

# ESTUDO COMPARADO DOS CUSTOS ORÇADOS E DOS REALIZADOS DE UMA EDIFICAÇÃO COM ATRIBUTOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, COM ETIQUETA A DO SELO PROCEL: ESTUDO DE CASO

Filipe Marcelino Godinho (1), Mônica Elizabeth Daré (2).

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
(1)[filipemgodinho@live.com](mailto:filipemgodinho@live.com), (2)[dare@terra.com.br](mailto:dare@terra.com.br)

## RESUMO

A instrução normativa nº2/2014 da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão dispõe sobre a obrigatoriedade das edificações públicas atenderem requisitos de eficiência energética. Pela relevância e obrigatoriedade dos itens de eficiência energética nas edificações apresenta-se a seguinte questão de pesquisa: qual o custo de uma edificação com os requisitos de eficiência energética? O objetivo geral da pesquisa consiste em estudar os custos orçados e os realizados de uma edificação não residencial vertical de múltiplos pavimentos que possui o selo Procel de eficiência energética. Adotou-se uma edificação denominada Centro Tecnológico do Carvão Limpo (CTCL), situada em Criciúma/SC, que possui o selo Procel de eficiência energética de projeto, nível “A”, sendo uma das cinco primeiras edificações no Brasil a obter este selo, e a única na região sul de Santa Catarina. Para a determinação do custo realizado obteve-se as informações junto à entidade proprietária da edificação e se elaborou os orçamentos no sistema de orçamentação informatizado Volare-PINI. Comparou-se os custos realizados com os orçados, e também os custos orçados se considerando a edificação com os atributos de eficiência energética com os custos da mesma edificação sem estes atributos. Os resultados demonstram uma diferença de 7,43% quando comparado o custo realizado com o custo orçado da edificação do estudo. Quando comparado os custos da edificação com os atributos de eficiência energética com os custos desta edificação sem os atributos os resultados indicam um custo superior de 17,19%.

*Palavras Chaves: Procel; Custos; Eficiência energética.*

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento constante da demanda de energia elétrica no Brasil está cada vez mais evidente a necessidade de utilização de tecnologias e métodos que reduzam o consumo de eletricidade. Segundo o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL, 2013), as edificações da classe residencial, comercial e de poder público representam grande parte da parcela de consumo de energia elétrica no Brasil, alcançando atualmente cerca de 50%, sendo que, a melhor forma de diminuir tal consumo nas edificações é construir edifícios sustentáveis. Para Márcio

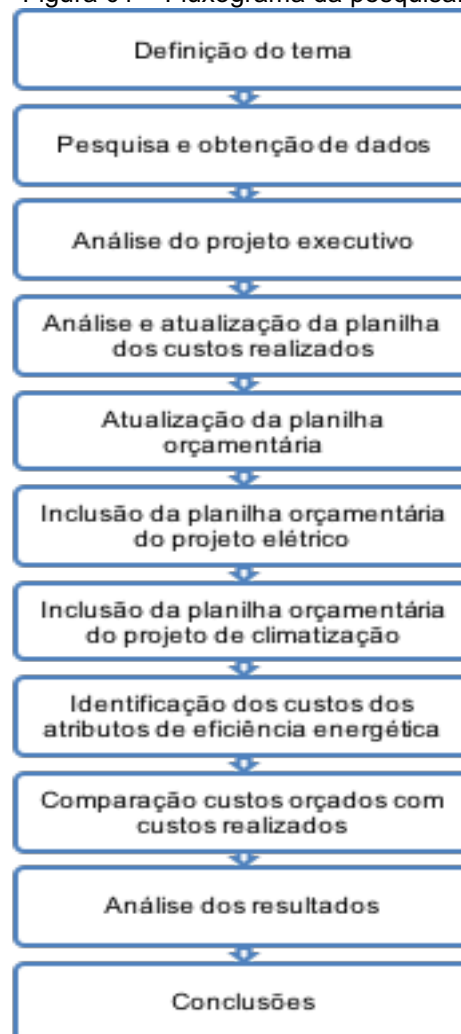
Damasceno, membro da equipe técnica do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), “15% da energia produzida no Brasil é consumida por edificações comerciais. Sendo que a estimativa de redução de consumo é de até 50% em edificações novas e 30% em edificações com *retrofit* (reforma/adequação)”, quando utilizados conceitos de eficiência energética. Os edifícios comerciais, de serviços e públicos tiveram seu Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética (RTQ-C) desenvolvido no âmbito do programa brasileiro de etiquetagem (PBE) e aprovado pelas portarias n.º. 372, de 17 de setembro de 2010 e Portaria n.º. 17, de 16 de janeiro de 2012; os quais regulamentam o processo de etiquetagem. O RTQ-C baseia-se na avaliação de três requisitos principais: o desempenho térmico da envoltória do edifício; a eficiência e potência instalada do sistema de iluminação; e a eficiência do sistema de condicionamento do ar. Desde 04 de junho de 2014 as edificações públicas obrigatoriamente devem atender os requisitos do RTQ-C. Com esta exigência aumenta-se o interesse do segmento da construção civil em obter informações sobre os custos das edificações com os atributos de eficiência energética. Mazon (2009, p. 15), obteve que o custo da envoltória de um edifício com atributos de eficiência energética é 14,93% superior ao custo da envoltória de um edifício sem os atributos de eficiência energética. Segundo Coelho (2006, p.74) a preparação de um orçamento é imprescindível para um bom planejamento, pois é com base nele que advém o sucesso de qualquer empreendimento de construção predial. Diante do exposto surge a seguinte questão de pesquisa: qual o custo de uma edificação com os requisitos de eficiência energética estabelecidos pelo RTQ-C? O objetivo geral deste trabalho é estudar os custos orçados e os realizados de uma edificação não residencial vertical de múltiplos pavimentos que possui o selo Procel de eficiência energética de projeto, nível “A”. Os objetivos específicos desta pesquisa são: identificar, complementar e atualizar os custos orçados da edificação deste estudo de caso; identificar e atualizar os custos realizados desta edificação; comparar o custo realizado com o custo orçado; identificar a participação no custo orçado dos requisitos de eficiência energética exigidos pelo Selo Procel; estudar e comparar os custos orçados da edificação do estudo de caso com atributos de eficiência energética e os custos orçados para o mesma edificação sem os atributos de eficiência energética.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. PERÍODO E FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DO ESTUDO

O estudo de caso iniciou-se no segundo semestre de 2014 com a pesquisa bibliográfica e com a obtenção e análise da documentação técnica. Prosseguiu no primeiro semestre de 2015 com a elaboração das planilhas orçamentárias e de custos realizados, e determinação e análise dos resultados. A figura 1 apresenta o fluxograma das etapas do estudo de caso.

