

Elis Helena Rezende

**Análise de custos para obter a ENCE em residências do Minha Casa Minha
Vida na ZB8**

Belo Horizonte,
Escola de Arquitetura da UFMG
2016

Elis Helena Rezende

**Análise de custos para obter a ENCE em residências do Minha Casa Minha
Vida na ZB8**

Monografia Apresentada ao Curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído.

Orientadora: Prof^a. Dra. Roberta Vieira Gonçalves de Souza

Belo Horizonte,
Escola de Arquitetura da UFMG

2016

Elis Helena Rezende

**Análise de custos para obter a ENCE em residências do Minha Casa Minha
Vida na ZB8**

Monografia defendida junto ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais em 08 de agosto de 2016, pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Professora Dr^a Roberta Vieira Gonçalves de Souza
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

Professora MSc. Grace Cristina Roel Gutierrez
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Belo Horizonte,
Escola de Arquitetura da UFMG
2016

AGRADECIMENTOS

A Professora Dr^a Roberta Vieira Gonçalves de Souza pelo seu compromisso, pelo seu incentivo e por compartilhar comigo seu conhecimento sobre o assunto enriquecendo as informações contidas nesse trabalho.

A Construtora pelas informações disponibilizadas e por possibilitar o desenvolvimento desse trabalho sobre um de seus empreendimentos.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo classificar um empreendimento residencial multifamiliar de uma Construtora de grande porte localizado na cidade de Campina Grande, Paraíba, quanto a sua eficiência energética através do método prescrito do RTQ-R, 2012. Esse condomínio possui 192 Unidades Habitacionais enquadradas no Programa MCMV. Após a classificação dos apartamentos, em sua atual situação, foram apresentadas sugestões de melhorias no projeto arquitetônico para elevar a eficiência energética e atingir classificações mais altas. Para que os apartamentos permaneçam dentro do limite de valor de venda do MCMV foi realizado um levantamento da viabilidade econômica para implantação das propostas de melhorias. Além disso, como outra opção, dentro do sistema de comercialização da Construtora, foram propostos KIT's com equipamentos que visam a melhoria da eficiência energética das edificações, mas que possam ser vendidos separadamente, não interferindo no limite de enquadramento financeiro dos apartamentos no programa habitacional.

Palavras chave: RTQ-R. Prescritivo. Eficiência energética. MCMV.

ABSTRACT

This study aims to classify a multifamily residential development of a large construction company located in the city of Campina Grande, Paraíba, as its energy efficiency by the prescribed method of RTQ-R, 2012. This condominium has 192 housing units embedded in the program MCMV. After classification of the apartments in its present situation, suggestions for improvements were presented in the architectural project to raise the energy efficiency and reach higher classifications than those found. For the apartments remain within the MCMV sale value limit, a survey was conducted of the economic feasibility for implementation of the proposed improvements. Besides that, as another option within the sales system of the construction company, were proposed sets with equipments that increase the energy efficiency of buildings, but they can be sold separately, not interfering in the financial framework limit of apartments in the housing program.

Keywords: RTQ-R. Prescriptive. Energy efficiency. MCMV.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Zoneamento Bioclimático brasileiro para a habitação de interesse Social.....	19
Figura 2 – Etiqueta Nacional de Consumo energético da UH.....	23
Figura 3 – Exemplo de implantação utilizando a tipologia “H”.....	30
Figura 4 – Localização do terreno referente ao condomínio objeto de estudo.....	42
Figura 5 – Apartamento de 2 quartos do empreendimento objeto de estudo.....	42
Figura 6 – Apartamento de 1 quarto adaptado para portador de mobilidade reduzida do empreendimento objeto de estudo.....	43
Figura 7 – Implantação do empreendimento objeto de estudo.....	44
Figura 8 – Ilustração do sistema construtivo das unidades habitacionais do empreendimento em estudo.....	44
Figura 9 – Cor do revestimento das paredes das unidades habitacionais do empreendimento em estudo.....	45
Figura 10 – Ilustração do sistema de cobertura das unidades habitacionais do empreendimento em estudo.....	45
Figura 11 – Detalhamento em corte da cobertura.....	46
Figura 12 – Cor utilizada para a cobertura em telha de fibrocimento das unidades habitacionais do empreendimento em estudo.....	46
Figura 13 – Detalhamento das janelas das unidades habitacionais autônomas.....	47
Figura 14 - Implantação dos Blocos 01, 03, 05 e 07.....	48
Figura 15 – Acesso área de quintal apartamentos 101 e 103.....	49
Figura 16 - Implantação dos Blocos 02, 04, 06 e 08.....	50
Figura 17 - Implantação dos Blocos 09 e 11.....	51
Figura 18 - Implantação dos Bloco 10.....	52
Figura 19 - Implantação dos Bloco 12.....	53
Figura 20 – Níveis finais de eficiência das UH’s do pavimento térreo.....	73
Figura 21 – Níveis finais de eficiência das UH’s do segundo e terceiro pavimentos.....	73
Figura 22 – Níveis finais de eficiência das UH6s do quarto pavimento.....	74
Figura 23 – Níveis finais de eficiência dos Blocos – Edificação Multifamiliar.....	74
Figura 24 – Telha Térmica branca em fibrocimento.....	73
Figura 25 – Telha Térmica branca em fibrocimento - índices.....	77
Figura 26 – Fachada lateral – projeto atual.....	78

