades habitacionais. Embora esses estudos sejam de um setor diferente daquele abordado nesta pesquisa, utiliza-se em parte sua fundamentação teórica, já que os mesmo estão em constante desenvolvimento.

3.1.2 Valor a partir da Percepção do Cliente

O valor percebido é definido por Monroe (1990) como a razão entre os benefícios percebidos em um produto e os sacrifícios necessários para sua aquisição e uso. Os “benefícios percebidos” compreendem os fatores de desejo e de necessidade dos clientes e os “sacrifícios necessários” referem-se aos custos de compra e de uso do produto (Granja, et al., 2009; Miron et al., 2008).

A abordagem proposta por Woodruff (1997), adotada por Granja et al. (2009) e Miron *et al.* (2008), constata que os pontos comuns existentes sobre as conceituações de valor são:

- Está relacionado ao uso do produto;
- É aquele percebido pelo cliente, e não o determinado pelo vendedor;

- Há um *trade-off*¹ entre o que o cliente recebe (qualidade, funcionalidade, valor em dinheiro e benefícios) e o que ele entrega para usufruir do produto (preço, sacrifícios).

Estes pontos comuns são relevantes ao possibilitarem a identificação das relações existentes entre os clientes e usuários com a parte que entrega o produto (produtor e vendedor). Vale ressaltar que é primordial que se entenda sob que perspectiva de “valor” será feito o estudo, se será focado no cliente, no usuário, ou no produtor, uma vez que cada uma dessas partes tem uma expectativa diferente daquilo que lhe será entregue (Figura 3.4).

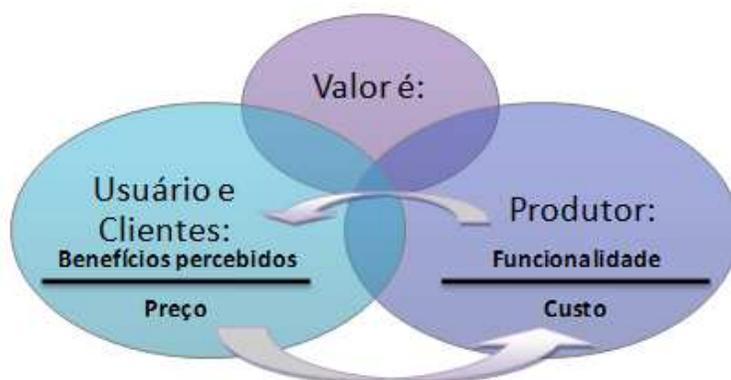


Figura 3.4 – Conceito de Valor

Fonte: Adaptado de Cooper e Slagmulder (1997)

Segundo Miles (1989), um dos precursores da Engenharia de Valor, um produto ou um serviço é considerado como bom se ele tem um desempenho e um custo apropriados. Ou, falando-se pela definição contrária, um produto ou serviço é considerado ruim caso ele seja deficiente no desempenho ou no custo. Ambos os parâmetros citados por Miles, são aspectos percebidos pelos clientes no *trade-off* que irão se dispor a fazer na decisão de uma aquisição.

¹ Trade-off : expressão da língua inglesa que significa uma troca de alguma coisa por outra, mais precisamente abrir mão de um benefício ou vantagem por outro mais desejável.

Devido à amplitude do conceito de valor e às diferentes partes e momentos envolvidos, buscou-se inspiração no estudo apresentado por Granja et al. (2009) para Habitação de Interesse Social (HIS). Neste estudo os pesquisadores fizeram uma adaptação do Modelo de Valor idealizado com base em Spencer e Winch (2002), para o contexto de HIS. O estudo de Spencer e Winch (2002) traz o Modelo de Valor sob quatro atributos-chave:

- Valor financeiro;
- Qualidade do ambiente interno;
- Simbolismo, e,
- Qualidade espacial.

Como forma de adaptação já na pesquisa de Granja et al. (2009) identificou-se a necessidade de adequação do Modelo inicial à realidade do contexto em estudo, após a realização de um pré-teste. Dessa forma, o referencial de Modelo de Valor foi adaptado para atender a quatro perspectivas: Financeiras, Socioculturais, Qualidade Espacial e Qualidade do Ambiente Interno. Tal adaptação gerou além das quatro perspectivas, a criação de cinco categorias que contém vinte e seis (26) itens de análise, os quais foram pesquisados em EHIS de forma a proporcionar o conhecimento e hierarquização do valor desejado na HIS, conforme pode ser visto abaixo.

- 1) **Perspectiva Financeira:** Custos diretos; Uso e operação; Manutenção; Transporte; e Retenção;
- 2) **Qualidade Espacial:** Inserção urbana; Implantação; Disposição; Função; Tamanho; e Qualidade técnica;
- 3) **Qualidade do Ambiente Interno:** Qualidades Térmica; Acústica; Visual; e do Ar;
- 4) **Percepções Socioculturais**, subdividida em: i) **Percepções Socioespaciais:** Localização; Segurança; Aparência; Coletividade; Privacidade; e Status; e ii) **Valores Culturais:** Diversidade; Escala humana; Estética; Natureza; e Domesticidade.

3.2 Histórico

O conceito da EV (ou Análise de Valor) se iniciou durante a segunda guerra mundial, com a necessidade de pesquisa de novos materiais, alternativos, que possuíam maior disponibilidade a custos mais baixos dos que os que eram utilizados originalmente. Terminada a Guerra, os materiais antes escassos voltaram a estar disponíveis e as empresas perceberam que as iniciativas feitas de buscar alternativas eram, na verdade, importantes ferramentas de redução de custos, uma vez que os produtos continuavam atendendo às expectativas e satisfazendo os clientes (CSILLAG, 1995).

Miles, o pioneiro no desenvolvimento e utilização da EV, trabalhava na época na General Electric Company, e seus superiores lhe deram o desafio de organizar, estruturar e sistematizar, tais ferramentas no desenvolvimento de uma Metodologia e foi assim que, em 1947, surgiu a EV (CSILLAG, 1995; ABREU, 1996).

A disseminação da EV se deu por meio de seminários e palestras que proporcionaram sua assimilação por outras companhias que passaram a adotar o estudo de seus produtos em termos da análise das funções em detrimento da análise das peças e componentes (CSILLAG, 1995).

Em 1954, a marinha americana orientou-se no programa da General Electric Company e passou a denominar a técnica de EV, devido à engenharia ser sua atividade principal. Esse fato foi difusor da EV, pois a marinha, nos contratos com seus fornecedores, inseriu cláusulas que faziam com que eles adotassem suas práticas como forma de incentivar a metodologia. A partir daí convencionou-se as adoções dos nomes da análise para produtos existentes como Análise de Valor e para produtos novos, como EV. Porém, apesar dessa diferenciação até hoje ambos os termos são utilizados indistintamente de acordo com o julgamento de cada autor e estudioso (CSILLAG, 1995).

A Aliança das Indústrias Eletrônicas (EIA) a partir de 1958 promoveu diversas reuniões sobre EV sob a coordenação do almirante R.S. Mandelkorn, que trabalhava na marinha americana. E, em 1959, promoveu a primeira conferência nacional da Universidade de Pennsylvania, na Filadélfia, com um público de 300 pessoas. Aqui foi onde surgiu a idéia de se formar uma sociedade técnica ou profissional de EV, assim, em 22 de outubro de 1959 formou-se a Sociedade Americana de Engenharia de Valor (SAVE), que promove anualmente uma conferência nacional.

3.3 O Planejamento de Custos, a EV e as demais técnicas de redução de custo

O Planejamento de Custos tem evoluído com o passar do tempo, passando dos antigos métodos de estimativas para atividades complexas que consomem tempo e que precisam considerar uma grande variedade de procedimentos, regras e restrições em seu desenvolvimento. Essa evolução tem sido acompanhada pelo desenvolvimento tecnológico, principalmente no âmbito computacional (LANGSTON, 2002), fato este que auxilia a caracterização de três fases dessa evolução:

- i) Passado: metodologia tradicional de estimativas de custos, sem a utilização de recursos computacionais.
- ii) Presente: larga utilização de computadores e *softwares* que permitem maior precisão nas estimativas de custos e possibilitam o armazenamento de informações e retroalimentação do processo (banco de dados).
- iii) Futuro: existência de *softwares* com grande capacidade de processamento permitindo uma maior eficiência na análise complexa das diversas variáveis envolvidas.

A atual demanda pelo aumento da eficiência e precisão da determinação dos custos de produtos da construção civil guiou à incorporação e atenção aos aspectos econômicos que os envolvem. Com isso, atualmente os projetos são desenvolvidos para a análise de uma gama de alternativas que visam minimizar o custo total de execução e ao longo da vida útil de um empreendimento.

De acordo com Langston (2002) são duas as principais filosofias de Planejamento de Custos:

- i) a de custear um projeto, na qual um projeto é desenvolvido, detalhado, para depois ser custeado e;
- ii) a de projetar a um custo, em que o custo baliza o desenvolvimento e detalhamento do projeto de forma que as metas orçamentárias não sejam excedidas, com foco simultâneo em garantir o melhor valor possível ao dinheiro (“*best value for money*”).

A EV caracteriza-se na segunda filosofia, na qual um projeto é desenvolvido já com os parâmetros de custos delimitados. Isso a diferencia das demais ferramentas e metodologias de redução de custos devido à incorporação do parâmetro de valor na análise do projeto do produto.

Dentre os especialistas em EV, como Miles, Cooper e Slagmulder, Dell’Isola, Csillag e Abreu existe um consenso sobre a ferramenta pelo fato de seu caráter sistemático e de viabilização de redução de custos de uma forma ampla, embasada nos atributos de valor e não deliberada. A EV trabalha o desenvolvimento de produto com foco nos parâmetros de custos, mas tem como balizador e limitador o “valor” atribuído, agregado e entregue com o produto.

Segundo Csillag (1995) o que diferencia a EV das demais técnicas de redução de custo é

o fato de a EV estar orientada ao estudo das funções, enquanto as demais alternativas direcionam ao estudo às alterações dos métodos de manufatura, aumento de tolerâncias, redução de espessura de materiais, etc. Devido a essa orientação, usualmente o resultado é um novo projeto que desempenha as mesmas funções, porém a um custo reduzido. O autor equaciona a relação entre “**valor**”, **função** e **custo** da seguinte forma:

$$\text{"Valor"} = \frac{\text{Função}}{\text{Custo}_{\text{mín}}}$$

Analisando a equação percebe-se que o “valor” pode ser incrementado não apenas por meio de reduções de custo, mas também pelo aumento da Função. A diferença fundamental da EV consiste no esforço que é feito para identificar e selecionar os métodos de menor custo, dentre as alternativas possíveis, para satisfazer as necessidades funcionais adequadas.

O que fortalece a importância do estudo da EV, como um todo, é exatamente a união desses dois parâmetros que parecem antagônicos, o de reduzir custos e o de entregar de valor. Uma vez que ambos são importantes no desenvolvimento de produtos e, muitas vezes, são relacionados de forma diretamente proporcional, ou seja, se o custo diminui, reduz-se também entrega de valor e satisfação, e, vice-versa (CSILLAG, 1995).

Outro ponto característico da EV é a valorização da fase criativa e da integração dos envolvidos no projeto, uma vez que grande parte dos resultados obtidos são frutos das idéias e propostas criativas feitas pelo grupo multidisciplinar de trabalho que é composto por profissionais de diferentes áreas: técnicas, operacionais, de produção, planejamento, financeira, marketing, design, dentre outras (DELL’ISOLA, 1997; ABREU, 1996). Outra parte dos resultados é proveniente da aplicação das técnicas e ferramentas da EV, efetivamente nos produtos e/ou nas alternativas encontradas pelo grupo de trabalho (BECKER, 2008).

3.4 A EV na Construção Civil

Desde o final da década de 80 o setor da construção civil internacional vem recendo iniciativas de introdução e abstração de conceitos advindos da indústria em seu ciclo de desenvolvimento. Representantes como Ballard e Koskela são pioneiros dessas iniciativas, principalmente com a intensificação dos estudos do *Lean Thinking*, focado na otimização do processo executivo e minimização dos desperdícios, no final da década de 90 e início do próximo século (BALLARD, *et al.*; 2001; PICCHI, 2003).

O ponto chave da adaptação desses conceitos é aproximar, da máxima forma possível, a construção civil da indústria, como o fabricante de um produto específico, concebido e executado com alta eficiência. A EV segue esse mesmo processo evolutivo primeiro fortalecendo-se no ambiente industrial e, depois adaptada para nosso contexto.

O desafio verificado nos últimos estudos sobre a utilização da EV na construção civil aponta para o estudo sobre a medição dos resultados obtidos com seu uso (LIN; SHEN, 2007, SHEN; LIU, 2003). Por ser uma técnica de redução de custos (parâmetro mensurável) e de garantia do valor entregue ao cliente (parâmetro subjetivo), as medições de desempenho da EV devem contemplar os resultados obtidos sob esses dois aspectos, das economias possivelmente geradas e do valor entregue ao cliente. Segundo Lin e Shen (2007), esse é o motivo pelo qual a EV ainda é pouco utilizada na indústria da construção civil, devido à falta de mecanismos existentes para medir a real eficácia de sua aplicação.

3.5 Sistematização – O Plano de Trabalho

Como introduzido anteriormente, a EV é uma ferramenta voltada a estimular a criatividade orientada ao desenvolvimento de produtos. Devido a essa característica de estímulo e incentivo à criatividade é necessário que se organize sua aplicação de forma a manter o foco no

resultado final que se deseja obter. O instrumento que proporciona a organização, dentro de um estudo de EV, é o plano de trabalho, o qual constitui uma forma sistemática para o desenvolvimento da EV (CSILLAG, 1995). Ele consiste na proposição de fases a serem seguidas para orientar a aplicação da EV dentro do contexto no qual o produto está inserido (MILES, 1989; CSILLAG, 1995; ABREU, 1996). Abreu (1996) o relaciona a um Plano de Ação.

Miles, pioneiro na utilização da EV, indica o plano de trabalho (Job Plan) composto por cinco fases principais, são elas: i) Informativa; ii) Analítica; iii) Criativa; iv) Avaliativa; v) Desenvolvimento do programa (MILES, 1989). Assim, a partir dos modelos iniciais, da década de 60, várias adaptações foram formuladas com vistas a se buscar um modelo com melhor ajuste aos diversos ambientes nos quais seriam utilizados (CSILLAG, 1995) (Tabela 3.1). Houve, inclusive, abstrações para o setor na construção civil que podem ser visualizadas por meio da mesma tabela que apresenta um resumo comparativo dos planos identificados na literatura.

Tabela 3.1 – Resumo comparativo Planos de Trabalho de EV

Planos de Trabalho						
Planos para peças e produtos			Planos para Construção Civil e Instalações			Plano Geral
Miles (1960)	Departamento de Defesa dos EUA Handbook 5010 8.4 (1968)	Mudge (1971)	Public Building Service / GSA, Manual P-8000 (1972)	Macedo, Dobrow e O'Rourke (1978)	Hart, Zimmerman e Wohlscheid (1979)	Abreu (1996)
			Fases			Fases
					Coordenação do Projeto	
					Preparação	Preparatória
					Confecção do Modelo de Custo	
Orientação	Orientação	Geral	Orientação		Orientação	
Informação	Informação	Informação	Informação	Informação	Informação	Informativa
Especulação	Especulação	de função	Especulação	Especulação		
Análise	Análise		Análise	Análise		Análítica
	Desenvolvimento		Desenvolvimento	Desenvolvimento		
		de criação			Criação	Criativa
		de avaliação			Julgamento	Avaliação
		de investigação			Desenvolvimento	
Planejamento do programa	Apresentação e seguimento		Apresentação	Apresentação		
Execução do programa		de recomendação	Implementação	Seguimento e Implementação	Implantação	Escolha, Implantação e Acompanhamento
Resumo e Conclusões			Seguimento		Relatório	
					Aceitação Final	

Fonte: (CSILLAG, 1995; ABREU, 1996)

Devido à característica fundamental do plano de trabalho ser de estruturação e balizamento da condução dos trabalhos da EV, seu planejamento e modelagem devem ser cuidadosamente pensados e preparados (MILES, 1989; CSILLAG, 1995). Um fator a ser observado é de se acompanhar a numeração dos passos, de forma a não se omitir nenhuma etapa do estudo. Devido ao fato de ser utilizado durante todo o esforço de EV, o plano de trabalho deve ser entendido como uma ferramenta dinâmica em que os passos podem ser repetidos, sempre que necessário, mas não suplantados. (CSILLAG, 1995)

3.6 Foco na Redução de Custos

Os esforços da EV são concentrados no projeto do produto em questão, sempre buscando a redução de custos e a garantia da entrega de valor (MILES; 1989). Mas isso de uma forma embasada visto que essa busca concilia parâmetros **objetivos**, quantitativos e financeiros, e **subjetivos**, qualidade, funcionalidade e a entrega de valor agregado aos clientes. Devido a isso o Custeio-meta tem a EV como principal ferramenta de trabalho para atingir as reduções de custo que propõe, com o pensamento voltado tanto para o processo de desenvolvimento de produto, como para os procedimentos internos da empresa produtora, orientado para o cliente e usuário final.

Sob a perspectiva do produtor, o valor agregado ao produto é uma relação entre a funcionalidade e o custo. Desta forma, a EV irá buscar tanto o aumento da funcionalidade sem alteração do custo, quanto a redução do custo sem alteração da funcionalidade do produto (MILES, 1989; COOPER; SLAGMULDER, 1997; DELL'ISOLA, 1997). Neste caso, o aumento do valor agregado ao produto sob a perspectiva do produtor só se transformará em valor para o cliente, se a redução no custo do produto se refletir em redução de seu preço e o aumento da funcionalidade for interpretada pelo cliente como aumento nos benefícios (Figura 3.4).

A EV é utilizada como técnica para obtenção do custo-meta trabalhando o *Cost-gap* que é a diferença entre o custo-meta e o custo original. Outra possibilidade, num momento posterior ao alcance do custo-meta, é buscar o custo admissível, um custo ainda menor que o custo-meta com garantia de atendimento à funcionalidade e qualidade (Figura 3.5) (COOPER; SLAGMULDER, 1997; ROBERT; GRANJA, 2006; JACOMIT, GRANJA, 2008; RUIZ, GRANJA, 2009). Ambas as reduções de custo citadas acima são obtidas por meio de ciclos de utilização da EV nas análises dos produtos.

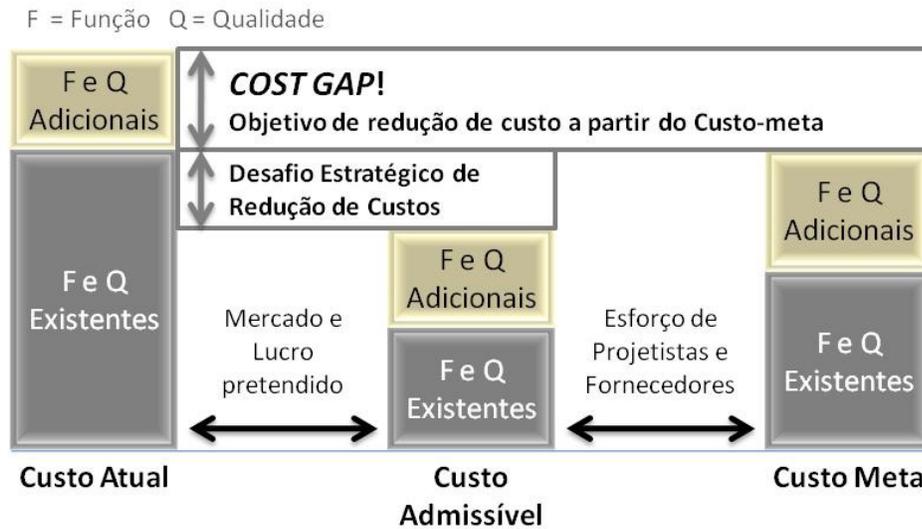


Figura 3.5 – Custo atual, custo-meta e custo admissível

Fonte: A partir de Cooper; Slagmulder (1997) e Jacomit (2010)

Para essa redução são aplicadas ferramentas da EV que decompõem o produto em estudo em funções a serem hierarquizadas entre básicas (principais), secundárias e secundárias necessárias (DELL'ISOLA, 1997). As funções básicas são relacionadas diretamente à função principal do produto, as secundárias necessárias são aquelas não diretamente relacionadas, mas obrigatórias e as secundárias, aquelas desnecessárias e que devem ser priorizadas nos esforços de redução de custos.

Com isso, pode-se reafirmar o fato da EV ser uma técnica de redução de custos otimizada, pois busca eliminar aquilo que não é principal, trabalhando o que é supérfluo e este é o principal motivo que a diferencia das demais técnicas de redução de custos. Com isso pode-se dizer que a EV tem relação com o conceito “*best value for money*”, (LIN; SHEN, 2007; SHEN; LIU, 2003), ou seja, “melhor valor para o dinheiro investido”. O objetivo é garantir que os produtos desempenhem suas funções e características essenciais, com qualidade e a um custo aceitável, do ponto de vista do valor atribuído pelo cliente, a um custo ótimo e garantindo a lucratividade

pretendida.

3.7 Criatividade

As bases das ações da EV são os esforços criativos do grupo multidisciplinar e a decomposição do produto ou processo em funções. Essa decomposição depende do tipo do objeto em estudo, e do nível de detalhamento que se deseja alcançar. Ressaltando que quanto maior o nível de detalhamento, maiores são as possibilidades de se analisar as funções e identificar onde se encontram as oportunidades de redução de custos (COOPER; SLAGMULDER, 1997).

Para as reuniões multidisciplinares, há a necessidade de nomear-se um mediador, pessoa experiente, conhecedora da EV e que tenha capacidade e habilidade para coordenar uma reunião com diversas pessoas das mais variadas especialidades, mantendo o foco do trabalho e contribuindo ao mesmo tempo com ideias, orientações, correções, inovações, proposições... Essa pessoa é fundamental para garantir a condução da discussão de forma objetiva, produtiva e com foco nos resultados necessários àquele encontro.

Essa fase criativa, de inovação, é destaque em grande maioria dos Planos de Trabalho e, segundo os especialistas e defensores da EV, constitui uma de suas características mais importantes. Uma vez que a EV é aplicada na fase de concepção do produto, as soluções e alternativas inovadoras é que irão, na maioria das vezes, proporcionar as reduções de custos desejadas, bem como a garantia da funcionalidade e qualidade.

3.8 Ferramentas da EV

A operacionalização da EV se dá por meio do uso de ferramentas diversas para a análise detalhada do produto em estudo. São inúmeras as técnicas existentes, discutidas e adaptadas por estudiosos no assunto, para seu desenvolvimento e aplicação.

Segundo Csillag (1995) autor de uma das poucas literaturas nacionais sobre EV as técnicas são agrupadas em dois macro-conjuntos:

- Técnicas de Suporte – geralmente as originais concebidas por Miles. São regras de bom senso e procedimentos em ordem cronológica que facilitam a solução dos problemas surgidos na aplicação do Plano do Trabalho;
- Técnicas Específicas – resultantes das inúmeras aplicações em Planos de Trabalho. O autor ainda as diferencia, e as detalha, em cinco técnicas, de análise global, reestruturantes, de geração de idéias, de seleção e avaliação de idéias e de implementação.

Com a revisão bibliográfica foram identificadas as ferramentas com uso mais frequentes, são elas a Análise de Função, o Diagrama FAST, a Técnica de Mudge e o Método Compare (Figura 3.6) (MALE; KELLY, 1990; COOPER; SLAGMULDER, 1997; DELL'ISOLA, 1997; ABREU, 1996; CSILLAG, 1995; SAVE, 1998; ROZENFELD *et.al*, 2003; SPAULDING; BRIDGE; SKITMORE, 2005; MORAES *et.al.*, 2008; KAUFMAN, 2009).

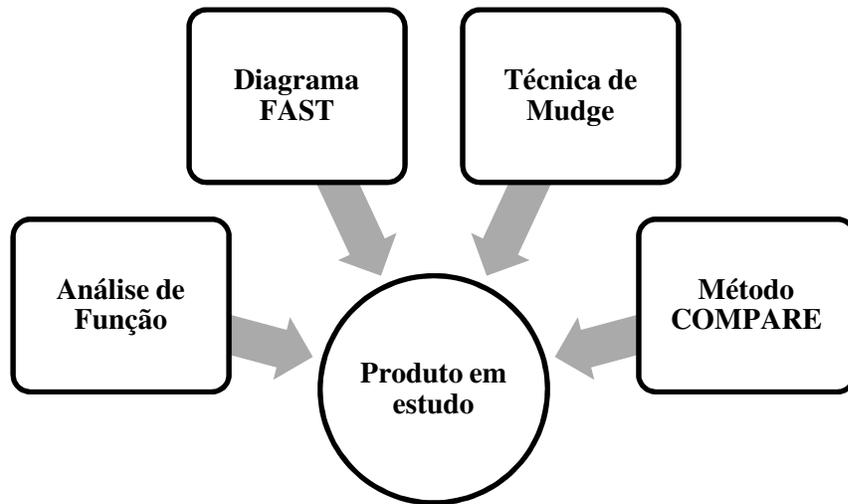


Figura 3.6 – Ferramentas da EV aplicadas no produto

3.8.1 Análise de Função

A Análise de Função é caracterizada como parte fundamental da EV, (DELL’ISOLA, 1997) e (COOPER, 1995). Consiste em detalhar o produto estudado, verificar os tipos de função, classificá-las, associar seus custos até o nível que se deseja atingir, a partir do critério adotado (SPAULDING; BRIDGE; SKITMORE, 2005).

As funções são caracterizadas por duas palavras, um verbo e um substantivo, por exemplo, “construir uma casa” (verbo + substantivo). A conceituação da EV na manufatura tanto sob o ponto de vista de Miles, Csillag (1995), Cooper e Slagmulder (1997) e SAVE (1998), separa as funções em:

- Funções Básicas (FB);
- Funções Secundárias (FS).

As funções básicas são aquelas que representam a função específica do produto, como por exemplo, a função básica da construção de um Banheiro, é “proporcionar uso”.

A partir da conceituação das definições de função básica e secundária, Dell’Isola (1997)

propôs uma relevante diferenciação, para melhor adaptação à realidade da construção civil. Ele criou a “Função Secundária Necessária”, que correspondem àquelas intrínsecas aos produtos, obrigatórias por Normas, Legislações e/ou padrões estabelecidos. Com isso, a classificação das funções torna-se a seguinte:

- Funções Básicas (FB);
- Funções Secundárias Necessárias (FSN);
- Funções Secundárias (FS).

Para auxiliar no entendimento, partindo do exemplo da construção de um banheiro, cuja função básica é “Proporcionar Uso”, as funções secundárias necessárias poderiam ser os subsistemas de Fundações, Estrutura, Fechamento, Instalações Elétricas, ... que são componentes obrigatórios. A adaptação da “Função Secundária Necessária” justifica-se realmente, pois, sob a ótica do conceito puro da EV, essas funções secundárias necessárias, seriam consideradas simplesmente como secundárias e supérfluas ao produto. Com isso, poderiam ser indicadas para eliminação, o que não é possível nestes casos específicos da construção civil (DELL’ISOLA, 1997).

Quanto à determinação das funções, segundo SAVE (1998), a forma mais comum de se realizá-la é definir, a partir da lista dos componentes físicos do projeto, ou etapas de um procedimento, as funções associadas a cada parte ou etapa, após isso parte-se para a classificação. É importante ressaltar que distintas equipes de estudo de EV provavelmente definiriam as funções de forma ligeiramente diferente. Como não há uma forma ou resposta exata para a definição da função, esta etapa recebeu o nome de “análise de função aleatória” ou “*random function analysis*”, o que não é um problema desde que exista um consenso e um claro entendimento entre todos os membros da equipe. SAVE (1998) também indica que, para projetos

maiores, devido à grande quantidade de funções, é indicado se fazer a análise em grupos separados.

Além da hierarquização das funções com a definição se são básicas, secundárias ou secundárias necessárias, ainda há uma segunda classificação que auxilia na análise delas próprias, que é a determinação se uma função é de “uso” ou “estima”. Diz-se que é de “uso”, quando é uma função mensurável, que pode ser quantificada por meio de uma determinada unidade de medida, e, a de “estima” é o oposto, ou seja, quando é subjetiva e não há formas de mensurá-las (CSILLAG, 1995). A seguir apresenta-se um quadro (Quadro 3.1) que exemplifica e auxilia no entendimento dos conceitos apresentados anteriormente.

Quadro 3.1 – Exemplo de classificação funcional: Funções de um cortador de fita colante

Item	Função (Verbo + Substantivo)	B / S	N / D*	U / E
Conjunto base	Cortar fita	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

* As funções necessárias possuem importâncias diferentes e, por isso, podem ser priorizadas
 B Funções **B**ásicas
 S Funções **S**ecundárias
 N Funções **N**ecessárias
 D Funções **D**esnecessárias
 U Funções de "**U**so"
 E Funções de "**E**stima"

Fonte: Adaptado de Csillag (1995)

Analisando-se o Quadro 3.1, observa-se que o produto apresenta componentes principais, e que estes são novamente decompostos em seus sub-componentes, cada um com uma função

específica que pode ser caracterizada como básica, secundária, ou ainda secundária necessária, e com características de uso e/ou estima.

3.8.2 Diagrama FAST

O diagrama FAST foi concebido em 1965 por Charles Bytheway, 18 anos após a iniciação da EV, com o objetivo de introduzir o pensamento lógico e estabelecer esquematicamente uma relação de dependência na Análise de Função, a partir de uma visualização facilitada (CSILLAG, 1995; ABREU, 1996; SAVE, 1998).

Como é da própria metodologia da EV, forma-se grupo multidisciplinar com representantes de diferentes áreas que se reúnem com o objetivo de discutir o produto em questão, desenvolvendo o raciocínio lógico (ABREU, 1996). O objetivo é obter informações detalhadas sob os vários pontos de vista e perspectivas dos envolvidos na discussão com estímulo ao desenvolvimento do pensamento criativo.

Em consenso com o princípio do estudo de Mao, Zhang e Abourizk (2009) essa fase gera um grande número de idéias, muitas delas inovadoras, úteis, e muitas delas irrelevantes. Por isso, há de se ter cuidado com essa fase criativa, de intenso *brainstorming* entre os participantes das reuniões interdisciplinares. Por isso há a uma preocupação especial com a condução, objetividade e foco no resultado dessas reuniões, para que se garanta a eficiência do esforço e energia aplicada neste processo.

O FAST deve ser preparado com base na decomposição de funções e de acordo com o grau de detalhamento requerido. Normalmente apresenta um menor detalhamento do que a Análise de Função (Item 3.8.1) para que não prejudique a compreensão visual do escopo em estudo pelos vários participantes. Esses são requisitos essenciais para sua elaboração, saber qual o

nível de decomposição e qual a melhor forma de apresentação do escopo aos envolvidos considerando o grau de entendimento que estes possuem. O FAST é uma ferramenta de auxílio ao entendimento do objeto estudado por pessoas de diferentes áreas e níveis de envolvimento no processo (DELL'ISOLA, 1997).

Para a elaboração do diagrama FAST, Csillag (1995) propõe que se responda às nove perguntas provocativas, que seguem, sobre o produto e seus processos, cujas respostas norteiam a elaboração do FAST.

Lógica para determinar nível mais alto

1. Que assunto ou problema vamos discutir?
2. O que estamos realmente tentando fazer quando nós ...(*)?
3. Qual a função de maior nível que causou a existência de ...(*)?

Lógica para determinar caminho crítico

4. Por que é necessário ...(*)?
5. Como é realmente desempenhada ou proposta de ser desempenhada ou proposta a função ...(*)?
6. Será o método selecionado ...(*) capaz de originar a existência de qualquer uma das funções de suporte?