Figura 01 – Fluxograma da pesquisa.

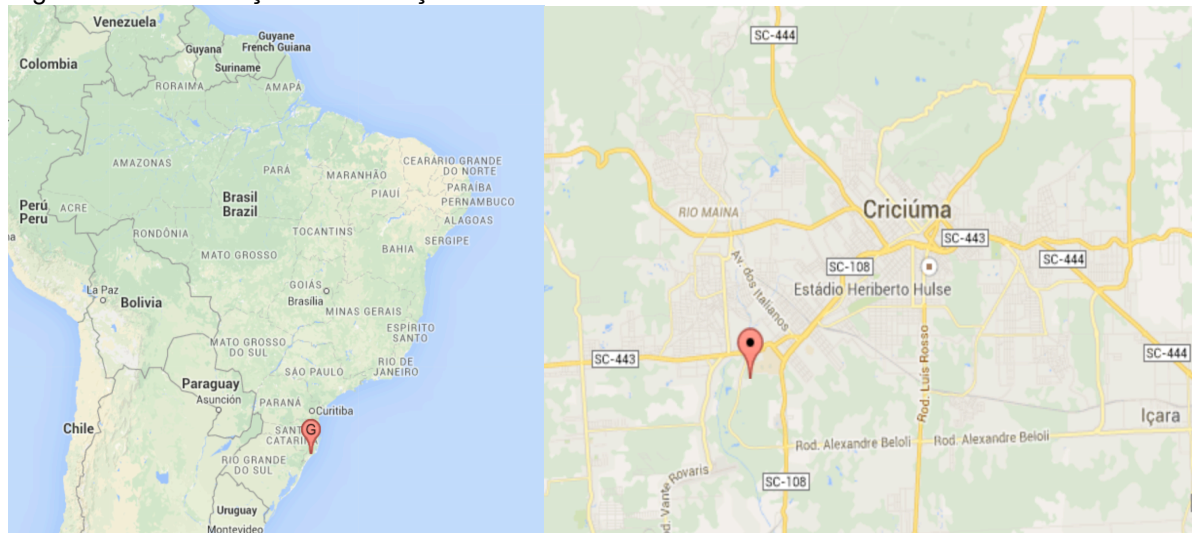


Fonte: Filipe M. Godinho, 2014.

### 2.2. LOCALIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A edificação localiza-se na cidade de Criciúma, sul do estado de Santa Catarina, conforme figura 02.

Figura 02 – Localização da edificação.

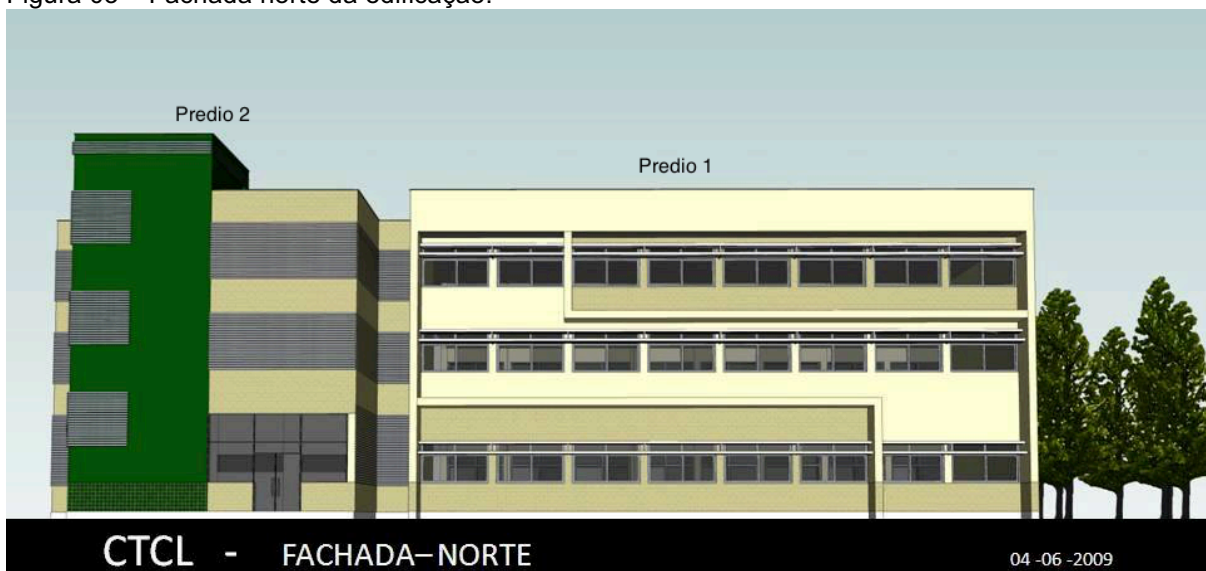


Fonte: Google Maps, 2014.

### 2.3. CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

A edificação do presente estudo de caso possui a certificação selo Procel de eficiência energética de projeto, nível “A”. A edificação é destinada ao uso de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias limpas para a exploração, uso e destinação de resíduos de carvão mineral. Denomina-se a edificação de CTCL (Centro Tecnológico do Carvão Limpo) e pertence a uma instituição filantrópica sem fins lucrativos, que atua nas áreas educacional e tecnológica. Para o presente estudo de caso considerou-se os prédios 1 e 2 do CTCL conforme ilustra a figura 03.

Figura 03 – Fachada norte da edificação.



Fonte: Empresa proprietária da edificação, 2009.

A figura 04 reúne as características da edificação do estudo de caso.

