



## ABORDAGEM DA ENGENHARIA DE VALOR COMO ESTRATÉGIA DE REDUÇÃO DE CUSTOS EM PROJETOS HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL

**Alessandra Akemi Yokota (1); Francisco C. M. Leite (2); Thalita Giglio (3); Ercilia H. Hirota (4)**

- (1) Curso de Arquitetura e Urbanismo – Centro de Tecnologia e Urbanismo – Universidade Estadual de Londrina, Brasil – e-mail: [alessandra\\_yokota@hotmail.com](mailto:alessandra_yokota@hotmail.com)
- (2) Departamento de Construção Civil – Centro de Tecnologia e Urbanismo – Universidade Estadual de Londrina, Brasil – e-mail: [morato@uel.br](mailto:morato@uel.br)
- (3) Departamento de Construção Civil – Centro de Tecnologia e Urbanismo – Universidade Estadual de Londrina, Brasil – e-mail: [thalitagiglio@hotmail.com](mailto:thalitagiglio@hotmail.com)
- (4) Departamento de Construção Civil – Centro de Tecnologia e Urbanismo – Universidade Estadual de Londrina, Brasil – e-mail: [ercilia@uel.br](mailto:ercilia@uel.br)

### RESUMO

Neste artigo apresenta-se os resultados de um estudo, cujo objetivo foi desenvolver uma ferramenta que pudesse auxiliar, durante a etapa de desenvolvimento de projeto, na redução do custo de construção e agregar valor percebido pelos usuários ao produto, utilizando como base a engenharia de valor e conceitos do *Target Costing*.

*Target Costing* ou Custo Meta visa estabelecer previamente o custo meta para um produto, a partir de análises relacionadas ao mercado, produto, custo, qualidade e lucratividade. A inserção do custo meta engloba todas as etapas de processo existentes na construção civil, no sentido de envolver a todos os agentes relacionados com as etapas construtivas, para o domínio global do custo. O estudo desenvolvido teve como objetivo demonstrar a aplicação prática dos conceitos de engenharia de valor no desenvolvimento de um empreendimento habitacional voltado para a população de baixa renda no Brasil, visando a redução do custo e o aumento do valor agregado, de acordo com as necessidades dos usuários. Para o transporte do método teórico para a engenharia de valor foram adotados os resultados de uma avaliação quanto à percepção do valor dos usuários desenvolvida por pesquisadores da Unicamp, bem como os projetos executivos, memoriais e as planilhas orçamentárias para a compreensão da estruturação de custo de construção a fim de avaliar as relações entre os subsistemas construtivos e a aplicabilidade do *Target Costing* em Habitação de Interesse Social (HIS). O estudo apresentado neste artigo faz parte de um projeto de pesquisa, desenvolvido por uma rede de pesquisa financiada pelo Programa HABITARE/FINEP, da qual fazem parte da UEL, Unicamp, USP, UFSC, UFRGS, IPT, UFPel (Rede 1). O resultado obtido é a proposta de um método de análise de custos para relacionar o impacto de decisões de projeto no custo total de construção da edificação, visando uma adequação orçamentária, atendendo aos requisitos do cliente.

Palavras-chave: Engenharia de valor, *Target Costing*, construção civil.

## **1 INTRODUÇÃO**

De acordo com o último levantamento oficial sobre o déficit habitacional brasileiro, são necessárias cerca de 6,2 milhões de novas habitações para atender à necessidade de moradias dignas e em condições adequadas de habitabilidade (Brasil, 2009). Este problema, recorrente ano após ano, tem sido enfrentado por diferentes governos, com programas de subsídios e de indução para o setor produtivo. Uma característica comum a essa série de programas é a insuficiência de recursos disponíveis para atender à demanda identificada. Esse fato acaba ocasionando, com freqüência, a produção de habitações que não atendem às necessidades dos usuários, quer seja pela qualidade da edificação, quer pelas características físicas do empreendimento. Por outro lado, essa incompatibilidade entre recursos disponíveis e demanda representa, também, um desafio para o setor técnico-científico no sentido de buscar soluções mais eficazes para o provimento de habitações destinadas à camada mais carente da população brasileira.

Miron (2008) observa que, embora a academia tenha produzido importantes estudos relacionados à habitação de interesse social, ainda existem lacunas importantes. Nesse sentido a autora destaca a abordagem dessa categoria de habitação sob a ótica do processo de geração de valor, usualmente adotada na indústria de manufatura, como uma oportunidade de desenvolvimento de projetos de habitação de baixo custo, mas que atendam às necessidades desses clientes, com maior valor agregado. Este artigo apresenta resultados de um estudo desenvolvido com esse enfoque. A partir dos conceitos do Target Costing, e dos resultados de avaliação de satisfação de clientes de empreendimentos destinados à baixa renda, o objetivo deste estudo foi desenvolver um ferramental de aplicação prática dos conceitos de Engenharia de Valor no desenvolvimento de um empreendimento habitacional voltado para a população de baixa renda no Brasil, visando a redução do custo de construção por substituição de materiais e componentes construtivos e o aumento do valor agregado, de acordo com as necessidades dos usuários.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo deste artigo é demonstrar a aplicação prática dos conceitos de Engenharia de Valor (EV) no desenvolvimento de um empreendimento habitacional voltado para a população de baixa renda no Brasil, visando a redução do custo e o aumento do valor agregado de acordo com as necessidades dos usuários.