Figura 27 – Fachada lateral – projeto modificado com cores e esquadrias.....	78
Figura 28 – Fachada frontal – projeto atual.....	79
Figura 29 – Fachada frontal – projeto modificado com cores e esquadrias.....	79
Figura 30 – Fachada posterior – projeto atual.....	80
Figura 31– Fachada posterior – projeto modificado com cores e esquadrias.....	80
Figura 32 – Detalhamento das novas janelas propostas para as unidades habitacionais autônomas.....	81
Figura 33 – Níveis finais de eficiência das UH's do pavimento térreo com sugestões de melhorias.....	99
Figura 34 – Níveis finais de eficiência das UH's do segundo e terceiro pavimentos com sugestões de melhorias.....	100
Figura 35 – Níveis finais de eficiência das UH's do quarto pavimento com sugestões de melhorias.....	100
Figura 36 – Níveis finais de eficiência dos Blocos – Edificação Multifamiliar com sugestão de melhorias.....	101
Figura 37 – Ventilador de teto marca ALISEU - Linha JET - 3 velocidades e 3 pás em policarbonato.....	122
Figura 38 – Variação de preço do Ventilador de teto marca ALISEU - Linha JET – 3 velocidades e 3 pás em policarbonato para os últimos 6 meses e preço do dia 08 de maio de 2016.....	123
Figura 39 – Tabela da Eficiência Energética de Ventiladores de Teto 127 Volts da Edição 04/2015.....	123
Figura 40 – Refrigerador Electrolux - Modelo DC44 - 362l – Branco.....	124
Figura 41 – Variação do preço do Refrigerador Electrolux - Modelo DC44 - 362l – Branco para os últimos 3 meses preço no dia 08 de maio de 2016.....	124
Figura 42 – Tabela da Eficiência Energética para refrigeradores atualizada em 08 de abril de 2016.....	124
Figura 43 – Ar condicionado Electrolux, BI09F/BE09F Split High Wall 9000 BTU's Frio.....	126
Figura 44 – Variação do preço do Ar condicionado Electrolux, BI09F/BE09F Split High Wall 9000 BTU's frio para os últimos 6 meses e preço no dia 23 de maio de 2016.....	126
Figura 45 – Tabela da Eficiência Energética para condicionadores de ar Split Hi-Wall com rotação fixa atualizada em 16 de maio de 2016.....	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficiente da Equação 1.....	22
Tabela 2 – Equivalente Numérico para cada nível de eficiência.....	22
Tabela 3 – Classificação do nível de eficiência de acordo com a pontuação obtida.....	23
Tabela 4 – Equivalente numérico da envoltória do ambiente para resfriamento –Zona Bioclimática 8.....	24
Tabela 5 – Equivalente numérico da envoltória do ambiente condicionado artificialmente para refrigeração - Zona Bioclimática 8.....	25
Tabela 6 – Pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para a Zona Bioclimática 8.....	26
Tabela 7 – Espessura mínima de isolamento de tubulações para aquecimento de água.....	28
Tabela 8 – Planilha de Classificação da UH – Envoltória e pré-requisitos dos ambientes.....	32
Tabela 9 – Planilha de Classificação da UH – Pré-requisitos da UH.....	34
Tabela 10 – Planilha de Classificação da UH – Bonificações.....	35
Tabela 11 – Planilha de Classificação da UH – Aquecimento de água.....	38
Tabela 12 – Planilha de Classificação da UH 102 Blocos 1, 3, 5 e 7 – Envoltória.....	55
Tabela 13 – Planilha de Classificação da UH 104 Blocos 09 e 11 – Envoltória.....	57
Tabela 14 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 Blocos 09 e 11 – envoltória.....	58
Tabela 15 – Planilha de Classificação da UH 404 Blocos 09 e 11 – Envoltória.....	60
Tabela 16 – Planilha de Classificação da UH 102 Blocos 1, 3, 5 e 7 – pré-requisitos.....	61
Tabela 17 – Planilha de Classificação da UH 104 Blocos 09 e 11 – pré-requisitos...	62
Tabela 18 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 Blocos 09 e 11 – pré-requisitos.....	62
Tabela 19 – Planilha de Classificação da UH 404 Blocos 09 e 11 – pré-requisitos.....	63
Tabela 20 – Planilha de Classificação da UH 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 bonificações.....	65
Tabela 21 – Planilha de Classificação exemplo para todas as UH’s– aquecimento de	