Figura 04 – Caracterização da obra

|   |   |
|---|---|
| Localização                                   | Rua Pascoal Meller, número 73, bairro Universitário, Criciúma, Santa Catarina   |
| Área total da edificação                      | 1.547,73 m <sup>2</sup>   |
| Numero de pavimentos                          | 3   |
| Uso pavimento 1                               | Centro de Documentação e Rede de Informação do Carvão (CEDRIC), sanitários masculinos, femininos, inclusive para portadores de necessidades especiais, além de copa e hall.   |
| Uso pavimentos 2 e 3                          | Os dois pavimentos são ocupados por pesquisadores de diversas áreas e cada um dos andares, possuem sanitários masculinos, femininos, inclusive para portadores de necessidades especiais, além de copa e hall.  |
| Memorial descritivo                           | A obra compõe-se de fundações, estrutura de concreto armado, estrutura e telhas metálicas, alvenarias, aberturas, revestimentos e demais itens de uma construção nova.  |
| Atributos de Envoltória                       | O telhado é tipo sanduíche, composto por telha trapezoidal de aluzinc espessura 0,5 mm e 50 mm de lã de rocha . As paredes externas são de 30cm, duplas, com alvenaria de tijolos de cerâmica 6 furos assentados deitados na parte externa e blocos de concreto celular na parte interna, com de EPS de 50mm entre ambas. As janelas dos escritórios e circulações são de alumínio anodizado cor natural do tipo janela de correr, com vidro de 6,0 mm incolor translúcido com fator solar de 0,83. As portas do acesso principal são de vidro temperado 10,0 mm translúcido incolor com fator solar de 0,77. |
| Atributos do sistema de iluminação            | Para o Luminotécnico foi utilizado a luminária do fabricante Lumicenter, equipada com duas e quatro lâmpadas T5 de 14W com um fluxo luminoso de 1200 lumens cada, conta com dois reatores eletrônicos, alto fator de potência, conferindo uma potência total para a luminária de 28 e 56W respectivamente.  |
| Atributos do sistema de condicionamento de ar | Todos os equipamentos de ar condicionado dimensionados são do tipo cassete e split, com etiqueta de eficiência energética "A" homologados pelo INMETRO e todas as unidades são dotadas de compressores com rotação variável, tipo inverter.   |
| Data do início da obra                        | 16/11/2010  |
| Data do término da obra                       | 30/12/2011  |

Fonte: Filipe M. Godinho, 2014.

## 2.4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

Para a realização deste estudo de caso, se analisou os seguintes documentos técnicos do projeto:

- Projeto arquitetônico e projetos complementares, como o projeto elétrico, estrutural, hidro sanitário, e de climatização dos prédios 1 e 2 do Centro Tecnológico do Carvão Limpo - CTCL;

- Planilha orçamentária do edital de contratação da execução dos prédios 1 e 2 do complexo do CTCL;

- Planilha do custo total realizado da obra;

Extraiu-se de Mazon, (2009, págs. 87-100), as planilhas orçamentárias descritas abaixo:

- Planilha orçamentária do projeto com atributos de eficiência energética, situação I;

- Planilha orçamentária do projeto sem atributos de eficiência energética, situação III;

De Silva, (2012, p.64), obteve-se a planilha orçamentária descrita abaixo:

- Tabela 13, Comparação total entre os sistemas luminotécnicos.

As demais informações técnicas foram retiradas dos:

- Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, RTQ-C: Portaria nº. 372, de 17 de setembro de 2010 e Portaria nº. 17, de 16 de janeiro de 2012;

## 2.5. OBTENÇÃO DOS DADOS

A primeira etapa da obtenção de dados ocorreu com a identificação e a reunião das planilhas orçamentárias integrantes do edital para execução da obra, e da planilha de custo realizado disponibilizada pela instituição proprietária da edificação. Para a determinação dos custos orçados associados à envoltória do projeto aplicou-se os serviços definidos em Mazon (2009). Para a determinação dos custos orçados do projeto luminotécnico com eficiência energética se utilizou o projeto elétrico e os itens de serviços descritos em Silva (2012). Para a determinação dos custos orçados do sistema eficiente de condicionamento de ar se realizou cotações em fornecedores especializados para os equipamentos instalados na edificação e previstos no respectivo projeto (sistema *inverter* – rotação variável).

Para a elaboração da planilha orçamentária de uma edificação similar, mas sem os atributos de eficiência energética considerou-se para a envoltória os serviços definidos em Mazon (2009). Nesta situação para a determinação dos custos das instalações luminotécnicas sem eficiência energética adotou-se as composições de preços unitários correspondentes aos serviços de luminárias padrão estabelecidas na tabela de composições de preços para orçamento (TCPO 13). No cálculo dos custos do sistema de condicionamento de ar convencional se substituiu os equipamentos do tipo *inverter* pelos de rotação fixa. De posse do código dos

equipamentos sistema *inverter* instalados nos prédios 1 e 2 do complexo do CTCL, verificou-se no site do INMETRO na planilha de etiquetagem de condicionadores de ar um equipamento de características similares, de rotação fixa e de fácil renome no mercado. Processou-se as planilhas orçamentárias no sistema informatizado Volare-PINI versão 17. Adotou-se a TCPO 13 como banco de dados de referência de composições de preços unitários no cálculo das planilhas orçamentárias, preços de Florianópolis-SC referente ao mês de março de 2015. Na discriminação orçamentária de serviços das planilhas orçamentárias não se considerou as etapas de projetos, licenciamentos e serviços preliminares. Adotou-se uma taxa de 145% para as Leis e Encargos Sociais e uma taxa de 28,12% para o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

## **2.6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Com as planilhas orçamentárias atualizadas e com os relatórios gerados pelo sistema Volare, obteve-se os resultados, que se encontram apresentados em tabelas comparativas, gráficos, análise descritiva e quantitativa. Os valores monetários foram expressos em R\$ (reais) e também no Custo Unitário Básico Médio Residencial (CUB/2006-SC), calculado pelo SINDUSCON-SC (Sindicato da Indústria de Construção Civil), correspondente ao valor de R\$1.433,13 no mês de março /2015.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **3.1. CUSTO REALIZADO**

Com base nas planilhas de medições de serviços e nos pagamentos efetuados pela instituição contratante e proprietária da edificação deste estudo de caso, identificou-se o valor histórico desembolsado em cada mês de medição. O valor desembolsado em cada mês foi convertido em quantidades de CUB médio residencial, considerando-se o valor do CUB correspondente ao mês do desembolso para o pagamento dos serviços executados pela empresa contratada. Os cálculos para a atualização dos custos realizados são demonstrados na figura 5.

Figura 05 – Determinação do valor atualizado do custo realizado.