Lógica para determinar função básica

7. Se não tivéssemos que ...(*) ainda teríamos que desempenhar as demais funções listadas?
8. Quando nós ...(*) o da maneira concebida, isso originará a existência da aparente função de dependência?
9. O que ou quem realmente ...(*)?

...(*) Substituir pela função em estudo.

Com o intuito de continuar viabilizando o auxílio ao entendimento do FAST abaixo são apresentados esquemas elaborados por Kaufman (2009), conferencista da SAVE, que auxiliam a leitura do diagrama (Figura 3.7).

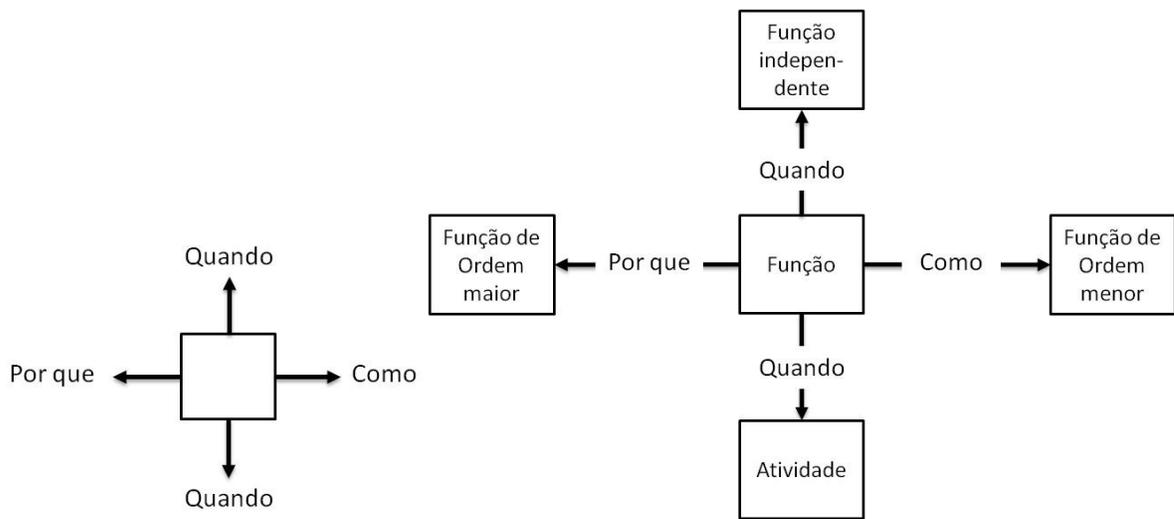


Figura 3.7 – Orientação lógica para leitura do Diagrama FAST

Fonte: Adaptado de Kaufman (2009)

A leitura do FAST se faz da direita para a esquerda, a partir da função de entrada, passando pelas funções básicas até se chegar à função de saída, ou seja, no resultado que nada mais é do que a concretização do seu objeto de estudo. Essa linha que une o caminho citado acima é o caminho crítico e contém todas as funções básicas do projeto. E tudo o que fica entre a função de entrada e a de saída, entre as duas linhas verticais (Figura 3.8), representa o Escopo do estudo.

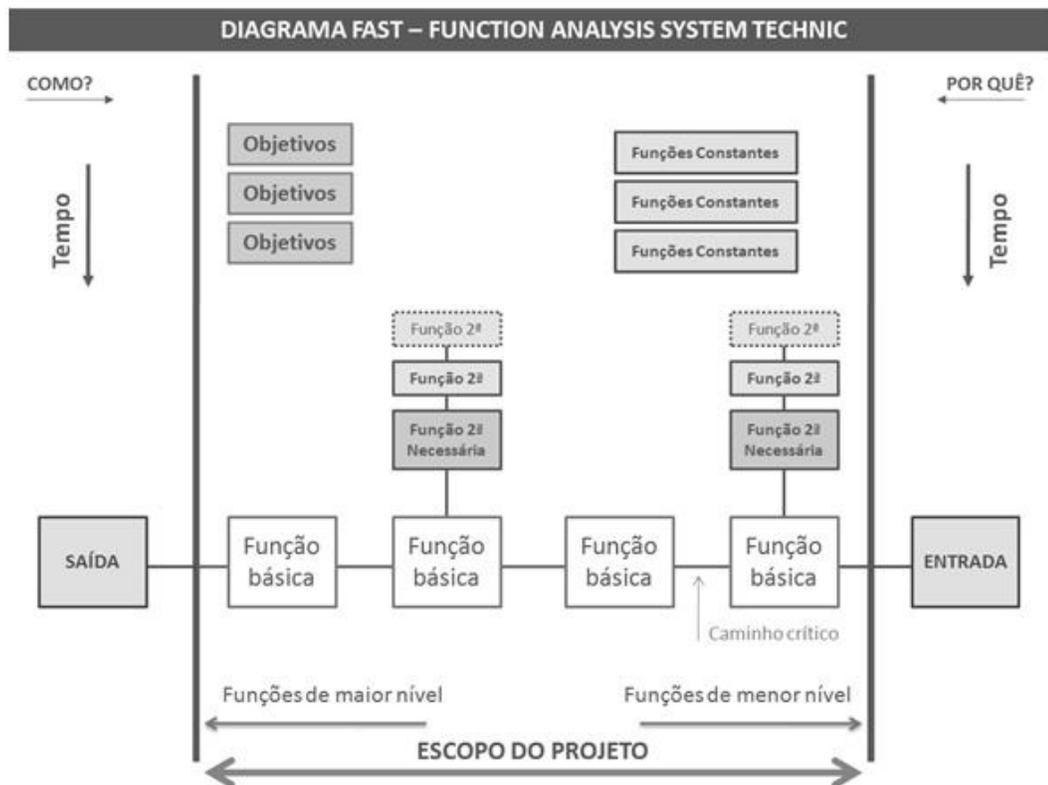


Figura 3.8 – Diagrama FAST

Fonte: A partir de Dell’Isola (1997) e Kaufman (2009)

Rozenfeld *et.al.* (2003) destaca o uso do FAST como uma tendência de ferramenta relacionada aos sistemas de informação no processo de desenvolvimento de novos produtos.

3.8.3 Técnica de Mudge

A técnica de Avaliação Numérica de Relações Funcionais desenvolvida por Mudge, que ficou conhecida como Técnica de Mudge (CSILLAG; 1995), consiste na comparação par a par das funções que compõe o produto estudado. Seu objetivo é, a partir da atribuição dos pesos para cada comparação de par, chegar-se nas percentagens relativas de cada função comparada com todas as demais funções. Com base nos resultados relativos é possível hierarquizar as funções de

forma a viabilizar a análise de suas inter-relações.

Para cada comparação de par utiliza-se uma atribuição de pontos (pesos) que proporciona o encontro do peso final relativo de cada função, por meio da divisão da soma dos pesos de cada função pelo total global de pesos do produto. Segundo Mudge (CSILLAG, 1995) e Moraes et.al (2008), os pontos são classificados pela comparação do grau de importância entre os pares de função podem possuir os valores conforme abaixo apresentado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Pontuação para aplicação da Técnica de Mudge

Pontos		Classificação
Moraes et.al (2008)	Csillag (1997)	
1	1	Função pouco importante
3	2	Função significativamente importante
5	3	Função muito importante

Fonte: A partir de Csillag (1997) e Moraes (2008)

Os resultados relativos obtidos podem ser ordenados de forma decrescente para que seja identificada a função com maior peso relativo, ou seja, aquela que apresenta a maior inter-relação com as demais funções.

O Quadro 3.2 demonstra e organiza a obtenção da comparação par a par, que gera os resultados relativos proporcionados pela utilização da Técnica de Mudge, o que facilita a comparação das informações obtidas.

Quadro 3.2 – Técnica de Mudge

	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	$a = \Sigma$ 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	$b = \Sigma$ 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	$c = \Sigma$ 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	$d = \Sigma$ 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	$e = \Sigma$ 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	$f = \Sigma$ 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	$g = \Sigma$ xG pontos	g / T
H								-	xH ou xI	xH ou xJ	xH ou xK	xH ou xL	xH ou xM	xH ou xN	$h = \Sigma$ xH pontos	h / T
I									-	xi ou xJ	xi ou xK	xi ou xL	xi ou xM	xi ou xN	$i = \Sigma$ xi pontos	i / T
J										-	xJ ou xK	xJ ou xL	xJ ou xM	xJ ou xN	$j = \Sigma$ xJ pontos	j / T
K											-	xK ou xL	xK ou xM	xK ou xN	$k = \Sigma$ xK pontos	k / T
L												-	xL ou xM	xL ou xN	$l = \Sigma$ xL pontos	l / T
M													-	xM ou xN	$m = \Sigma$ xM pontos	m / T
N														-	$n = \Sigma$ xN pontos	n / T
Total de Pontos do Estudo (T):															$T = \Sigma$ 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

Fonte: A partir de Csillag (1997)

3.8.4 Método Compare

O estudioso brasileiro Csillag é o responsável pela elaboração do Método Compare, cujo nome foi idealizado com as iniciais das palavras comparar, parâmetros e recursos, com as duas primeiras palavras representando a perspectiva do usuário e a última a do fornecedor (CSILLAG; 1995). Esse método foi premiado como “Melhor Trabalho do Ano” no Congresso Internacional da SAVE em 1988 (CSILLAG, 1995). Lembrando que SAVE é uma sociedade internacional

dedicada ao avanço e promoção da Metodologia de Valor em âmbito mundial, contemplando a EV, a Análise de Valor ou, ainda, a Gestão de Valor (SAVE, 2009).

O Método Compare resulta num gráfico que é feito com base na Análise de Função, no diagrama FAST e na Técnica de Mudge, aliados à inserção de parâmetros de custo. Todas essas informações são reunidas e seus respectivos resultados relativos agrupados no gráfico, também denominado como “Gráfico Compare”. Com isso proporciona-se a visualização daquelas funções que podem ser trabalhadas para redução de custo sem interferir nas funções básicas e no valor percebido pelo cliente.

O gráfico Compare é formado por duas séries de dados. A primeira série contém os resultados relativos da Técnica de Mudge, e é chamada de “Necessidades Relativas das Funções” e a segunda série é feita a partir dos resultados relativos dos recursos necessários, chamada de “Consumo de Recursos das Funções”. Como recursos podem-se utilizar quantidade de materiais, custos e até mesmo os tempos requeridos por cada função. A Tabela 3.3 apresenta, esquematicamente, as funções, seus componentes e o espaço disponível para se alocar seus respectivos custos (esta tabela é apenas um modelo para representar o método).

Tabela 3.3 – Tabela para encontro da série de dados “Consumo de Recursos das Funções”

Componentes	Funções	Custos dos Componentes (R\$)													Σ de Custos / Componente	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		N
Componente 1																Σ ₁
Componente 2																Σ ₁
Componente 3																Σ ₁
Componente 4																Σ ₁
Componente 5																Σ ₁
Componente 6																Σ ₁
Componente 7																Σ ₁
Componente 8																Σ ₁
Componente 9																Σ ₁
Componente 10																Σ ₁
...																Σ ₁
...																Σ ₁
Componente n																Σ ₁
Totais por Função:		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ I	Σ J	Σ K	Σ L	Σ M	Σ N	$T = \sum_{i=1}^n \Sigma_i$
Resultados Relativos %:		Σ A / T	Σ B / T	Σ C / T	Σ D / T	Σ E / T	Σ F / T	Σ G / T	Σ H / T	Σ I / T	Σ J / T	Σ K / T	Σ L / T	Σ M / T	Σ N / T	100%

O gráfico Compare será apresentado com base num exemplo retirado de Csillag (1995), conforme segue no Gráfico 3.1.

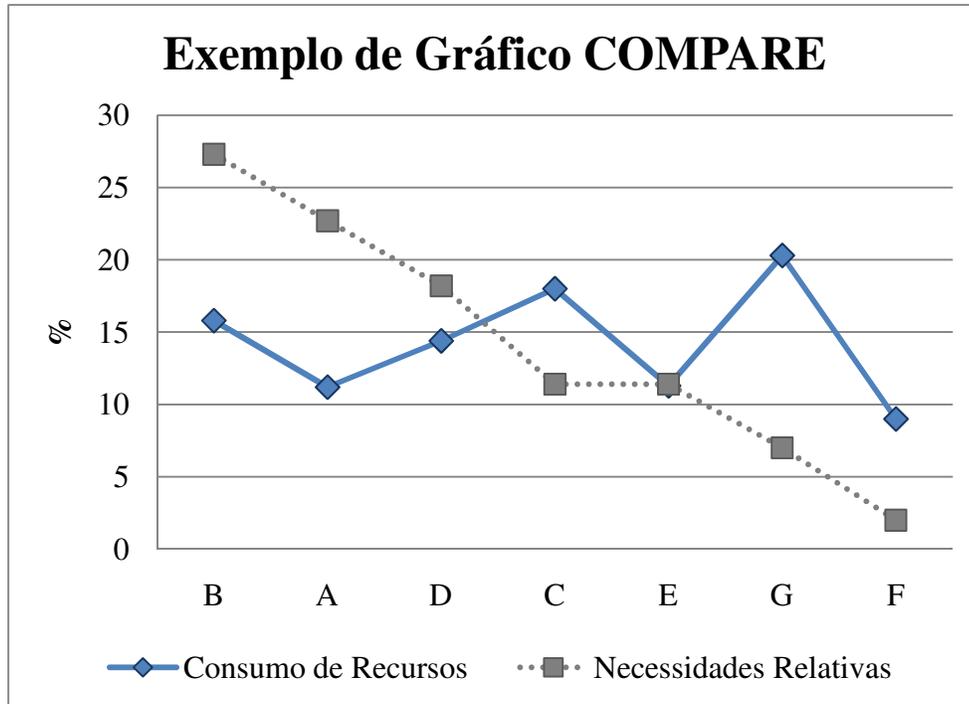


Gráfico 3.1 – Exemplo adaptado de Gráfico Compare

Fonte: A partir de Csillag (1995)

Analisando o gráfico acima se pode concluir que a Função G deve ser a primeira a ser trabalhada, pois consome $\approx 20\%$ dos recursos totais e representa simultaneamente uma pequena necessidade do consumidor $\approx 7\%$ (CSILLAG, 1995). Essa é a análise que o Gráfico possibilita, verificar concomitantemente o Consumo de Recursos e a Necessidade Relativa entre funções para auxiliar a identificar as funções que devem ser focadas para redução de custos.

4. MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa utilizado consiste, além da Revisão Bibliográfica, na realização de Estudos de Caso que objetivam viabilizar a simulação da aplicação da teoria em exemplos reais de produtos da construção civil. Devido a essa escolha metodológica, a pesquisa situa-se dentro do conceito do Paradigma Fenomenológico, ou interpretativo explicativo, que minimiza a distância entre o pesquisador e o objeto de estudo utilizando amostras pequenas com diferentes instrumentos de coleta e análise de dados (COLLIS; HUSSEY, 2005). As principais características desse conceito são, segundo Collis e Hussey (2005),

- i) Tendência predominante em gerar e trabalhar com dados qualitativos;
- ii) Utilização de amostras pequenas
- iii) Interesse por gerar teoria;
- iv) Subjetividade e plenitude dos dados;
- v) Localização natural da análise;
- vi) Normalmente a confiabilidade (replicação) é baixa;
- vii) A validade normalmente é alta (captura o contexto);
- viii) Possível generalizar de um cenário a outro.

Analisando-se essas características, pode-se perceber o quanto elas são fiéis à definição da estratégia do estudo de caso, que esclarece padrões detalhados de causa e efeito, mas não fornece usualmente resultados generalizáveis (COLLIS; HUSSEY, 2005). O modelo estratégico de um estudo de caso tem questões de pesquisa que respondem às perguntas tipo “como” e “por que”, não exigem controle sobre os eventos comportamentais e tratam de acontecimentos contemporâneos (YIN, 2005).

4.1 Estratégia da pesquisa

A estratégia consiste no planejamento e no conjunto de processos, decisões, e ações, relativas aos meios, e métodos, para provisionar os recursos necessários com vistas a se atingir os objetivos propostos. Ela deve contemplar uma sequência lógica de etapas a serem desenvolvidas, sempre com foco no objetivo final, considerando as inter-relações de causa e efeito existentes entre ações antecessoras e sucessoras.

Partindo-se para a aproximação do conceito de estratégia para a pesquisa em arquitetura, dentre os sete tipos de estratégias propostos por Groat e Wang (2002), i) Pesquisa interpretativo-histórica; ii) Pesquisa qualitativa; iii) Pesquisa de correlação; iv) Experimental e quase-experimental; v) Simulação e modelagem; vi) Argumentação lógica; vii) Estudos de caso e estratégias combinadas; constata-se que a pesquisa tem como principal tipo o último “vii) Estudos de caso e estratégias combinadas”. Todo o estudo é direcionado à aplicação prática da teoria em estudo de caso real do setor da construção civil. Porém, como a própria caracterização dessa estratégia sugere, são necessárias estratégias combinadas para corroborar a execução dos estudos de caso, como a “ii) Pesquisa Qualitativa”, para incorporar o conceito de “valor”; e, a “vi) Argumentação Lógica”, para análise dos resultados obtidos.

4.1.1 Estratégia para definição do projeto de pesquisa

A definição e opção pelo Projeto de pesquisa a ser desenvolvido é resultado da união de fatores que envolvem a pesquisadora, o orientador e sua linha de pesquisa, as fontes de dados e recursos disponíveis para coleta de dados e a representatividade do estudo no meio acadêmico da construção civil. Tal relação tem seus fatores representados na Figura 4.1.

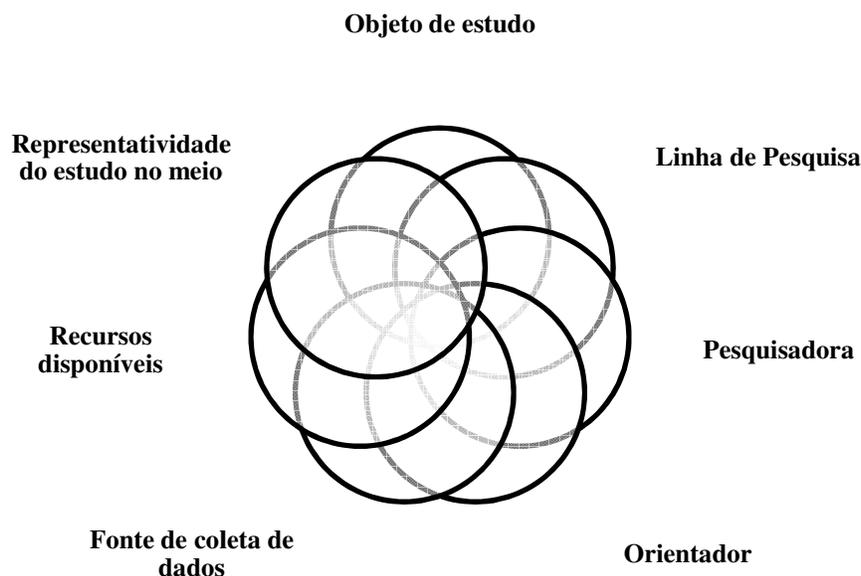


Figura 4.1 – Fatores que influenciaram na definição do projeto da pesquisa

O Quadro 4.1, a seguir, apresenta os componentes característicos da pesquisa organizados de acordo com a diretriz proposta por Yin (2005). O mesmo apresenta informações que a resumem, de uma maneira geral a questão de pesquisa e os componentes deste projeto.

Quadro 4.1 – Componentes do projeto da pesquisa

Componentes do Projeto de Pesquisa (YIN; 2005)	Componentes do Projeto da Pesquisa
1. As questões de um estudo	Como reduzir custos e entregar valor na construção civil com o estudo da Engenharia de Valor dentro da abordagem de Custeio meta em produtos da construção civil.
2. Suas proposições, se houver	A EV pode contribuir para a redução de custos do produto em estudo, não obstante assegurando a entrega de valor sob a percepção dos clientes e usuários.
3. Sua (s) unidade (s) de análise	Estudo de caso piloto: Banheiro acessível Estudo de caso principal: Habitação de Interesse Social - HIS
4. A lógica que une os dados às proposições	Análise da aplicação prática da teoria em exemplos reais para validação ou refutação da Proposição feita no item 2.
5. Os critérios para interpretar as constatações	Validade dos dados coletados; Coerência da sequência proposta; Imparcialidade na análise dos resultados obtidos; Possibilidade de abstração e replicação da Metodologia proposta em outros casos.

Fonte: A partir de Yin (2005)

4.1.2 Estratégia para a opção pelo estudo de caso

Como estratégia metodológica principal para a pesquisa optou-se pela realização de estudos de casos e, para isso, foram seguidas as orientações de Yin (2005) de forma a se estruturar a condução dos trabalhos. Sua primeira diretriz indica que, quando se tem a opção, é recomendável a escolha pelo estudo de casos múltiplos.

“...quando você tiver a escolha (e recursos), é melhor preferir projetos de casos múltiplos a projetos de caso único. Mesmo que vocês só possa fazer um estudo de caso “de dois casos”, suas chances de fazer um bom estudo de caso serão melhores do que usar um projeto de caso único.” (YIN,2005)

A segunda diretriz de Yin (2005) diz respeito à dinamicidade inerente aos projetos de pesquisa e que se deve estar atento às novas informações que aparecem no decorrer do tempo, mesmo que essas tragam modificações em seu projeto inicial. O projeto de pesquisa deve ser flexível e ser modificado sempre que necessário se for para a melhoria do trabalho realizado.

“...você não deve pensar que um projeto de estudo de caso não pode ser modificado por novas informações ou constatações durante a coleta de dados. Essas revelações podem ser tremendamente importantes, fazendo com que você altere ou modifique seu projeto inicial.” (YIN, 2005)

Trazendo estas diretrizes para o contexto desta pesquisa, pode-se dizer que foram consideradas, pois a mesma foi tratada com flexibilidade, pois à medida que foram identificados pontos deficientes e que necessitavam de remodelação os mesmos foram revistos e aprimorados. Com o objetivo de ilustrar o processo de uma pesquisa que utiliza a estratégia de estudos de caso, a Figura 4.2 a seguir apresenta a sequência, ou fluxograma, de sua utilização.

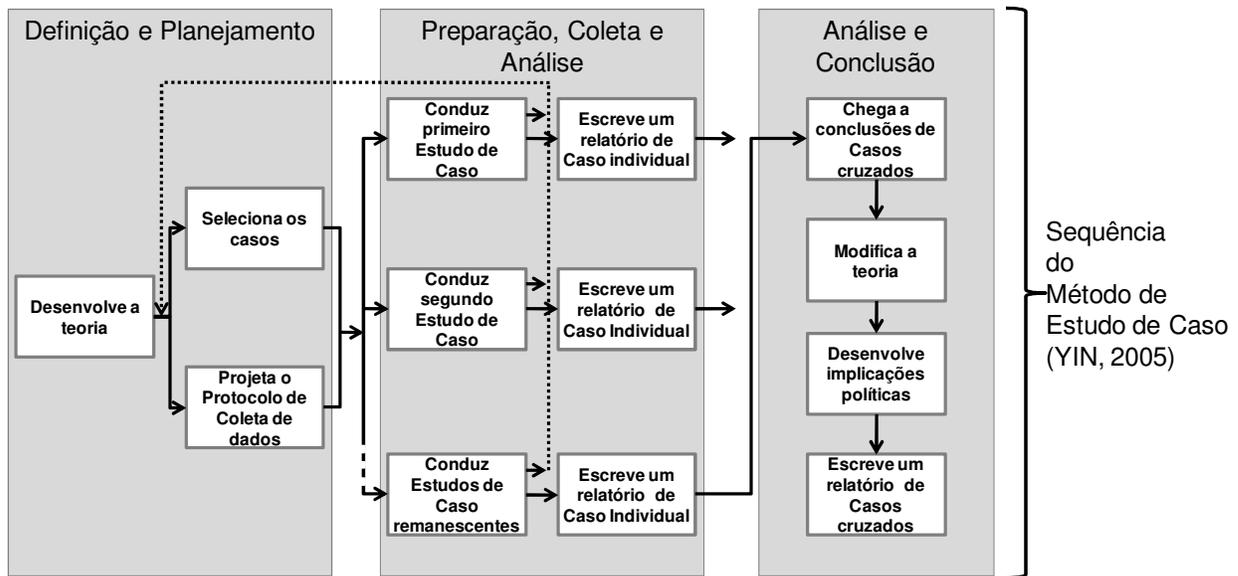


Figura 4.2 – A sequência do Método do estudo de caso segundo Yin (2005)

Fonte: adaptado de Yin (2005)

O estudo de caso se inicia com atividades que compõe a primeira fase de “Definição e Planejamento”, seguida por aquelas que constituem o segundo momento de “Preparação, Coleta e Análise”, finalizado com ações de “Análise e Conclusão”, na qual os resultados são avaliados para término do estudo.

4.1.3 Estratégia para as fontes de evidências coletadas

Para assegurar a qualidade no processo de coleta de dados, existiu a preocupação com a veracidade e consistências das informações obtidas, as quais serviram de base para o desenvolvimento do trabalho.

Yin (2005) defende que as evidências para um estudo de caso podem vir de seis fontes distintas: i) documentos; ii) registros em arquivo; iii) entrevistas; iv) observações diretas; v)

observações participantes; vi) artefatos físicos. Dentro da caracterização de Yin, as evidências desta pesquisa consistem em documentos e registros em arquivos.

Para proporcionar a execução do estudo de caso piloto foi estabelecido contato com alguns profissionais da área de patrimônio imobiliário da empresa do setor de energia elétrica, responsável pelo projeto, análise técnica das propostas e acompanhamento da obra para coleta de dados. Adicionalmente, foram fornecidas as informações de um projeto específico da empresa constituídas por arquivos digitais de plantas, projetos e escopo detalhado, que compuseram o processo de licitação da Obra.

Já para a execução do estudo de caso principal buscou-se os documentos, plantas da empresa responsável pelo projeto, licitação e execução do EHIS e as diretrizes e resultados provenientes de outras pesquisas realizadas com o mesmo empreendimento. Com isso, a presente pesquisa complementa e dá continuidade às pesquisas anteriormente desenvolvidas. Esses últimos dados foram obtidos por meio de artigos publicados, pelo contato com os demais pesquisadores que os realizaram e a partir das informações disponíveis no site da empresa de desenvolvimento urbanos e habitacional em questão.

Os detalhamentos e fontes das informações coletadas para viabilizar a realização de ambos os estudos de caso estão melhor apresentados no item “4.4 Caracterização dos Estudos de Caso”.

4.1.4 Estratégia para utilização do Plano de Trabalho

O Plano de Trabalho constitui num instrumento a ser utilizado durante o processo de aplicação

da EV que proporciona a sistematização, organização e foco do trabalho, características estas que o fizeram ser incorporado à sequência proposta para uso da EV em produtos de edificações da construção civil

Devido à diversidade de planos existentes na literatura, apresentada no item 3.5, foi necessário adotar um modelo específico para o estudo. Para isso foi escolhido o modelo proposto por Abreu, que concilia as idéias originais de Miles e atinge a todos os aspectos essenciais (e mais recorrentes) de um Plano de Trabalho conforme comparação apresentada na Tabela 3.1.

Para auxiliar o entendimento global da relação e posicionamento do Plano de Trabalho dentro do estudo da EV, será utilizada a figura já apresentada do processo da EV (Figura 3.3) para sobrepôr as fases do Plano de Trabalho (Figura 4.3).

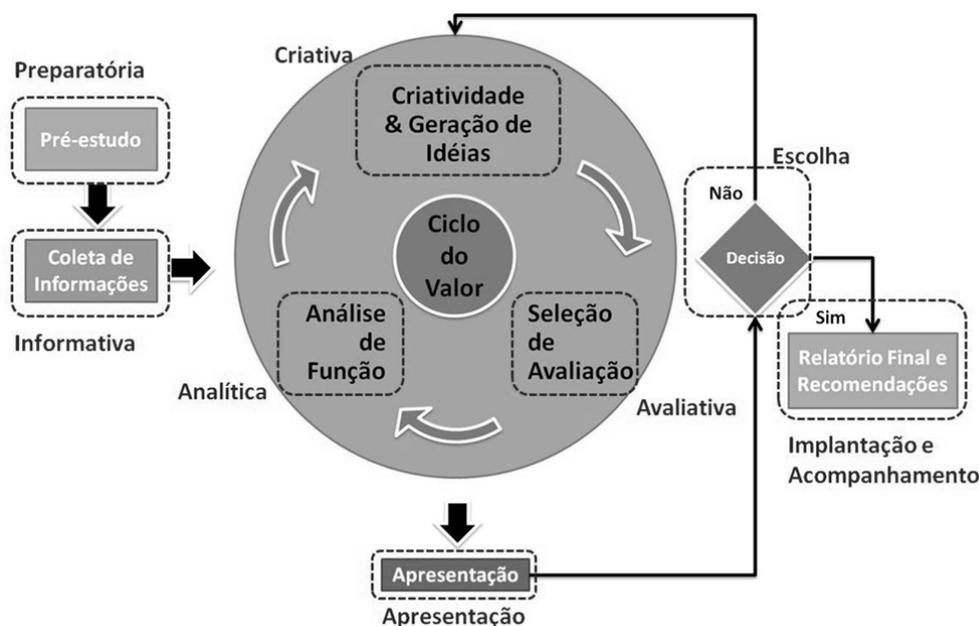


Figura 4.3 – O processo de aplicação da EV sobrepostas às fases do Plano de Trabalho

Fonte: Baseado em L&M Construction Management Inc. (2010) e Abreu (1996)

Analisando-se a Figura 4.3, pode-se inferir que as fases do plano de trabalho adotado estão todas inseridas dentro do processo global da EV, fato este que corrobora ainda mais a

escolha do plano e evidencia sua coerência na participação da sequência de aplicação.

4.1.5 Estratégia para sequência de aplicação da EV em produtos da construção civil

Como citado anteriormente, subsidiado pelo arcabouço teórico obtido na Revisão Bibliográfica, apresentada nos capítulos 2 e 3, verificou-se a oportunidade de se propor uma sequência lógica para aplicação da EV em produtos da construção civil. O desafio estratégico dessa proposta é mostrar ao leitor a lógica utilizada para propor a aplicação da EV e de suas ferramentas no setor como forma de reduzir custos de um projeto específico e assegurar, concomitantemente, a entrega de valor aos seus clientes e usuários.

As ferramentas da EV utilizadas para a sequência são i) Análise de Função, ii) Diagrama FAST, iii) Técnica de Mudge e iv) Método Compare. Essas ferramentas foram escolhidas, respectivamente, porque a primeira é a base da EV e sempre vem acompanhada da segunda, já a terceira é uma ferramenta que relaciona os atributos de valor dos clientes com as funções do produto e resulta num resultado relativo que será utilizado na próxima ferramenta. A última contempla as outras três e gera uma nova sequência relativa resultante dos custos envolvidos. As informações obtidas das aplicações das quatro ferramentas proporcionam a elaboração do Gráfico Compare e viabilizam a análise das funções do produto diretamente relacionadas com os parâmetros subjetivos de valor atribuídos pelos clientes e usuários.

Dessa forma, para proporcionar o entendimento da sequência proposta para a aplicação da EV, abaixo é esquematizado o fluxo do processo com a apresentação dos passos e indicação da ordem de desenvolvimento sugerido (Figura 4.4).