## **3 MÉTODO**

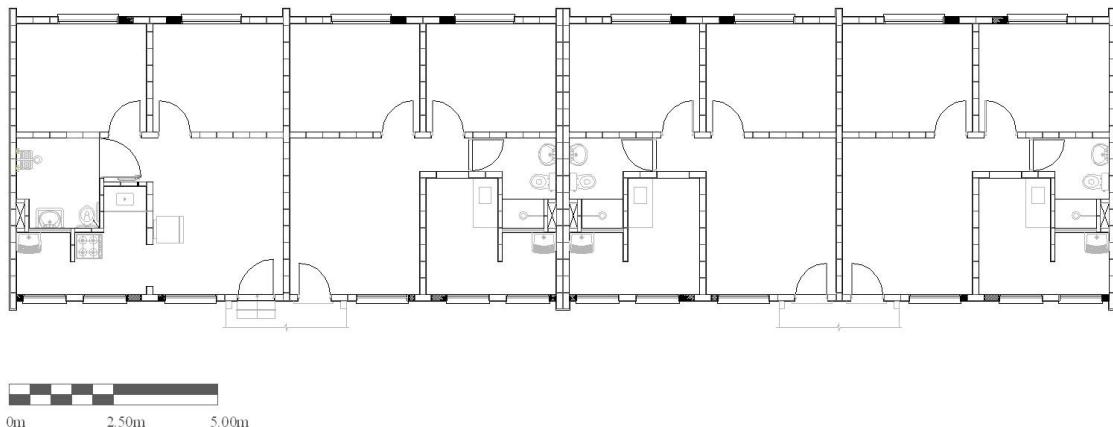
### **3.1 Proposta de instrumentos baseados em Engenharia de Valor**

Para atingir o objetivo proposto foi desenvolvido um estudo de caso em um empreendimento habitacional de interesse social (EHIS) projetado e executado por meio de licitação pública no ano de 1999 pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU-SP), na cidade de Campinas/SP.

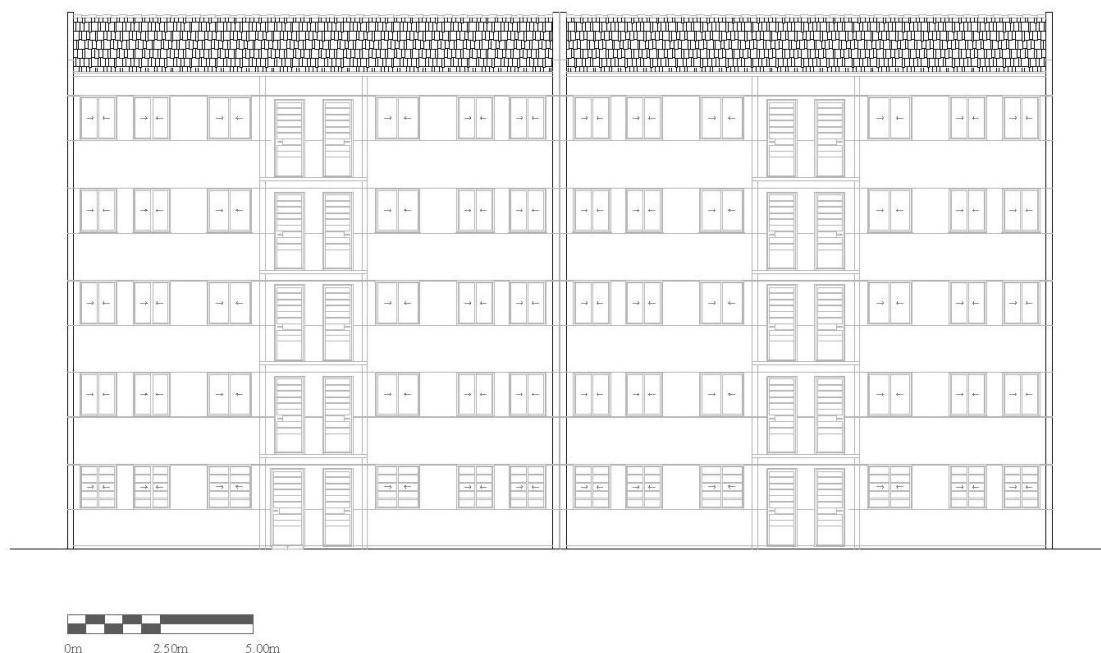
O EHIS compõe-se, em síntese, pela repetição da implantação de uma edificação-padrão contendo cinco pavimentos (pavimento térreo e mais quatro pavimentos superiores) e dez apartamentos (dois apartamentos por pavimento), encerrando uma área construída total de 450,10 m<sup>2</sup>. Cada apartamento possui uma sala, cozinha, banheiro, área de serviço e dois dormitórios, com área construída útil de 39,13 m<sup>2</sup>. A Figura 1 mostra, em planta, o pavimento-tipo e a Figura 2, a fachada principal.