| VALOR ATUALIZADO DO CUSTO REALIZADO |                       |                           |                 |                            |
|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------|
| Data NF                             | Valor Histórico (R\$) | CUB médio Histórico (R\$) | Número de CUB   | Valor Atualizado CUB (R\$) |
| 30/12/10                            | 35.813,18             | 1.038,72                  | 34,48           | 49.411,72                  |
| 01/02/11                            | 140.513,43            | 1.042,87                  | 134,74          | 193.095,99                 |
| 01/03/11                            | 180.342,22            | 1.046,92                  | 172,26          | 246.870,67                 |
| 01/04/11                            | 207.062,98            | 1.051,92                  | 196,84          | 282.101,46                 |
| 02/05/11                            | 425.579,89            | 1.056,86                  | 402,68          | 577.097,54                 |
| 02/06/11                            | 113.301,38            | 1.103,46                  | 102,68          | 147.151,33                 |
| 04/07/11                            | 95.894,85             | 1.122,52                  | 85,43           | 122.429,70                 |
| 04/08/11                            | 48.311,93             | 1.127,61                  | 42,84           | 61.401,79                  |
| 05/09/11                            | 268.380,90            | 1.125,50                  | 238,45          | 341.736,76                 |
| 05/10/11                            | 283.241,09            | 1.126,42                  | 251,45          | 360.364,08                 |
| 08/11/11                            | 90.045,28             | 1.126,56                  | 79,93           | 114.549,24                 |
| 06/12/11                            | 72.336,06             | 1.127,75                  | 64,14           | 91.923,72                  |
| 13/12/11                            | 203.278,04            | 1.127,75                  | 180,25          | 258.323,08                 |
| 01/02/12                            | 79.654,26             | 1.133,85                  | 70,25           | 100.679,02                 |
| 27/02/12                            | 48.911,42             | 1.133,85                  | 43,14           | 61.821,60                  |
| 27/02/12                            | 10.190,19             | 1.133,85                  | 8,99            | 12.879,89                  |
| 23/07/12                            | 15.480,62             | 1.190,16                  | 13,01           | 18.640,97                  |
| <b>Total</b>                        | <b>2.318.337,72</b>   |                           | <b>2.121,57</b> | <b>3.040.478,58</b>        |

Fonte: Filipe M. Godinho, 2015.

Observa-se na figura 05 que o valor atualizado do custo realizado é de R\$ 3.040.478,58, o que representa um aumento de 31,15% em relação ao valor histórico do custo realizado.

Com base no valor percentual da atualização mencionado acima, se obteve os custos realizados de cada etapa da construção, apresentado na figura 06 em ordem decrescente de participação. A etapa da superestrutura apresenta a maior participação com 17,05% do custo total realizado da obra, correspondendo a um custo unitário realizado de R\$ 334,87/m<sup>2</sup>. A figura 6 apresenta também o custo unitário realizado por etapa e o custo unitário total realizado.



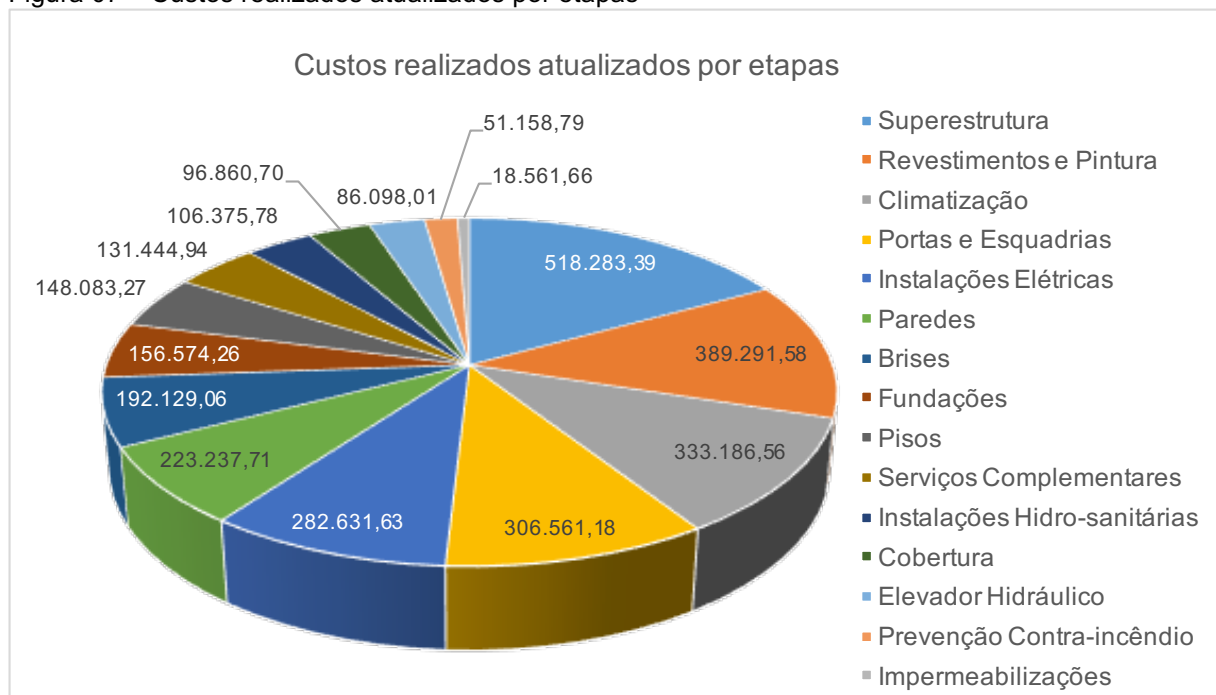
Figura 06 – Custos realizados e atualizados por etapas de construção.

| CUSTOS REALIZADOS ATUALIZADOS POR ETAPAS |                       |                               |                  |                             |
|--|-----------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------------|
| Etapa                                    | Custo Histórico (R\$) | Custo Atualizado 31,15% (R\$) | Participação (%) | Custo (R\$/m <sup>2</sup> ) |
| Superestrutura                           | 395.186,45            | 518.283,39                    | 17,05            | 334,87                      |
| Revestimentos e Pintura                  | 296.831,35            | 389.291,58                    | 12,80            | 251,52                      |
| Climatização                             | 254.051,77            | 333.186,56                    | 10,96            | 215,27                      |
| Portas e Esquadrias                      | 233.750,16            | 306.561,18                    | 10,08            | 198,07                      |
| Instalações Elétricas                    | 215.504,09            | 282.631,63                    | 9,30             | 182,61                      |
| Paredes                                  | 170.216,76            | 223.237,71                    | 7,34             | 144,24                      |
| Brises                                   | 146.496,69            | 192.129,06                    | 6,32             | 124,14                      |
| Fundações                                | 119.386,47            | 156.574,26                    | 5,15             | 101,16                      |
| Pisos                                    | 112.912,17            | 148.083,27                    | 4,87             | 95,68                       |
| Serviços Complementares                  | 100.225,59            | 131.444,94                    | 4,32             | 84,93                       |
| Instalações Hidro-sanitárias             | 81.110,58             | 106.375,78                    | 3,50             | 68,73                       |
| Cobertura                                | 73.855,42             | 96.860,70                     | 3,19             | 62,58                       |
| Elevador Hidráulico                      | 65.648,96             | 86.098,01                     | 2,83             | 55,63                       |
| Prevenção Contra-incêndio                | 39.008,12             | 51.158,79                     | 1,68             | 33,05                       |
| Impermeabilizações                       | 14.153,10             | 18.561,66                     | 0,61             | 11,99                       |
| <b>Total</b>                             | <b>2.318.337,68</b>   | <b>3.040.478,52</b>           | <b>100,00</b>    | <b>1.964,48</b>             |

Fonte: Filipe M. Godinho, 2015

Na figura 07, apresenta-se graficamente os custos realizados por etapas.