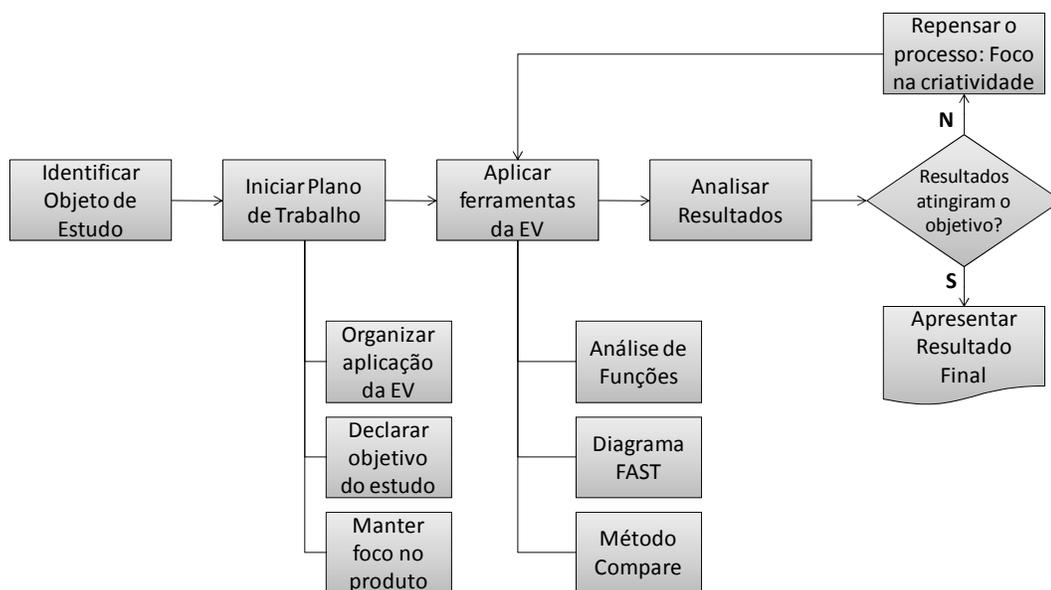


Figura 4.4 – Sequência proposta para aplicação da EV – Fluxograma do Processo

Orientado pelo fluxo apresentado na Figura 4.4, observa-se que a sequência possui uma lógica de desenvolvimento que se assemelha ao fluxo do próprio Plano de Trabalho, que é o instrumento que organiza a aplicação da EV. Com isso, pode-se demonstrar mais especificamente essa sobreposição com o Plano de Trabalho na Figura 4.5, a seguir.

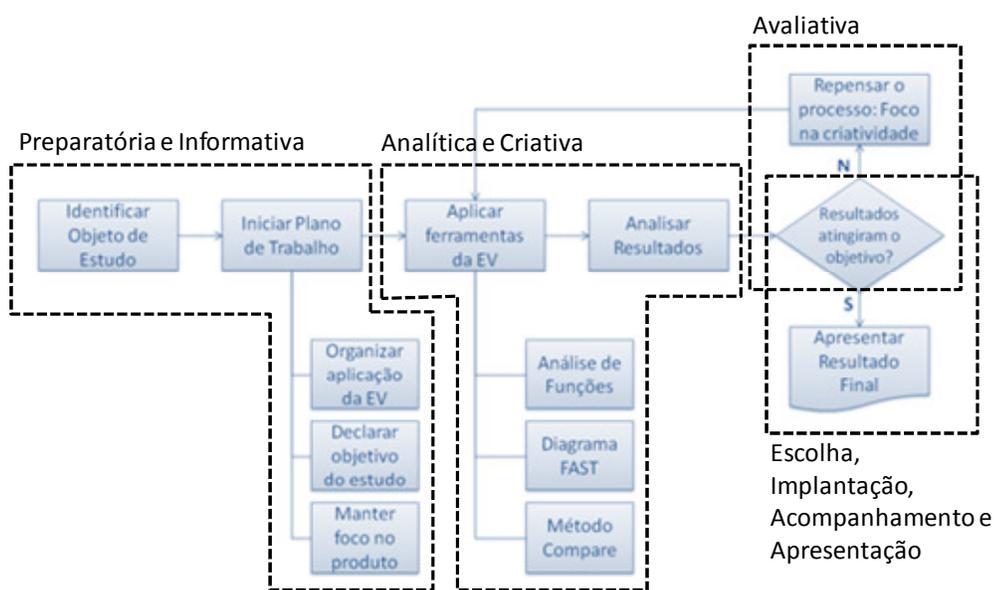


Figura 4.5 – Sequência proposta para aplicação da EV – Fluxograma do Processo x Plano de Trabalho

Com intuito de possibilitar a aplicação da sequência, por meio da preparação do Plano de Trabalho e do detalhamento que compreende suas respectivas fases, a partir deste parágrafo, serão detalhadas cada uma delas. Juntamente com cada fase serão apresentadas perguntas provocativas formuladas por Abreu (1996) que devem ser respondidas para se atingir os respectivos objetivos característicos.

Iniciado o detalhamento segue a primeira fase, a de Preparação & Planejamento, que contém as informações sobre o que se pretende estudar, alcançar, qual a equipe envolvida e todas as demais informações necessárias à contextualização e planejamento do estudo a ser desenvolvido.

1. FASE PREPARATÓRIA

- O que estudar?
- Qual o problema?
- O que se pretende?
- Quem participará do estudo?
- Como será desenvolvido?
- Quais os recursos necessários?
- Quem pode ajudar?
- A quem interessam os resultados?
- Qual o prazo disponível?

A segunda fase, a de Informação, contém os dados intrínsecos ao produto em estudo, com descrição de suas funcionalidades, noções de custos e, também, dados externos sobre seus usuários e o mercado no qual está inserido.

2. FASE INFORMATIVA

- O que é o produto?
- Quem são seus usuários?
- Quais são suas funções?
- Quanto custam as funções?
- Quais suas características?
- Há produtos semelhantes? Quais?
- As funções são encontráveis em outros produtos? Em quais?

A terceira fase, a de Análise, contempla a avaliação detalhada das funções, suas hierarquizações e, também, parâmetros de custos ponderando se os mesmo são coerentes, tanto no produto original quanto nas alternativas encontradas.

3. FASE ANALÍTICA

- Quais as funções e características mais importantes?
- As mesmas são úteis, necessárias?
- Elas valem o que custam?
- As que existem são as que realmente deveriam existir?
- São as mesmas encontráveis em outros produtos? O que os diferenciam?
- Se há produtos semelhantes, o que os diferenciam?

A próxima fase, a quarta, de Criação, contém os dados referentes aos produtos alternativos, que podem desempenhar funções equivalentes às do produto original, inclusive com informações de custos para proporcionar comparações.

4. FASE CRIATIVA

- Quais são as alternativas de produtos?
- Elas satisfazem usuários e fabricantes?

A quinta fase, a de Avaliação, é o momento em que é planejada a implementação das

análises feitas, bem como os fatores que fazem parte, interferem e interagem na fase de Implementação.

5. FASE AVALIATIVA

- Quais são as vantagens e desvantagens da alternativa?
- Qual a melhor alternativa

A sexta e última fase, de Escolha, Implantação e Acompanhamento do Programa traz a descrição de como será efetivamente aplicada a EV no produto estudado, com foco no resultado final de satisfação das expectativas dos clientes e reduções de custos.

6. FASE DE ESCOLHA, IMPLANTAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E APRESENTAÇÃO

- Como implantar?
- Como acompanhar, controlar e avaliar?
- O consumidor está satisfeito?
- Como aperfeiçoar a solução adotada?

Com as respostas a estas perguntas, correspondentes às seis fases do Plano de Trabalho, tem-se o rumo do estudo, um documento balizador, que reúne as principais informações e propõe uma sequência lógica para aplicação da EV.

A elaboração do Plano de Trabalho ocorre concomitantemente com a sequência proposta, seguindo a ordem indicada nas Figuras 4.4 e 4.5, primeiro a Análise Funcional, seguida do Diagrama FAST, finalizando com o Método Compare. Esse momento de aplicação de ferramentas é o diferencial da utilização da EV, pois aqui se tem o cerne da EV, que é a análise de funções, o levantamento de custos e a incorporação da criatividade com a identificação de formas alternativas para se realizar as mesmas funções a um custo reduzido sem prejudicar a

funcionalidade e qualidade do produto.

Seguindo o fluxo do processo, após a aplicação das ferramentas há de se avaliar se os resultados obtidos foram satisfatórios, atingidos, ou não. Para se retirar a subjetividade dessa avaliação, pode-se utilizar o parâmetro de “Custo-meta”, caso seja uma aplicação de EV para um estudo maior de Custeio-meta, ou ter como objetivo uma meta “x” de redução de custo. O estudo em questão termina com a preparação de um “relatório” que contém as respostas das questões do Plano de Trabalho, os resultados obtidos com a aplicação das ferramentas e as diretrizes a serem observadas durante a implantação e efetiva execução das alternativas resultantes.

4.2 Evolução do projeto de pesquisa

A EV tem o propósito de sistematizar atingir o custo-meta nos diversos componentes, sempre dentro de um contexto maior da abordagem custeio-meta. O foco desde o princípio consiste no estudo da EV em produtos da construção civil, porém inicialmente idealizado dentro de um estudo de custeio-meta. No entanto, com o decorrer do trabalho verificou-se que a EV por si só, já se traduzia num assunto complexo o suficiente para que os estudos fossem focados em sua aplicação.

Outro fator que contribui para este recorte, do estudo exclusivo da EV, foi o desenvolvimento concomitantemente do projeto de pesquisa de Jacomit (2010), que orientou sua tese ao estudo específico do Custeio-meta na construção. Com isso, ambos os trabalhos se completam, pois um foca no conceito de Custeio-meta e o outro, em sua operacionalização por meio da EV.

Após essa definição, iniciou-se a busca pelos casos nos quais seriam aplicados a EV como forma de avaliar sua utilização, o que se traduz no resultado buscado para este trabalho. Para isso buscou-se exemplos que continham dados disponíveis e confiáveis que permitissem o teste da sequência proposta em casos reais do mercado da construção. Inicialmente, os casos contemplavam apenas produtos de construção acessíveis, tendo a construção do banheiro, como estudo piloto e a construção completa como estudo principal.

No entanto, para se conseguir resultados mais amplos, com o estudo de produtos diferenciados e não tão específicos, modificou-se a estratégia para a incorporação de um novo tipo de produto, a HIS. Com isso, continuou-se com o banheiro acessível como estudo piloto e a HIS como estudo principal. A caracterização dos estudos de casos encontra-se no item 4.4 e seus respectivos desenvolvimentos melhor apresentados no item “6 Estudos de Caso”. A Figura 4.6 traz uma representação esquemática da evolução e da pesquisa.

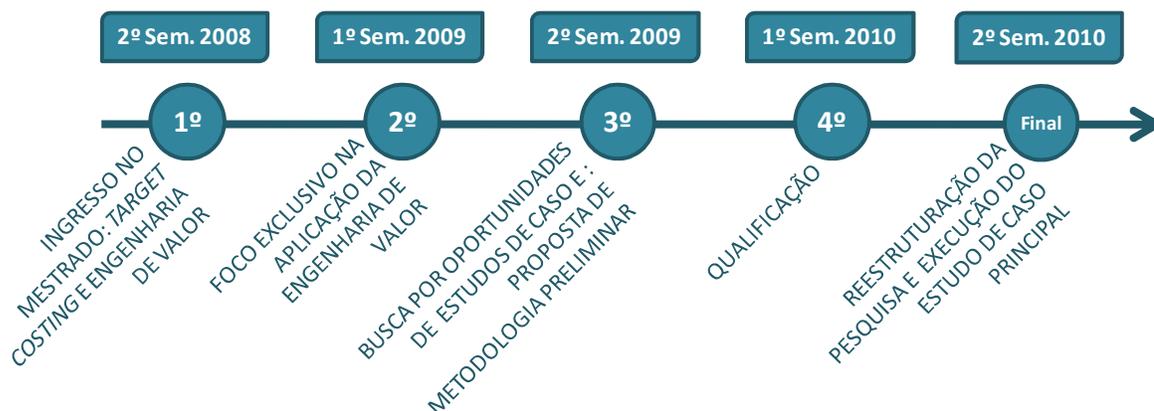


Figura 4.6 – Evolução do projeto de pesquisa

4.3 Delineamento da pesquisa

Para melhor representar o delineamento específico da presente pesquisa que utiliza a estratégia de estudo de caso, apresenta-se a Figura 4.7 que traz as etapas que constituem seu

desenvolvimento. Este se traduz no planejamento adotado para o desenvolvimento e condução dos estudos de caso de forma a viabilizar a aplicação da teoria identificada em exemplos reais por meio da proposta de uma sequência específica para utilização da EV em produtos de edificações da construção civil.

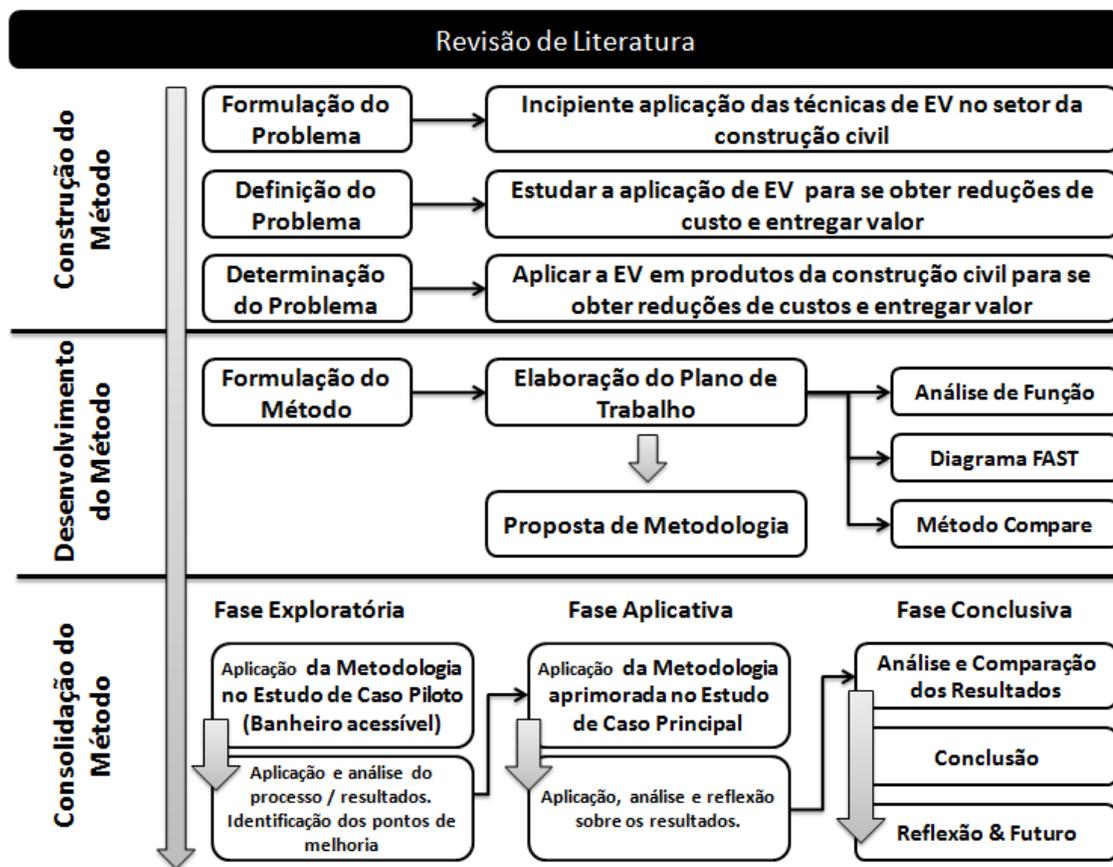


Figura 4.7 – Delineamento da pesquisa

É importante ressaltar que o delineamento também apresentou um caráter evolutivo e sofreu alterações no decorrer da pesquisa à medida que ocorria o andamento dos trabalhos, pois foi percebida a necessidade de aprimorar, revisar e modificar passos da pesquisa.

4.4 Caracterização dos Estudos de Caso

Este item trará a descrição detalhada dos casos estudados na pesquisa que serviram de base para testar a aplicação da EV. Conforme informado anteriormente, são dois os casos, o primeiro constitui um caso piloto para a construção de banheiro acessível, e, o segundo, chamado de “principal”, consiste na construção de habitação de interesse social (HIS).

4.4.1 Estudo de caso piloto - Construção de um banheiro acessível

Foi realizado um estudo de caso piloto para experimentar a sequência proposta para utilização da EV em produtos de edificações da construção civil. Com isso, buscou-se um exemplo simplificado para viabilizar o pleno entendimento da aplicação da EV com vistas a replicá-las no estudo de caso principal.

4.4.1.1 Contextualização do estudo de caso piloto

Para tal experimentação foram utilizadas as informações de um projeto para construção de uma edificação de empresa concessionária do setor de energia elétrica, a qual autorizou a utilização das informações fornecidas nesta pesquisa. O objetivo do empreendimento era construir uma nova edificação para desenvolvimento de atividades de atendimento ao público, trabalhos operacionais e de manutenção, na cidade de Batatais - SP. Devido a essa multidisciplinaridade de atividades que ficarão dentro da construção, a mesma é composta por distintos ambientes nos quais são realizados cada respectivo tipo de atividade. Para auxiliar no entendimento dos espaços são apresentadas plantas e tabelas com a identificação das áreas (Figura 4.8, Figura 4.9 e Tabela 4.1).

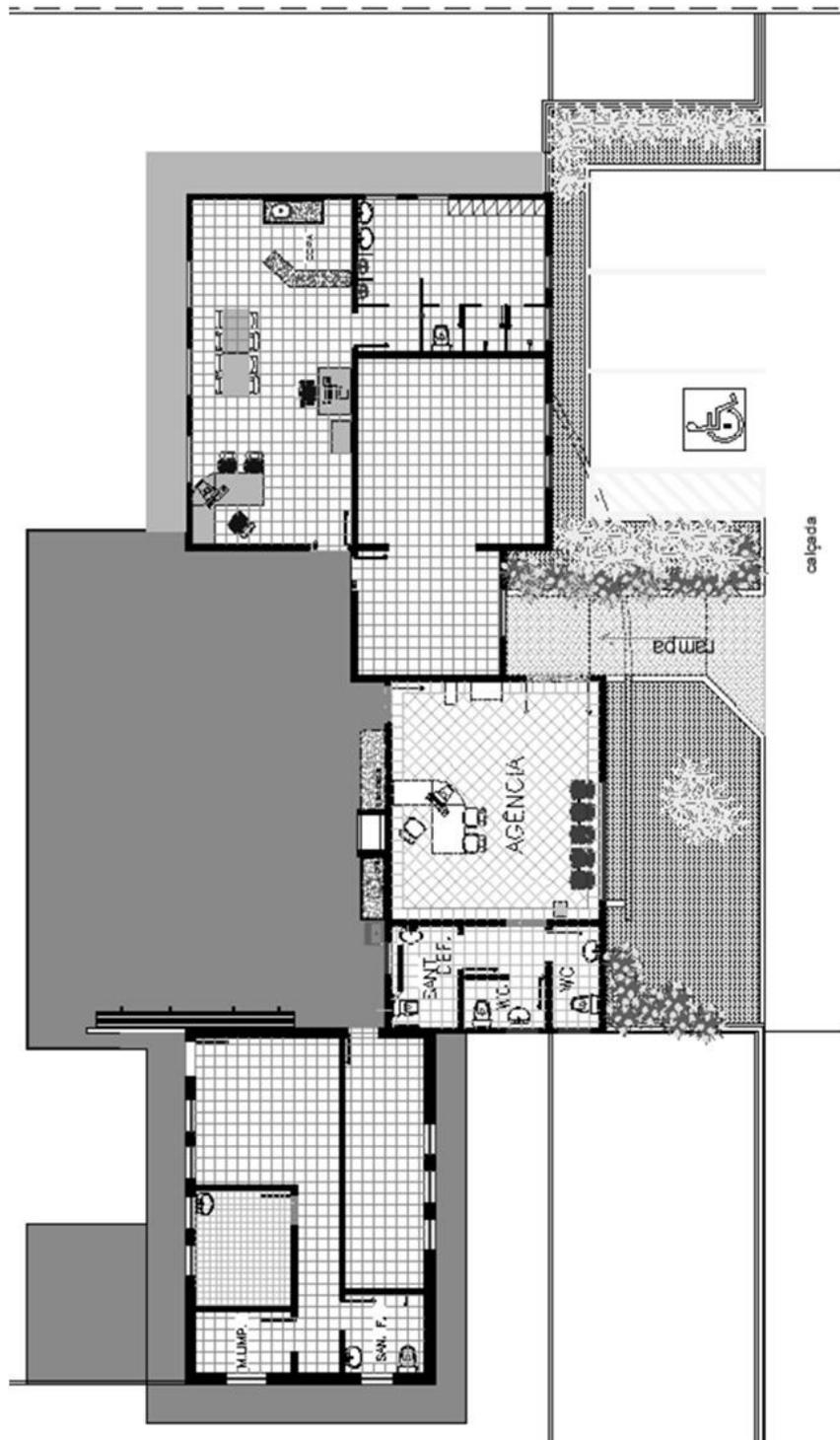


Figura 4.8 – Implantação geral da edificação do estudo de caso piloto

Fonte: Empresa Concessionária do setor de Energia Elétrica (2005)

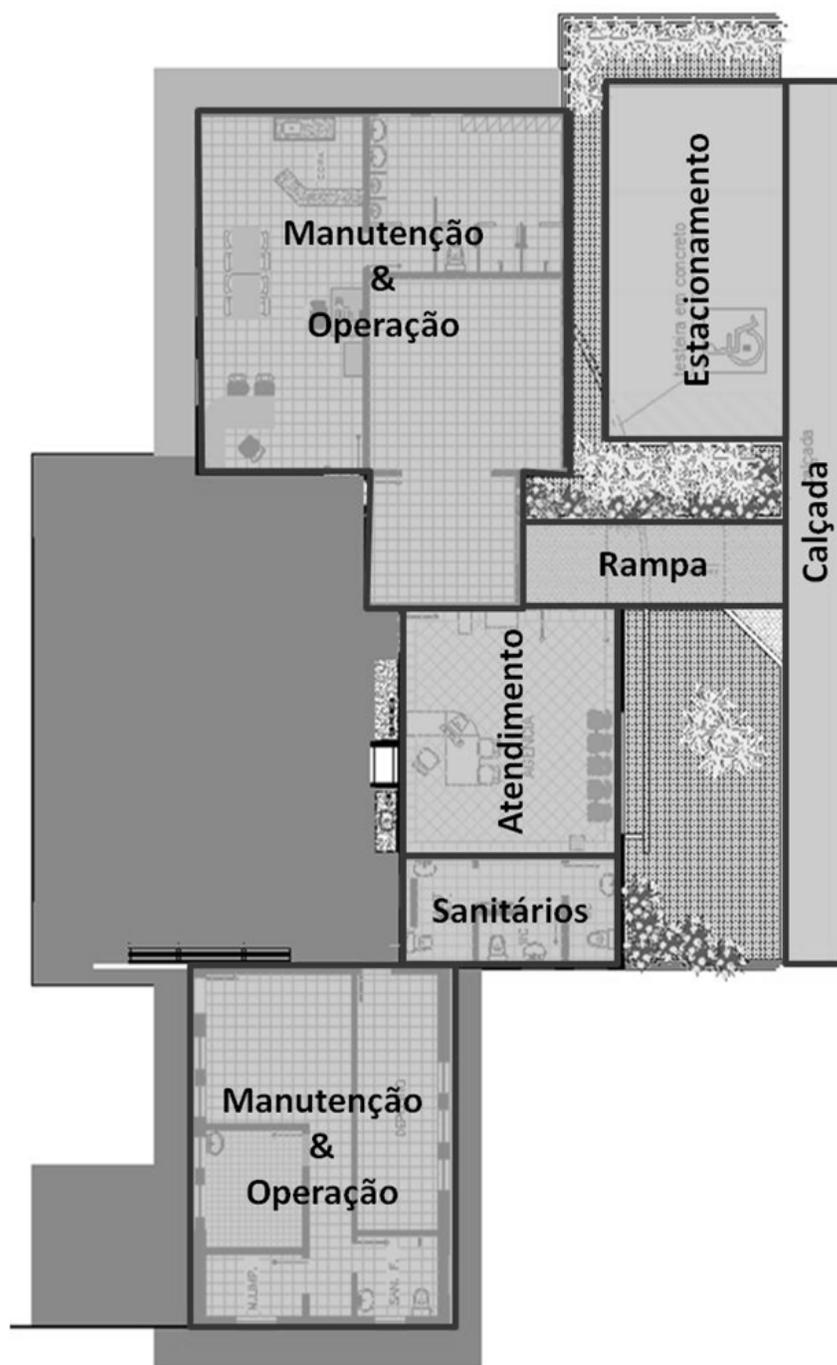


Figura 4.9 – Descrição das áreas da edificação

Fonte: Empresa Concessionária do setor de Energia Elétrica (2005)

Tabela 4.1 – Tabela de áreas total da edificação a ser estudada

Tabela de Áreas	
Ambientes	Áreas (m²)
1- Manutenção/operacional	137,40
2- Atendimento	31,50
3- Sanitários	13,40
4- Estacionamento	38,30
5- Rampa de acesso	14,30
6- Calçada	42,80
Área total edificação:	277,70

Para o estudo de caso piloto será abordado apenas o ambiente do banheiro acessível que possui inúmeros elementos relacionados à acessibilidade, sejam elementos espaciais (área), elementos de revestimento (pisos e superfícies), ou acessórios necessários ao uso (barras de apoio).

4.4.1.2 Caracterização da área

Seguindo a proposta feita para a execução do estudo de caso piloto, a de fazer uma aplicação simplificada, será restringida a área para análise da edificação, tomando como partido o estudo do banheiro para deficientes (banheiro acessível) que é uma parte específica do ambiente, correspondente ao item “2-Sanitários” da Tabela 4.1. Este banheiro atende às dependências da Agência de Atendimento, tanto aos funcionários, quanto aos clientes, e é próprio para uso de pessoas com deficiência de mobilidade física. A Figura 4.10, traz a planta de *layout*, com as dimensões e disposições do espaço. Quanto ao escopo do projeto completo o mesmo será melhor descrito no item “6. Estudos de Casos”, que trará todos os dados necessários às execução do estudo piloto para utilização da EV.

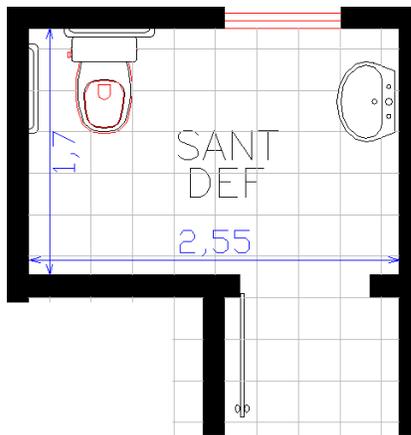


Figura 4.10 – Planta da Construção de Banheiro Acessível

Fonte: Empresa Concessionária do setor de Energia Elétrica (2005)

Cabe ressaltar que por se tratar de um estudo limitado à acessibilidade arquitetônica (física nos ambientes) (SASSAKI, 2004) o usuário de interesse nesta pesquisa se limita aos deficientes de mobilidades físicas, não contemplando o estudo das demais deficiências.

Como atributo de **valor** para os usuários do prédio, que são os funcionários e clientes da empresa, será utilizado como critério as diretrizes e requisitos da ABNT NBR 9050:2004 de acessibilidade. O foco é viabilizar uma construção que seja fisicamente acessível e com um custo otimizado.

A construção do banheiro, após o projeto do espaço adequado com as áreas de manobra e de aproximação necessárias de acordo com a norma de acessibilidade NBR 9050:2004, é composta de itens comuns até a parte de acabamentos. A partir daqui as louças, metais e acessórios devem ser de linhas de fabricação especiais para deficientes de mobilidade física, bem como as instalações devem seguir às diretrizes da mesma norma.

É importante informar que a própria empresa foi responsável pela elaboração do projeto executivo, do escopo e, também, fez o gerenciamento dos demais projetos, da análise técnica da

licitação e da execução da Obra.

4.4.2 Estudo de caso principal

Para continuidade da estratégia de pesquisa adotada, de utilização de dois casos, este item trará a caracterização do estudo de caso principal que consiste na construção de um EHIS de forma a validar a sequência proposta para aplicação da EV. O produto HIS, especificamente, é mais complexo que o estudado no piloto devido a maior diversidade elementos presente no projeto, à escala de unidades existente e ao desafio devido às limitações do contexto de construção para fins sociais.

Até o presente momento diversos estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de melhorar os edifícios projetados pela empresa responsável pela construção de EHIS no Estado de São Paulo (KOWALTOWSKI, *et.al.*, 2006; GRANJA, *et.al.*, 2009). Esses estudos têm como base estudos do tipo Avaliação Pós Ocupação (APO) que investigam os projetos já realizados com objetivo de identificar oportunidades de aprimorar os projetos e potencializar a satisfação dos usuários que usualmente é alta devido à precariedade de suas condições de moradia anteriores (GRANJA, *et.al.*, 2009).

Com isso, a partir das informações obtidas de estudos anteriores realizados na mesma tipologia de edificação, principalmente proveniente dos estudos desenvolvidos por Granja *et.al.* (2009), Kowaltowski, *et.al.* (2010) e YOKOTA, *et.al.* (2010), reuniram-se os dados necessários a este estudo de caso, que consistem em:

- i) plantas dos apartamentos;
- ii) caderno orçamentário do empreendimento total com 400 unidades habitacionais;
- iii) pesquisa sobre a natureza do “valor desejado” na HIS, a qual hierarquizou o

Índice Geral de Importância (IGI) de atributos de projeto;

4.4.2.1 Contextualização do estudo de caso principal

O EHIS que será objeto deste estudo constitui um empreendimento realizado em Campinas-SP constituído por 400 unidades habitacionais (apartamentos) somados os demais aparelhos e edifícios de apoio necessários a sua implantação (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Composição do EHIS em análise no estudo de caso principal

COMPOSIÇÃO GLOBAL EHIS REALIZADO EM CAMPINAS - SP	QTDE
EDIFICAÇÃO VI22F-V2 - F1 (24 UND) & F2/F3 (16 UND) COM 10 APTOS/CADA	40
NP25A - ESCADAS	20
PÁRA-RARIO PARA ESCADAS	20
RI18D (4UND) & RI36D (8 UND) - RESERVATÓRIOS INFERIOR	12
LX01A - LIXEIRA	10
CV01A - CAVALETE PADRÃO	12
GN05 - ABRIGO DE GÁS	80
CI20A/20A (4 UND) & CI40A/40A (8 UND) - CENTROS DE MEDIÇÃO	12
CPCT - TIPO II - SALA DE TELECOMUNICAÇÕES	2
CAC 1B - CENTRO COMUNITÁRIO	2

As diferenças existentes entre os mesmos tipos de edificações contidos na Tabela 4.2, como as tipologias, reservatórios e centro de medições são devidos, basicamente, às condições de implantação, com modificações das fundações, estruturas, revestimentos externos (este somente para as tipologias) e diferença de carga (somente nos centros de medição).

Os elementos principais do EHIS são as edificações caracterizadas pelas tipologias VI22F-V2 - F1 (implantação de edifícios isolados) e VI22F-V2 - F2/F3 (implantação de dois

edifícios conjugados), com cada edifício composto por cinco pavimentos com dois apartamentos cada, totalizando 10 apartamentos.