O sistema construtivo adotado na execução da edificação-padrão caracteriza-se pela alvenaria estrutural com blocos de concreto e lajes pré-moldadas de concreto armado. Os principais materiais empregados na execução são o revestimento argamassado de paredes e tetos, piso e rodapé cerâmico, cobertura composta por estrutura de madeira e telhamento com telhas cerâmicas, esquadrias metálicas (aço) e folhas de porta de madeira, pintura PVA sobre paredes em face interna e acrílico nas fachadas, com esmalte sintético sobre esquadrias. As instalações elétricas são embutidas em paredes e lajes e, as

hidráulicas embutidas em paredes ou em shafts. A edificação está servida por rede interna de água fria e coleta e transporte de esgoto sanitário, sendo que os aparelhos sanitários empregados no banheiro são as louças brancas, tanque de louça na área de serviço e pia com tampo de granilite com cuba de inox na cozinha.



**Figura 1 – Planta do Pavimento tipo da edificação**



**Figura 2 – Fachada principal da edificação**

A escolha por este empreendimento deveu-se à disponibilidade da documentação técnica da obra, sendo ela composta pelos projetos executivos, memorial descritivo e planilhas orçamentárias. Tais documentos foram fornecidos pela CDHU-SP de Campinas/SP. Além disso, este empreendimento foi também analisado pela equipe de pesquisadores da UNICAMP, em um estudo sobre a percepção de valor desejado pela população de baixa renda usuárias da edificação. Tais estudos envolveram o levantamento dos elementos que mais são valorizados pelo usuário final em relação à sua moradia. Para ranquear os elementos de valor explicitados pelos usuários, foi determinado, pelos pesquisadores, o Índice Geral de Importância (IGI) destinado a aferir a importância dos itens relacionados à

edificação em questão, ordenado por categorias, visando estabelecer uma relação de frequencia de itens mais citados, na visão dos respondentes. (GRANJA *et al.*, 2009).

Os resultados desses estudos possibilitaram identificar um elemento valorizado pelos usuários para desenvolver e testar um ferramental para aplicação simplificada da EV em EHIS. O ferramental foi criado com base em uma planilha eletrônica, considerando-se a estrutura da nova Norma brasileira de Desempenho de Edificações – ABNT NBR 15575-1:2008 – para classificação dos elementos de custos por função. A partir dessa planilha foram consideradas alternativas de solução arquitetônica para o elemento construtivo visando maior agregação de valor com redução do custo final da edificação.

### 3.2 Atualização de Preços da Planilha Orçamentária

Inicialmente, os custos dos serviços de construção empregados foram aqueles levantados e utilizados na época da licitação do empreendimento pela CDHU-SP, correspondentes ao mês de outubro de 1999. Estes dados foram atualizados monetariamente para o mês de fevereiro de 2009 utilizando-se o índice INCC<sup>1</sup> publicado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas. Devido à facilidade em se empregar um índice de correção do setor confiável, descartou-se, a priori, a coleta ou pesquisa de preços no mercado para a atualização dos custos dos serviços.

Para a atualização dos custos dos serviços da construção empregou-se o INCC referente a fevereiro de 2009, equivalente a 410,26. Para o mês de outubro de 1999, o índice correspondeu a 178,57; gerando, portanto, um índice de correção monetária no período de 2,297. A Tabela 1 apresenta o custo atualizado monetariamente no período, tendo o custo final da edificação-padrão em estudo totalizado em R\$ 509.757,03.