Figura 07 – Custos realizados atualizados por etapas



Fonte: Filipe M. Godinho, 2015

### 3.2. CUSTOS ORÇADOS COM E SEM ATRIBUTOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Para a determinação dos custos orçados com e sem atributos de eficiência energética, se utilizou como base as planilhas orçamentárias obtidas por Mazon (2009). A esta planilha, nos custos orçados com atributos de eficiência energética se adicionou os serviços correspondentes ao sistema de condicionamento de ar, elevador hidráulico, instalações elétricas, instalações hidro sanitárias, de prevenção contra incêndio e os brises. Após, processou-se os orçamentos no sistema Volare, conforme os procedimentos metodológicos estabelecidos no item 2.5. Assim, se obteve os valores por etapa, conforme ilustra figura 08, chegando a um total de R\$ 3.284.401,42, um custo unitário de R\$ 2.122,08/m<sup>2</sup>, correspondendo a 1,48CUB/m<sup>2</sup> para o custo orçado com eficiência energética e R\$ 2.802.559,75, custo unitário de R\$ 1.810,75/m<sup>2</sup> ou 1,26CUB/m<sup>2</sup> para o custo orçado sem eficiência energética.

Figura 08 – Custos orçados com e sem eficiência energética.

| CUSTO ORÇADO COM E SEM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA |                           |               |                    |                    |                           |               |                    |                    |
|--|---------------------------|---------------|--------------------|--------------------|---------------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Etapa  | Com Eficiência Energética |               |                    |                    | Sem Eficiência Energética |               |                    |                    |
|  | Valor (R\$)               | %             | R\$/m <sup>2</sup> | CUB/m <sup>2</sup> | Valor (R\$)               | %             | R\$/m <sup>2</sup> | CUB/m <sup>2</sup> |
| Superestrutura                               | 547.413,68                | 16,67         | 353,69             | 0,25               | 547.413,68                | 19,53         | 353,69             | 0,25               |
| Instalações Elétricas                        | 395.706,11                | 12,05         | 255,67             | 0,18               | 353.757,87                | 12,62         | 228,57             | 0,16               |
| Revestimentos e Pintura                      | 372.542,37                | 11,34         | 240,70             | 0,17               | 372.542,37                | 13,29         | 240,70             | 0,17               |
| Portas e Esquadrias                          | 353.235,28                | 10,75         | 228,23             | 0,16               | 307.317,79                | 10,97         | 198,56             | 0,14               |
| Paredes                                      | 253.511,62                | 7,72          | 163,80             | 0,11               | 184.525,26                | 6,58          | 119,22             | 0,08               |
| Climatização                                 | 247.052,22                | 7,52          | 159,62             | 0,11               | 182.229,44                | 6,50          | 117,74             | 0,08               |
| Brises                                       | 236.455,57                | 7,20          | 152,78             | 0,11               | 0,00                      | 0,00          | 0,00               | 0,00               |
| Pisos  | 162.491,74                | 4,95          | 104,99             | 0,07               | 167.737,63                | 5,99          | 108,38             | 0,08               |
| Fundações                                    | 167.803,64                | 5,11          | 108,42             | 0,08               | 167.803,64                | 5,99          | 108,42             | 0,08               |
| Serviços Complementares                      | 124.753,23                | 3,80          | 80,60              | 0,06               | 124.753,23                | 4,45          | 80,60              | 0,06               |
| Cobertura                                    | 121.918,03                | 3,71          | 78,77              | 0,05               | 92.960,35                 | 3,32          | 60,06              | 0,04               |
| Elevador Hidráulico                          | 105.842,69                | 3,22          | 68,39              | 0,05               | 105.842,69                | 3,78          | 68,39              | 0,05               |
| Instalações Hidro-sanitárias                 | 121.082,06                | 3,69          | 78,23              | 0,05               | 121.082,06                | 4,32          | 78,23              | 0,05               |
| Prevenção Contra-incêndio                    | 46.461,26                 | 1,41          | 30,02              | 0,02               | 46.461,26                 | 1,66          | 30,02              | 0,02               |
| Impermeabilizações                           | 28.131,92                 | 0,86          | 18,18              | 0,01               | 28.131,92                 | 1,00          | 18,18              | 0,01               |
| <b>Total</b>                                 | <b>3.284.401,42</b>       | <b>100,00</b> | <b>2.122,08</b>    | <b>1,48</b>        | <b>2.802.559,19</b>       | <b>100,00</b> | <b>1.810,75</b>    | <b>1,26</b>        |

Fonte: Filipe M. Godinho, 2015.

Considerando todas as etapas, a edificação com eficiência energética chegou a um custo maior de R\$ 481.842,23 ou 17,19% em relação à edificação sem os atributos de eficiência energética.

Na figura 09 e na figura 10, apresenta-se a diferença obtida por etapas no custo orçado da edificação com e sem atributos de eficiência energética.

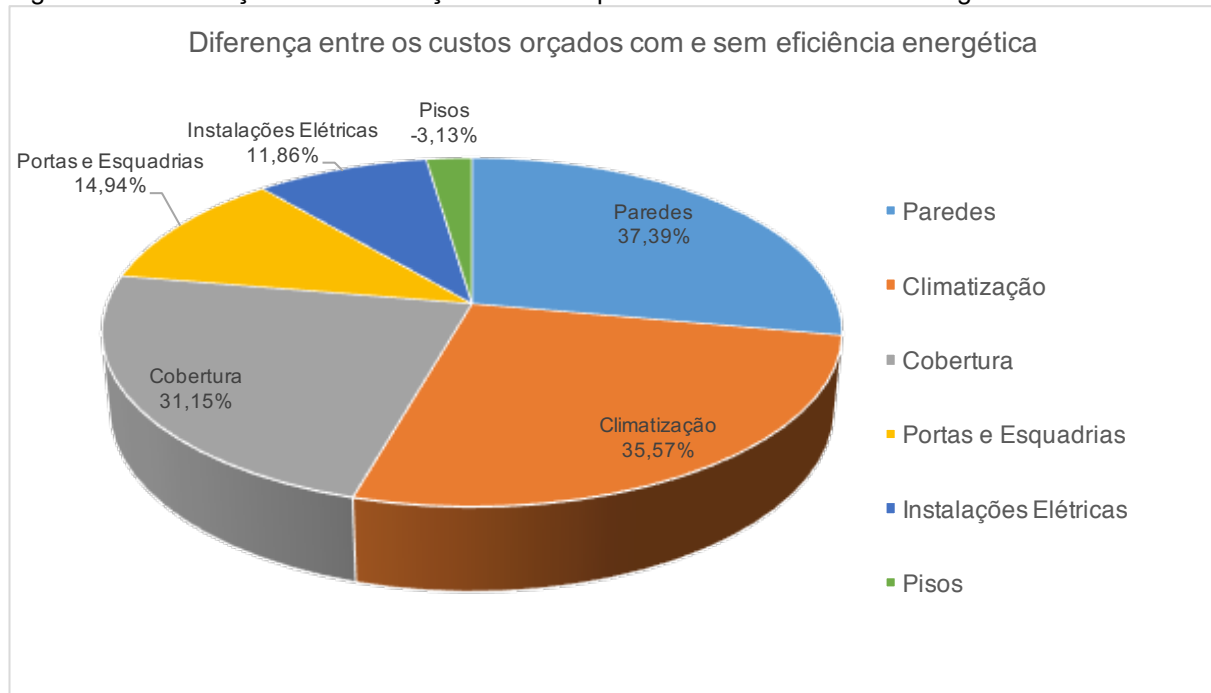
Figura 09 – Comparativo entre as etapas dos custos orçados com e sem eficiência energética.

