



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Raquel Fernandes de Sousa

**Análise Financeira de Medidas de Eficiência Energética e Geração de Energia em
Habitações de Interesse Social**

Florianópolis, SC
2019

Raquel Fernandes de Sousa

**Análise Financeira de Medidas de Eficiência Energética e Geração de Energia em
Habitações de Interesse Social**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de mestre em engenharia civil.

Orientador: Prof. Roberto Lamberts, PhD.

Florianópolis, SC

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Sousa, Raquel Fernandes de
Análise financeira de medidas de eficiência energética
e geração de energia em habitações de interesse social /
Raquel Fernandes de Sousa ; orientador, Roberto Lamberts,
2019.
133 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Eficiência energética. 3.
Edificações residenciais. 4. Geração de energia. 5. Análise
financeira. I. Lamberts, Roberto. II. Universidade Federal
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Civil. III. Título.

Raquel Fernandes de Sousa

**Análise Financeira de Medidas de Eficiência Energética e Geração de Energia em
Habitações de Interesse Social**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Roberto Lamberts, Ph. D.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Michele Fossati, Dr.(a)

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Deivis Luis Marinoski, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Cláudia Naves David Amorim, Dr.(a) (por videoconferência)

Universidade de Brasília

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em engenharia civil.

Prof. Glicério Trichês, Dr.

Coordenador do Programa

Roberto Lamberts, Ph. D.

Orientador

Florianópolis, 2019.

À minha mãe e ao meu pai por todo amor, dedicação, incentivo e esforço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que guia e ilumina meus caminhos.

Aos meus pais, Marisa e Carlos, pelo amor incondicional, pela dedicação, incentivo e esforços para que eu pudesse sempre continuar estudando e pelos cuidados e compreensão nas vezes em que minha saúde precisou de mais atenção do que meus estudos. Ao meu irmão, Rafael, pelo incentivo e carinho e aos meus sobrinhos, Isadora e Gabriel, por mesmo tão pequenos serem meus melhores momentos de descanso.

Ao meu professor e orientador Roberto Lamberts, pela oportunidade, por todos os ensinamentos e contribuições e pela imensa paciência.

Às professoras Michele Fossati e Cláudia Amorim e ao professor Deivis Marinoski, por terem aceitado o convite para compor a banca de avaliação deste trabalho e pelas contribuições.

Ao Maicon Soder e à Marina Meusel, pelo apoio incondicional e pelas conversas.

À Kaila Bissolotti e ao Mateus Bavaresco, por estarem sempre disponíveis, pelas conversas e pelo apoio logístico na reta final deste trabalho.

Aos meus colegas de LabEEE e CB3E, por todos os aprendizados e trocas de conhecimento.

Aos amigos que o mestrado me deu, pela companhia, parceria, almoços no RU e *happy hours*.

À Priscila e à Marinea, da secretaria do PPGEC, por toda atenção, empenho e solicitude.

À Eletrobras pela bolsa de estudos e pela oportunidade de contribuir para um projeto do qual eu tenho muito orgulho e pelo qual tenho, também, muito carinho.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

É crescente o consumo de energia elétrica no Brasil, sobretudo em edificações residenciais. Parte deste consumo se deve ao condicionamento de ar em função da carga térmica gerada pelas trocas de calor e ganhos internos das edificações. A aplicação de medidas de eficiência energética (MEEs) que busquem melhorar o desempenho térmico da envoltória pode contribuir para a redução do consumo de energia elétrica. No entanto, é importante analisar se a aplicação destas medidas efetivamente resulta em economia de energia e financeira. É importante poder comparar a aplicação das medidas a fim de avaliar quais possuem maior redução de consumo pelo menor custo. O objetivo geral deste trabalho é avaliar o custo da energia conservada por meio da aplicação de estratégias de redução do consumo energético e do emprego de geração local de energia fotovoltaica. O método consiste na aplicação de MEEs em um caso base. O consumo de energia é obtido por meio de simulação computacional e os custos dos sistemas construtivos são obtidos por meio do SINAPI e de pesquisas de mercado. A tipologia escolhida foi uma habitação de interesse social unifamiliar (HIS). A cidade foi São Paulo/SP, por ser a capital do estado com maior déficit habitacional do país e por o estado construir anualmente cerca de 40 mil HIS. Para as análises, escolheu-se o método das curvas de custo e potencial de conservação de energia que permite analisar o custo líquido da energia conservada e o potencial de economia de energia ao longo da vida útil da edificação. O custo líquido da energia conservada consiste na diferença entre o preço da aplicação da MEE por kWh conservado e o preço da tarifa de energia. O potencial de energia conservada consiste na quantidade de energia que a edificação deixaria de consumir com a aplicação das MEEs. Ao caso base, composto por paredes de concreto, cobertura de telha fibrocimento e forro PVC, absorvâncias altas e aberturas de vidro simples sem sombreamento, foram aplicadas medidas como: sombreamento e aumento das aberturas, vidros com controle solar, variações de paredes e coberturas, redução das absorvâncias solares e aumento da eficiência dos condicionadores de ar. Tanto a aplicação de MEEs isoladas quanto a aplicação de conjuntos de medidas, obteve custo líquido negativo. A aplicação de MEEs isoladas obteve reduções de 5 a 45% do consumo de energia, enquanto a aplicação dos conjuntos de medidas obteve reduções de até 87%. Foi incluída geração local de energia fotovoltaica com o objetivo de se obter Edificações de Energia Zero (ZEB). Os casos mantiveram-se com custo líquido negativo. Na maioria deles, o potencial de geração de energia superou o consumo anual de energia das residências. Concluiu-se que custa menos investir na aplicação das MEEs testadas do que não investir e que grande parte das MEEs e dos conjuntos reduzem significativamente o consumo de energia. Concluiu-se, também, que embora o custo inicial de investimento em geração local de energia seja maior do que nos casos sem geração, a redução de consumo de energia da rede compensa o investimento.