**Tabela 1** - Custos dos serviços agrupados e atualizados para a edificação-padrão (fev/2009)

ITEM	SERVIÇO	CUSTO ATUALIZADO (R\$)
1	PREPARAÇÃO DO CANTEIRO (instalação do canteiro e locação)	5.792,16
2	INFRA-ESTRUTURA (estacas, baldrames e vigas de transição)	54.577,47
3	SUPERESTRUTURA (alvenaria estrutura)	92.264,21
4	LAJES	75.728,22
5	ALVENARIA DE VEDAÇÃO INTERNA	9.422,58
6	COBERTURA (estrutura principal, trama, entelhamento e rufos)	14.378,29
7	REVESTIMENTO INTERNO	40.429,78
8	REVESTIMENTO EXTERNO	21.205,89
9	PISO INTERNO	10.666,19
10	PISO EXTERNO	2.710,43
11	IMPERMEABILIZANTE	4.161,37
12	ESQUADRIAS METÁLICAS (janela, porta e batente)	31.895,55
13	ESQUADRIAS DE MADEIRA E FERRAGENS	6.892,96
14	VIDROS	11.311,58
15	PINTURA	37.753,46
16	COMPLEMENTOS (soleira, peitoril, placa de apoio do tanque)	9.099,68
17	APARELHOS E METAIS SANITÁRIOS	18.234,15
18	INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA	5.262,28
19	INSTALAÇÕES DE ESGOTO	10.317,94
20	INSTALAÇÕES DE GÁS	2.353,31
21	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS	45.299,55
	<b>TOTAL</b>	<b>509.757,03</b>

### 3.3 Decomposição da Edificação-padrão em Subsistemas Funcionais

Para efeito da análise de funções na aplicação da Engenharia de Valor, a edificação-padrão foi desmembrada em cinco subsistemas construtivos, seguindo a mesma representação das partes que compõem a edificação habitacional estabelecida na nova Norma brasileira de desempenho de

<sup>1</sup> INCC é o índice nacional de custo da construção referente à coluna 6, de acordo com a metodologia e os levantamentos realizados pela Fundação Getúlio Vargas – FGV.

<sup>3</sup> Instituição que publica os principais indicadores econômicos do Brasil.

edificações habitacionais ABNT NBR 15575-1:2008. Os cinco subsistemas construtivos adotados foram: (a) estrutura, (b) vedações internas e externas, (c) pisos internos, (d) cobertura e (e) instalações prediais.

A identificação da edificação-padrão nesses cinco subsistemas construtivos prendeu-se ao fato de esta estabelecer os requisitos e critérios de desempenho funcionais aos mesmos, buscando atender às necessidades mínimas dos usuários ao longo da vida útil da edificação; facilitando, portanto, a definição de estratégias e a análise de resultados na aplicação da Engenharia de Valor.

Desta forma, os custos de construção apresentados na Tabela 1 foram distribuídos de acordo com os cinco subsistemas construtivos funcionais adotados. Porém, considerando as diversas interações ou interferências entre as funções dos subsistemas construtivos para o caso em tela, os seguintes critérios foram adotados:

- o custo de construção relativo ao subsistema estrutura foi calculado como sendo o somatório do custo da infra-estrutura, 50% da superestrutura e 50% das lajes intermediárias (descontada a última laje) da edificação-padrão. O custo da superestrutura foi dividido, pois cumpre tanto a função estrutural quanto de vedação na alvenaria estrutural. O custo das lajes intermediárias também foi dividido, pois desempenham tanto a função estrutural quanto piso interno;
- o custo do subsistema vedações verticais internas e externas correspondeu ao somatório de 50% do custo da superestrutura e o custo total dos revestimentos, das esquadrias, dos vidros, da pintura e dos complementos;
- o custo do subsistema cobertura equivaleu ao custo deste mesmo item mais o custo de construção da última laje, entendendo-se esta como sendo o forro do último pavimento;
- quanto aos pisos internos, a totalização correspondeu ao custo dos pisos, soleiras, rodapés e impermeabilizantes e, ainda, 50% restante do custo das lajes intermediárias (descontada a última laje);
- o custo do subsistema instalações prediais equivaleu à soma do custo dos aparelhos e metais sanitários e as instalações de água fria, esgoto sanitário, gás, elétricas e telefônicas;
- o custo da preparação do canteiro de obras foi diluído proporcionalmente entre os cinco subsistemas funcionais adotados no presente estudo.

O resultado da distribuição do custo de construção nos cinco subsistemas construtivos funcionais está apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2 - Subsistema funcional e participação no custo final da edificação**

ITEM	SUBSISTEMA FUNCIONAL	CUSTO	PARTICIPAÇÃO
1	ESTRUTURA	R\$ 106.501,73	21%
2	VEDAÇÕES VERTICais INTERNAS E EXTERNAS	R\$ 209.205,27	41%
3	PISOS INTERNOS	R\$ 83.058,87	16%
4	COBERTURAS	R\$ 29.523,93	6%
5	INSTALAÇÕES PREDIAIS	R\$ 81.467,22	16%
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 509.757,03</b>	<b>100%</b>

Da análise dos resultados da distribuição de custo por subsistemas funcionais da edificação-padrão destacam-se as vedações verticais internas e externas com maior participação, representado por 41% dos mesmos. Portanto, tomar como estratégia na fase de concepção da edificação a substituição de materiais, componentes e/ou elementos de construção que compõem este subsistema construtivo geraria maior impacto no custo final do que outros subsistemas construtivos que compõem a edificação em objeto.