| COMPARATIVO ENTRE OS CUSTOS ORÇADOS COM E SEM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA |                                 |                                 |               |
|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------|
| Etapa   | Com Eficiência Energética (R\$) | Sem Eficiência Energética (R\$) | Diferença (%) |
| Paredes   | 253.511,62                      | 184.525,26                      | 37,39         |
| Climatização  | 247.052,22                      | 182.229,44                      | 35,57         |
| Cobertura   | 121.918,03                      | 92.960,35                       | 31,15         |
| Portas e Esquadrias   | 353.235,28                      | 307.317,79                      | 14,94         |
| Instalações Elétricas   | 395.706,11                      | 353.757,87                      | 11,86         |
| Fundações   | 167.803,64                      | 167.803,64                      | -             |
| Superestrutura  | 547.413,68                      | 547.413,68                      | -             |
| Revestimentos e Pintura   | 372.542,37                      | 372.542,37                      | -             |
| Impermeabilizações  | 28.131,92                       | 28.131,92                       | -             |
| Instalações Hidro-sanitárias  | 121.082,06                      | 121.082,06                      | -             |
| Elevador Hidráulico   | 105.842,69                      | 105.842,69                      | -             |
| Prevenção Contra-incêndio   | 46.461,26                       | 46.461,26                       | -             |
| Serviços Complementares   | 124.753,23                      | 124.753,23                      | -             |
| Brises  | 236.455,57                      | 0,00                            | -             |
| Pisos   | 162.491,74                      | 167.737,63                      | -3,13         |
| <b>Total</b>  | <b>3.284.401,42</b>             | <b>2.802.559,19</b>             | <b>17,19</b>  |

Fonte: Filipe M. Godinho, 2015.

Ainda na figura 09, nota-se que a etapa paredes obteve maior diferença, com 37,39%, seguida de climatização, com 35,57% e cobertura com 31,15%. Ainda a etapa de portas e esquadrias obteve uma diferença de 14,94% e instalações elétricas 11,86%, conforme ilustrado graficamente na figura 10. Já para a etapa pisos, o custo orçado com eficiência energética reduziu em 3,13% comparado com o custo orçado sem eficiência energética, isso se deve ao fato que as paredes sanduíche diminuíram a área útil da edificação.

Figura 10 – Diferença nos custos orçados das etapas com e sem eficiência energética.



Fonte: Filipe M. Godinho, 2015.

Considerando-se os custos orçados da edificação com atributos de eficiência energética identificou-se quais as etapas possuem itens que influenciam nos atributos de eficiência energética, representadas por paredes, cobertura, portas e esquadrias, instalações elétricas, climatização e brises, conforme ilustra a figura 11. Observa-se que os valores destes itens de cada etapa totalizam R\$ 1.023.519,03, representando os custos orçados exclusivos dos serviços que são influenciados pelo aumento do desempenho energético, e correspondendo a 31,16% do custo orçado da edificação. Destaca-se portanto a etapa de portas e esquadrias como a etapa que obteve a maior participação dos itens que influenciaram o selo Procel no custo total orçado. Sendo que tal fato é justificado pelo custo elevado das grandes esquadrias, necessárias para aproveitamento da luz natural e dos vidros com maior espessura, o que garante maior isolamento térmico, chegando a 8,42% de participação do custo total. Para a etapa de paredes, que obteve uma participação de 7,72% no custo total orçado, temos 3,90% dos custos desta etapa representando a participação de itens que foram influenciados pelo selo Procel. Observa-se que as paredes da envoltória consistem de paredes duplas do tipo sanduíche, com blocos de concreto celular na parte interna e isolamento térmico em poliestireno expandido entre o bloco de concreto celular interno e o bloco cerâmico externo.

Figura 11 – Participação por etapas dos atributos de eficiência energética no custo orçado.

| Participação dos atributos de eficiência energética no custo orçado |                     |               |                            |              |                                |              |
|---|---------------------|---------------|----------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|
| Etapa   | Total (R\$)         | (%)           | Influenciam no selo Procel |              | Não influenciam no selo Procel |              |
|   |                     |               | (R\$)                      | (%)          | (R\$)                          | (%)          |
| Fundações   | 167.803,64          | 5,11          | -                          |              | 167.803,64                     | 5,11         |
| Superestrutura  | 547.413,68          | 16,67         | -                          |              | 547.413,68                     | 16,67        |
| Paredes   | 253.511,62          | 7,72          | 128.007,60                 | 3,90         | 125.504,02                     | 3,82         |
| Revestimentos e Pintura   | 372.542,37          | 11,34         | -                          |              | 372.542,37                     | 11,34        |
| Impermeabilizações  | 28.131,92           | 0,86          | -                          |              | 28.131,92                      | 0,86         |
| Cobertura   | 121.918,03          | 3,71          | 60.188,67                  | 1,83         | 61.729,36                      | 1,88         |
| Portas e Esquadrias   | 353.235,28          | 10,75         | 276.415,94                 | 8,42         | 76.819,34                      | 2,34         |
| Pisos   | 162.491,74          | 4,95          | -                          |              | 162.491,74                     | 4,95         |
| Instalações Hidro-sanitárias  | 121.082,06          | 3,69          | -                          |              | 121.082,06                     | 3,69         |
| Elevador Hidráulico   | 105.842,69          | 3,22          | -                          |              | 105.842,69                     | 3,22         |
| Instalações Elétricas   | 395.706,11          | 12,05         | 75.399,03                  | 2,30         | 320.307,08                     | 9,75         |
| Prevenção Contra-incêndio   | 46.461,26           | 1,41          | -                          |              | 46.461,26                      | 1,41         |
| Climatização  | 247.052,22          | 7,52          | 247.052,22                 | 7,52         | -                              |              |
| Serviços Complementares   | 124.753,23          | 3,80          | -                          |              | 124.753,23                     | 3,80         |
| Brises  | 236.455,57          | 7,20          | 236.455,57                 | 7,20         | -                              |              |
| <b>Total</b>  | <b>3.284.401,42</b> | <b>100,00</b> | <b>1.023.519,03</b>        | <b>31,16</b> | <b>2.260.882,39</b>            | <b>68,84</b> |

Fonte: Filipe M. Godinho, 2015.