Os valores envolvidos neste EHS foram obtidos a partir do caderno orçamentário preparado na época da licitação, outubro de 1999, que apresenta preços desse período. Para viabilizar a análise no período atual, os valores foram corrigidos com o fator, **2,524**, obtido com base na comparação dos índices INCC de outubro/1999 (178,574) e novembro/2010 (450,763). A tabela completa com os valores envolvidos apresenta-se a seguir, com os valores originais e os reajustados (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Valores originais e reajustados para o EHS em análise no estudo de caso principal

COMPOSIÇÃO GLOBAL EHS REALIZADO EM CAMPINAS - SP	QTDE	VALORES OUT/1999		VALORES NOV/2010	
		UNT (R\$/ITEM)	TOTAL (R\$)	UNT (R\$/ITEM)	TOTAL (R\$)
EDIFICAÇÃO VI22F - V2 - F1 (10 APTOS/CADA)	24	152.987,12	3.671.690,88	386.175,66	9.268.215,96
EDIFICAÇÃO VI22F - V2 - F2/F3 (10 APTOS/CADA)	16	150.266,64	2.404.266,24	379.308,53	6.068.936,48
NP25A - ESCADA	20	45.709,84	914.196,80	115.382,44	2.307.648,89
PÁRA-RARIO P/ NP25A - ESCADAS	20	1.853,34	37.066,80	4.678,27	93.565,37
RI18D - RESERVATÓRIO INFERIOR	4	13.743,57	54.974,28	34.692,02	138.768,08
RI36D - RESEVRATÓRIO INFERIOR	8	18.152,39	145.219,12	45.820,92	366.567,40
LX01A - LIXEIRA	10	764,39	7.643,90	1.929,50	19.295,01
CV01A - CAVALETE PADRÃO	12	1.171,79	14.061,48	2.957,88	35.494,50
GN05 - ABRIGO DE GÁS	80	1.623,80	129.904,00	4.098,86	327.908,41
CI20A/20A - CENTRO DE MEDIÇÃO	4	18.716,55	74.866,20	47.245,00	188.979,99
CI40A/40A - CENTRO DE MEDIÇÃO	8	29.939,63	239.517,04	75.574,71	604.597,64
CPCT - TIPO II - SALA DE TELECOMUNICAÇÕES	2	4.304,88	8.609,76	10.866,54	21.733,07
CAC 1B - CENTRO COMUNITÁRIO	2	29.497,90	58.995,80	74.459,67	148.919,35
TERRAPLENAGEM			638.490,62		1.611.701,30
		TOTAL EHS:	8.399.502,92		21.202.331,44
		VALOR POR UNIDADE (APARTAMENTO):	20.998,76		53.005,83

As edificações são compostas por fundações com estacas pré-fabricadas de concreto, alvenaria estrutural, lajes de concreto, revestimento interno composto por emboço, reboco e pintura à óleo, revestimento externo composto por chapisco, reboco e pintura acrílica, batentes metálicos, portas principais em aço e internas de madeira, janelas em aço, vidros comuns, pisos e

rodapés cerâmicos, instalações elétricas e hidráulicas convencionais, embutidas em paredes e/ou em *shafts*, vaso sanitário com caixa acoplada, lavatório com coluna, tanque de concreto, metais convencionais, telhado com estrutura de madeira e telhas de barro. As demais edificações do EHIS, como escadas, reservatórios, centro comunitário, sala de telecomunicações, centros de medições, cavaletes de água e abrigos de gás possuem materiais semelhantes com algumas adaptações devido aos diferentes tipos de uso. Pode-se destacar a lixeira como um item diferenciado por ser feita em aço.

4.4.2.2 Atributos de valor e oportunidades de intervenção para EHIS

Seguindo o fundamento da EV, o de incorporar os atributos de valor no desenvolvimento de produtos por meio de sua tradução em características técnicas, para este estudo de caso foram utilizados os resultados provenientes da pesquisa realizada por pesquisadores da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, sobre o “Valor desejado na habitação social” (GRANJA *et.al.*, 2009). A citada pesquisa resultou na hierarquização do Índice Geral de Importância (IGI), conforme segue no Gráfico 4.1.

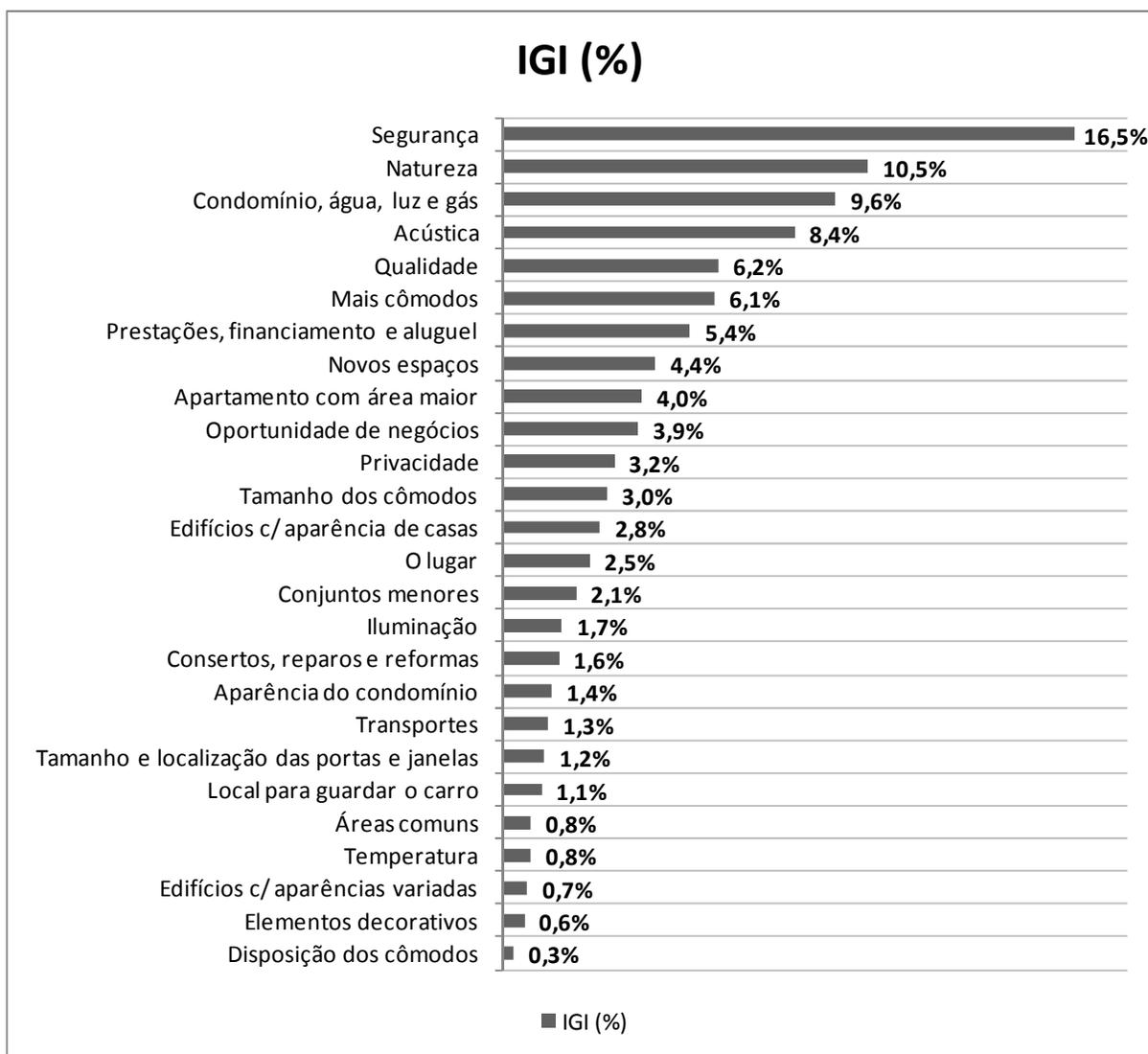


Gráfico 4.1 – Índice Geral de Importância – Atributos de valor hierarquizados

Fonte: A partir de Granja *et.al.* (2009)

Quanto às oportunidades de intervenção no projeto do EHIS, foram utilizadas as proposições de especialistas no tema conforme indicado em Kowaltowski e Granja (2010) que resultam sugestões de modificações no projeto de forma a incorporar os parâmetros de “valor desejado” na discussão para novos projetos. O Quadro 4.2 apresenta as oportunidades de intervenção já propondo uma classificação entre oportunidades internas aos apartamentos, circulação interna da edificação e áreas comuns externas.

Quadro 4.2 – Oportunidades de intervenção em EHIS

OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO
Áreas internas aos apartamentos
Porta de entrada maciça
Adição de varandas ou terraços nos aptos
Introduzir janelas nas "Fachadas Cegas"
Possibilidade de abertura de portas em paredes para mudar configuração dos aptos
Forro de gesso nos WCs
Introduzir Porta-balcão
Revestimentos de pisos personalizados
Barrado de gesso no teto
Circulação interna da edificação
Introduzir área em frente à entrada dos apartamentos
Abrir parede que divide as escadas
Melhorar detalhamento e acabamento das escadas
Áreas comuns externas
Instalação de grade no entorno
Estacionamento p/ motos e bicicletas
Aumentar distância entre as janelas da Tipologia H
Repensar o "Centro Comunitário", transformá-lo em churrasqueira, parquinho, paisagismo
Individualização do exterior. Pintura com cores diferentes
Pequenos Centros Comerciais de cuidados à saúde e às crianças

Fonte: A partir de Kowaltowski e Granja (2010)

Para que seja possível priorizar as oportunidades indicadas e o índice IGI, foi preparada a Tabela 4.4 com o cruzamento de ambas as informações de forma a gerar um valor relativo (IGI relativo) que possibilitasse a hierarquização e mensuração do quanto cada oportunidade representa em relação aos atributos de valor. Essa tabela é importante porque ao relacionar cada modificação de projeto sugerida em termos dos atributos de valor já permite fazer preliminarmente uma hierarquização do grau de relevância entre oportunidades.

Tabela 4.4 – Cruzamento do IGI x Oportunidades de Intervenção em EHIS

Item	Atributos de Valor (GRANJA <i>et.al.</i> , 2009)	IGI	OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO (KOWALTOWSKI; GRANJA, 2010)																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Segurança	16,5%			16,5%	16,5%	16,5%				16,5%	16,5%				16,5%			
2	Natureza	10,5%								10,5%			10,5%				10,5%	10,5%	
3	Condomínio, água, luz e gás	9,6%																	
4	Acústica	8,4%	8,4%		8,4%				8,4%										
5	Qualidade	6,2%	6,2%								6,2%								
6	Mais cômodos	6,1%														6,1%			
7	Prestações, financiamento e aluguel	5,4%																	
8	Novos espaços	4,4%														4,4%		4,4%	
9	Apartamento com área maior	4,0%														4,0%		4,0%	
10	Oportunidade de negócios	3,9%						3,9%											
11	Privacidade	3,2%	3,2%		3,2%				3,2%	3,2%									
12	Tamanho dos cômodos	3,0%														3,0%			
13	Edifícios c/ aparência de casas	2,8%														2,8%			
14	O lugar	2,5%						2,5%							2,5%				
15	Conjuntos menores	2,1%						2,1%											
16	Iluminação	1,7%															1,7%	1,7%	1,7%
17	Consertos, reparos e reformas	1,6%																	
18	Aparência do condomínio	1,4%													1,4%		1,4%	1,4%	
19	Transportes	1,3%																	
20	Tamanho e localização das portas e janelas	1,2%								1,2%							1,2%	1,2%	1,2%
21	Local para guardar o carro	1,1%				1,1%													
22	Áreas comuns	0,8%						0,8%					0,8%						
23	Temperatura	0,8%											0,8%						
24	Edifícios c/ aparências variadas	0,7%												0,7%					
25	Elementos decorativos	0,6%		0,6%	0,6%	0,6%							0,6%	0,6%			0,6%	0,6%	
26	Disposição dos cômodos	0,3%													0,3%				
TOTAL:		0,18	0,01	0,01	0,29	0,18	0,22	0,04	0,13	0,30	0,06	0,17	0,12	0,08	0,18	0,19	0,15	0,24	
TOTAL % HIERARQUIZAÇÃO OPORTUN. DE INTERVENÇÃO:		7,0%	0,2%	0,2%	11,3%	6,9%	8,6%	1,5%	5,0%	11,9%	2,4%	6,8%	4,7%	3,2%	7,0%	7,6%	6,1%	9,4%	

Fonte: A partir de Granja *et.al.* (2009) e Kowaltowski e Granja (2010)

Para resumir a Tabela 4.4 apresentada anteriormente, propõe-se um resumo na Tabela 4.5 com as oportunidades já hierarquizadas dentro da classificação proposta.

Tabela 4.5 – Hierarquização das Oportunidades de Intervenção a partir do IGI

OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO	IGI Relativo (%)
Áreas internas aos apartamentos	
Porta de entrada maciça	11%
Adição de varandas ou terraços nos aptos	9%
Introduzir janelas nas "Fachadas Cegas"	8%
Possibilidade de abertura de portas em paredes para mudar configuração dos aptos	7%
Forro de gesso nos WCs	7%
Introduzir Porta-balcão	6%
Revestimentos de pisos personalizados	0%
Barrado de gesso no teto	0%
Total - Áreas internas aos apartamentos:	49%
Circulação interna da edificação	
Introduzir área em frente à entrada dos apartamentos	12%
Abrir parede que divide as escadas	7%
Melhorar detalhamento e acabamento das escadas	2%
Total - Circulação interna da edificação:	21%
Áreas comuns externas	
Instalação de grade no entorno	9%
Estacionamento p/ motos e bicicletas	7%
Aumentar distância entre as janelas da Tipologia H	5%
Repensar o "Centro Comunitário", transformá-lo em churrasqueira, parquinho, paisagismo	5%
Individualização do exterior. Pintura com cores diferentes	3%
Pequenos Centros Comerciais de cuidados à saúde e às crianças	2%
Total - Áreas comuns externas:	30%
Total geral IGI Relativo das Oportunidades de Intervenção em EHIS:	100%

A presente pesquisa concentrará esforços na viabilização das oportunidades de intervenção referentes às “Áreas internas aos apartamentos” devido à disponibilidade de informações dessas áreas e indisponibilidades das áreas externas e comuns do EHIS.

4.4.2.3 Caracterização da área

Quanto às áreas envolvidas neste estudo, serão efetivamente trabalhadas aquelas que compõem o apartamento para que seja possível analisar, prioritariamente as oportunidades de intervenção sugeridas para elas, conforme dito anteriormente. Com isso, seguir-se-á a apresentação da planta do apartamento padrão (Figura 4.11) com 37,81m² de área útil e do edifício (Figura 4.12).

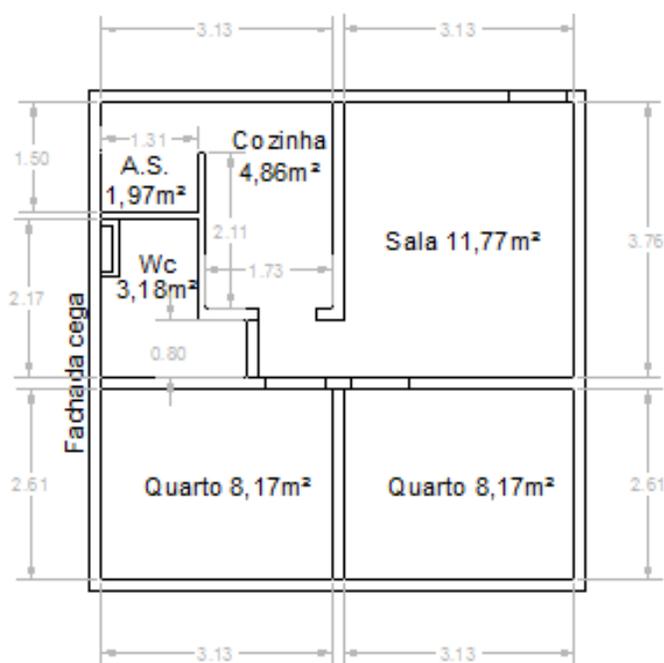


Figura 4.11 – Planta tipologia VI22F-V2 F1 e F2/F3– Apartamento com 37,81m² de área útil

Fonte: A partir de Caderno de Tipologias (1997)

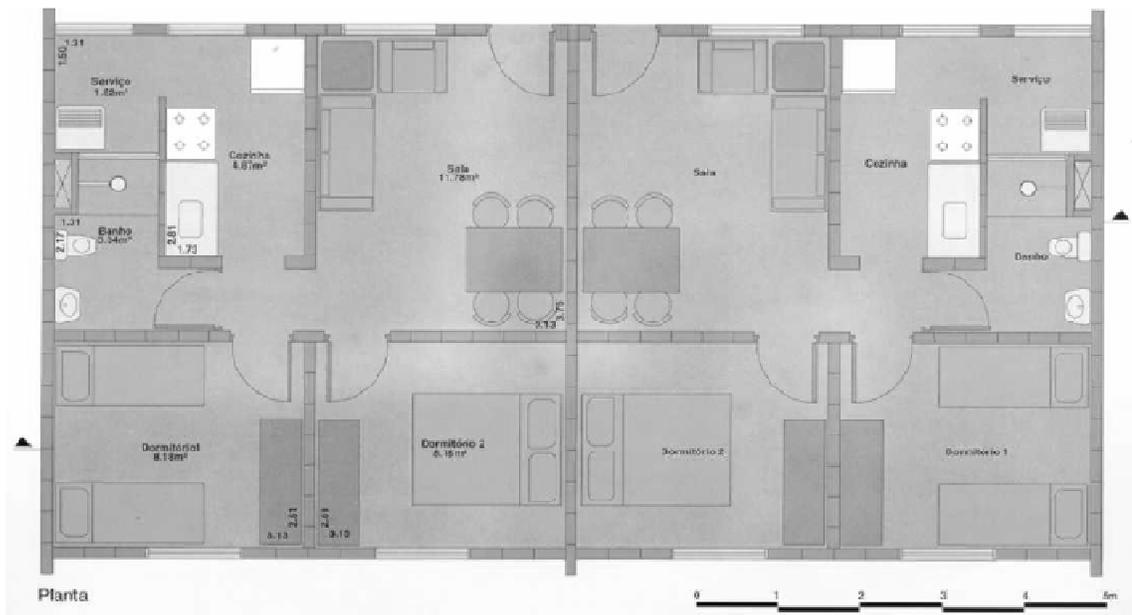


Figura 4.12 – Planta tipologia VI22F-V2 F1 e F2/F3 - Edifício com dois apartamentos

Fonte: (Caderno de Tipologias, 1997)

Quanto à implantação o EHS tem duas configurações principais, com 24 unidades do tipo VI22F-V2 F1, que são os edifícios isolados (Figura 4.13) e 16 unidades do tipo VI22F-V2 F2/F3, que constituem os edifícios conjugados dois a dois, porém com entradas invertidas (Figura 4.14).

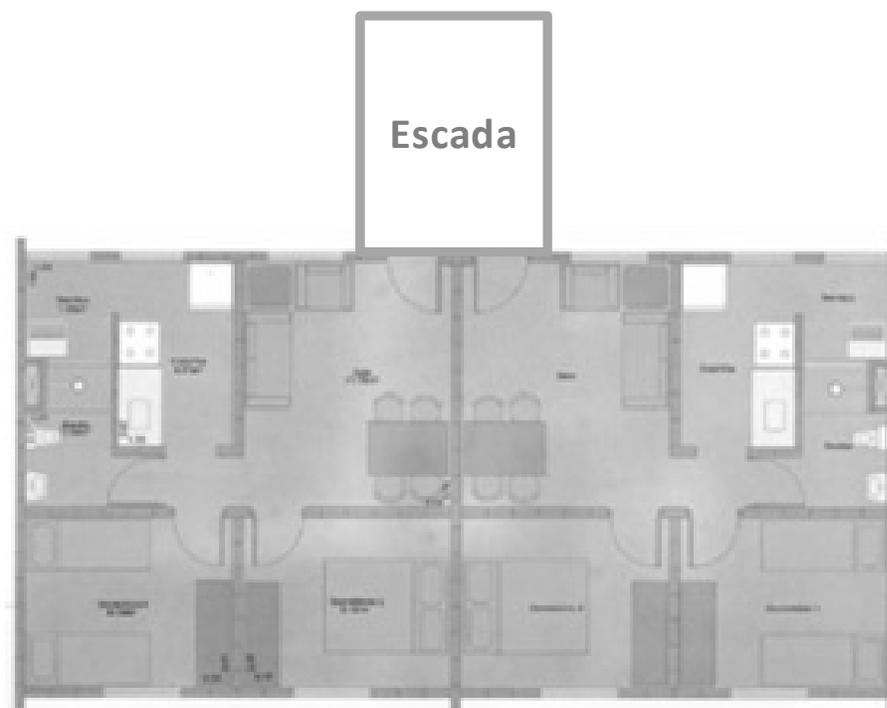


Figura 4.13 – Planta tipologia VI22F-V2 F1 – Implantação de edifícios isolados – 24 unidades

Fonte: A partir de Cadernos de Tipologia (1997) e Orçamentário (1999)

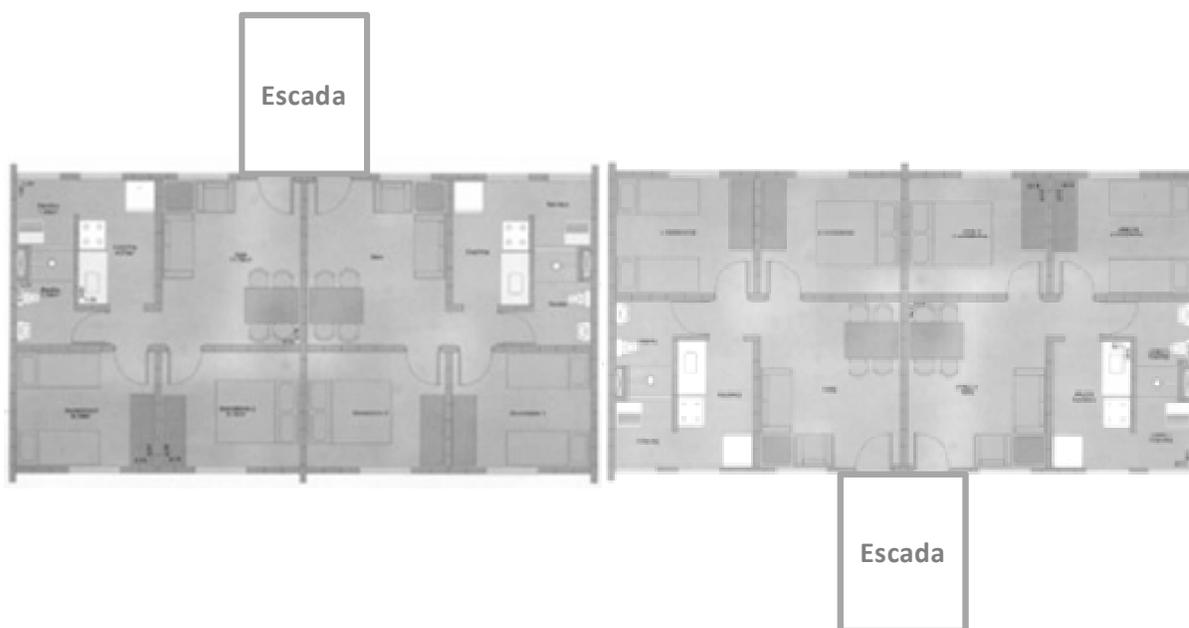


Figura 4.14 – Planta tipologia VI22F-V2 F2/F3 – Implantação de edifícios conjugados – 16 unidades

Fonte: A partir de Cadernos de Tipologia (1997) e Orçamentário (1999)

5. ESTUDOS DE CASO

Este capítulo apresentará os desenvolvimentos dos estudos de caso realizados na pesquisa. Como informado anteriormente, o primeiro a ser apresentado será o estudo piloto com a análise do produto Banheiro acessível. Os dois principais objetivos desta primeira aplicação são: 1) verificar a possibilidade de se reduzir custos não prejudicando, ou aumentando, a entrega de valor aos clientes e usuários, especificamente, aos deficientes físicos, e, 2) validar a sequência proposta de utilização da EV em produtos da construção civil. Após esse estudo inicial será feita uma reflexão para validar o fluxo sugerido (Figura 4.4) e se existem pontos que necessitam alteração.

O estudo principal é buscar meios de viabilizar as oportunidades de intervenção identificadas por Kowaltowski e Granja (2010), que foram geradas com base numa pesquisa anterior sobre “A natureza do valor desejado na habitação social” (GRANJA *et al.*(2009). Essas oportunidades traduzem-se em modificações no projeto que atendam aos requisitos de valor desejado, identificados por meio do Índice Geral de Importância (IGI), de forma a entregar o “valor desejado” aos futuros usuários e moradores, propondo suas incorporações nos novos projetos.

Este capítulo segue dividido em dois itens principais cujos detalhamentos consistem nos desenvolvimentos dos estudos de caso seguindo a sequência sugerida no item 4.1.5. Com isso, aplicar-se-á a EV, por meio do processo idealizado (Figura 4.4), para encontrar meios de reduzir custos no projeto, de forma a viabilizar a incorporação das oportunidades sugeridas em novos produtos/projetos.

5.1 Estudo de caso piloto

Este item seguirá a ordem proposta para a sequência de aplicação apresentada no item 4.1.5 e para isso serão utilizadas as informações obtidas do produto em estudo, banheiro acessível, contidas em sua caracterização no item 4.4.1.

Conforme apresentado na Figura 4.5, o Plano de Trabalho está presente no fluxo do processo de aplicação da sequência sugerida para utilização das técnicas da EV. Dessa forma ele será preenchido concomitantemente ao fluxo do processo para organizar o trabalho. Quanto à aplicação das ferramentas de EV, a análise de função, o diagrama FAST e o Método COMPARE, seguiram-se as respectivas recomendações presentes na revisão bibliográfica de EV.

5.1.1 Identificar objeto de estudo e Iniciar Plano de Trabalho

Abaixo se apresentam os Quadros 5.1 e 5.2 com o início do preenchimento do Plano de Trabalho, conforme modelo adotado com as respostas às perguntas indicadas por Abreu (1996) para identificar o produto em estudo e organizar o raciocínio para os passos seguintes.

Quadro 5.1 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 1 - PREPARATÓRIA

PLANO DE TRABALHO	
1. FASE PREPARATÓRIA	
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PILOTO: CONSTRUÇÃO WC ACESSÍVEL
1.1 O que estudar?	A construção de um WC acessível.
1.2 Qual o problema?	Como reduzir custos da construção sem prejudicar a entrega e percepção de valor do cliente?
1.3 O que se pretende?	Obter reduções custos de um banheiro acessível sem prejudicar a entrega e percepção de valor do cliente. Neste estudo não há uma meta de redução de custo determinada, por se tratar de um teste da aplicação da EV na construção civil.
1.4 Quem participará do estudo?	Pesquisadora.
1.5 Como será desenvolvido?	Por meio da sistematização e aplicação da sequência baseada na EV orientada pelas diretrizes da NBR 9050:2004 de acessibilidade.
1.6 Quais os recursos necessários?	Participantes, bibliografia do tema, NBR 9050:2004, fontes de preços atualizadas, computador, Microsoft Office e AutoCad.
1.7 Quem pode ajudar?	Orientador e agentes que obtenham as informações necessárias.
1.8 A quem interessam os resultados?	Pesquisadora, orientador, meio científico e demais interessados em utilizar a EV em produtos da construção civil.
1.9 Qual o prazo disponível?	Entre uma e duas semanas.

Na sequência no Quadro 5.2 são apresentadas as respostas sobre a fase Informativa.

Quadro 5.2 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 2 - INFORMATIVA

PLANO DE TRABALHO	
2. FASE INFORMATIVA	
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PILOTO: CONSTRUÇÃO WC ACESSÍVEL
2.1 O que é o produto?	Um WC acessível.
2.2 Quem são seus usuários?	Principalmente os funcionários e clientes com deficiência física que utilizarão o WC.
2.3 Quais são suas funções?	Facilitar acesso e Proporcionar uso.
2.4 Quanto custam as funções?	Neste ponto ainda não é possível informar o custo específico das funções. No decorrer do trabalho esses custos serão apontados.
2.5 Quais suas características?	Ser um banheiro que atenda de forma adequada aos usuários com deficiências físicas, seguindo as diretrizes da NBR 9050:2004 de acessibilidade.
2.6 Há produtos semelhantes? Quais?	Sim, de uma certa forma, qualquer outro WC que atenda à NBR 9050:2004 é semelhante a este.
2.7 As funções são encontráveis em outros produtos? Em quais?	Sim, as funções básicas são equivalentes a qualquer outro WC que atenda à NBR 9050:2004. As funções secundárias podem variar.

Com a preparação do trabalho e a reunião das informações iniciais necessárias, chega-se ao fim das fases Preparatória e Informativa, podendo-se avançar para as aplicações das ferramentas, a serem apresentadas no item seguinte.

5.1.2 Aplicar Ferramentas da EV

Seguindo o fluxo idealizado para a sequência proposta de utilização da EV, demonstrar-se-ão as aplicações individuais das ferramentas com base nas diretrizes das respectivas teorias, ressaltando os detalhes específicos de suas operacionalizações conforme necessário.

5.1.2.1 Análise de Função

A Análise de Função foi realizada com base na proposição desenvolvida por uma equipe de pesquisadores da Universidade Estadual de Londrina em trabalho apresentado no último ENTAC, ocorrido em outubro de 2010. No artigo publicado com título “Abordagem da Engenharia de Valor como estratégia de redução de custos em projetos habitacionais de interesse social” (YOKOTA *et al.*, 2010), os pesquisadores realizaram a subdivisão dos componentes do edifício com base na norma ABNT NBR 15575-1:2010 de “Desempenho de Edificações” que trata de 5 macro-sistemas, conforme segue:

- Sistemas estruturais;
- Pisos internos;
- Vedações verticais;
- Cobertura;
- Sistemas hidrossanitários.

Para o desenvolvimento deste estudo de caso, será seguido o mesmo princípio, porém com algumas adaptações que são a incorporação de mais dois sistemas, “Sistemas elétricos” e “Acessórios para uso acessível” e o aumento do grau de detalhamento com abertura desses sete sistemas em onze funções. A primeira modificação fez-se necessária para possibilitar o estudo do escopo completo do WC acessível, e, a segunda é uma decorrência da teoria da Análise de Função, uma vez que o nível de detalhamento do estudo é determinado por seus executores, de acordo com os recursos disponíveis e objetivos determinados. Com isso, apresenta-se a Tabela 5.1 com os sistemas, as funções e componentes principais que compõe o produto WC acessível.

Tabela 5.1 – Análise de Função WC acessível

ANÁLISE DE FUNÇÃO: WC Acessível (Prover uso hidrossanitário & Proporcionar uso acessível)					
Sistemas	Funções (verbo + substantivo) (*)	Classificação das Funções		Componentes detalhados da construção do WC Acessível	
		P / SN / S	U/E		
ESTRUTURA	A Transmitir esforços verticais	SN	U	Baldrame, alvenaria estrutural	
	B Transmitir esforços horizontais	SN	U	Lajes de teto e piso	
PISOS INTERNOS	C Revestir superfícies horizontais	S	U	Cerâmica, pintura	
VEDAÇÕES VERTICAIS	D Limitar área	SN	U	Alvenaria	
	E Revestir superfícies verticais	S	E	Azulejo	
	F Permitir ventilação	SN	U	Esquaria (janela)	
	G Permitir acesso	SN	U	Esquadria (porta)	
COBERTURA	H Proteger de intempéries	SN	U	Cobertura	
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	I Prover uso hidrossanitário	P	U/E	Instalações hidrossanitárias, louças e metais	
SISTEMAS ELÉTRICOS (**)	J Prover iluminação	SN	U	Instalações elétricas	
ACESSÓRIOS PARA USO ACESSÍVEL (**)	K Proporcionar uso acessível	P	U/E	Acessórios de acessibilidade	

(*) De acordo com subsistemas da NBR 15575 adicionados dois subsistemas necessários (**) - Sistemas elétricos e Acessórios para uso acessível

Além da divisão dos sistemas em funções também foi possível classificar as funções em funções de “uso” ou “estima” que auxiliará na análise posterior dos resultados obtidos.

5.1.2.2 Diagrama FAST

Com base na Análise de Função apresentada por meio da Tabela 5.1, é possível elaborar o diagrama FAST. Com o objetivo de facilitar sua elaboração utilizou-se um recurso manual que possibilitou uma maior dinamicidade na hierarquização das funções e identificação de seus relacionamentos. O citado recurso foi a preparação de pequenos quadrados de papel com as letras que correspondem a cada função e uma folha de papel em branco com os limites do escopo proposto pelo FAST (Figura 5.1).