### 3.4 Introdução de um Elemento de Valor versus Custo Final

A fim de considerar a percepção de valor do usuário, no presente estudo foram empregados os resultados obtidos por Granja *et al.* (2009) quanto à EHIS construídos pelo CDHU-SP nas cidades de Campinas/SP e Valinhos/SP. Foram aferidos e classificados o grau de importância atribuído a cada elemento de valor de um modelo estabelecido previamente e explicitado na variável criada denominada Índice Geral de Importância (IGI), como apresentado nos resultados da Tabela 3.

**Tabela 3 -** Índice Geral de Importância (IGI) por elemento de valor para o EHIS da CDHU-SP, para a cidade de Campinas e Valinhos/SP

ITEM	ELEMENTOS DE VALOR	IGI (%)
1	Segurança	16,5%
2	Natureza	10,5%
3	Condomínio, água, luz e gás	9,6%
4	Acústica	8,4%
5	Qualidade	6,2%
6	Mais cômodos	6,1%
7	Prestações, financiamentos e aluguel	5,4%
8	Novos espaços	4,4%
9	Apartamento com área maior	4,0%
10	Oportunidade de negócios	3,9%
11	Privacidade	3,2%
12	Tamanho dos cômodos	3,0%
13	Edifícios com aparência de casas	2,8%
14	O lugar	2,5%
15	Conjuntos menores	2,1%
16	Iluminação	1,7%
17	Consertos, reparos e reformas	1,6%
18	Aparência do condomínio	1,4%
19	Transportes	1,3%
20	Tamanho e localização das portas e janelas	1,2%
21	Local para guardar o carro	1,1%
22	Áreas comuns	0,8%
23	Temperatura	0,8%
24	Edifícios com aparências variadas	0,7%
25	Elementos decorativos	0,6%
26	Disposição dos cômodos	0,3%

Dentre os elementos de valor percebidos pelos usuários das edificações, alguns são de natureza subjetiva, isto é, que não permitem ser facilmente quantificados. Por este motivo, adotou-se a classificação dos elementos de valor em “físicos” e “não-físicos”, sendo que os “físicos” podem ser melhorados por meio de intervenções físicas e os custos destas apropriados e transportados para as planilhas de orçamento de acordo com a sua relação e enquadramento dentro de alguma etapa de obra, ao contrário dos “não-físicos”.

A fim de se correlacionar os elementos de valor indicados pelos usuários das edificações e os subsistemas funcionais adotados neste estudo, visando propiciar a aplicação simplificada da EV, elaborou-se a Tabela 4.

Nesta tabela estão apresentados, em colunas, os subsistemas funcionais e a possibilidade de intervenção física no mesmo visando atingir a percepção de valor desejado. Assim, quando há possibilidade de intervenção física por substituição de materiais, componentes e/ou elementos de construção, foi atribuído o valor igual a 1 e, quando nulo, zero. Os valores resultantes no final de cada

coluna representam a somatória do produto do IGI e a possibilidade de intervenção para cada elemento de valor.

**Tabela 4 - Participação dos subsistemas funcionais no atendimento ao Índice Geral de Importância**

ITEM	ELEMENTOS DE VALOR	IGI (%)	INTERVENÇÃO		SUBSISTEMAS FUNCIONAIS (NBR 15575:2008)			
			FÍSICA	NÃO-FÍSICA	ESTRUTURA	VEDAÇÕES	COBERTURA	PISOS INT.
1	Segurança	16,5%	1	0	1	1	0	0
2	Natureza	10,5%	0	1	0	0	0	0
3	Condomínio, água, luz e gás	9,6%	1	0	0	0	0	1
4	Acústica	8,4%	1	0	0	1	0	0
5	Qualidade	6,2%	1	0	0	1	0	1
6	Mais cômodos	6,1%	1	0	1	1	1	1
7	Prestações, financiamentos e aluguel	5,4%	0	1	0	0	0	0
8	Novos espaços	4,4%	0	1	0	0	0	0
9	Apartamento com área maior	4,0%	1	0	1	1	1	1
10	Oportunidade de negócios	3,9%	0	1	0	0	0	0
11	Privacidade	3,2%	0	1	0	0	0	0
12	Tamanho dos cômodos	3,0%	1	0	1	1	1	1
13	Elevados com aparência de casas	2,8%	1	0	0	1	0	0
14	O lugar	2,5%	0	1	0	0	0	0
15	Conjuntos menores	2,1%	0	1	0	0	0	0
16	Iluminação	1,7%	1	0	0	1	0	0
17	Consertos, reparos e reformas	1,6%	1	0	1	1	1	1
18	Aparência do condomínio	1,4%	1	0	1	1	0	0
19	Transportes	1,3%	0	1	0	0	0	0
20	Tamanho e localização das portas e janelas	1,2%	1	0	0	1	0	0
21	Local para guardar o carro	1,1%	1	0	0	0	0	0
22	Áreas comuns	0,8%	1	0	0	0	0	0
23	Temperatura	0,8%	1	0	0	1	1	0
24	Elevados com aparências variadas	0,7%	1	0	1	1	0	0
25	Elementos decorativos	0,6%	1	0	0	1	0	0
26	Disposição dos cômodos	0,3%	1	0	1	1	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>100,0%</b>	<b>66,8%</b>	<b>33,3%</b>	<b>33,6%</b>	<b>55,3%</b>	<b>15,5%</b>	<b>30,1%</b>
								<b>47,0%</b>