A figura 12 apresenta a discriminação dos itens, por etapas, que foram considerados nos custos dos serviços para a obtenção do selo Procel. A partir da figura 12 observa-se que em instalações elétricas, os itens que influenciaram nos custos dos atributos foram o conjunto de luminárias, lâmpadas e reatores eficientes, representando 2,30% do custo total da obra. Para a etapa de cobertura, o único item que influenciou nos atributos de eficiência energética foi a utilização de telha termo acústica, com participação de 1,83%. Na etapa dos brises podemos observar, conforme figura 12, que o item brises de estrutura metálica com as chapas de alumínio acarretou um custo de R\$ 188.980,74 ou 5,75% de acréscimo no custo orçado da obra. Na etapa climatização tal diferença se caracteriza pelo custo das unidades de condicionamento de ar com o sistema *inverter* serem superiores, chegando em alguns casos a um aumento aproximado de 60% em relação aos equipamentos convencionais.

Figura 12 – Discriminação dos itens de eficiência energética nas etapas.

| DETALHE DOS ITENS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA   |                |            |             |                   |                                  |
|--|----------------|------------|-------------|-------------------|----------------------------------|
| Descrição  | Un.            | Quantidade | Preço (R\$) | Preço total (R\$) | Participação dos Itens de EE (%) |
| <b>Paredes</b>   |                |            |             |                   |                                  |
| Alvenaria de vedação com blocos de concreto celular.   | m <sup>2</sup> | 1.470,00   | 63,44       | 93.256,80         | 2,84                             |
| Isolamento térmico empregando poliestireno expandido em placas de 5 cm                             | m <sup>2</sup> | 1.470,00   | 23,64       | 34.750,80         | 1,06                             |
|  |                |            |             | 128.007,60        | 3,90                             |
| <b>Cobertura</b>   |                |            |             |                   |                                  |
| Cobertura com telha termoacústica, perfil trapezoidal.   | m <sup>2</sup> | 459,00     | 131,13      | 60.188,67         | 1,83                             |
|  |                |            |             | 60.188,67         | 1,83                             |
| <b>Portas, Esquadrias, Ferragens e Vidros</b>  |                |            |             |                   |                                  |
| Janela de alumínio de correr, com tela mosquiteira e vidro 6mm e dimensão máxima 250x250cm         | UN             | 20,00      | 2.282,97    | 45.659,40         | 1,39                             |
| Janela de alumínio de correr, com bandeira (h50cm), com tela mosquiteiro e vidro de 6mm, 266x160cm | UN             | 48,00      | 3.478,33    | 166.959,84        | 5,08                             |
| Janela de alumínio de correr, com tela mosquiteira e vidro 6mm e dimensões de 580x262              | UN             | 5,00       | 12.759,34   | 63.796,70         | 1,94                             |
|  |                |            |             | 276.415,94        | 8,42                             |
| <b>Instalações Elétricas</b>   |                |            |             |                   |                                  |
| Luminária fluorescente completa comercial com 2 lâmpada de 14 W, tipo calha de sobrepor.           | UN             | 84,00      | 205,20      | 17.236,80         | 0,52                             |
| Luminária fluorescente completa comercial com 4 lâmpadas de 14 W, tipo embutir em forro modular    | UN             | 152,00     | 369,24      | 56.124,48         | 1,71                             |
| Interruptor Automático por presença 360 graus  | UN             | 39,00      | 52,25       | 2.037,75          | 0,06                             |
|  |                |            |             | 75.399,03         | 2,30                             |
| <b>Brises</b>  |                |            |             |                   |                                  |
| Fôrma de madeira para estruturas em geral, moldada no local, 3 aproveitamentos - Brises            | m <sup>2</sup> | 120,00     | 77,37       | 9.284,29          | 0,28                             |
| Armadrura de aço para estruturas em geral, CA-50.  | Kg             | 2.320,00   | 8,60        | 19.960,30         | 0,61                             |
| Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto.                                      | m <sup>3</sup> | 29,00      | 79,37       | 2.301,65          | 0,07                             |
| Concreto estrutural dosado em central, fck 25 MPa  | m <sup>3</sup> | 29,00      | 373,44      | 10.829,76         | 0,33                             |
| Alvenaria de vedação com tijolos cerâmico.   | m <sup>2</sup> | 22,10      | 230,71      | 5.098,69          | 0,16                             |
| Brises com estrutura metálica, chapa de aluzinc e de alumínio. Conforme projeto.                   | VB             | 1,00       | 188.980,74  | 188.980,74        | 5,75                             |
|  |                |            |             | 236.455,43        | 7,20                             |
| <b>Execução Projeto de Climatização</b>  |                |            |             |                   |                                  |
| Execução Projeto executivo de sistema de condicionamento de ar com Eficiência Energética           | VB             | 1,00       | 247.052,22  | 247.052,22        | 7,52                             |
|  |                |            |             | 247.052,22        | 7,52                             |
| <b>Total Atributos de Eficiência Energética</b>  |                |            |             | 1.023.518,89      | 31,16                            |
| <b>Total Edificação</b>  |                |            |             | 3.284.401,42      | 100,00                           |

Fonte: Filipe M. Godinho, 2015.

No presente estudo, o custo das instalações hidro sanitárias foram determinados com torneiras e válvulas dos mictórios elétricas com acionamento por meio de sensor e captação de água pluvial de maneira independente. Adotou-se estas mesmas especificações para ambos os orçamentos, com e sem eficiência energética, considerando-se que estes itens não são exigidos para a obtenção de selo Procel. No processo de certificação da edificação do estudo de caso no selo Procel estes itens das instalações hidro sanitárias geraram uma bonificação de 1,0 ponto na pontuação da etiqueta de eficiência energética, sendo esta a pontuação máxima de bonificação.

### 3.3. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O CUSTO REALIZADO E O ORÇADO

Para a obtenção da análise comparativa entre o custo realizado e o orçado, as etapas foram organizadas em ordem decrescente de custos, conforme demonstra a figura 13. Apresenta-se na figura 13 também a diferença de custos, expressa em %, por etapa dos custos realizados para os orçados.