água.....	67
Tabela 22 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 - Pontuação Total.....	68
Tabela 23 – Planilha de Classificação da UH 104 dos Blocos 09 e 11 - Pontuação Total.....	68
Tabela 24 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 dos Blocos 09 e 11 - Pontuação Total.....	69
Tabela 25 – Planilha de Classificação da UH 404 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total.....	69
Tabela 26 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e das Edificações Multifamiliares.....	70
Tabela 27 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 02, 04, 06 e 08 e das Edificações Multifamiliares.....	70
Tabela 28 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 09 e 11 e das Edificações Multifamiliares.....	71
Tabela 29 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 10 e da Edificação Multifamiliar.....	71
Tabela 30 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 12 e da Edificação Multifamiliar.....	72
Tabela 31 – Planilha de Classificação da UH 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 – Envoltória modificada.....	82
Tabela 32 – Planilha de Classificação da UH 104 Blocos 09 e 11 – Envoltória Modificada.....	83
Tabela 33 – Planilha de Classificação da UH's 204 e 304 Blocos 09 e 11 - Envoltória modificada.....	84
Tabela 34 – Planilha de Classificação da UH 404 Blocos 09 e 11 – Envoltória Modificada.....	85
Tabela 35 – Planilha de Classificação dos apartamentos 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 e 104, 204, 304 e 404 Blocos 09 e 10 – Envoltória do projeto atual x envoltória modificada.....	86
Tabela 36 – Planilha de Classificação da UH 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 – Pré requisitos com modificações.....	87
Tabela 37 – Planilha de Classificação da UH 104 Blocos 09 e 11 – Pré-requisitos com modificações.....	87

Tabela 38 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 Blocos 09 e 11 – Pré requisitos com modificações.....	85
Tabela 39 – Planilha de Classificação da UH 404 Blocos 09 e 11 – Pré-requisitos com modificações.....	85
Tabela 40 – Planilha de Classificação da UH 104 Blocos 09 e 11 – bonificações com melhorias.....	90
Tabela 41 – Planilha de Classificação da UH 404 Blocos 09 e 11 – bonificações com melhorias.....	92
Tabela 42 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 – Pontuação Total com modificações.....	94
Tabela 43 – Planilha de Classificação da UH 104 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações.....	94
Tabela 44 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações.....	95
Tabela 45 – Planilha de Classificação da UH 404 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações.....	95
Tabela 46 – Planilha de Classificação dos apartamentos 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 e 104, 204, 304 e 404 Blocos 09 e 10 - Pontuação total projeto atual x pontuação total modificações.....	96
Tabela 47 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e das Edificações Multifamiliares com melhorias.....	96
Tabela 48 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 02, 04, 06 e 08 e das Edificações Multifamiliares com melhorias.....	97
Tabela 49 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 09 e 11 e das Edificações Multifamiliares com melhorias.....	97
Tabela 50 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 10 e da Edificação Multifamiliar com melhorias.....	98
Tabela 51 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 12 e da Edificação Multifamiliar com melhorias.....	98
Tabela 52 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 - Pontuação Total com modificações mais KIT 1.....	103
Tabela 53 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e da UH 104 Blocos 09 e 11 - bonificações com melhorias mais KIT 1.....	103
Tabela 54 – Planilha de Classificação da UH 104 dos Blocos 09 e 11 - Pontuação	

Total com modificações mais KIT 1.....	104
Tabela 55 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 dos Blocos 09 e 11 - Pontuação Total com modificações mais KIT 1.....	104
Tabela 56 – Planilha de Classificação da UH 204, 304 e 404 Blocos 09 e 11 - bonificações com melhorias mais KIT 1.....	105
Tabela 57 – Planilha de Classificação da UH 404 dos Blocos 09 e 11 - Pontuação Total com modificações mais KIT 1.....	105
Tabela 58 – Planilha de Classificação dos apartamentos 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 e 104, 204, 304 e 404 Blocos 09 e 10 - Pontuação total projeto atual x pontuação total modificações mais KIT 1.....	106
Tabela 59 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 1.....	106
Tabela 60 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 02, 04, 06 e 08 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 1.....	107
Tabela 61 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 09 e 11 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 1.....	107
Tabela 62 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 10 e das Edificação Multifamiliar com melhorias mais KIT 1.....	108
Tabela 63 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 12 e das Edificação Multifamiliar com melhorias mais KIT 1.....	108
Tabela 64 – Evolução da produção e vendas de aparelhos eletrodomésticos de uso doméstico (2005-2012) (unidades); Incremento relativo do número de unidades vendidas e produzidas no período 2005-2012 (%); Crescimento médio geométrico anual da produção e venda (%).....	109
Tabela 65 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 – Pontuação Total com modificações mais KIT 2.....	110
Tabela 66 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e da UH 104 Blocos 09 e 11 – bonificações com melhorias mais KIT 2.....	111
Tabela 67 – Planilha de Classificação da UH 104 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações mais KIT 2.....	111
Tabela 68 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações mais KIT 2.....	112
Tabela 69 – Planilha de Classificação da UH 204, 304 e 404 Blocos 09 e 11 – bonificações com melhorias mais KIT 2.....	112