Os subsistemas vedações e instalações prediais destacam-se como aqueles em que as intervenções físicas podem ser implementadas e que podem agregar maior valor percebido pelo usuário à edificação. Ou seja, a substituição de materiais ou componentes de construção, por exemplo, nas vedações, podem atender em até 55,3% do IGI. Portanto, cruzando ainda as informações obtidas nas Tabelas 2 e 4, pode-se afirmar que as substituições, na fase do projeto, nas vedações verticais internas e externas que compõem a edificação-padrão no presente estudo propiciam alterações significativas no custo final, possibilitando, ainda, entregar maior valor aos usuários destas edificações habitacionais.

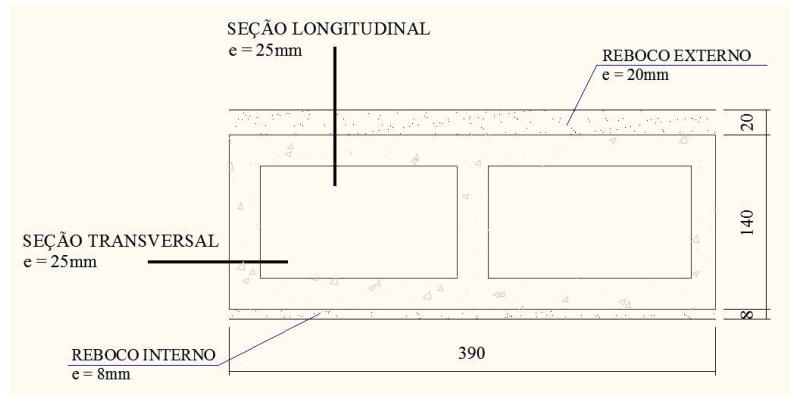
Assim, para testar a aplicação de modo simplificado da Engenharia de Valor no estudo em tela, dentre os vários elementos de valor apontados pelos moradores, optou-se por abordar no presente estudo o elemento “temperatura no interior do apartamento” pertencente à categoria qualidade do ambiente interno, ligado ao campo de estudo de conforto térmico.

Desta forma, utilizando-se desta área de estudo para exemplificar o emprego prático da ferramenta proposta neste estudo, pode-se trabalhar a questão do valor agregado em projetos de habitação de interesse social no sentido de melhorar o desempenho térmico das unidades habitacionais e, consequentemente, obter conforto térmico dos usuários ao longo da vida útil do edifício. Entretanto, o foco foi agregar conforto térmico sem que, com isso, acarretasse no aumento do custo total da edificação.

### 3.5 Aplicação do quesito Massa Térmica

Para o Brasil, sabe-se que uma das recomendações de projeto de maior predominância ao longo do ano é o uso da massa térmica tanto para o aquecimento como para o resfriamento da edificação. A massa ou inércia térmica pode ser definida como a característica de um componente do edifício de armazenar calor, transmitindo-o com algum tempo de atraso (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2005). Desta forma incrementa-se a densidade dos materiais a fim de se diminuir a amplitude da temperatura interior em relação à exterior e evitar assim, picos de temperatura.

Uma das formas de se promover o incremento da massa térmica no presente estudo é aumentando a massa das paredes externas na edificação. Atualmente, elas são compostas por alvenaria estrutural com blocos de concreto de largura igual a 14 cm (M-15). Tanto a espessura longitudinal quanto a transversal do bloco de concreto empregado era de 2,5 cm, como mostra a Figura 3. Externamente, o revestimento das paredes é formado por uma camada de reboco (massa única) de 2,0 cm de espessura e internamente com 0,8 cm.