Figura 13 – Comparativo entre os custos realizados e os orçados.

| COMPARATIVO ENTRE OS CUSTOS REALIZADOS E OS ORÇADOS |                     |                       |               |                             |
|---|---------------------|-----------------------|---------------|-----------------------------|
| Etapa   | Custo Orçado (R\$)  | Custo Realizado (R\$) | Diferença (%) | Custo (R\$/m <sup>2</sup> ) |
| Superestrutura                                      | 547.413,68          | 518.283,39            | -5,32         | 334,87                      |
| Revestimentos e Pintura                             | 372.542,37          | 389.291,58            | 4,50          | 251,52                      |
| Climatização  | 247.052,22          | 333.186,56            | 34,86         | 215,27                      |
| Portas e Esquadrias                                 | 353.235,28          | 306.561,18            | -13,21        | 198,07                      |
| Instalações Elétricas                               | 395.706,11          | 282.631,63            | -28,58        | 182,61                      |
| Paredes   | 253.511,62          | 223.237,71            | -11,94        | 144,24                      |
| Brisas  | 236.455,57          | 192.129,06            | -18,75        | 124,14                      |
| Fundações   | 167.803,64          | 156.574,26            | -6,69         | 101,16                      |
| Pisos   | 162.491,74          | 148.083,27            | -8,87         | 95,68                       |
| Serviços Complementares                             | 124.753,23          | 131.444,94            | 5,36          | 84,93                       |
| Instalações Hidro-sanitárias                        | 121.082,06          | 106.375,78            | -12,15        | 68,73                       |
| Cobertura   | 121.918,03          | 96.860,70             | -20,55        | 62,58                       |
| Elevador Hidráulico                                 | 105.842,69          | 86.098,01             | -18,65        | 55,63                       |
| Prevenção Contra-incêndio                           | 46.461,26           | 51.158,79             | 10,11         | 33,05                       |
| Impermeabilizações                                  | 28.131,92           | 18.561,66             | -34,02        | 11,99                       |
| <b>Total</b>  | <b>3.284.401,42</b> | <b>3.040.478,52</b>   | <b>-7,43</b>  | <b>1.964,48</b>             |

Fonte: Filipe M. Godinho, 2015.

O custo realizado total apresenta-se 7,43% menor que o custo orçado. Considerando a quantidade de itens específicos do projeto que influenciaram nos atributos de eficiência energética, o valor ficou dentro de uma variação tolerável. Segundo o Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas (IBRAOP) em OT-IBRAOP 04/2012, um orçamento detalhado ou analítico possui uma margem de variação admissível de 10%.

A etapa que apresentou a maior diferença foi a de climatização, com o custo realizado 34,86% maior que o orçado. Explica-se esta diferença pela utilização de aparelhos com sistema *inverter*, sendo que se tratava na época da execução da edificação de nova tecnologia no mercado nacional e que atualmente estão sendo amplamente utilizados, com mais fornecedores no mercado e preços menores para o consumidor final. Como prova disto, calculou-se e atualizou-se o valor histórico do custo realizado com estes equipamentos e obteve-se um aumento de 31,15%, considerando-se a variação do CUB-SC médio residencial, enquanto que a comparação do valor histórico destes equipamentos com os preços praticados hoje no mercado apresenta um aumento de 2,78%. As etapas de construção que apresentaram as 6 (seis) maiores diferenças entre os custos realizados e os orçados foram a climatização com 34,86%, seguida da etapa de impermeabilizações com -34,02%; instalações elétricas com -28,58%; cobertura com -20,55%; brises com -18,75%; e elevador hidráulico com -18,65%. Dentre elas, a única etapa em que o custo realizado apresentou-se maior que o orçado foi climatização com 34,86%.

#### 4. CONCLUSÃO

A metodologia adotada neste estudo mostrou-se eficaz e proporcionou a obtenção de resultados para o alcance de todos os objetivos propostos no estudo. Para os custos unitários da edificação estudada obteve-se: R\$ 1.964,48/m<sup>2</sup> (1,37CUB/m<sup>2</sup>) para os custos realizados; R\$ 2.122,08/m<sup>2</sup> (1,48CUB/m<sup>2</sup>) para os custos orçados da edificação com atributos de eficiência energética; R\$ 1.810,75 (1,26CUB/m<sup>2</sup>) para os custos orçados da edificação sem atributos de eficiência energética. Os resultados apontam um custo realizado 7,43% menor que o orçado para a edificação do estudo de caso. Quando comparados os custos orçados da edificação com atributos de eficiência energética com os custos da mesma edificação sem estes atributos temos um custo orçado da edificação com atributos superior em 17,19%. Para uma



complementação dos estudos de custos de uma edificação com atributos de eficiência energética exigidos para a etiqueta A do selo Procel sugere-se para estudos futuros:

- A determinação do *payback* do investimento em eficiência energética.
- Estudo de aplicação de tecnologias alternativas para execução dos atributos de eficiência energética, seu desempenho e respectivos custos.
- Aplicar a mesma pesquisa em outras edificações que tenham o selo A do Procel de eficiência energética para comparar com os valores encontrados neste estudo.

## 5. REFERÊNCIAS

IBRAOP - Instituto Brasileiro De Auditoria De Obras Públicas. **PRECISÃO DO ORÇAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS**: Orientação Técnica OT - IBR 004/2012. [s. L.]: Ibraop, 2012. 4 p.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. São Paulo: PINI, 2006.

MAZON, Aline Zanghelini. **Influência dos Atributos de Eficiência Energética, para o Requisito Envolvória, nos Custos Diretos de uma Edificação: Estudo de Caso**. 2009. 112 f. Trabalho de Conclusão de Curso (3º) - Curso de Eng. Civil, Unesc, Criciúma, 2009.

PINI (Ed.). **TCPO 13**: Tabela de Composições de Preços para Orçamento. São Paulo: Pini, 2008. 630 p.

PINI (Ed.). **TCPO 14**: Tabela de Composições de Preços para Orçamento. São Paulo: Pini, 2012. 640 p.

PROCEL. **Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações**. 2009a, Vol. 1. Disponível em: <<http://pbeedifica.com.br/node/38>>. Acesso em: out. 2014.

PROCEL. **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos – RTQ-C**. 2009b, Vol. 2 e 3. Disponível em: <<http://pbeedifica.com.br/node/38>>. Acesso em: out. 2014.

SILVA, Mateus Macan Da. **Estudo de Eficiência Energética Aplicada ao Projeto Luminotécnico do Centro Tecnológico do Carvão Limpo (CTCL)**. 2012. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (3º) - Curso de Eng. Elétrica, SATC, Criciúma, 2012.