Tabela 70 – Planilha de Classificação da UH 404 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações mais KIT 2.....	113
Tabela 71 – Planilha de Classificação dos apartamentos 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 e 104, 204, 304 e 404 Blocos 09 e 10 - Pontuação total projeto atual x pontuação total modificações mais KIT 2.....	113
Tabela 72 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 2.....	114
Tabela 73 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 02, 04, 06 e 08 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 2.....	114
Tabela 74 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 09 e 11 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 2.....	115
Tabela 75 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 10 e das Edificação Multifamiliar com melhorias mais KIT 2.....	115
Tabela 76 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 12 e das Edificação Multifamiliar com melhorias mais KIT 2.....	116
Tabela 77 – Quantitativo do número de etiquetas das unidades autônomas encontradas em cada situação de classificação.....	117
Tabela 78 – Quantitativo do número de etiquetas das unidades autônomas encontradas em cada situação de classificação.....	119
Tabela 79 – Descrição de valores de todos os itens que tiveram sugestão de alteração no projeto.....	121
Tabela 80 – Valor total dos itens do KIT 1.....	125
Tabela 81 – Valor total dos itens do KIT 2.....	127

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS.....	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3.1. Zona Bioclimática 8.....	19
3.2. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais.....	20
3.2.1 Pré-requisito geral.....	21
3.2.2 Procedimento para determinação da eficiência.....	21
3.2.3 Envoltória.....	24
3.2.3.1 Pré-requisitos da Envoltória.....	26
3.2.4 Sistema de aquecimento de água.....	28
3.2.5 Bonificações.....	29
3.3 Construtora de grande porte.....	29
4. METODOLOGIA.....	32
4.1 Metodologia para Determinação da eficiência energética: aplicação do RTQ-R, 2012.....	32
4.1.1 Metodologia para classificar a envoltória.....	32
4.1.2 Metodologia para avaliar os Pré-requisitos da envoltória.....	34
4.1.3 Metodologia para determinação das bonificações.....	35
4.1.4 Avaliação do sistema de aquecimento de água.....	38
4.1.5 Classificação das UH's do empreendimento.....	40
4.1.6 Verificação dos custos das melhorias.....	41
5. ESTUDO DE CASO.....	41
5.1 Descrição do empreendimento.....	41
5.2 Descrição dos materiais construtivos e de acabamento das unidades habitacionais.....	44
5.3 Descrição dos Blocos e agrupamento por semelhança.....	48
6. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	54
6.1 Classificação na situação atual do projeto.....	54
6.1.1 Classificação da envoltória.....	54
6.1.2 Classificação dos pré-requisitos.....	61
6.1.3 Pontuação das bonificações.....	63
6.1.4 Sistema de aquecimento de água.....	67

6.1.5 Pontuação total.....	67
6.1.6 Classificação das edificações multifamiliares.....	70
6.2 Classificação com propostas de modificação.....	75
6.2.1 Classificação da envoltória com propostas de melhoria.....	75
6.2.2 Classificação dos pré-requisitos com as propostas de melhoria.....	86
6.2.3 Pontuação das bonificações com propostas de melhorias.....	89
6.2.4 Pontuação total após as melhorias.....	94
6.2.5 Classificação das edificações multifamiliares após as melhorias.....	96
6.3 Classificação com as propostas de alteração mais os KIT's.....	101
6.3.1 Classificação com as propostas de alteração mais a venda do KIT1..	103
6.3.2 Classificação das edificações multifamiliares após as melhorias mais comercialização do KIT 1.....	106
6.3.3 Classificação com as propostas de alteração mais a venda do KIT2..	108
6.3.4 Classificação das edificações multifamiliares após as melhorias mais a venda do KIT 2.....	114
6.4 Comparativo entre as situações de etiquetagem apresentadas.....	116
6.5 Verificação de viabilidade econômica - levantamento de custos.....	119
6.5.1 Levantamento de custos das propostas de melhoria em projeto arquitetônico.....	119
6.5.2 Levantamento de custos do KIT 1.....	122
6.5.3 Levantamento de custos do KIT 2.....	125
7. CONCLUSÃO.....	129
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132