**Figura 3 – Dimensões (em mm) do bloco de concreto e dos revestimentos da parede externa da edificação em análise**

Analizando alternativas para aumentar a massa térmica do sistema construtivo de forma a não aumentar o custo final do produto, chegou-se a seguinte proposta:

- aumentar a espessura da parede longitudinal e transversal do bloco de concreto mantendo-se, entretanto, a largura final da parede  $e$ ;
- eliminar a camada de reboco externo tendo em vista que o aumento da espessura do bloco aliada a aplicação de tinta acrílica não comprometerá a permeabilidade exigida da parede.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Modificações propostas para a vedação

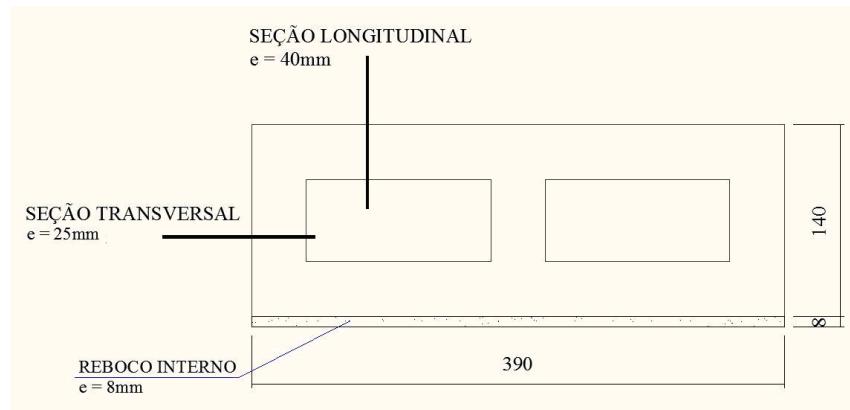
A avaliação do desempenho térmico foi simulada com emprego do software COMFIE<sup>2</sup>, considerando a resposta térmica global da edificação e variando-se apenas o fechamento exterior, primeiramente com os blocos de concreto com paredes longitudinais de 2,5 cm e reboco externo  $e$ , posteriormente, substituindo os blocos com paredes longitudinais de 4 cm e sem reboco externo, como mostra a Figura 4.

Os dados de temperatura gerados de hora em hora para um ano inteiro foram quantificados segundo a zona de conforto de Givoni (1992), o qual estabelece, para países em desenvolvimento, uma zona de conforto em que a maioria das pessoas sente-se confortável termicamente. Esta zona compreende temperaturas entre 18°C e 29°C. Assim, foram quantificadas as temperaturas abaixo de 18°C (desconforto pelo frio) e acima de 29°C (desconforto pelo calor), e fez-se uma análise para identificação se a proposta de acréscimo da espessura das paredes do bloco de concreto e de retirada do reboco externo iria acarretar em acréscimo de horas de conforto.

A substituição do bloco de concreto atualmente adotado para o bloco de concreto proposto com 4 cm de espessura da parede longitudinal acarretou um aumento de horas de conforto térmico, segundo a simulação térmica realizada. Este aumento corresponde a 54 horas de conforto no protótipo simulado com o bloco proposto e sem o emprego do reboco externo. Considerando uma análise anual, sabe-se que houve apenas um pequeno incremento do desempenho térmico na edificação que corresponde a

<sup>2</sup> Ferramenta francesa de simulação anual do desempenho térmico de edificações.

pouco mais de dois dias de conforto a mais para a vedação proposta. Após a definição do resultado de avaliação térmica pode-se proceder com a análise do custo final com o objetivo de se verificar se a proposta acarretaria em redução ou não do custo final.



**Figura 4 –** Modificação proposta para bloco de concreto variando a espessura da parede longitudinal para 4 cm, visando aumento do desempenho térmico

O impacto da substituição do bloco de concreto de dimensões originais (com paredes longitudinais de 2,5 cm) na edificação-padrão pelo bloco de concreto com paredes longitudinais mais espessas levou a variação no custo final de construção, devido principalmente ao acréscimo do custo da infra-estrutura e das paredes externas da edificação-padrão.

#### 4.2 Estudos orçamentários

A alteração do custo da infra-estrutura foi orçada, inicialmente, modificando-se os quantitativos dos serviços devido ao incremento de carga proveniente das paredes agora mais pesadas. Para tanto, foram utilizados índices de consumo parametrizados para edifícios em alvenaria estrutural com blocos de concreto.

Para a apuração da variação do custo das paredes externas da edificação consideraram-se apenas as alterações no preço do bloco de concreto. Estimou-se que a elevação do preço do bloco de concreto relacionava-se diretamente com o acréscimo de seu peso. Os demais insumos que compõem o custo da parede foram mantidos sem modificações.

O aumento da espessura da parede longitudinal do bloco de concreto refletiu no aumento do peso do bloco e, consequentemente, no peso da alvenaria, das cargas da edificação e a elevação do custo total de construção. Para alterar os quantitativos foram empregados índices ou relações de consumo da alvenaria estrutural com blocos de concreto, que resultaram nas Tabelas 5, 6 e 7.