Figura 5.1 – Diagrama FAST manual – Construção WC acessível

Dessa forma, orientada pela relação de “como” e “porque” entre as funções (característico do FAST) foi possível elaborar o diagrama conforme é apresentado na Figura 5.2 já em meio digital.

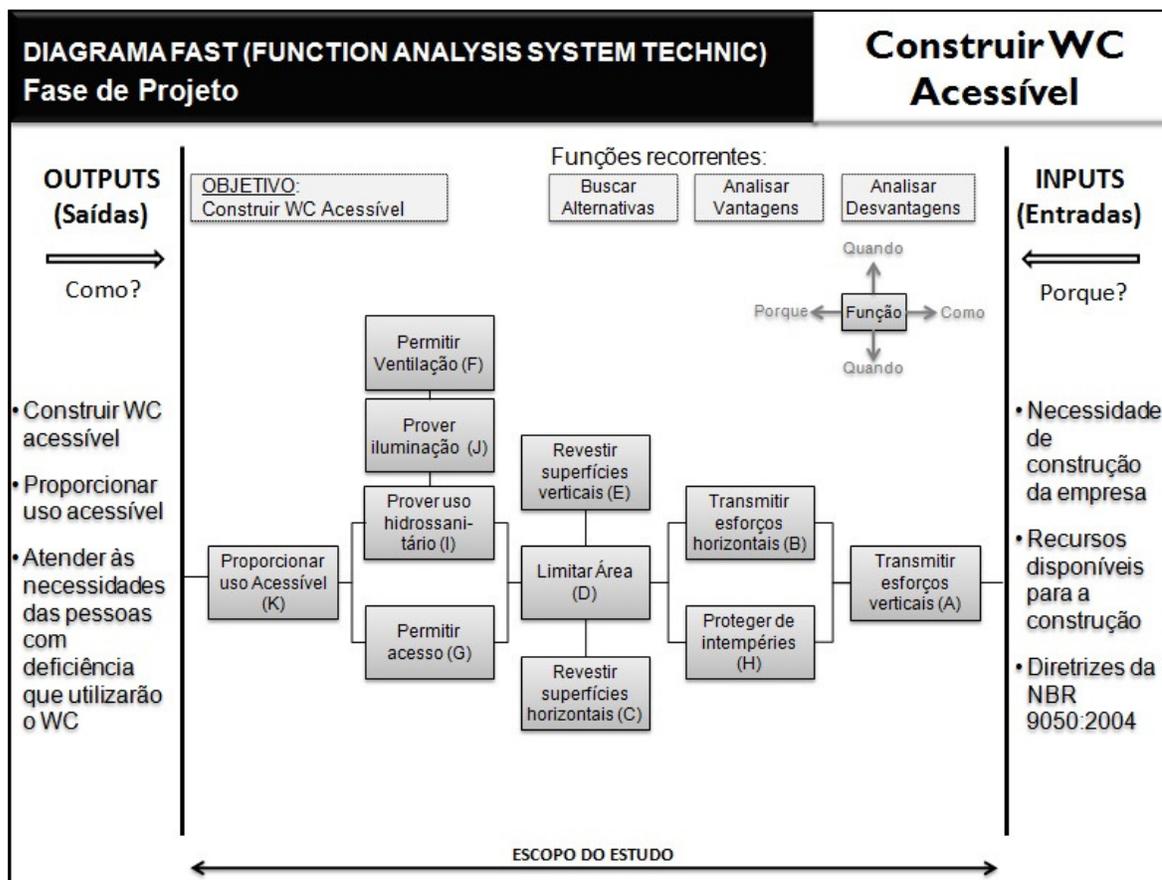


Figura 5.2 – Diagrama FAST digitalizado – Construção WC acessível

Com base na análise funcional do produto e na elaboração do FAST, o próximo passo é fazer a quantificação, composição de materiais, serviços, e atribuir os respectivos custos à cada função específica, o que viabilizará a aplicação do Método COMPARE.

5.1.2.3 Método COMPARE

A partir dos sistemas e da decomposição de funções foi detalhado por completo o escopo do produto banheiro acessível, com único item excluído a parte de fundações profundas, ou seja, o escopo contempla a edificação dos baldrames até a cobertura. Essa nova decomposição gerou 68 itens que contém os elementos que permitem a construção, inclusive itens de acabamento e

acessórios sanitários. Para organizar a aplicação do Método COMPARE, pode-se dividi-lo em quatro passos principais:

1. Levantamento de quantidades e preços (material e mão-de-obra);
2. Organização dos dados para obtenção das variáveis “Consumos de recursos das Funções”;
3. Realização da Técnica de Mudge para obtenção das variáveis “Necessidades relativas das Funções”;
4. Preparação do gráfico COMPARE.

As quantidades foram obtidas dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário fornecidos pela empresa concessionária do setor elétrico que construiu a edificação. Os preços foram obtidos de duas principais fontes, a revista Construção e Mercado (edição novembro/2010), que é consolidada no mercado devido à ampla pesquisa de preços que apresenta em suas edições, e, no site da C & C, de renomada empresa de comercialização de materiais de construção civil, principalmente nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Ambas as fontes disponibilizam preços atualizados que foram utilizados na precificação deste estudo.

A Tabela 5.2 traz os 68 itens, em que sistemas se encaixam, suas respectivas quantidades e valores, já a Tabela 5.3 traz a distribuição dos itens dentre as 11 funções, conforme a Tabela 5.1. Ambas as Tabelas 5.2 e 5.3 já traduzem os passos 1 e 2 dentre quatro indicados para execução do Método COMPARE.

Tabela 5.2 – Quantificação e custeio dos componentes Iniciais do WC acessível

Item	Componentes do WC Acessível: NBR 15575 (*)	Subcomponentes	Componentes	Und	Qtde	Projeto Inicial				
						Custo MAT (R\$/und)	Custo MDO (R\$/und)	Custo Total (R\$)		
1	ESTRUTURA	Elementos verticais	Baldrame - Fôrmas	m²	8,19	8,12	4,04	99,62		
2			Baldrame - Concreto 20 Mpa (Brita 1 e Slump 8 +/- 1cm)	m²	0,73	274,50	5,16	203,60		
3		Baldrame - Aço CA 50	kg	45,50	5,13	1,52	302,58			
4		Impermeabilização do baldrame e primeiras fiadas	m²	17,40	7,04	15,95	400,03			
5		Alvenaria estrutural - Blocos de 14cm	m²	29,12	24,43	14,20	1.124,80			
6		Alvenaria estrutural - Graute	m³	0,12	553,20	0,00	66,84			
7		Alvenaria estrutural - Aço	kg	23,46	5,13	1,52	156,03			
8		Elementos horizontais	Laje de teto, treliçada	m²	5,00	22,11	2,02	120,65		
9			Impermeabilização da laje de teto	m²	9,34	13,55	3,46	158,87		
10			Chapisco,emboço e reboco (tetos)	m²	4,34	9,27	32,95	183,23		
11			Masseamento em PVA, 2 demãos	m²	4,34	1,20	4,83	26,17		
12			Pintura laje de teto em látex PVA, 2 demãos	m²	4,34	2,51	7,15	41,92		
13			Contra-piso 5 cm	m²	4,34	13,73	18,17	138,42		
14			Regularização sarrafeada 3cm	m²	4,34	7,00	7,34	62,24		
15			Impermeabilização da laje de piso / contra-piso	m²	4,34	13,55	3,46	73,82		
16		Telhado	Estrutura metálica cobertura (vão até 20m)	m²	5,00	115,05		575,25		
17	PISOS INTERNOS	Revestimentos	Cerâmica - Cargo Plus 31 x 31cm Eliane	m²	4,34	27,15	18,17	196,69		
18			Argamassa para assentamento de cerâmica (weber.col interno)	kg	32,55	0,37	12,24	410,54		
19			Rejunte para cerâmica	kg	1,52	1,98	5,92	12,00		
20	VEDAÇÕES VERTICAIS	Limitação de áreas	Alvenaria estrutural	m²	29,12					
21			Revestimentos	Chapisco, emboço e reboco (paredes internas)	m²	22,97	6,77	25,87	749,74	
22		Azulejo Forma Slim branco acetinado 20X20 Eliane	m²	22,97	22,80	5,44	648,67			
23		Argamassa para assentamento de azulejo	kg	91,88	0,37	12,24	1.158,84			
24	Esquadrias		Rejunte para azulejo	kg	8,04	1,98	8,61	85,16		
25			Porta (0,80 x 2,10m), completa, pintada, com ferragens	und	1,68	351,74	104,83	767,04		
26	COBERTURA	Telhado	Janela (0,80 x 0,70m) e ferragens	m²	0,56	527,78	37,13	316,35		
27			Telhas tipo fibrocimento de 8mm	m²	5,00	17,74	4,17	109,54		
28			Rufos e Calhas chapa de 5mm	m	4,55	32,25	2,73	159,14		
29	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	Instalações de água fria (AF)	Tubulação de AF - PVC marrom soldável DN25 Tigre	m	7,33	1,80	7,45	67,81		
30			Conexões - Joelho 90° DN25 Tigre	und	3,00	0,35	7,45	23,40		
31			Conexões - Joelho 90° Redução 25mm x 1/2" Tigre	und	2,00	1,45	7,45	17,80		
32			Conexões - Tê DN25 Tigre	und	1,00	0,80	7,45	8,25		
33			Conexões - Tê com redução 25mm x 3/4" Tigre	und	1,00	3,50	7,45	10,95		
34			Lavatório para deficiente físico	und	1,00	222,43	47,42	269,85		
35			Metais (flexível, válvula e sifão)	und	1,00	86,50	9,48	95,98		
36			Metais (registro)	und	1,00	30,20	9,48	39,68		
37			Metais (misturador) para deficiente físico	und	1,00	247,20	9,48	256,68		
38			Metais (torneira de limpeza) padrão DECA	und	1,00	55,15	9,48	64,63		
39			Instalações de		Tubulação de esgoto - PVC branco DN100 Tigre	m	1,37	5,65	7,45	17,95
40					Tubulação de esgoto - PVC branco DN75 Tigre	m	2,13	5,73	7,45	28,07
41					Tubulação PVC branco DN50 Tigre	m	5,50	5,83	7,45	73,04
42					Tubo PVC branco DN40 Tigre	m	0,32	2,62	7,45	3,22
43	Conexões - Joelho 90° DN100 Tigre	und			1,00	3,80	7,45	11,25		
44	Conexões - Joelho 45° DN40 Tigre	und			1,00	2,30	7,45	9,75		
45	Conexões - Joelho 90° DN40 Tigre	und			1,00	1,35	7,45	8,80		
46	Conexões - Junção Simples 100x75 Tigre	und			1,00	14,60	7,45	22,05		
47	Conexões - Junção Simples 75x50 Tigre	und			1,00	8,70	7,45	16,15		
48	Caixa Sifonada c/ ralo 150x185x75 Tigre	und			1,00	33,30	7,45	40,75		
49	Vaso sanitário - linha Confort vogue plus DECA	und	1,00	351,89	4,50	356,39				
50	Anel de vedação para BS Tigre	und	1,00	1,50	0,45	1,95				
51	Metais - Válvula de descarga	und	1,00	121,32	47,42	168,74				
52	SISTEMAS ELÉTRICOS (**)	Iluminação	Eletrodutos - corrugado amarelo 1/2"	m	7,60	28,84	14,22	327,26		
53			Cabeamento - 16mm²	m	13,35	4,78	1,86	88,62		
54			Caixas de passagem 4 x 2"	und	2,00	0,79	1,13	3,83		
55			Luminária e lâmpada (teto)	und	1,00	34,00	15,17	49,17		
56			Luminária e lâmpada (parede)	und	1,00	24,80	15,17	39,97		
57			Interruptor simples	und	1,00	7,05	3,98	11,03		
58			Interruptor simples com tomada universal	und	1,00	16,97	3,98	20,95		
59			Barra de transferência (BS) - 80cm em alumínio	und	1,00	115,52	4,50	120,02		
60	ACESSÓRIOS PARA USO ACESSÍVEL (**)	Acessórios acessíveis	Barra de apoio (LV) - em u em alumínio	und	1,00	332,88	9,00	341,88		
61			Barra de apoio (porta) - 40cm em alumínio	und	1,00	101,84	4,50	106,34		
62			Assento sanitário - linha Confort vogue plus DECA	und	1,00	295,30	4,50	299,80		
63			Chapa de inox para revest. interno da porta - 80 x 40cm	und	1,00	90,00	4,50	94,50		
64		Acessórios	Papeleira	und	1,00	36,15	4,50	40,65		
65			Saboneteira	und	1,00	37,75	4,50	42,25		
66			Toalheiro	und	1,00	50,90	4,50	55,40		
67			Espelho cristal 5mm 80 x 80cm	und	1,00	178,20	28,55	206,75		
68	Cabide	und	1,00	34,00	4,50	38,50				
TOTAL:							11.847,84			

(*) De acordo com subsistemas da NBR 15575 adicionados mais dois subsistemas necessários (**) - Sistemas elétricos e Acessórios p/ uso acessível

Tabela 5.3 – Distribuição dos custos dos componentes Iniciais em suas respectivas funções do WC acessível

DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS NAS FUNÇÕES - PROJETO INICIAL																						
Item	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K	
	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$
1	1	99,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1	203,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1	302,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	400,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0,5	562,40	-	-	-	-	0,5	562,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0,5	33,42	-	-	-	-	0,5	33,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0,5	78,01	-	-	-	-	0,5	78,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	1	120,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	1	158,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	1	183,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	1	26,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	1	41,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	0,5	69,21	0,5	69,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	1	62,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	1	73,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	0,5	287,63	0,5	287,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	1	196,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	1	410,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	1	12,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	1	749,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	1	648,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	1	1.158,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	1	85,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	767,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	316,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	109,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	159,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	67,81	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	23,40	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	17,80	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8,25	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10,95	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	80,96	-	-	0,7	188,90	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	47,99	-	-	0,5	47,99	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	39,68	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	77,00	-	-	0,7	179,68	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	64,63	-	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	17,95	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	28,07	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	73,04	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,22	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11,25	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9,75	-	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8,80	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	22,05	-	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	16,15	-	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	40,75	-	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	106,92	-	-	0,7	249,47	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1,95	-	-	-	-	-	-	-
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	84,37	-	-	0,5	84,37	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	327,26	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	88,62	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,83	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	49,17	-	-	-	-	-
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	39,97	-	-	-	-	-
57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11,03	-	-	-	-	-
58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20,95	-	-	-	-	-
59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	120,02	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	341,88	-	-	-
61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	106,34	-	-	-
62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	89,94	-	-	0,7	209,86	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	94,50	-	-	-
64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	20,33	-	-	0,5	20,33	-	-	-
65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	21,13	-	-	0,5	21,13	-	-	-
66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	27,70	-	-	0,5	27,70	-	-	-
67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	62,03	-	-	0,7	144,73	-	-	-
68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	19,25	-	-	0,5	19,25	-	-	-
	1.567,25		477,48		1.234,70		673,84		3.042,43		316,35		767,04		268,68		1.103,11		540,83		1.856,13	

Resumindo-se as tabelas acima (Tabelas 5.2 e 5.3) contém as informações envolvidas no estudo que geram as variáveis de “Consumo de recursos” que serão utilizadas como uma das séries de dados no gráfico COMPARE.

O próximo passo constitui na execução da Técnica de Mudge que inter-relaciona todas as funções, par a par, em que é atribuído um peso maior àquela função que é mais importante do que seu par comparado. Com isso preparou-se o Quadro 5.3 que traz esse relacionamento e o resultado dele que são as variáveis de “Necessidades relativas” das funções.

Quadro 5.3 – Técnica de Mudge para identificação das Necessidades Relativas - WC acessível

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Σ de Pontos/ função	Necessidades Relativas %
A	-	A2	C2	D3	A3	F2	G3	H2	I3	A2	K3	7	5%
B		-	C2	D3	B3	F2	G3	H2	I3	J2	K3	3	2%
C			-	D3	C3	C2	G3	H2	I3	J2	K3	8	6%
D				-	D3	D2	D2	D2	I3	D2	K3	18	13%
E					-	F3	G2	H2	I3	J2	K3	0	0%
F						-	G2	H2	I3	F2	K3	9	6%
G							-	G2	I3	G2	K3	17	12%
H								-	I3	H2	K3	12	9%
I									-	I3	K3	27	19%
J										-	K3	6	4%
K											-	33	24%
Total de Pontos do Estudo:												140	100%

Para se chegar ao quarto e último passo do Método COMPARE, preparou-se a “tabela resumo” (Tabela 5.4) a qual concentra as funções e informações obtidas nos passos anteriores e que irá viabilizar a preparação do Gráfico COMPARE (Gráfico 5.1), que é o resultado dessa ferramenta. É importante lembrar que os resultados obtidos até o momento referem-se à aplicação das ferramentas da EV no projeto da forma como ele foi idealizado inicialmente. Com base neles é que serão identificadas as funções com oportunidades de redução de custos que esperam-se gerar uma economia sem prejudicar o valor perante ao cliente, podendo até mesmo majorá-lo com a incorporação de mais itens que ele perceba como aumento de valor.

Tabela 5.4 – Tabela Resumo: Funções, Consumo de recursos Iniciais e Necessidades relativas - WC acessível

Sistemas	Funções	Custos Totais (R\$)	Consumo de Recursos (%)	Necessidades Relativas (%)
ESTRUTURA	A Transmitir esforços verticais	1.567,25	13%	5%
	B Transmitir esforços horizontais	477,48	4%	2%
PISOS INTERNOS	C Revestir superfícies horizontais	1.234,70	10%	6%
	D Limitar área	673,84	6%	13%
VEDAÇÕES VERTICAIS	E Revestir superfícies verticais	3.042,43	26%	0%
	F Permitir ventilação	316,35	3%	6%
	G Permitir acesso	767,04	6%	12%
COBERTURA	H Proteger de intempéries	268,68	2%	9%
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	I Prover uso hidrossanitário	1.103,11	9%	19%
SISTEMAS ELÉTRICOS	J Prover iluminação	540,83	5%	4%
ACESSÓRIOS PARA USO ACESSÍVEL	K Proporcionar uso acessível	1.856,13	16%	24%
Totais:		11.847,84	100%	100%

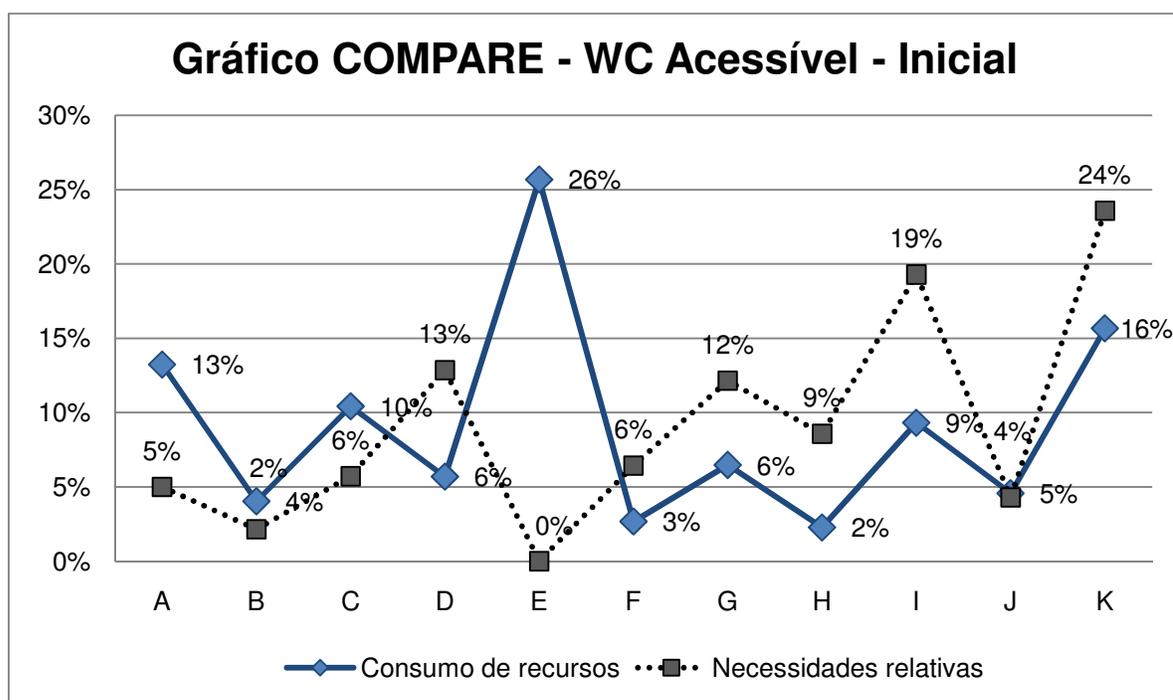


Gráfico 5.1 – Gráfico COMPARE Inicial – Construção WC acessível

5.1.3 Analisar resultados

Em continuidade à estratégia de utilização do Plano de Trabalho no decorrer do processo de aplicação da sequência proposta para utilização da EV, chega-se o momento de responder às perguntas referentes à fase Analítica, conforme segue no Quadro 5.4.

Quadro 5.4 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 3 - ANALÍTICA

PLANO DE TRABALHO		
3. FASE ANALÍTICA		
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PILOTO: CONSTRUÇÃO WC ACESSÍVEL	
3.1	Quais as funções e características mais importantes?	"Prover uso hidrossanitário" e "Proporcionar uso acessível", que são as funções principais do produto.
3.2	As mesmas são úteis, necessárias?	Sim.
3.3	Elas valem o que custam?	Sim e poderiam até "custar mais" já que apresentam % altos de "necessidades relativa" em relação ao "consumo de recursos" inicial.
3.4	As que existem são as que realmente deveriam existir?	Sim, pois a maioria das funções do produto banheiro acessível são principais ou secundárias necessárias.
3.5	São as mesmas encontráveis em outros produtos? O que os diferenciam?	Muitas são encontradas em qualquer outro projeto de WC, o que as diferencia são as características de acessibilidade e funções secundárias, no entanto ele é semelhante a outro banheiro acessível, no que se diz respeito ao atendimento à NBR 9050:2004.
3.6	Se há produtos semelhantes, o que os diferenciam?	As funções secundárias, especificação de acabamentos e a verba disponível para sua construção.

Seguindo o fluxo de aplicação far-se-á a análise dos resultados obtidos nos passos anteriores que estão reunidos e materializados no gráfico COMPARE. Analisando o gráfico COMPARE (Gráfico 5.1), por meio da comparação dos pares de variáveis "Consumos de recursos" e "Necessidades relativas" de cada função, procuram-se as funções que possuem as combinações antagônicas mais expressivas. Ou seja, aquelas com **maior "Consumo de recurso"** e **menor "Necessidade relativa"**, conforme ilustrado abaixo (Figura 5.3).

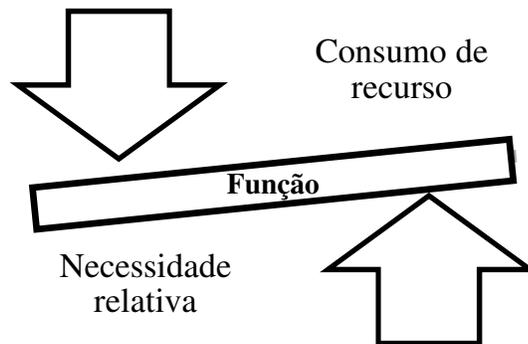


Figura 5.3 – Relação funcional entre “Necessidade Relativa” e “Consumo de recursos”

Com isso, destacam-se as funções que possuem esse maior par antagônico.

- Função E: Revestir superfícies verticais – Função secundária de estima
Consumo de recursos: 26% Necessidade relativa: 0%
Diferença de 26%
- Função A: Transmitir esforços verticais – Função secundária necessária de uso
Consumo de recursos: 13% Necessidade relativa: 5%
Diferença de 8%

Analisando-se as funções “E” e “A”, percebe-se que a Função A, “Transmitir esforços verticais” é secundária necessária e seu componente principal é a alvenaria estrutural que constitui o principal elemento estrutural da edificação. Com isso, é um elemento com menores possibilidades de modificação e o foco do esforço criativo deve ser orientado a repensar a função E, “Revestir superfícies verticais”, que é uma função secundária com a maior consumo de recursos e menor necessidade relativa.

Com base nessa análise inicia-se a fase Criativa do Plano de Trabalho que buscará orientar a busca por alternativas para desempenhar as funções e reduzir custos sem prejudicar a entrega de valor. O Quadro 5.5 traz as respostas do Plano de Trabalho referentes a essa fase.

Quadro 5.5 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 4 - CRIATIVA

PLANO DE TRABALHO	
4. FASE CRIATIVA	
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PILOTO: CONSTRUÇÃO WC ACESSÍVEL
4.1 Quais são as alternativas de produtos?	Função “E”, modificar base que receberá revestimento, modificar tipo de revestimento (o especificado inicialmente, todas as superfícies revestidas de azulejo, é oneroso). Funções “I” e “K” podem ser melhoradas desde que a custos menores do que a economia gerada. Por exemplo, é possível incluir itens que são indicados pela NBR 9050, mas não obrigatórios.
4.2 Elas satisfazem usuários e fabricantes? e usuários?	Sim. Inclusive a inclusão dos itens indicados, mas não obrigatórios pela norma, agregam valor ao produto sob a perspectiva dos usuários.

Resumindo-se, inicialmente, a composição da função “A” consistia na preparação da base com chapisco, emboço e reboco, aplicação de argamassa, azulejo e rejunte, com total de R\$3.042,43, modificando os revestimentos para aplicação de chapisco e massa única, masseamento e pintura látex PVA, obtêm-se um total de R\$1.327,19. Essa proposta de modificação resulta numa economia de R\$ 1.715,25 (56%) com um revestimento de qualidade e, principalmente, alterando uma função com baixa “Necessidade relativa”.

Com tal redução de custo pode-se inclusive pensar em acrescentar componentes com alta “Necessidade relativa” que tenham custo menor ou igual à economia gerada. Assim, identificaram-se dois elementos que são indicados pela norma NBR 9050, mas não são obrigatórios, e podem ser adicionados ao produto final, aumentando a entrega de valor aos usuários. São eles uma ducha higiênica e um porta-objetos correspondentes respectivamente às funções “Prover uso sanitário – I” e “K – Proporcionar uso Acessível”. Ambas as modificações somam um valor adicional de R\$ 334,03, porém, mesmo assim ainda proporciona-se uma redução de R\$1.381,22, que representa uma economia de 23% em relação ao custo das funções modificadas, “A”, “I” e “K”, e de 12% em relação ao custo total inicial do WC.

Dessa forma, apresentam-se a seguir as Tabelas 5.5 e 5.6 com a composição incorporadas as modificações propostas nas funções “E”, “I” e “K”. Na sequência seguirá a tabela resumo com as funções e totalização de custos (Tabela 5.7) e o novo gráfico COMPARE (Gráfico 5.2)

Tabela 5.5 – Quantificação e custo dos componentes Modificados - WC acessível

						Projeto Modificado				
Item	Componentes do WC Acessível: NBR 15575 (*)	Subcomponentes	Componentes	Und	Qtde	Custo MAT (R\$/und)	Custo MDO (R\$/und)	Custo Total (R\$)		
1		Elementos verticais	Baldrame - Fôrmas	m²	8,19	8,12	4,04	99,62		
2			Baldrame - Concreto 20 Mpa (Brita 1 e Slump 8 +/- 1cm)	m³	0,73	274,50	5,16	203,60		
3			Baldrame - Aço CA 50	kg	45,50	5,13	1,52	302,58		
4			Impermeabilização do baldrame e primeiras fiadas	m²	17,40	7,04	15,95	400,03		
5			Alvenaria estrutural - Blocos de 14cm	m²	29,12	24,43	14,20	1.124,80		
6			Alvenaria estrutural - Graute	m³	0,12	553,20	0,00	66,84		
7			Alvenaria estrutural - Aço	kg	23,46	5,13	1,52	156,03		
8	ESTRUTURA	Elementos horizontais	Laje de teto, trelicada	m²	5,00	22,11	2,02	120,65		
9			Impermeabilização da laje de teto	m²	9,34	13,55	3,46	158,87		
10			Chapisco, emboço e reboco (tetos)	m²	4,34	9,27	32,95	183,23		
11			Masseamento em PVA, 2 demãos	m²	4,34	1,20	4,83	26,17		
12			Pintura laje de teto em látex PVA, 2 demãos	m²	4,34	2,51	7,15	41,92		
13			Contra-piso 5 cm	m²	4,34	13,73	18,17	138,42		
14			Regularização sarrafeada 3cm	m²	4,34	7,00	7,34	62,24		
15			Impermeabilização da laje de piso / contra-piso	m²	4,34	13,55	3,46	73,82		
16	PISOS INTERNOS	Telhado	Estrutura metálica cobertura (vão até 20m)	m²	5,00	115,05		575,25		
17		Revestimentos	Cerâmica - Cargo Plus 31 x 31cm Eliane	m²	4,34	27,15	18,17	196,69		
18			Argamassa para assentamento de cerâmica (weber.col interno)	kg	32,55	0,37	12,24	410,54		
19			Rejunte para cerâmica	kg	1,52	1,98	5,92	12,00		
20		Limitação de áreas	Alvenaria estrutural	m²	29,12					
21	VEDAÇÕES VERTICAIS	Revestimentos	Chapisco e massa única	m²	22,97	5,73	15,09	478,24		
22			Masseamento em PVA, 2 demãos	m²	8,04	22,80	5,44	227,04		
23			Pintura em parede com tinta PVA	m²	22,97	2,51	7,15	221,89		
24			Esquadrias	Porta (0,80 x 2,10m), completa, pintada, com ferragens	und	1,68	351,74	104,83	767,04	
25			Janela (0,80 x 0,70m) e ferragens	m²	0,56	527,78	37,13	316,35		
26	COBERTURA	Telhado	Telhas tipo fibrocimento de 8mm	m²	5,00	17,74	4,17	109,54		
27			Rufos e Calhas chapa de 5mm	m	4,55	32,25	2,73	159,14		
28	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	Instalações de água fria (AF)	Tubulação de AF - PVC marrom soldável DN25 Tigre	m	7,83	1,80	7,45	72,43		
29			Conexões - Joelho 90° DN25 Tigre	und	3,00	0,35	7,45	23,40		
30			Conexões - Joelho 90° Redução 25mm x 1/2" Tigre	und	2,00	1,45	7,45	17,80		
31			Conexões - Tê DN25 Tigre	und	2,00	0,80	7,45	16,50		
32			Conexões - Tê com redução 25mm x 3/4" Tigre	und	1,00	3,50	7,45	10,95		
33			Lavatório para deficiente físico	und	1,00	222,43	47,42	269,85		
34			Metais (flexível, válvula e sifão)	und	1,00	86,50	9,48	95,98		
35			Metais (registro)	und	1,00	30,20	9,48	39,68		
36			Metais (misturador) para deficiente físico	und	1,00	247,20	9,48	256,68		
37			Metais (torneira de limpeza) padrão DECA	und	1,00	55,15	9,48	64,63		
38			Instalações de esgoto	Tubulação de esgoto - PVC branco DN100 Tigre	m	1,37	5,65	7,45	17,95	
39				Tubulação de esgoto - PVC branco DN75 Tigre	m	2,13	5,73	7,45	28,07	
40				Tubulação PVC branco DN50 Tigre	m	5,50	5,83	7,45	73,04	
41				Tubo PVC branco DN40 Tigre	m	0,32	2,62	7,45	3,22	
42			Conexões - Joelho 90° DN100 Tigre	und	1,00	3,80	7,45	11,25		
43			Conexões - Joelho 45° DN40 Tigre	und	1,00	2,30	7,45	9,75		
44			Conexões - Joelho 90° DN40 Tigre	und	1,00	1,35	7,45	8,80		
45			Conexões - Junção Simples 100x75 Tigre	und	1,00	14,60	7,45	22,05		
46			Conexões - Junção Simples 75x50 Tigre	und	1,00	8,70	7,45	16,15		
47			Caixa Sifonada c/ ralo 150x185x75 Tigre	und	1,00	33,30	7,45	40,75		
48			Vaso sanitário - linha Confort vogue plus DECA	und	1,00	351,89	4,50	356,39		
49			Anel de vedação para BS Tigre	und	1,00	1,50	0,45	1,95		
50			Metais - Válvula de descarga	und	1,00	121,32	47,42	168,74		
51	SISTEMAS ELÉTRICOS (**)	Iluminação	Eletrodutos - corrugado amarelo 1/2"	m	7,60	28,84	14,22	327,26		
52			Cabeamento - 16mm²	m	13,35	4,78	1,86	88,62		
53			Caixas de passagem 4 x 2"	und	2,00	0,79	1,13	3,83		
54			Luminária e lâmpada (teto)	und	1,00	34,00	15,17	49,17		
55			Luminária e lâmpada (parede)	und	1,00	24,80	15,17	39,97		
56			Interruptor simples	und	1,00	7,05	3,98	11,03		
57			Interruptor simples com tomada universal	und	1,00	16,97	3,98	20,95		
58			Barra de transferência (BS) - 80cm em alumínio	und	1,00	115,52	4,50	120,02		
59			Barra de apoio (LV) - em u em alumínio	und	1,00	332,88	9,00	341,88		
60			Barra de apoio (porta) - 40cm em alumínio	und	1,00	101,84	4,50	106,34		
61	ACESSÓRIOS PARA USO ACESSÍVEL (**)	Acessórios acessíveis	Assento sanitário - linha Confort vogue plus DECA	und	1,00	295,30	4,50	299,80		
62			Chapa de inox para revest. interno da porta - 80 x 40cm	und	1,00	90,00	4,50	94,50		
63			Ducha higiênica	und	1,00	238,10	4,50	242,60		
64			Porta-objetos	und	1,00	74,05	4,50	78,55		
65			Acessórios	Papeleira	und	1,00	36,15	4,50	40,65	
66				Saboneteira	und	1,00	37,75	4,50	42,25	
67				Toalheiro	und	1,00	50,90	4,50	55,40	
68				Espelho cristal 5mm 80 x 80cm	und	1,00	178,20	28,55	206,75	
69				Cabide	und	1,00	34,00	4,50	38,50	
							TOTAL:	10.466,62		

(*) De acordo com subsistemas da NBR 15575 adicionados mais dois subsistemas necessários (**) - Sistemas elétricos e Acessórios p/ uso acessível

Funções modificadas

Tabela 5.6 – Distribuição dos custos dos componentes Modificados em suas respectivas funções do WC

acessível

DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS NAS FUNÇÕES - PROJETO MODIFICADO																						
Item	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K	
	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$
1	1	99,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1	203,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1	302,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	400,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1	562,40	-	-	-	1	562,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1	33,42	-	-	-	1	33,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	1	78,01	-	-	-	1	78,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	1	120,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	1	158,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	1	183,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	1	26,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	1	41,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	1	69,21	1	69,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	1	62,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	1	73,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1	287,63	1	287,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	1	196,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	1	410,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	1	12,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	1	478,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	1	227,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	1	221,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	767,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	316,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	109,54	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	159,14	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	72,43	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	23,40	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	17,80	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	16,50	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10,95	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	80,96	-	-	1	188,90	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	47,99	-	-	1	47,99	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	39,68	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	77,00	-	-	1	179,68	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	64,63	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	17,95	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	28,07	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	73,04	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,22	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11,25	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9,75	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8,80	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	22,05	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	16,15	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	##	40,75	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	106,92	-	-	1	249,47	-	-
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1,95	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	84,37	-	-	1	84,37	-	-
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	327,26	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	88,62	-	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,83	-	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	49,17	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	39,97	-	-	-	-	-	-
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11,03	-	-	-	-	-	-
57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20,95	-	-	-	-	-	-
58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	120,02	-	-
59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	341,88	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	106,34	-	-
61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	89,94	-	-	1	209,86	-	-
62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	94,50	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	121,30	-	-	1	121,30	-	-
64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	78,55	-	-
65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20,33	-	-	1	20,33	-	-
66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	21,13	-	-	1	21,13	-	-
67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	27,70	-	-	1	27,70	-	-
68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	62,03	-	-	1	144,73	-	-
69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	19,25	-	-	1	19,25	-	-
		1.567,25		477,48		1.234,70		673,84		1.327,19		316,35		767,04		268,68		1.237,29		540,83		2.055,98
Funções modificadas																						

Tabela 5.7 – Tabela Resumo: Funções, Consumo de recursos Modificados e Necessidades relativas - WC acessível

Sistemas	Funções	Custos Totais (R\$)	Consumo de Recursos (%)	Necessidades Relativas (%)
ESTRUTURA	A Transmitir esforços verticais	1.567,25	15%	5%
	B Transmitir esforços horizontais	477,48	5%	2%
PISOS INTERNOS	C Revestir superfícies horizontais	1.234,70	12%	6%
	D Limitar área	673,84	6%	13%
VEDAÇÕES VERTICAIS	E Revestir superfícies verticais	1.327,19	13%	0%
	F Permitir ventilação	316,35	3%	6%
	G Permitir acesso	767,04	7%	12%
COBERTURA	H Proteger de intempéries	268,68	3%	9%
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	I Prover uso hidrossanitário	1.237,29	12%	19%
SISTEMAS ELÉTRICOS	J Prover iluminação	540,83	5%	4%
ACESSÓRIOS PARA USO ACESSÍVEL	K Proporcionar uso acessível	2.055,98	20%	24%
Totais:		10.466,62	100%	100%

Funções modificadas

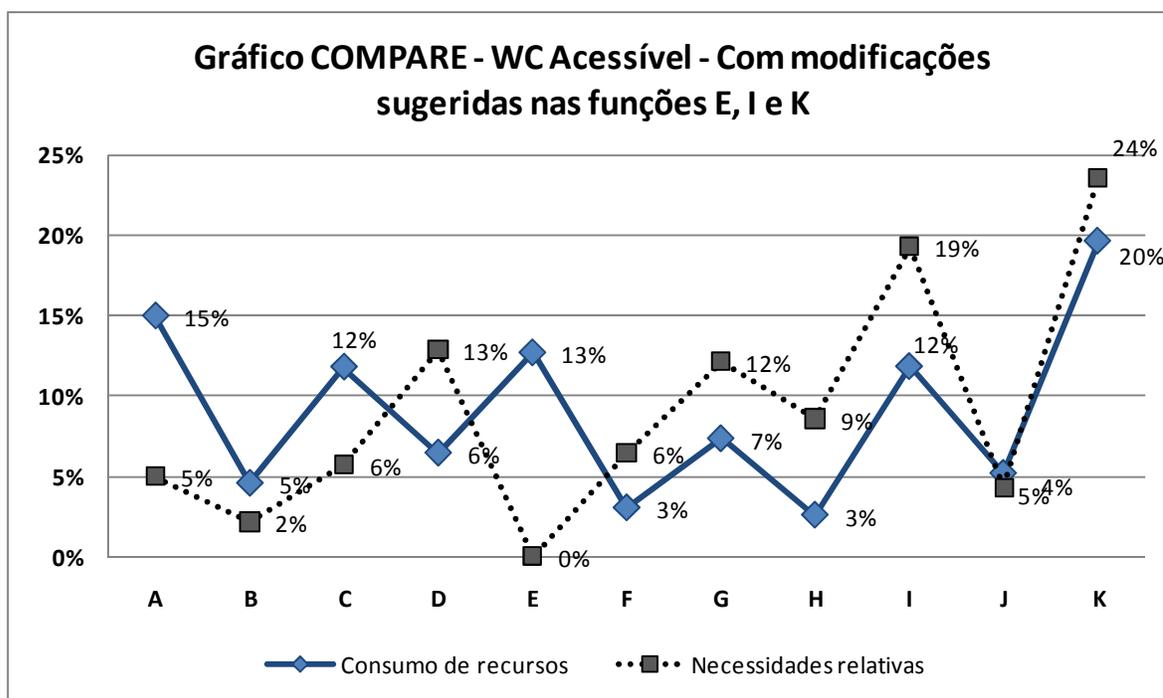


Gráfico 5.2 – Gráfico COMPARE Modificado – Construção WC acessível

5.1.4 Resultados atingiram os objetivos?

Como os objetivos principais dessa primeira parte de execução do estudo piloto são o de verificar a possibilidade de redução de custos e validar a sequência proposta, a avaliação dos resultados obtidos será feita de forma a verificar se ambos foram atingidos ou não. Em congruência ao desenvolvimento sugerido segue a penúltima tabela do Plano de Trabalho (Quadro 5.6).

Quadro 5.6 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 5 – AVALIATIVA

PLANO DE TRABALHO	
5. FASE AVALIATIVA	
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PILOTO: CONSTRUÇÃO WC ACESSÍVEL
5.1 Quais são as vantagens e desvantagens da alternativa?	<u>Vantagens:</u> Modificação da base para revestimento: ganho de produtividade com a eliminação de uma etapa e redução do tempo de espera para a próxima fase Modificação do tipo de revestimento: atualmente é recorrente a utilização de pintura em áreas molhadas devido à boa resistência das tintas. Também há um ganho de produtividade, pois o serviço de pintura é mais rápido do que o de azulejar as paredes. Por ser uma edificação comercial e o WC ser específico para um público, sua utilização normalmente é menor, diminuindo as necessidades de manutenções. Inclusão dos acessórios, ducha higiênica e porta-objetos: incremento do valor agregado ao produto <u>Desvantagens:</u> Modificação da base e tipo de revestimento: a pintura requer uma manutenção mais recorrente do que o azulejo. Inclusão dos acessórios: não há desvantagens
5.2 Qual a melhor alternativa?	Modificar tipo de revestimento das paredes devido ao fato de ser a função com maior “Consumo de recursos” e menor “Necessidade relativa”.

5.1.5 Repensar ou Finalizar?

Com base em todas as informações e resultados obtidos até esta fase, constata-se que houve uma expressiva redução de custos uma vez que o produto final ficou no total 12% menor em relação ao idealizado inicialmente. Dessa forma, os resultados estão satisfatórios e o estudo pode ser finalizado.

5.1.6 Apresentar Resultado Final

Como fase final da sequência para aplicação da EV, há de se fazer a apresentação dos resultados e diretrizes obtidas para o produto com vistas a preparar para a produção. A sexta fase do Plano de Trabalho segue no Quadro 5.7 com o balanço final.

Quadro 5.7 – Plano de Trabalho para estudo de caso piloto: Fase 6 – ESCOLHA, IMPLANTAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E APRESENTAÇÃO A

PLANO DE TRABALHO	
6. FASE DE ESCOLHA, IMPLANTAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E APRESENTAÇÃO	
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PILOTO: CONSTRUÇÃO WC ACESSÍVEL
6.1 Como implantar?	Solicitar aos projetistas que adêquiem as plantas de forma a incorporar as modificações sugeridas. Rever e modificar o “caderno de especificações” para que o mesmo fique o mais completo e claro possível.
6.2 Como acompanhar, controlar e avaliar?	Durante a fase de cotação do projeto, avaliar se os preços orçados estão de acordo com os preços reais. Acompanhar a execução de forma a se garantir a qualidade final dos elementos que compõe o produto completo. Caso existam problemas de falta de materiais no mercado buscar por opções equivalentes em qualidade e preço.
6.3 O consumidor está satisfeito?	A partir do pressuposto de que a NBR 9050 atende da forma mais plena possível as necessidades das pessoas com deficiência física, pode-se dizer que, sim, os usuários do WC acessível estão atendidos.
6.4 Como aperfeiçoar a solução adotada?	A solução pode ser aperfeiçoada com a realização prévia de pesquisa com pessoas com deficiência física, usuárias de banheiros públicos adaptados, com vistas a obter as atribuições de valor desse público específico e confrontar com as diretrizes fornecidas pela NBR 9050.

Para organizar a apresentação e entendimento do estudo realizado como um todo, o relatório final deve conter os itens na ordem abaixo:

- i. Fluxo do processo de aplicação da sequência proposta x Plano de Trabalho (Figura 4.5);
- ii. Caracterização do objeto em estudo (Item 4.4.1);
- iii. Tabela com as funções e suas classificações (Tabela 5.1);
- iv. Diagrama FAST (Figura 5.2);
- v. Resultado da Técnica de Mudge (Quadro 5.3);
- vi. “Tabelas-resumo” do projeto inicial e do modificado (Tabelas 5.4 e 5.7);
- vii. Gráficos COMPARE do projeto inicial e do modificado (Gráficos 5.1 e 5.2);
- viii. Plano de Trabalho completo, composto pela união dos quadros 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 5.6 e 5.7;
- ix. Apêndices, incluir os projetos que servirão como base e as tabelas de composição do projeto inicial e do modificado (Tabelas 5.2 e 5.5) unidas às de distribuição de custos por função (Tabelas 5.3 e 5.6).

Com a finalização da execução do estudo piloto, o próximo passo é fazer uma reflexão crítica sobre sua aplicação, para avaliar todo o processo realizado.

5.1.7 Reflexão sobre os resultados do estudo de caso piloto

A reflexão sobre o estudo de caso piloto será feita sob a ótica do processo de simulação da aplicação da sequência proposta. Quanto à validação da ordem para aplicação da EV, constatou-se que o fluxo do processo proposto está adequado ao desencadeamento dos passos, o que proporciona a realização de uma sequência lógica pertinente a um processo de desenvolvimento

de produtos. Um ponto a ser incorporado, para aumentar o foco no resultado final, é ter-se declarado, efetivamente escrito numa folha de papel, desde o início, os seguintes itens:

- Objetivo do estudo;
- Meta de redução de custo;
- Documentos que irão compor o relatório final, e, portanto, devem ser preparados no decorrer do trabalho, são os nove indicados no item 5.1.6.

Os resultados obtidos por meio da aplicação da EV no caso piloto estudado, a construção de um banheiro acessível, podem-se dizer satisfatórios devido ao alcance dos objetivos declarados. Este possuía dois objetivos específicos, o de validar a sequência proposta para aplicação da EV em produtos de edificações da construção civil e gerar uma redução de custos sem prejudicar a entrega de valor aos usuários do banheiro. Ambos os objetivos foram atingidos uma vez que a sequência foi validada para utilização no estudo de caso principal e obteve-se uma redução de custos de 12% em relação ao custo total do banheiro, mesmo com a incorporação de dois componentes adicionais que aumentam a entrega de valor aos clientes.

Uma melhoria a ser observada para este estudo piloto seria a realização de um estudo aprofundado com os usuários deficientes físicos de forma a obter os atributos de valor, ou valor desejado, para serem incorporados no estudo para embasar a rediscussão do projeto e o encontro de novas oportunidades para modificações. Essa melhoria pode gerar novas potencialidades uma vez que as normas nem sempre retratam as percepções e requisitos de valor dos usuários e clientes dos itens regulamentados.

5.2 Estudo de caso principal

Este item seguirá a mesma estrutura do item 5.1 para aplicação da sequência proposta no item 4.1.5 e para isso serão utilizadas as informações obtidas do produto em estudo, EHIS, contidas em sua caracterização no item 4.4.2. Como o processo apresentou-se detalhadamente no decorrer do item 5.1, este item será apresentado de forma mais objetiva.

Abaixo se apresentam os Quadros 5.8 e 5.9 com o início do preenchimento do Plano de Trabalho, conforme modelo adotado com as respostas às perguntas indicadas por Abreu (1996) para identificar o produto em estudo e organizar o raciocínio para os passos seguintes.

Quadro 5.8 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 1 - PREPARATÓRIA

PLANO DE TRABALHO	
1. FASE PREPARATÓRIA	
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PRINCIPAL: CONSTRUÇÃO EHIS
1.1 O que estudar?	A construção de um EHIS.
1.2 Qual o problema?	Como viabilizar, por meio de redução de custos, as oportunidades de intervenção sugerida por Kowaltowski e Granja (2010) para se agregar o “valor desejado” à HIS.
1.3 O que se pretende?	Reduzir custos do EHIS para viabilizar a modificações no projeto de modo a majorar a entrega de valor. A meta é viabilizar as oportunidades de redução de custos.
1.4 Quem participará do estudo?	Pesquisadora, orientador e especialista no assunto.
1.5 Como será desenvolvido?	Por meio da sistematização e aplicação da sequência baseada na EV, orientada pela hierarquização do IGI, com os atributos de “valor desejado” obtidos na pesquisa desenvolvida por Granja <i>et.al.</i> (2009).
1.6 Quais os recursos necessários?	Participantes, bibliografia do tema, pesquisa sobre “valor desejado na HIS” (GRANJA, <i>et.al.</i> (2009)), pesquisa sobre oportunidades de intervenção em HIS (KOWALTOWSKI, GRANJA (2010)), caderno orçamentários do EHIS, fontes de preços atualizadas, computador, Microsoft Office e AutoCad.
1.7 Quem pode ajudar?	Orientador e especialistas no assunto, especialmente arquitetos.
1.8 A quem interessam os resultados?	Pesquisadora, orientador, meio científico, sociedade e companhia de desenvolvimento habitacional e urbano do estado de São Paulo e demais interessados em utilizar a EV em produtos da construção civil.
1.9 Qual o prazo disponível?	Sem prazo determinado, porém numa situação real, seria desejável que um estudo de tamanho porte de empreendimento tivesse ao menos um mês.

Na sequência apresentam-se as respostas sobre a fase Informativa (Quadro 5.9).

Quadro 5.9 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 2 - INFORMATIVA

PLANO DE TRABALHO	
2. FASE INFORMATIVA	
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PRINCIPAL: CONSTRUÇÃO EHIS
2.1 O que é o produto?	Um EHIS com 400 unidades e diversos edifícios de apoio.
2.2 Quem são seus usuários?	Futuros moradores da HIS, clientes da companhia de desenvolvimento habitacional e urbano.
2.3 Quais são suas funções?	Prover moradia.
2.4 Quanto custam as funções?	Neste ponto ainda não é possível informar o custo específico das funções. No decorrer do trabalho esses custos serão apontados.
2.5 Quais suas características?	Constitui um conjunto habitacional de 400 apartamentos, com tipologia padronizada pela companhia de desenvolvimento habitacional e urbano. Sua finalidade é prover moradia às famílias de baixa renda.
2.6 Há produtos semelhantes? Quais?	Sim, por exemplo, os produtos que se referem aos demais projetos privados participantes do programa “Minha casa minha vida”, cujo foco é a venda de unidades habitacionais para pessoas com rendas mais baixas.
2.7 As funções são encontráveis em outros produtos? Em quais?	Sim, por exemplo, nos produtos que se referem aos demais projetos privados participantes do programa “Minha casa minha vida”, cujo foco é a venda de unidades habitacionais para pessoas com rendas mais baixas.

Com o início da preparação do trabalho e a reunião das informações iniciais necessárias, chega-se ao fim das fases Preparatória e Informativa, podendo-se avançar para as aplicações das ferramentas, a serem apresentadas no item seguinte.

5.2.1 Aplicar Ferramentas da EV

Em continuidade ao fluxo proposto para a sequência de utilização da EV serão apresentadas as aplicações individuais das ferramentas Análise de Função, diagrama FAST e Método COMPARE.

5.2.1.1 Análise de Função

A Análise de Função deste caso principal foi feita com base na mesma proposição anterior, explicitada no item 5.1.2.1. No entanto, para este produto específico foram necessárias adaptações diferentes das aplicadas no estudo piloto, que são a incorporação dos sistemas “Instalações elétricas e telefonia”, “Instalações de gás” e “Edificações de apoio”, totalizando oito sistemas. Neste produto os oito sistemas identificados foram decompostos em dezenove (19) funções.

Da mesma forma como no caso piloto, as modificações se fizeram necessárias para possibilitar o estudo do escopo completo do EHIS, com um nível de detalhamento maior devido à complexidade do empreendimento, conforme pode ser observado na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 – Análise de Função EHS

ANÁLISE DE FUNÇÃO: Construir EHS para Prover moradia					
SISTEMAS	Funções (verbo + substantivo) (*)		Classificação das Funções		Componentes construção EHS
			P / SN / S	U/E	
ESTRUTURA	A	Transmitir esforços verticais	SN	U	Baldrame, alvenaria estrutural
	B	Transmitir esforços horizontais	SN	U	Lajes de teto e piso
PISOS INTERNOS	C	Revestir superfícies horizontais	S	U / E	Cerâmica, pintura
	D	Limitar área	P	U	Alvenaria
VEDAÇÕES VERTICAIS	E	Revestir superfícies verticais	S	E	Azulejo
	F	Permitir ventilação	P	U	Esquarias (janelas)
	G	Permitir acesso	P	U	Esquadrias (portas)
	H	Permitir transporte vertical	P	U	Escadas
COBERTURA	I	Proteger de intempéries	P	U	Cobertura
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	J	Prover uso hidrossanitário	P	U / E	Instalações hidrossanitárias, louças e metais
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS (**)	K	Prover uso de energia elétrica	P	U	Instalações elétricas e Pára-raios
	L	Prover uso de telefonia	S	U / E	Instalações telefônicas
INSTALAÇÕES DE GÁS (**)	M	Prover uso de gás	SN	U	Instalações de gás
	N	Possibilitar reunião de pessoas	S	E	Centro Comunitário
	O	Proporcionar leitura de energia elétrica	SN	U	Centros de medição
EDIFICAÇÕES DE APOIO (**)	P	Prover distribuição de Telecomunicações	S	U	Sala de comunicação
	Q	Abrigar gás	SN	U	Abrigo de gás
	R	Reservar água	SN	U	Reservatório de água
	S	Abrigar lixo	SN	U	Lixeira

(*) Adicionados mais dois subsistemas necessários (**) além dos apontados pela NBR 15575

Além da divisão dos sistemas em funções também foi possível classificar as funções em funções de “uso” ou “estima” que auxiliará na análise posterior dos resultados obtidos.

5.2.1.2 Diagrama FAST

Com base na Análise de Função apresentada por meio da Tabela 5.8, é possível elaborar o diagrama FAST. A partir da utilização do mesmo recurso manual apresentado no caso piloto, foi elaborado o FAST para o EHIS, para proporcionar uma melhor visualização das funções e identificação de seus relacionamentos, conforme segue na Figura 5.4. O diagrama digitalizado apresenta-se na sequência (Figura 5.5).

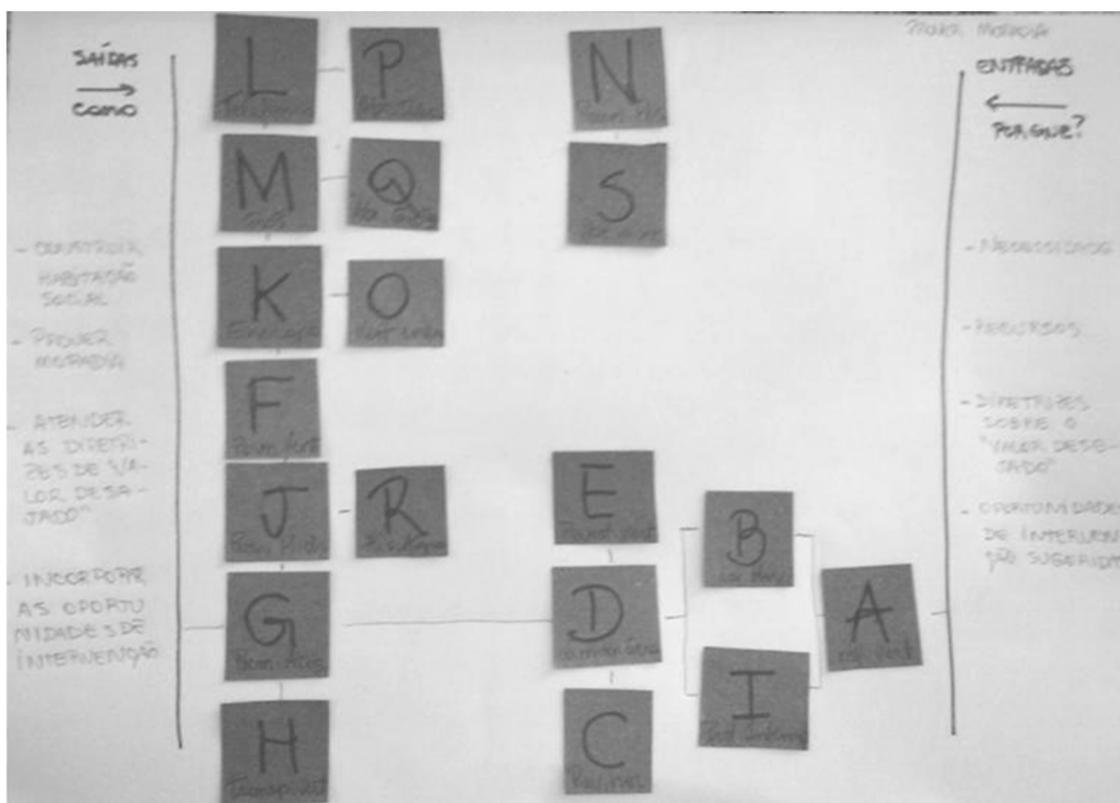


Figura 5.4 – Diagrama FAST manual – EHIS

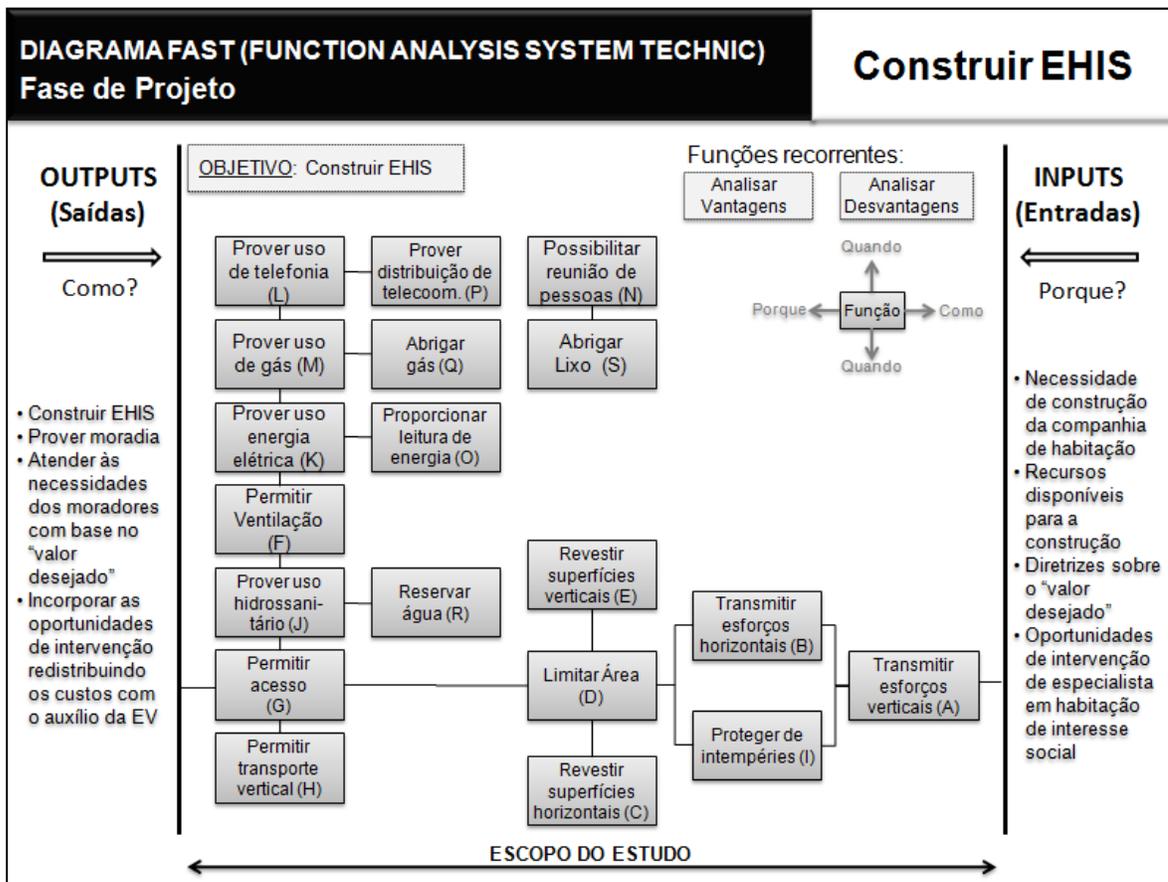


Figura 5.5 – Diagrama FAST digitalizado – EHIS

Com base na análise funcional do produto e na elaboração do FAST, o próximo passo é fazer a quantificação, composição de materiais, serviços, e atribuir os respectivos custos a cada função específica, o que viabilizará a aplicação do Método COMPARE.

5.2.1.3 Método COMPARE

A partir dos sistemas e da decomposição de funções (Tabela 5.8) foi detalhado por completo o escopo do produto EHIS, e excluído o item de terraplenagem, por falta de informações do terreno e da implantação das edificações no espaço. Da mesma forma, os custos de projeto e de locação dos edifícios foram excluídos por não fazerem parte diretamente da

edificação.

A análise completa do escopo do EHIS gerou um maior nível de detalhamento, fazendo com que os 8 sistemas fossem decompostos em 49 itens que contém os elementos que permitem a construção das 40 edificações com apartamentos e dos edifícios de apoio necessários à implantação do conjunto completo com os 400 apartamentos.

De forma a organizar a execução do método COMPARE será seguida a mesma sequência do estudo piloto com o levantamento de quantidades e preços (material e mão-de-obra), organização dos dados para obtenção das variáveis “Consumos de recursos das Funções”, aplicação da Técnica de Mudge para obtenção das variáveis “Necessidades relativas das Funções e preparação para elaboração do gráfico COMPARE.

Devido aos dados disponíveis e à amplitude do EHIS, a Tabela 5.9 com os itens que compõe o empreendimento foi formulada de modo a proporcionar a distribuição dos custos totais reajustados de cada um dos 49 itens. Posteriormente, para se atingir a meta de incorporar às oportunidades de intervenção indicadas por Kowaltowski e Granja (2010) foram realizados os levantamentos quantitativos necessários, que serão apresentados no decorrer deste item.

Conforme apresentado no item 4.4.2.1 de caracterização do estudo de caso principal, os custos totais envolvidos foram obtidos por meio do caderno orçamentário do EHIS e reajustados com base no INCC de forma a trazer os valores de outubro/1999, época da licitação, para valores atuais de novembro de 2010.

A Tabela 5.9 traz os 49 itens, em que sistemas se encaixam, suas respectivas quantidades e valores. Já a Tabela 5.10 traz a distribuição dos itens dentre as 19 funções, conforme a tabela 6.8. Ambas as Tabelas 5.9 e 5.10 já iniciam a preparação para a execução do Método COMPARE.