Ajustando, ainda, toda a planilha orçamentária de acordo com a influência do acréscimo do peso nos demais itens, chegou-se a um acréscimo de 3,75% no custo final da edificação (Tabela 6). Entretanto, retirando-se a camada de reboco externo, pode-se compensar o acréscimo da espessura da parede do bloco. Desta forma obteve-se uma proposta de melhoria de entrega de valor desejado através do conforto térmico dos usuários sem que com isso, acarretasse no aumento do custo final do produto (Tabela 7).

**Tabela 5 -** Variação dimensional *versus* variação da carga da edificação e preço estimado do bloco

Largura (mm)	Espessura da Parede Transversal (mm)	Espessura da Parede Longitudinal (mm)	Peso Estimado da Alvenaria (kg/m <sup>2</sup> )	Variação da Carga da Edificação (%)
140,00	25,00	25,00	162,01	0%

140,00	25,00	27,00	168,89	4,2%
140,00	25,00	30,00	179,22	10,6%
140,00	25,00	32,00	186,10	14,9%
140,00	25,00	35,00	196,42	21,2%
140,00	25,00	40,00	213,63	31,9%

**Tabela 6 - Variação no Custo total de construção (com reboco externo)**

Largura (mm)	Espessura da Parede Transversal (mm)	Espessura da Parede Longitudinal (mm)	Custo Total da Edificação (R\$)	Acréscimo no Custo Total da Edificação (R\$)	Variação do aumento de custo (%)
140,00	25,00	25,00	509.575,03	-	0%
140,00	25,00	27,00	512.251,41	2.676,38	0,53%
140,00	25,00	30,00	516.052,36	6.477,33	1,27%
140,00	25,00	32,00	518.606,13	9.031,10	1,77%
140,00	25,00	35,00	522.347,69	12.772,66	2,51%
140,00	25,00	40,00	528.702,42	19.127,39	3,75%

**Tabela 7 – Variação no Custo total de construção (sem reboco externo)**

Preço do serviço chapisco e reboco com andaime em fachada = R\$ 21.205,89					
Largura (mm)	Espessura da Parede Transversal (mm)	Espessura da Parede Longitudinal (mm)	Custo Total da Edificação (R\$)	Acréscimo no Custo Total da Edificação (R\$)	Variação do aumento de custo (%)
140,00	25,00	25,00	509.575,03	-	0%
140,00	25,00	27,00	491.045,52	(18.529,51)	-3,64%
140,00	25,00	30,00	494.846,47	(14.728,56)	-2,89%
140,00	25,00	32,00	497.400,24	(12.174,79)	-2,39%
140,00	25,00	35,00	501.141,80	(8.433,23)	-1,65%
140,00	25,00	40,00	507.496,53	(2.078,50)	-0,41%

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste estudo aponta a possibilidade de introdução da Engenharia de Valor na abordagem dos custos de produção de EHIS, a partir dos inúmeros estudos já desenvolvidos sobre avaliação de desempenho e satisfação de clientes desses empreendimentos e dos critérios estabelecidos pela NBR 15575-1. Foram necessários apenas alguns ajustes na discriminação orçamentária padrão, adotada pela Companhia de Habitação.

É necessário, no entanto, que o processo de projeto seja desenvolvido de forma integrada, considerando-se os limites de custos de produção como dado de entrada a ser considerado nas decisões tomadas ao longo do processo, e não mais como um resultado final das decisões de projeto.

## **6 REFERÊNCIAS**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1. Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho - Parte 1. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. 52 p.
- BITTENCOURT, L; CANDIDO, C. Introdução à ventilação natural. Maceió: EDUFAL, 2005. 147p.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. Déficit habitacional no Brasil 2007. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. – Brasília, 2009 . 129p
- COOPER, R., SLAGMULDER, R. **Target Costing and Value Enginnering**. Productivity Press: Portland, Oregon. 1997. 379 p.
- GIVONI, B. **Confort, Climate Analysis and Building Design Guidelines**. In: Energy and Building. Vol. 18. July/1992. P.11-23
- GRANJA, A. D. **Relatório Técnico Final – Projeto INOVAHABIS**, Universidade Estadual de Campinas, 2009 (Relatorio encaminhado à FINEP – Programa HABITARE – Edital 01/2006).
- KATO, Yutaka. **Target costing support system: lessons from leading Japanese companies**. Management Accounting Research, n. 4, pp. 33-47, 1993.
- MIRON, Luciana Inês Gomes. **Gerenciamento dos Requisitos dos Clientes de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social: proposta para o Programa Integrado Entrada da Cidade em Porto Alegre/RS**. 2008. 350 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008
- NICOLINI, D.; TOMKINS, C.; HOLTI, R; OLDMAN, A.; SMALLEY, M. **Can Target Costing and whole life costing be applied in the Construction Industry?: evidence from two case studies**. British Journal of Management, vol.11, pp.303-324, 2000.

## **7 AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida e ao Programa Habitare/FINEP, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa PROMOVER.