Tabela 5.9 – Quantificação e custeio dos componentes Iniciais do EHIS

ANÁLISE DE FUNÇÃO: Construção de Unidade Habitacional (Prover moradia)					Projeto Inicial		
Item	Componentes da unid. Habit. NBR	Subcomponentes	Componentes	Jnc Qtde	out/99	nov/10	
					R\$	R\$	
1	15575 (*) ESTRUTURA	Elementos verticais	Fundações - Edificações	und 40	588.113,76	1.484.538,19	
2			Fundações - Escadas	und 20	105.935,80	267.407,01	
3		Alvenaria Estrutural - Edificações	und 40	1.119.234,00	2.825.211,26		
4		Alvenaria Estrutural - Escadas	und 20	216.659,60	546.900,06		
5		Estrutura - Escadas	und 20	177.170,00	447.218,97		
6		Elementos horizontais	Lajes - Edificações	und 40	918.631,60	2.318.843,37	
7		Cobertura	Madeiramento - Edificações	und 40	75.638,24	190.928,80	
8	PISOS INTERNOS	Revestimentos	Contra-piso e Regularização - Edificações	und 40	137.091,60	346.051,61	
9			Contra-piso e Regularização - Escadas	und 20	12.987,40	32.783,27	
10		Impermeabilização - Escadas	und 20	36.271,20	91.557,09		
11		Piso cerâmico interno - Edificações	und 40	42.776,00	107.976,74		
12		Piso externo - Edificações	und 40	30.656,80	77.385,01		
13		VEDAÇÕES VERTICAIS	Limitação de áreas	Alvenaria de elevação - Edificações	und 40	114.302,40	288.526,28
14				Alvenaria de elevação - Escadas	und 20	1.069,20	2.698,91
15	Revestimentos		Revestimento interno - Edificações	und 40	490.439,20	1.237.984,51	
16			Revestimento externo - Edificações	und 40	238.108,88	601.043,11	
17	Esquadrias de ferro		Revestimento externo - Escadas	und 20	58.719,00	148.220,64	
18			Janelas de ferro - Edificações	und 40	272.233,60	687.181,98	
19			Janelas de ferro - Escadas	und 20	18.163,20	45.848,21	
20			Portas de ferro - Edificações	und 40	114.680,00	289.479,44	
21			Serralheria - Escadas	und 20	28.956,40	73.092,80	
22			Esquadrias de madeira	Portas de madeira - Edificações	und 40	83.616,00	211.066,56
23			Vidros	Vidros - Edificações	und 40	137.216,80	346.367,65
24				Vidros - Escadas	und 20	10.695,60	26.998,22
25	Pintura		Pintura em alvenarias internas - Edificações	und 40	127.424,00	321.648,31	
26				Pintura em alvenarias internas - Escadas	und 20	30.364,60	76.647,43
27		Pintura em alvenarias externas - Edificações	und 40	130.480,08	329.362,57		
28			Pintura em alvenarias externas - Escadas	und 20	31.676,20	79.958,22	
29		Pintura em esquadrias - Edificações	und 40	189.915,60	479.391,88		
30		Pintura em esquadrias - Escadas	und 20	5.708,80	14.410,36		
31		Complementos	Soleiras - Edificações	und 40	18.804,40	47.466,75	
32	Peitoris - Edificações		und 40	81.516,80	205.767,68		
33	COBERTURA	Telhado	Telhas	und 40	87.272,96	220.297,59	
34			Calhas e rufos	und 40	9.658,88	24.381,30	
35	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	Instalações hidrossanitárias	Tubulações e conexões - Edificações	und 40	188.998,00	477.075,64	
36			Tubulações e conexões - Escadas	und 20	61.959,00	156.399,17	
37			Louças e metais - Edificações	und 40	231.256,00	583.744,82	
38			Cavalete padrão	und 12	13.922,28	35.143,13	
39	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS (**)	Instalações elétricas	Instalações elétricas - Edificações	und 40	486.959,60	1.229.201,17	
40			Instalações elétricas - Escadas	und 20	70.845,00	178.829,53	
41			Instalações elétricas - Para-raio escadas	und 20	36.699,80	92.638,97	
42			Instalações telefônicas	Instalações telefônicas - Escadas	und 20	27.806,00	70.188,92
43	INSTALAÇÕES DE GÁS (**)	Instalações de gás	Instalações de gás	und 40	28.547,20	72.059,88	
44	EDIFICAÇÕES DE APOIO (**)	Centro comunitário	Centro comunitário	und 2	57.913,90	146.188,38	
45		Centros de medição	Centros de medição	und 12	310.579,28	783.975,54	
46		Sala de Telecomunicações	Sala de Telecomunicações	und 2	8.442,72	21.311,42	
47		Abrigo de gás	Abrigo de gás	und 80	128.617,60	324.661,23	
48		Reservatório de água	Reservatório de água	und 12	197.418,68	498.331,43	
49	Lixeira	Lixeira	und 10	7.568,20	19.103,93		
TOTAL GERAL EHIS:					7.599.721,86	19.183.494,94	
TOTAL POR APTO DO EHIS:					18.999,30	47.958,74	

(*) De acordo com subsistemas da NBR 15575 adicionados mais três subsistemas necessários (**) - Instalações elétricas e telefônicas, Instalações de gás e Edificações de apoio

Tabela 5.10 – Distribuição dos custos dos componentes Iniciais em suas respectivas funções do EHIS

DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS NAS FUNÇÕES - PROJETO INICIAL																																								
Item	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S			
	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$				
1	1	1.484.538,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	0,5	133.703,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	133.703,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
3	0,5	1.412.605,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4	0,33	162.300,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5	0,33	149.072,99	0,33	149.072,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
6	-	-	1	2.318.843,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
7	0,5	95.464,40	0,5	95.464,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
8	-	-	0,5	173.025,81	0,5	173.025,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9	-	-	0,33	10.927,76	0,33	10.927,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10	-	-	-	-	0,5	45.778,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
11	-	-	-	-	1	107.976,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
12	-	-	-	-	1	77.385,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
13	-	-	-	-	-	-	1	288.526,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
14	-	-	-	-	-	-	0,5	1.349,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
15	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.237.984,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	-	-	-	-	-	-	-	-	1	601.043,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	-	-	-	-	-	-	-	-	1	148.220,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	687.181,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	22.924,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	289.479,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	36.546,40	0,5	36.546,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	211.065,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	346.367,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	13.499,11	0,5	13.499,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	-	-	-	-	-	-	-	1	321.648,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
26	-	-	-	-	-	-	-	0,5	38.323,72	-	-	-	-	-	-	-	0,5	38.323,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27	-	-	-	-	-	-	-	1	329.362,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
28	-	-	-	-	-	-	-	-	1	79.958,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
29	-	-	-	-	-	-	-	-	1	479.391,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30	-	-	-	-	-	-	-	0,5	7.205,18	-	-	-	-	-	-	-	0,5	7.205,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
31	-	-	-	1	47.466,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
32	-	-	-	1	205.767,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	220.297,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	24.381,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	477.075,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	156.399,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	583.744,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	17.571,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	17.571,56	-	-	
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.229.201,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	89.414,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	46.319,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	391.987,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	391.987,77	-	-	
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	249.165,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	249.165,71	-	-
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	19.103,93		
		3.457.684,74		2.747.334,32		668.328,29		1.884.781,39		3.243.138,13		710.106,08		896.959,15		777.365,04		244.678,88		1.483.956,91		1.756.923,19		45.750,17		234.390,50		146.188,38		391.987,77		45.750,17		162.330,62		266.737,28		19.103,93		

Em resumo as Tabelas 5.9 e 5.10 contêm as informações envolvidas no estudo que geram as variáveis de “Consumo de recursos” que serão utilizadas como uma das séries de dados no gráfico COMPARE.

O próximo passo constitui na execução da Técnica de Mudge que inter-relaciona todas as funções, par a par, em que é atribuído um peso maior àquela função que é mais importante do que seu par comparado. Os resultados seguem apresentados no Quadro 5.10. É importante ressaltar que a atribuição de um peso maior ou menor para cada par de funções para o produto EHS foi feita com base nos resultados de IGI hierarquizados, fruto da pesquisa sobre o sobre o “valor desejado”. Dessa forma os atributos de “valor” são incorporados à análise, formando a série de dados “Necessidades relativas”, apresentada na Tabela 5.11 juntamente com o resumo dos dados obtidos até o momento.

Quadro 5.10 – Técnica de Mudge para identificação das Necessidades Relativas - EHS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	Σ de Pontos/ função	Necessidades Relativas %
A	-	B3	C3	D3	E3	F3	G3	H2	A3	J1	K3	A1	M3	N1	O3	A3	Q1	A1	A1	9	2%
B		-	C3	D3	E3	B3	B2	B2	B3	B3	B2	B3	M3	B3	O1	B3	B1	B3	B3	34	9%
C			-	D3	C2	C3	G3	C3	C3	C1	K3	C3	M3	C3	O1	C3	C1	C3	C3	34	9%
D				-	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D2	D3	D2	D3	D1	D3	D1	D1	D3	46	12%
E					-	F3	E3	E3	E3	E3	K2	E3	M2	E3	O1	E3	E1	E1	E3	32	8%
F						-	G2	F3	F3	F3	F1	F3	F1	F3	F1	F3	F1	F3	F3	34	9%
G							-	H1	G1	G1	K3	G1	M3	G1	O3	G3	G1	G1	G1	18	5%
H								-	H1	H1	K3	H3	M3	H1	O3	H3	H1	H1	H1	15	4%
I									-	J1	K3	L1	M3	N1	O3	P1	I3	R3	I1	4	1%
J										-	K3	J3	J2	J1	O3	J3	J3	J1	J3	18	5%
K											-	K3	K2	K1	O3	K3	K1	K1	K3	34	9%
L												-	M3	N1	O3	P2	Q1	R3	S3	1	0%
M													-	M3	O2	M3	M2	R1	M3	34	9%
N														-	O3	N1	Q1	R3	N1	5	1%
O															-	O3	O3	R1	O3	38	10%
P																-	Q1	R3	S3	3	1%
Q																	-	R3	S2	4	1%
R																		-	R3	20	5%
S																			-	8	2%
Total de Pontos do Estudo:																				391	71%

Tabela 5.11– Tabela Resumo: Funções, Consumo de Recursos Iniciais e Necessidades relativas - EHIS

Sistemas	Funções	Custos Totais (R\$)	Consumo de Recursos (%)	Necessidades Relativas (%)
ESTRUTURA	A Transmitir esforços verticais	3.457.684,74	18%	2%
	B Transmitir esforços horizontais	2.747.334,32	14%	9%
PISOS INTERNOS	C Revestir superfícies horizontais	668.328,29	3%	9%
VEDAÇÕES VERTICAIS	D Limitar área	1.884.781,39	10%	12%
	E Revestir superfícies verticais	3.243.138,13	17%	8%
	F Permitir ventilação	710.106,08	4%	9%
	G Permitir acesso	896.959,15	5%	5%
COBERTURA	H Permitir transporte vertical	777.365,04	4%	4%
	I Proteger de intempéries	244.678,88	1%	1%
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	J Prover uso hidrossanitário	1.483.956,91	8%	5%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS	K Prover uso de energia elétrica	1.756.923,19	9%	9%
	L Prover uso de telefonia	45.750,17	0%	0%
INSTALAÇÕES DE GÁS	M Prover uso de gás	234.390,50	1%	9%
	N Possibilitar reunião de pessoas	146.188,38	1%	1%
EDIFICAÇÕES DE APOIO	O Proporcionar leitura de energia elétric:	391.987,77	2%	10%
	P Prover distribuição de Telecomunicaç	45.750,17	0%	1%
	Q Abrigar gás	162.330,62	1%	1%
	R Reservar água	266.737,28	1%	5%
	S Abrigar lixo	19.103,93	0%	2%
	Totais:		19.183.494,94	100%

Com as informações contidas na “tabela resumo” (Tabela 5.11) chega-se no último passo do Método COMPARE que viabiliza a preparação do gráfico COMPARE (Gráfico 5.3), o resultado dessa ferramenta. É importante lembrar que os resultados obtidos até o momento referem-se à aplicação das ferramentas da EV no projeto da forma como ele foi idealizado inicialmente.

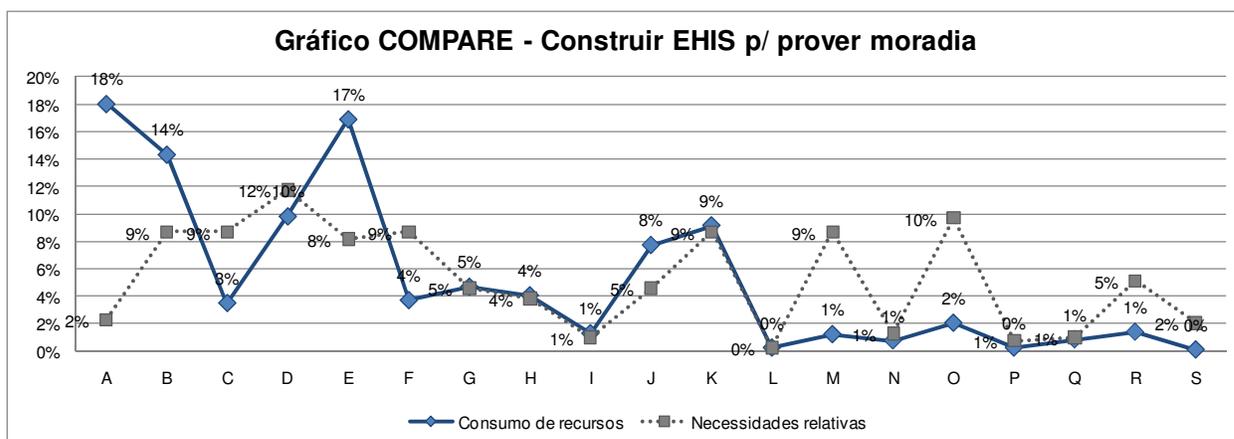


Gráfico 5.3 – Gráfico COMPARE Inicial – EHIS

5.2.2 Analisar resultados

Em continuidade à estratégia de utilização do Plano de Trabalho no decorrer do processo de aplicação da sequência proposta para utilização da EV, chega-se à fase Analítica, com as respostas às questões orientadoras, conforme segue no Quadro 5.11.

Quadro 5.11 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 3 - ANALÍTICA

PLANO DE TRABALHO	
3. FASE ANALÍTICA	
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PRINCIPAL: CONSTRUÇÃO EHIS
3.1 Quais as funções e características mais importantes?	Todas aquelas apontadas como principais na Análise de Função, são as correspondentes diretas da função principal do produto EHIS, “Prover moradia”.
3.2 As mesmas são úteis, necessárias?	Sim. Constituem elementos obrigatórios de uma edificação.
3.3 Elas valem o que custam?	Sim e não. As funções dividem-se em dois grupos, o primeiro “A”, “B”, “E”, “F” e “J” em que custam mais do que “valem” e o segundo, com as funções “C”, “F”, “M”, “O” e “R”, que custam menos do que valem. Respectivamente pode-se dizer que a análise do primeiro grupo deve ser direcionado para reduções de custos e o segundo para proporcionar uma majoração na entrega de valor.
3.4 As que existem são as que realmente deveriam existir?	Sim, pois a maioria das funções do produto EHIS são principais ou secundárias necessárias.
3.5 São as mesmas encontráveis em outros produtos? O que os diferenciam?	Muitas são encontradas em qualquer outro projeto de EHIS e o que as diferencia são os projetos e as especificações de acabamentos.
3.6 Se há produtos semelhantes, o que os diferenciam?	A especificação de acabamentos e a verba disponível para sua construção.

Com a continuidade do fluxo de aplicação far-se-á a análise dos resultados obtidos nos passos anteriores que estão reunidos e materializados no gráfico COMPARE (Gráfico 5.3). Para este estudo de caso específico que tem por objetivo viabilizar as oportunidades de intervenção identificadas por Kowaltowski e Granja (2010), a análise das informações será feita sob duas óticas. A primeira com a “análise pura” das funções, equivalente a feita no estudo piloto, que segue abaixo com a comparação dos pares de variáveis “Consumos de recursos” e “Necessidades

relativas” de cada função. Nesta ótica procurou-se pelos dois grupos de funções que possuísem as combinações antagônicas mais expressivas, o primeiro grupo, para foco na redução de custos, com maior “Consumo de recurso” e menor “Necessidade relativa”, e, o segundo grupo composto pelas funções com menor “Consumo de recurso” e maior “Necessidade relativa”, para foco na entrega de valor.

Com isso, destacam-se os dois grupos de funções que possuem os maiores pares antagônicos:

- Grupo para foco na redução de custos:

Função A: Transmitir esforços verticais, função Secundária necessária de Uso, com 18% de Consumo de Recursos, 2% de Necessidades relativas e Diferença relativa de 16%;

Função B: Transmitir esforços horizontais, função Secundária necessária de Uso, com 14% de Consumo de Recursos, 9% de Necessidades relativas e Diferença relativa de 5%;

Função E: Revestir superfícies verticais, função Secundária de Estima, com 17% de Consumo de Recursos, 8% de Necessidades relativas e Diferença relativa de 9%;

Função J: Prover uso hidrossanitário, função Secundária necessária de Uso e Estima, com 8% de Consumo de Recursos, 5% de Necessidades relativas e Diferença relativa de 3%;

- Grupo para foco na entrega de valor:

Função C: Revestir superfícies horizontais, função Secundária necessária de Uso e Estima, com 3% de Consumo de Recursos, 9% de Necessidades relativas e Diferença relativa de 6%;

Função F: Permitir ventilação, função Secundária necessária de Uso, com 4% de Consumo de Recursos, 9% de Necessidades relativas e Diferença relativa de 5%;

Função M: Prover uso de gás, função Secundária necessária de Uso, com 1% de Consumo de Recursos, 9% de Necessidades relativas e Diferença relativa de 8%;

Função O: Proporcionar leitura de energia elétrica, função Secundária necessária de Uso, com 2% de Consumo de Recursos, 10% de Necessidades relativas e Diferença relativa de 8%;

Função R: Reservar água, função Secundária necessária de Uso, com 1% de Consumo de Recursos, 5% de Necessidades relativas e Diferença relativa de 4%.

Analisando-se as funções do primeiro grupo, pode-se verificar que a maioria delas são secundárias necessárias e imprescindíveis à edificação uma vez que são constituídas por componentes da estrutura e instalações hidrossanitárias. Dessa forma, para se repensar as soluções adotadas para estas funções seria necessário, além do acesso aos projetos específicos, um estudo detalhado, completo, com especialistas das áreas, de projeto e de execução, para obter alterações e novas soluções com possibilidades de redução de custos.

Analisando-se o segundo grupo, as funções “C - Revestir superfícies horizontais” e “F - Permitir ventilação” são aquelas, dentro do grupo, que efetivamente podem repensadas de forma a serem majoradas e aumentar a entrega de valor. As demais “M - Prover uso de gás”, “O - Proporcionar leitura de energia elétrica” e “R - Reservar água” são secundárias necessárias e configuram sistemas também imprescindíveis ao uso das edificações já com soluções consolidadas e custos menores.

Partindo para a segunda ótica de análise mencionada, a da viabilização das oportunidades de intervenção, conforme explicitado no item 4.4.2, serão focadas as indicações de modificações internas ao apartamento devido à disponibilidade de informações obtidas para este trabalho.

Trabalhando-se essas oportunidades específicas, de acordo com a Tabela 4.5 atinge-se o total de 49% de entrega de valor dentre o total de modificações propostas.

A etapa Criativa deste estudo de caso será composta pelas oportunidades identificadas por especialista no tema, conforme informado previamente. Lembrando que as mesmas visam majorar a entrega de valor. O Quadro 5.12 traz as respostas do Plano de Trabalho referentes a essa fase.

Quadro 5.12 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 4 - CRIATIVA

PLANO DE TRABALHO	
4. FASE CRIATIVA	
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PRINCIPAL: CONSTRUÇÃO EHIS
4.1 Quais são as alternativas de produtos?	Contidas na tabela 5.12 a seguir.
4.2 Elas satisfazem usuários e fabricantes? E os usuários?	Sim, pois as alternativas foram idealizadas com base em pesquisa sobre o valor desejado para HIS.

Tabela 5.12– Oportunidades de intervenção para áreas internas aos apartamentos x Funções - EHIS

OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO	Relação com Função
Áreas internas aos apartamentos	
Porta de entrada maciça	G
Adição de varandas ou terraços nos aptos	A / B / D / F
Introduzir janelas nas "Fachadas Cegas"	F
Possibilidade de abertura de portas em paredes para mudar configuração dos aptos	D
Forro de gesso nos WCs	C
Introduzir Porta-balcão	D / F
Revestimentos de pisos personalizados	C
Barrado de gesso no teto	C

Com isso, as referidas oportunidades contidas na Tabela 5.12, com exceção ao item “Revestimentos de pisos personalizados”, foram quantificadas e traduzidas em componentes modificados no escopo do EHIS, os quais foram valorados de forma a verificar suas interferências no custo do EHIS em estudo (Tabela 5.13). Para tal valoração foram considerados,

sempre que possível, os preços reajustados do caderno orçamentário, foram incluídos preços atuais apenas para os itens novos seguindo as mesmas diretrizes utilizadas no estudo piloto. O citado item foi excluído por não ser possível especificar uma “personalização”.

Tabela 5.13 – Quantificação e custeio dos componentes modificados das oportunidades de intervenção- EHIS

COMPOSIÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO EM ÁREAS INTERNAS A 1 APARTAMENTO				
Oportunidades de Intervenção	Und	Qtde	Custo Total original (R\$/apto)	Custo Total reajustado (R\$/apto)
Adição de varandas ou terraços nos aptos				
Redução de alvenaria estrutural de 14cm	m ²	-1,83	-48,30	-121,92
Redução de revestimento interno	m ²	-1,83	-31,38	-79,21
Redução de revestimento externo	m ²	-1,83	-22,02	-55,59
Redução de pintura interna	m ²	-1,83	-10,98	-27,72
Redução de pintura externa	m ²	-1,83	-11,73	-29,62
Redução de 1 janela veneziana de aço, de correr, 1,40 x 1,20m	und	-1,00	-167,47	-422,73
Acréscimo na Fundação	m ²	3,76	37,09	93,62
Acréscimo de Laje	m ²	3,76	57,03	143,97
Acréscimo de Alvenaria estrutural de 14cm	m ²	21,00	555,03	1.401,03
Acréscimo de aço (2 pilaretes e verga)	kg	69,10	142,35	359,34
Acréscimo de graute (2 pilaretes e verga)	m ³	0,42	91,09	229,92
Acréscimo de guarda-corpo	m	3,13	115,34	291,15
Acréscimo de porta de aço de abrir com vitró basculante	und	1,00	0,00	275,95
Acréscimo de soleira de 0,9 x 0,035m	und	1,00	7,08	17,87
Acréscimo de vidro liso	und	0,70	29,25	73,82
Cobertura (Obs: valor distribuído em 10 unidades)	m ²	3,13	36,19	91,36
		TOTAL:	778,57	2.241,24
Possibilidade de abertura de portas em paredes para mudar configuração dos aptos				
Redução de alvenaria estrutural de 14cm	m ²	-2,08	-54,97	-138,77
Acréscimo de alvenaria de vedação	m ²	-2,25	-47,54	-120,01
Acréscimo de bloco canaleta 14cm	m ²	0,17	4,64	11,71
Acréscimo de aço (2 pilaretes e verga)	kg	5,29	10,90	27,52
Acréscimo de graute (2 pilaretes e verga)	m ³	0,05	11,28	28,47
		TOTAL:	-75,70	-191,08
Porta de entrada de madeira				
Redução de porta de ferro c/ ferragens	und	-1,00	-69,68	-175,89
Redução de vidro fantasia (porta de ferro)	m ²	-1,05	-34,42	-86,88
Acréscimo de porta de madeira c/ ferragens (*)	und	1,00	0,00	294,18
		TOTAL:	-104,10	31,41
Forro de gesso nos WCs				
Acréscimo de forro de gesso (*)	m ²	3,18	0,00	173,98
		TOTAL:	0,00	173,98
Introduzir Porta-balcão				
Redução de alvenaria estrutural de 14cm	m ²	-3,45	-91,18	-230,17
Redução de revestimento interno	m ²	-3,15	-54,09	-136,52
Redução de revestimento externo	m ²	-3,15	-37,96	-95,81
Redução de pintura interna	m ²	-3,15	-18,93	-47,79
Redução de pintura externa	m ²	-3,15	-20,22	-51,05
Redução de janela veneziana de aço, de correr, 1,40 x	und	-1,00	-167,47	-422,73
Redução de vidro (janela veneziana)	m ²	-1,43	-59,75	-150,81
Redução de peitoril	m	-1,00	-21,68	-54,73
Acréscimo de porta balcão em alumínio com vidros e	und	1,00	0,00	756,72
Acréscimo de bloco canaleta 14cm	m ²	0,17	4,64	11,71
Acréscimo de aço (2 pilaretes e verga)	kg	5,29	10,90	27,52
Acréscimo de graute (2 pilaretes e verga)	m ³	0,05	11,28	28,47
Guarda-copro	m ²	0,96	35,38	89,30
		TOTAL:	-409,08	-275,90
Introduzir janelas nas "Fachadas Cegas"				
Redução de alvenaria	m ²	-1,68	-44,40	-112,08
Redução de revestimento interno	m ²	-1,68	-28,85	-72,81
Redução de revestimento externo	m ²	-1,68	-20,24	-51,10
Redução de pintura interna	m ²	-1,68	-10,10	-25,49
Redução de pintura externa	m ²	-1,68	-10,79	-27,23
Acréscimo de aço (2 pilaretes, verga e contra-verga)	kg	6,48	13,34	33,69
Acréscimo de graute (2 pilaretes, verga e contra-verga)	m ³	0,05	11,28	28,47
Acréscimo de bloco canaleta 14cm	m ²	0,34	9,28	23,41
Acréscimo de janela veneziana de aço, de correr, 1,40 x	und	1,00	167,47	422,73
Acréscimo de vidro liso	m ²	1,43	59,75	150,81
Acréscimo de pintura em janela veneziana de aço	und	1,00	6,15	15,51
Acréscimo de peitoril	m	1,00	21,68	54,73
		TOTAL:	174,56	440,64
Barrado de gesso no teto				
Acrescer barrado de gesso (*)	m	59,52	0,00	372,30
		TOTAL:	0,00	372,30
Retirada dos Centros Comunitários				
		TOTAL DAS INTERVENÇÕES:		2.792,59

A partir da análise do custeio das oportunidades verifica-se que duas delas, por si só geram “sobras” de valores que podem viabilizar as demais que mostraram-se mais onerosas. Outra verba que pode servir como “sobra” de valor para as demais oportunidades é a utilização do valor obtido com a retirada dos centros comunitários, que configura uma oportunidade de intervenção identificada. Apesar de ela ser classificada como “Áreas comuns externas” e de não ter o projeto da área para análise, foi possível incorporá-la devido ao fato de o caderno orçamentário apresentar seu custo completo. Com isso pode-se incorporá-la à somatória de modificações conforme resumo contido na Tabela 5.14 com os valores distribuídos em um apartamento.

**Tabela 5.14 – Resumo de custos dos componentes modificados acrescentado a retirada do centro comunitário
- EHIS**

COMPOSIÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO EM ÁREAS INTERNAS A 1 APARTAMENTO			
Oportunidades de Intervenção	Qtde	Custo Total original (R\$/apto)	Custo Total reajustado (R\$/apto)
Adição de varandas ou terraços nos aptos			
	TOTAL:	778,57	2.241,24
Possibilidade de abertura de portas em paredes para mudar configuração dos aptos			
	TOTAL:	-75,70	-191,08
Porta de entrada de madeira			
	TOTAL:	-104,10	31,41
Forro de gesso nos WCs			
	TOTAL:	0,00	173,98
Introduzir Porta-balcão			
	TOTAL:	-409,08	-275,90
Introduzir janelas nas "Fachadas Cegas"			
	TOTAL:	174,56	440,64
Revestimentos de pisos personalizados			
	TOTAL:	-106,94	0,00
Barrado de gesso no teto			
	TOTAL:	0,00	372,30
Retirada dos Centros Comunitários			
	TOTAL:	-147,49	-372,30
TOTAL DAS INTERVENÇÕES:			2.420,29

Continuando com o propósito de viabilizar as oportunidades de intervenção sem causar acréscimos de custos, é sugerido suprimir a execução de duas delas para atender às seis demais. Com isso, indica-se suprimir o item mais custoso “Adição de varandas ou terraços nos apartamentos” e aquele com menor valor de IGI relativo “Barrado de gesso no teto”. Dessa forma, atende-se seis das oito oportunidades da Tabela 5.14, ou seja 75%. Com a análise dos demais valores de IGI relativo, verifica-se que o atendimento aos atributos de valor, mesmo com as seis modificações adotadas, chega em 44% do total de todas as oportunidades, conforme pode ser observado na Tabela 5.15.

Tabela 5.15 – Resumo de custos dos componentes adotados x IGI relativo - EHIS

COMPOSIÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO EM ÁREAS INTERNAS A 1 APARTAMENTO				
Oportunidades de Intervenção	Qtde	Custo Total original (R\$/apto)	Custo Total reajustado (R\$/apto)	IGI relativo
Possibilidade de abertura de portas em paredes para mudar configuração dos aptos				7%
	TOTAL:	-75,70	-191,08	
Porta de entrada de madeira				11%
	TOTAL:	-104,10	31,41	
Forro de gesso nos WCs				7%
	TOTAL:	0,00	173,98	
Introduzir Porta-balcão				6%
	TOTAL:	-409,08	-275,90	
Introduzir janelas nas "Fachadas Cegas"				8%
	TOTAL:	174,56	440,64	
Retirada dos Centros Comunitários				5%
	TOTAL:	-147,49	-372,30	
TOTAL DAS INTERVENÇÕES:			-193,25	44%

Dessa forma, apresentam-se a seguir as Tabelas 5.16 e 5.17 com a composição incorporadas as modificações propostas nas funções “C”, “D”, “F” e “G”. na sequência seguirá a tabela resumo com as funções e totalização de custos (Tabela 5.18) e o novo gráfico COMPARE (Gráfico 5.4)

Tabela 5.16 – Quantificação e custeio dos componentes modificados – EHIS

ANÁLISE DE FUNÇÃO: Construção de Unidade Habitacional (Prover moradia)				Projeto Modificado					
Item	Componentes da unid. Habit. NBR 15575 (*)	Subcomponentes	Componentes	Und	Qtde	out/99 R\$	nov/10 R\$		
1	ESTRUTURA	Elementos verticais	Fundações - Edificações	und	40	588.113,76	1.484.538,19		
2			Fundações - Escadas	und	20	105.935,80	267.407,01		
3			Alvenaria Estrutural - Edificações	und	40	1.119.234,00	2.825.211,26		
3.1			Alvenaria Estrutural - Edificações Modif.	und	40	- 41.210,66 -	104.025,46		
4			Alvenaria Estrutural - Escadas	und	20	216.659,60	546.900,06		
5			Estrutura - Escadas	und	20	177.170,00	447.218,97		
6	Elementos horizontais	Cobertura	Lajes - Edificações	und	40	918.631,60	2.318.843,37		
6.1			Forro de gesso nos WCS Modif.	und	40	-	69.591,12		
7			Madeiramento - Edificações	und	40	75.638,24	190.928,80		
8			PISOS INTERNOS	Revestimentos	Contra-piso e Regularização - Edificações	und	40	137.091,60	346.051,61
9					Contra-piso e Regularização - Escadas	und	20	12.987,40	32.783,27
10					Impermeabilização - Escadas	und	20	36.271,20	91.557,09
11	Piso cerâmico interno - Edificações	und			40	42.776,00	107.976,74		
12	Piso externo - Edificações	und			40	30.656,80	77.385,01		
13	VEDAÇÕES VERTICAIS	Limitação de áreas			Alvenaria de vedação - Edificações	und	40	114.302,40	288.528,28
13.1			Alvenaria de vedação - Edificações Modif.	und	40	- 19.016,45 -	48.002,01		
14			Alvenaria de vedação - Escadas	und	20	1.069,20	2.698,91		
15			Revestimentos	Revestimento interno - Edificações	und	40	490.439,20	1.237.984,51	
15.1				Revestimento interno - Edificações Modif.	und	40	- 33.172,44 -	83.735,08	
16				Revestimento externo - Edificações	und	40	238.108,88	601.043,11	
16.1	Revestimento externo - Edificações Modif.	und		40	- 23.280,60 -	58.765,74			
17	Revestimento externo - Escadas	und		20	58.719,00	148.220,64			
18	Esquadrias de ferro	Janelas de ferro - Edificações		und	40	272.233,60	687.181,98		
18.1		Janelas de ferro - Edificações Modif.	und	40	-	-			
19		Janelas de ferro - Escadas	und	20	18.163,20	45.848,21			
20		Portas de ferro - Edificações	und	40	114.680,00	289.479,44			
20.1		Portas de ferro - Edificações Modif.	und	40	- 27.872,00 -	232.332,48			
20.2		Serralheria - Edificações Modif.	und	40	14.150,40	35.718,96			
21	Esquadrias de madeira	Serralheria - Escadas	und	20	28.956,40	73.092,80			
22		Portas de madeira - Edificações	und	40	83.616,00	211.066,56			
22.1		Portas de madeira - Edificações Modif.	und	40	-	117.672,00			
23		Vidros	Vidros - Edificações	und	40	137.216,80	346.367,65		
23.1			Vidros - Edificações Modif.	und	40	- 13.767,60 -	34.752,68		
24			Vidros - Escadas	und	20	10.695,60	26.998,22		
25	Pintura		Pintura em alvenarias internas - Edificações	und	40	127.424,00	321.648,31		
25.1			Pintura em alvenarias internas - Edificações Modif.	und	40	- 11.611,32 -	29.309,72		
26			Pintura em alvenarias internas - Escadas	und	20	30.364,60	76.647,43		
27		Pintura em alvenarias externas - Edificações	und	40	130.480,08	329.362,57			
27.1		Pintura em alvenarias externas - Edificações Modif.	und	40	- 12.403,44 -	31.309,22			
28		Pintura em alvenarias externas - Escadas	und	20	31.676,20	79.958,22			
29	Pintura em esquadrias - Edificações	Pintura em esquadrias - Edificações	und	40	189.915,60	479.391,88			
29		Pintura em esquadrias - Edificações Modif.	und	40	2.458,46	6.205,75			
30		Pintura em esquadrias - Escadas	und	20	5.708,80	14.410,36			
31		Complementos	Soleiras - Edificações	und	40	18.804,40	47.466,75		
32			Peitoris - Edificações	und	40	81.516,80	205.767,68		
32.1			Peitoris - Edificações Modif.	und	40	-	-		
33	COBERTURA		Telhado	Telhas	und	40	87.272,96	220.297,59	
34				Calhas e rufos	und	40	9.658,88	24.381,30	
35	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS		Instalações hidrossanitárias	Tubulações e conexões - Edificações	und	40	188.998,00	477.075,64	
36		Tubulações e conexões - Escadas		und	20	61.959,00	156.399,17		
37		Louças e metais - Edificações		und	40	231.256,00	583.744,82		
38		Cavalete padrão		und	12	13.922,28	35.143,13		
39	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS (**)	Instalações elétricas	Instalações elétricas - Edificações	und	40	486.959,60	1.229.201,17		
40			Instalações elétricas - Escadas	und	20	70.845,00	178.829,53		
41			Instalações elétricas - Para-raio escadas	und	20	36.699,80	92.638,97		
42			Instalações telefônicas	Instalações telefônicas - Escadas	und	20	27.806,00	70.188,92	
43	INSTALAÇÕES DE GÁS (**)	Instalações de gás	Instalações de gás	und	40	28.547,20	72.059,88		
44	EDIFICAÇÕES DE APOIO (**)	Centro comunitário	Centro comunitário	und	2	57.913,90	146.188,38		
44.1			Centro comunitário Modif.	und	2	- 58.995,80 -	148.919,35		
45		Centros de medição	Centros de medição	und	12	310.579,28	783.975,54		
46			Sala de Telecomunicações	Sala de Telecomunicações	und	2	8.442,72	21.311,42	
47			Abrigo de gás	Abrigo de gás	und	80	128.617,60	324.661,23	
48	Reservatório de água	Reservatório de água	und	12	197.418,68	498.331,43			
49	Lixeira	Lixeira	und	10	7.568,20	19.103,93			
TOTAL GERAL EHIS:						7.375.000,41	19.106.195,99		

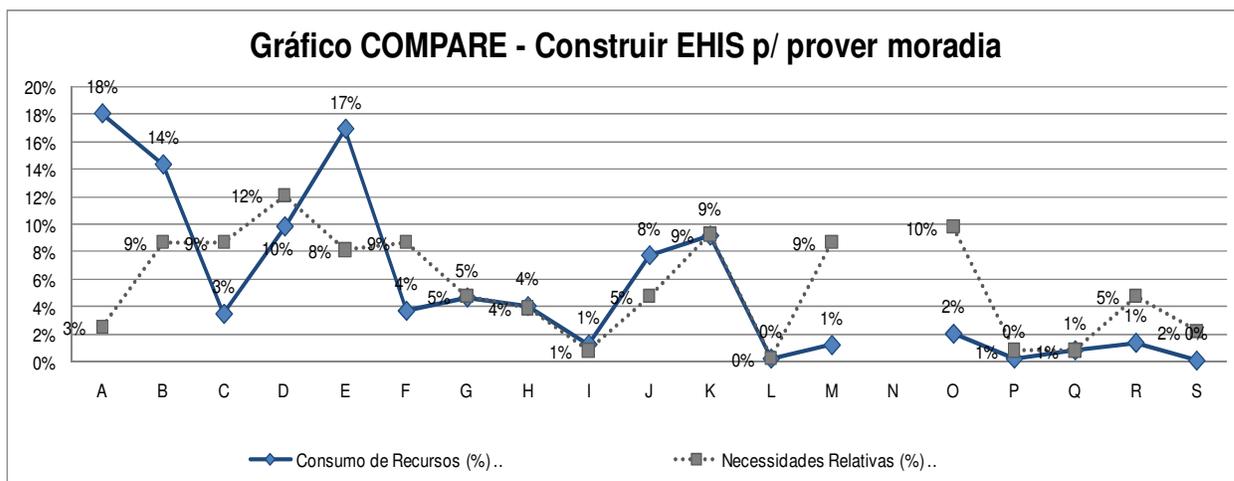
(*) De acordo com subsistemas da NBR 15575 adicionados mais três subsistemas necessários (**) - Instalações elétricas e telefônicas, Instalações de gás e Edificações de apoio

Funções modificadas

Tabela 5.18 – Tabela Resumo: Funções, Consumo de recursos modificados e Necessidades relativas - EHIS

Sistemas	Funções	Custos Totais (R\$)		Consumo de Recursos (%)	Necessidades Relativas (%)	Consumo de Recursos (%)	Necessidades Relativas (%)	
		Iniciais	Modif.	Iniciais	Iniciais	Modif.	Modif.	
ESTRUTURA	A Transmitir esforços verticais	3.457.684,74	3.405.672,01	18%	2%	18%	3%	
	B Transmitir esforços horizontais	2.747.334,32	2.747.334,32	14%	9%	14%	9%	
PISOS INTERNOS	C Revestir superfícies horizontais	668.328,29	737.919,41	3%	9%	3%	9%	
VEDAÇÕES VERTICAIS	D Limitar área	1.884.781,39	1.784.766,65	10%	12%	10%	12%	
	E Revestir superfícies verticais	3.243.138,13	3.046.224,13	17%	8%	17%	8%	
	F Permitir ventilação	710.106,08	710.106,08	4%	9%	4%	9%	
	G Permitir acesso	896.959,15	1.247.929,91	5%	5%	5%	5%	
	H Permitir transporte vertical	777.365,04	777.365,04	4%	4%	4%	4%	
COBERTURA	I Proteger de intempéries	244.678,88	244.678,88	1%	1%	1%	1%	
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	J Prover uso hidrossanitário	1.483.956,91	1.483.956,91	8%	5%	8%	5%	
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E	K Prover uso de energia elétrica	1.756.923,19	1.756.923,19	9%	9%	9%	9%	
	L Prover uso de telefonia	45.750,17	45.750,17	0%	0%	0%	0%	
INSTALAÇÕES DE GÁS	M Prover uso de gás	234.390,50	234.390,50	1%	9%	1%	9%	
	N Possibilitar reunião de pessoas	146.188,38	- 2.730,97	1%	1%			
EDIFICAÇÕES DE APOIO	O Proporcionar leitura de energia elétrica	391.987,77	391.987,77	2%	10%	2%	10%	
	P Prover distribuição de Telecomunicações	45.750,17	45.750,17	0%	1%	0%	1%	
	Q Abrigar gás	162.330,62	162.330,62	1%	1%	1%	1%	
	R Reservar água	266.737,28	266.737,28	1%	5%	1%	5%	
	S Abrigar lixo	19.103,93	19.103,93	0%	2%	0%	2%	
	Totais:		19.183.494,94	19.106.195,99	100%	100%	99%	100%

Gráfico 5.4 – Gráfico COMPARE Modificado – EHIS



5.2.3 Resultados atingiram os objetivos?

O objetivo de viabilizar as oportunidades de intervenção com modificações a serem incorporadas no projeto foram atingidos ao se conseguir viabilizar seis itens que reunidos proporcionam uma entrega de valor desejado de 44%, a partir do IGI. Seguindo o desenvolvimento sugerido segue a Quadro 5.13, referente à etapa Avaliativa Plano de Trabalho.

Quadro 5.13 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 5 – AVALIATIVA

PLANO DE TRABALHO	
5. FASE AVALIATIVA	
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PRINCIPAL: CONSTRUÇÃO EHIS
5.1 Quais são as vantagens e desvantagens da alternativa?	<u>Vantagens:</u> As oportunidades de intervenções foram sugeridas por especialistas e com base em pesquisas anteriores realizadas no próprio EHIS em estudo. Além desse fato foram viabilizadas 6 das 8 oportunidades possíveis neste estudo. <u>Desvantagens:</u> Há oportunidades de intervenção que ainda não se mostram viáveis financeiramente e requerem um estudo mais detalhados para viabilização sem aumento de custos.
5.2 Qual a melhor alternativa?	As melhores alternativas (as viáveis) são: i) Alterar porta de entrada para madeira maciça; ii) Introduzir janelas nas "Fachadas Cegas"; iii) Possibilidade de abertura de portas em paredes para mudar configuração dos aptos; iv) Incluir forro de gesso nos WCs; v) Introduzir porta-balcão; vi) Retirar os centros comunitários.

5.2.4 Repensar ou Finalizar?

A partir dos resultados obtidos nas Tabelas 5.15 a 5.18 verifica-se que é possível atingir um percentual de 44% de entrega de valor desejado e, ao mesmo tempo gerar uma redução, “sobra”, de custos de R\$193,25 por unidade, ou R\$77.298,95 no EHIS. Esse valor de “sobra” pode ser revertido dentro do projeto para viabilizar as outras oportunidades que não foram

abordadas neste estudo, ou viabilizar a introdução de novos equipamentos conforme indicado com a retirada dos centros comunitários, como por exemplo, a criação de espaços de lazer como churrasqueiras, parquinhos, bancos e até mesmo paisagismo.

5.2.5 Apresentar Resultado Final

Como fase final da sequência de aplicação da EV, há de se fazer a apresentação dos resultados e diretrizes obtidas para o produto. A sexta fase do Plano de Trabalho segue no Quadro 5.14 com o balanço final.

Quadro 5.14 – Plano de Trabalho para estudo de caso principal: Fase 6 – ESCOLHA, IMPLANTAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E APRESENTAÇÃO

PLANO DE TRABALHO	
6. FASE DE ESCOLHA, IMPLANTAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E APRESENTAÇÃO	
PERGUNTAS	RESPOSTAS: ESTUDO DE CASO PRINCIPAL: CONSTRUÇÃO EHIS
6.1 Como implantar?	Apresentar a propostas à companhia de habitação e desenvolvimento urbano, discuti-las com os demais especialistas de forma a buscar incorporar os atributos de valor desejado em novos projetos.
6.2 Como acompanhar, controlar e avaliar?	Durante a fase de cotação do projeto, avaliar se os preços orçados estão de acordo com os preços reais. Devido à escala envolvida neste estudo (400 apartamentos) é de se esperar que os preços sejam ainda menores do que os propostos devido aos ganhos de escala na negociação com os fornecedores. Acompanhar a execução de forma a se garantir a qualidade final dos elementos que compõe o produto completo. Caso existam problemas de falta de materiais no mercado, buscar por opções equivalentes em qualidade e preço.
6.3 O consumidor está satisfeito?	Como o estudo foi realizado com base na pesquisa do “valor desejado” na HIS e as 6 oportunidades de intervenções viáveis atendem a 44% do total do IGI, pode-se dizer que os usuários, moradores da HIS, estariam satisfeitos.
6.4 Como aperfeiçoar a solução adotada?	A solução pode ser aperfeiçoada com o acesso aos demais projetos e realização de um estudo mais amplo, com um maior número de participantes multidisciplinares de forma a se viabilizar as demais oportunidades e até mesmo identificar novas necessidades que modifiquem os projetos e aumentem a entrega de valor aos usuários sem gerar aumento nos custos.

Para organizar a apresentação e entendimento do estudo realizado como um todo, o relatório final deve conter os itens na ordem abaixo:

- i. Fluxo do processo de aplicação da sequência proposta x Plano de Trabalho (Figura 4.5);
- ii. Caracterização do objeto em estudo (Item 4.4.2);
- iii. Tabela com as funções e suas classificações (Tabela 5.8);
- iv. Diagrama FAST (Figura 5.5);
- v. Resultado da Técnica de Mudge (Quadro 5.10);
- vi. “Tabelas-resumo” do projeto (Tabelas 5.11 e 5.18);
- vii. Gráficos COMPARE do projeto inicial e do modificado (Gráficos 5.3 e 5.4);
- viii. Plano de Trabalho completo, composto pela união dos Quadros 5.8, 5.9, 5.11, 5.12, 5.13 e 5.14;
- ix. Apêndices, incluir os projetos que servirão como base e as tabelas de composição do projeto inicial e das oportunidades de intervenção (Tabelas 5.9, 5.16, 5.13, 5.14, 5.15) unidas às de distribuição de custos por função (Tabelas 5.10 e 5.17).

Com isso finaliza-se o estudo de caso principal com o término do processo proposto para a sequência de aplicação da EV em produtos de edificações da construção civil.

5.2.6 Reflexão sobre os resultados do estudo de caso principal

Os resultados obtidos por meio da simulação da aplicação da EV no caso principal do EHIS podem-se dizer satisfatórios devido ao alcance, mesmo que parcial dos objetivos declarados.

O caso principal tinha por objetivo viabilizar as oportunidades de intervenção sugeridas

por Kowaltowski e Granja (2010), e foi alcançado parcialmente no que se diz respeito à totalidade das intervenções propostas. A presente pesquisa conseguiu viabilizar seis das oito oportunidades de intervenção, cujos estudos foram possíveis neste trabalho, proporcionando a entrega de valor correspondente a 44% do IGI de todas as oportunidades sugeridas. Além dessa majoração na entrega de valor, as seis modificações adotadas geraram uma economia de R\$193,25 por apartamento, ou R\$77.298,95 (0,4%) do EHIS como um todo. Mesmo esse valor de “sobra” não tendo sido suficiente para custear as duas outras oportunidades de intervenção que foram suprimidas, ele pode ser revertido dentro do projeto para viabilizar as demais que não foram abordadas neste estudo, ou viabilizar a introdução de novos equipamentos conforme indicado com a retirada dos centros comunitários, como por exemplo, a criação de espaços de lazer com churrasqueiras, parquinhos, bancos e até mesmo paisagismo.

Ressalta-se que as oportunidades de intervenção que não foram tratadas nessa pesquisa não foram possíveis devido a dois fatores principais. O primeiro porque não havia todas as informações necessárias, principalmente, os projetos, para viabilizar a análise da totalidade das modificações. E o segundo, talvez ainda mais importante no contexto da EV, é que tal estudo completo do EHIS exigiria uma abordagem muito mais ampla com a participação de um grupo maior e mais diverso. Sugere-se a participação de profissionais da companhia de desenvolvimento habitacional e urbano, arquitetos e engenheiros, representantes da empresa responsável pela execução da obra, especialistas em suprimentos, em planejamento físico, econômico e financeiro com o objetivo de enriquecer a rediscussão do empreendimento total com o máximo de perspectivas possíveis.

6. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

A presente pesquisa visou contribuir com a proposta de uma sequência para aplicação da EV no processo de desenvolvimento de produtos de edificações na construção civil. Desde o início dos estudos a EV mostrou-se uma ferramenta interessante por viabilizar tecnicamente a uma abordagem proativa de gestão de custos e lucros, como o custeio-meta, uma vez que esta visa, fundamentalmente, gerir os lucros e proporcionar economias com a maximização da eficiência dos produtos estudados.

A incorporação dos atributos de valor dos clientes e usuários e de questões relacionadas ao planejamento estratégico do negócio (SILVA, HOZENFELD, 2003) são fatores fundamentais no contexto atual de alta competitividade do setor da construção civil brasileira (CAMARGO, *et.al.*, 2010). Característica essa que reforça a contribuição da Tese ao incorporar conceitos advindos da indústria, no setor da construção civil, de forma a contribuir com sua evolução e aumento de eficiência.

As simulações de aplicações realizadas demonstraram concordância com o estudo de Thomson *et.al.* (2003) que indica a análise funcional como um dos grandes diferenciais existentes em relação às demais técnicas de redução de custos. Isso porque, a partir dela é (e foi) possível avaliar os custos das funções desempenhadas pelo produto e não meramente os custos dos componentes isolados. Com isso, possibilitou-se analisar as funções e identificar aquelas mais propensas a gerarem reduções de custos, ou agregarem maior valor, de forma a garantir a entrega das expectativas dos clientes, com igual qualidade, funcionalidade e rentabilidade.

A aplicação da EV, por meio da sequência proposta nos casos estudados mostrou-se como uma forma sistemática e perfeitamente possível de ser utilizada e incorporada no desenvolvimento de produtos da construção. O presente trabalho a utilizou nas análises de

produtos já desenvolvidos que configuram padrões de suas empresas a serem replicados em diversos locais. Os resultados mostraram que foram geradas e viabilizadas alternativas de projetos que não só reduziram os custos, mas, o que é mais relevante, incrementaram o valor agregado aos produtos porque foram feitas com base nos respectivos atributos de valor de cada caso. Dessa forma as simulações realizadas, além de validarem a proposta de uso da EV no setor trouxeram grandes contribuições para os projetos futuros que já poderão ter incorporados as modificações sugeridas para reduzir custos, aumentar os lucros e entregar mais valor aos clientes.

Para tal aplicação é importante, ou melhor, imprescindível, organizar e estruturar muito bem o trabalho, relacionar, dimensionar os recursos necessários, bem como trazer as partes envolvidas para participar e contribuir com a aplicação da EV. Essa ampla participação é importante para se terem mapeados todos os pontos de vistas existentes, expectativas e metas a serem alcançadas. Esse caráter multidisciplinar enriquece o estudo e amplia as chances de sucesso uma vez que considera o maior número de variáveis possíveis, envolve e integra a equipe do estudo.

O estudo traz diferenciais para o setor como a abordagem de *design to a cost*, e acompanha as tendências atuais e a necessidade de se antecipar questões de custos desde as fases iniciais do projeto (LANGSTON, 2002; BALLARD, 2006; ROBERT; GRANJA, 2006; JACOMIT; GRANJA, 2008; BALLARD; RYBKOWSKI, 2009; JACOMIT; GRANJA, 2010; CAMARGO *et.al.*, 2010; JACOMIT, 2010). É conhecimento consolidado que, o quanto antes são incorporados aspectos de custos nas fases de concepção e projeto, maiores são os potenciais de redução de desperdícios, de custos, e da obtenção de soluções de projetos mais eficientes (COOPER; SLAGMULDER, 1995; DELL'ISOLA, 1997). Essa postura inclusive reflete positivamente nas fases de execução e operação, posteriores ao projeto, pois trabalham o desenvolvimento do produto de uma forma mais ampla, funcional e detalhada, antecipando

possíveis problemas e minimizando o número de modificações necessárias geradas por projetos pouco consistentes ou com falhas de compatibilização.

Outro diferencial a ser destacado, se não o mais importante, é a incorporação dos atributos de valor, que são questões subjetivas, na análise técnica do produto como orientador para modificar e aprimorar o projeto. Essa comunhão de valor na análise e desenvolvimento técnico do produto com suas respectivas funções potencializam o sucesso e satisfação a serem obtidos com o produto final para todas as partes envolvidas.

Para a evolução do estudo e sua aplicação em situações futuras, existem pontos que podem ser agregados como, por exemplo, seria interessante participar de um projeto novo em que esteja no estágio inicial do ciclo de desenvolvimento do produto. Dessa forma seria possível participar do ciclo completo, aplicar a sequência de EV proposta, realizar reuniões multidisciplinares com representantes diversos para agregar ainda mais ideias, gerar alternativas e, inclusive, fazer a avaliação final, após a entrega da edificação e de sua ocupação com o objetivo de averiguar o nível de satisfação dos clientes e das empresas envolvidas no empreendimento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, R. C. L.. **Análise de Valor – Um caminho criativo para a otimização dos custos e do uso dos recursos.** Qualitymark. Rio de Janeiro, 1996.

BALLARD, G.; KOSKELA, L.; HOWELL, G.; ZABELLE, T.. **Production System Design in Construction.** ©Lean Construction Institute, 2001.

BALLARD, G. (2006). **Rethinking Project Definition in terms of Target Costing.** Proceedings of International Group for Lean Construction IGLC-14. Santiago, Chile. Julho 2006.

BALLARD, G.; RYBKOWSKI, Z.. **Overcoming the Hurdle of first cost: Action Research in Target Costing.** Construction Research Congress. 2009.

BECKER, A. C.; PANDOLFO, A.; GUIMARÃES, J; PANDOLFO, L.; REINEHR, R; ROJAS, J. W. J.; SALLES, M.. **Metodologia para elaboração de projetos com uso da EV e QFD: aplicação ao empreendimento CETEC-UPF.** Estudos Tecnológicos- Vol. 4, nº 3: 231-250, setembro/dezembro 2008. Rio Grande do Sul.

Caderno de Tipologias da Companhia de desenvolvimento habitacional e urbano do estado de São Paulo. Reimpressão de fevereiro/1997.

Caderno orçamentário do Conjunto Habitacional Campinas – E13 (SUL “A”). Programa: E.G. – Código 20.05.05.E.13.0.PB. Outubro/1999.

C & C. Acesso ao site www.cec.com.br em novembro e dezembro de 2010.

CAMARGO D., JACOMIT, A. M., RUIZ, J. A., GRANJA, A. D.. **Custeio-meta no produto imobiliário.** Revista Construção e Mercado, nº 107. Junho/2010.

COLLIS, J.; HUSSEY, R.. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação.** São Paulo: Bookman, 2005, 350p.

COOPER, R.; SLAGMULDER, R.; **Target Costing and Value Engineering.** Productivity. Institution of Management Accountants. IMA – Foundation for Applied Research. Portland OR, 1997.

CSILLAG, J.M. **Análise do Valor.** 4ª Edição ampliada e atualizada com novas tendências gerenciais. Atlas. São Paulo - SP, 1995.

DELL’ISOLA, A.P.E.. **Value Engineering: Practical Applications for Design, Construction, Maintenance & Operations.** RS Means. Kingstone MA, 1997.

FABRICIO, M., M., MELHADO, S. B.. **Gestão integrada do desenvolvimento de produto na construção de edifícios.** III SIBRAGEC. São Carlos. Setembro/2003.

GRANJA, A. D.. **Definição e Preparação de Dissertação e Teses: Diretrizes Gerais.** 2008.

GRANJA, A. D., KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; PINA, S. A. M. G.; FONTANINI, P. S. P.; BARROS, L. D. F.; PAOLI, D. D.; JACOMIT, A. M.; MAÇANS, R. M. R.. **A natureza do valor desejado na habitação social**. Revista Ambiente Construído, v.9, n.2, p. 87-103. Abr/Jun/2009.

GROUT, L.,; WANG, D.. **Architectural Research Methods**. 389p. John Wiley and Sons. 2002.

GUIA DA CONSTRUÇÃO. Revista nº 112, Ano 63. Editora PINI. Nov/2010.

JACOMIT, A. M.; GRANJA, A. D.. **Diagnóstico de Pesquisas sobre Custeio-meta na Construção Civil: Lacunas de Conhecimentos e Oportunidades de Pesquisa**. XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 2008. Outubro/2008. Fortaleza - CE.

JACOMIT, A. M.; GRANJA, A. D.. **Análise crítica da aplicação do custeio-meta no desenvolvimento de empreendimentos de habitação de interesse social**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 143-162, jan./mar. 2010.

JACOMIT, A. M.. **Modelo para incorporação do custeio-meta ao processo de desenvolvimento de produtos em edificações**. Tese de Mestrado desenvolvido na Faculdade de Engenharia Civil, arquitetura e Urbanismo da UNICAMP. Defendido e aprovado em agosto de 2010.

KAUFMAN, J.J.; SAVE International conference. http://www.value-eng.org/pdf_docs/monographs/FAbasics.pdf. Acesso em: 14/11/2009.

KELLY, J.; MALE, S.; GRAHAM, D.. **Value management of Construction Projects**. Blackwell Science. Maldem, MA, USA. 2004.

KERN, A. P.. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Junho/2005.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; CELANI, M. G. C.; MOREIRA, D. C.; PINA, S. A. M. G.; RUSCHEL, R. C.; SILVA, V. G.; LABAKI, L. C.; PETRECHE, J. R. D.. **Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.6, n. 2, p. 07-19, abr/jun 2006.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; LABAKI, L. C.; PINA, S. A. M.; SILVA, V. G.; MOREIRA, D. C.; RUSCHEL, R. C.; BERTOLI, S. R.; FÁVERO, E. F.; FILHO, L. L. F.. **Análise de parâmetros de implantação de conjuntos habitacionais de interesse social: ênfase nos aspectos de sustentabilidade ambiental e da qualidade de vida**. Capítulo 5. Coletânea Habitare - vol. 7 - Construção e Meio Ambiente. 2006.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; GRANJA, A. D. **The concept of desired value as a stimulus for change in social housing in Brazil**. Submetido na revista Habitat International, Pergamon Press, UK, nov/2010.

LANGSTON, C.. **Desing and Construction: Building in Value**. Edited by Rick Best and Gerard de Valence. Butterworth – Heinemann. 2002.

L&M Construction Management Inc. LMCMI.
http://www.lmcmi.com/images/value_engineering.jpg. Acesso em: 21/02/2010

LIN, G.; SHEN, Q.. **Measuring Performance of Value Management Studies in Construction: Critical Review**. Journal of Management in Engineering, ASCE. Janeiro 2007.

MALE, S; KELLY, J.. **The economic management of construction projects: An evolving methodology**. Habitat International. Volume 14, Issues 2-3, Pages 73-81. Special Issue UK-Japan Seminar on Construction Industry Research. 1990.

MAO, X.; ZHANG, X.; ABOURIZK, S.. **Enhancing Value Engineering Process by Incorporating Inventive Problem-Solving Techniques**. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE. Maio 2009.

MIRON, L. I. G.; ECHEVESTE, M. E.; FORMOSO, C. T.. **Avaliação da satisfação e retenção como mecanismo para a gestão de requisitos do cliente**. XII ENTAC, Fortaleza-CE. De 07 a 10 de outubro de 2008.

MORAES, A. G.; PANDOLFO, A.; ROJAS, J. W. J.; SALLES, M.; PANDOLFO, L.; GUIMARÃES, J; REINEHR, R.. **Avaliação e Comparação de obras de habitação de interesse social auxiliado por ferramenta computacional**. Estudos Tecnológicos- Vol. 4, nº 2: 105-123, maio/agosto 2008. Rio Grande do Sul.

MILES, L. D.. **Techniques of Value Analysis and Engineering**. Eleanor Miles Walker, 3rd edition, 1989.

MONROE, K. B.. Pricing: **Making Profitable Decisions**. New York: McGraw-Hill, 1990. 502p.

NBR 15575-1:2010 **Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 9050:2004 **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 30/06/2004.

PERRY, C.. **Processes of a case study methodology for postgraduated research in marketing. University os Southern Queensland, Toowoomba, Australia**. European Journal of Marketing. Pg. 785-802. Vol. 32 n.9/10. 1998.

PICCHI, F. A.. **Oportunidades de aplicação do Lean Thinking na construção**. Ambiente construído, revista da ANTAC, jan/mar de 2003, Porto Alegre – RS.

PREISER, W. F. E.. OSTROFF, E.. **The Universal Design Handbook**. 2001. McGraw-Hill.

ROBERT, G. R.; GRANJA A.D.. **Target and Kaizen Costing Implementation in Construction**. Proceedings of International Group for Lean Construction IGLC-14. Santiago, Chile. Julho 2006.

ROZENFELD, H.; AMARAL, D. C., TOLEDO, J. C., CARVALHO, J.. **O processo de desenvolvimento de produtos**. Fábrica do Futuro. Capítulo 6. v.13, n.2, 2003.

RUIZ, J. A.; GRANJA, A. D.. **Engenharia de Valor na Construção Civil – Estudo das Técnicas de Análise de Função e Diagrama FAST**. VI SIBRAGEC. João Pessoa – PB. Outubro/2009.

RUIZ, J. A.; JACOMIT, A. M.; GRANJA, A. D.; PICCHI, F., P.. **Valor agregado ao produto sob a perspectiva do cliente: Desdobramento da função da qualidade e Diagrama FAST**. Entac 2010. 2010. XIII ENTAC. Canela- RS. Outubro/2010.

SASSAKI, R. Revista do Terceiro Setor, 04 de junho de 2004. Disponível em <http://arruda.rits.org.br>. Acesso em janeiro/2005. *Apud* BERNARDI, N.. **A aplicação do conceito do Desenho Universal no ensino da Arquitetura: o uso do mapa tátil como leitura de projeto**. Tese de Doutorado. 2007. UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, FEC – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

SAVE. Save International. <http://www.value-eng.org/>. Acesso em : 22/11/2009.

SAVE. Save International. **Monograph: Function: Definition and Analysis**. Outubro/1998.

SHEN, Q.; LIU, G.. **Critical Success Factors for Value Management Studies in Construction**. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE. Setembro/Outubro 2003.

SILVA, S., L.; ROZENFELD, H. **Modelo de avaliação da gestão de conhecimento no processo de desenvolvimento do produto: aplicação em um estudo de caso**. Revista Produção v.13, n.2, 2003.

SINDUSCON-PR. <http://www.sinduscon-pr.com.br>. Acesso em dezembro/2010.

SMITH, R. P., MORROW, J. A.. **Product development process modeling**. Design Studies. Volume 20, Issue 3, Pages 237-261. May/1999

SPAULDING, W.M.; BRIDGE, A.; SKITMORE, M.. **The use of function analysis as basis of value, management in the Australian construction industry**. Construction Management and Economics. Australia, 01/09/2005.

SPENCER, N. C.; WINCH, G. M.. **How buildings add Value for Clients**. Reston, USA: Thomas Telford, 2002. 61p.

THOMSON, D., S.; AUSTIN, S., A.; MILLS, G., R.; WRIGHT, H., D.. **Addressing the Subjective View of Value Delivery**. © RICS Foundation, University of Wolverhampton and the contributors. 2003.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product Design and Development**. 2. ed., McGraw-Hill, 289 p., 2000.

WOODRUFF, R. B.. Customer Value: **The Next Source for Competitive Advantage**. Journal of Academy of Marketing Science, v. 25, n. 2, p. 139-153. Spring 1997.

YIN, R. K.. **Estudo de Caso Planejamento e Métodos**. 2005. Bookman. 3ª ed. 212p.

YOKOTA, A. A.; LEITE, F. C. M.; GIGLIO, T.; HIROTA, E.H.. **Abordagem da Engenharia de Valor como estratégia de redução de custos em projetos habitacionais de interesse social**. 2010. XIII ENTAC. Canela- RS. Outubro/2010.