Palavras-chave: Eficiência energética. Edificações residenciais. Habitação de interesse social. Envoltória. Geração de energia. Análise financeira. Custo. ZEB.

ABSTRACT

The consumption of electric energy in Brazil is increasing. Large part of this consumption comes from residential buildings. Residential buildings are one of the sectors that most contribute to the increase of the country's energy demand. Part of this consumption is due to the use of air conditioning systems in the buildings. The application of energy efficiency measures (EEMs) can improve the thermal performance of the buildings envelope. So the EEMs can contribute to the reduction of electricity consumption. It is necessary to study whether the adoption of such measures will indeed result in lower energy consumption (and thus financial savings). We also rate the effectiveness of these measures (or package of measures) against each other, in order to further determine which ones result in the greatest consumption reduction at the lowest cost. The main objective of this study is to evaluate the cost of conserved energy through the application of strategies that reduce energy consumption and the use of local photovoltaic energy generation. The method used consists of the application of EEMs and packages of measures in a base case. The energy consumption is obtained through computational simulation. The costs of the construction systems are obtained through a Brazilian price reference list. The typology chosen was a housing of social interest single family with 39.76 m² and two dormitories. The city chosen was São Paulo/SP. São Paulo is the state with the largest housing deficit in Brazil. Besides, the State of São Paulo builds 30 to 40 thousand social housing units per year. For the analysis, it is applied the cost curves and energy conservation potential method. The method allows analyzing the net cost of conserved energy. The method also allows analyzing the potential to save energy during the building life cycle. The cost of conserved energy consists in the difference between the prices of: the measures per kWh conserved and the energy tariff. The conserved energy potential consists in the energy that the building would no longer consume, during the building life cycle, with the application of the EEMs. The composition of the base case is: concrete walls, fiber cement tile, PVC lining, high absorptances and simple glass openings without shading. The measures consist in shading and increase of openings, apply glasses with solar control, vary walls and roofs, reduce solar absorptions and increase efficiency of air conditioners. The application of isolated EEMs obtained net negative cost. The application of packages of measures also obtained net negative cost. On average -R\$ 0.49/kWh. The application of isolated EEMs obtained reductions of 5 to 45% of the energy consumption. The application of the packages of measures obtained reductions of up to 87%. Then, it concluded that it costs less to invest in the application of the tested EEMs than not to invest. It also concluded that a large part of the EEMs and packages significantly reduce energy consumption.

Keywords: Energy efficiency. Residential buildings. Housing of social interest. Building envelope. Power generation. Financial analysis. Cost. ZEB.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da capacidade globalmente instalada de energia fotovoltaica	29
Figura 2 – Comparativo entre a Tarifa Branca e a Tarifa Convencional	31
Figura 3 – Fluxograma resumo do método.....	37
Figura 4 – Fluxograma do algoritmo de controle da integração dos sistemas proposto por Sorgato.....	43
Figura 5 – Gráfico do conforto adaptativo	45
Figura 6 – Construção e interpretação de CCPs	54
Figura 7 – Tipologia da residência unifamiliar	57
Figura 8 – Volumetria da residência unifamiliar.....	57
Figura 9 – Curvas de custo e potencial de conservação de energia dos casos com maior custo de energia conservada.....	80
Figura 10 – Curvas de custo e potencial de conservação de energia dos casos com menor custo de energia conservada	82
Figura 11 – Soluções de custo ótimo.....	83
Figura 12 – Soluções ZEB – <i>Zero Energy Buildings</i>	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros definidos por Sorgato.....	43
Tabela 2 – Características do caso base.....	59
Tabela 3 – Medidas de eficiência energética selecionadas.....	61
Tabela 4 – Consumos e percentuais de economia do caso base e dos casos com MEEs aplicadas isoladamente	63
Tabela 5 – Custos de investimento iniciais das MEEs	65
Tabela 6 – Custo de reposição anualizado – CR	66
Tabela 7 – Comparativo dos percentuais de economia dos casos com MEEs aplicadas isoladamente com os casos com conjuntos tipo III	70
Tabela 8 – Redução de consumo dos conjuntos tipo III considerando o caso base com paredes de bloco cerâmico	71
Tabela 9 – Irradiância diária da cidade de São Paulo/SP	73
Tabela 10 – Comparação entre os tipos de módulos analisados.....	73
Tabela 11 – Potencial de geração local de energia elétrica	74
Tabela 12 – Média mensal de geração fotovoltaica de energia elétrica	75
Tabela 13 – Exemplo de custo da energia conservada	77

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. OBJETIVOS.....	17
1.1.1. Objetivo geral.....	17
1.1.2. Objetivos específicos.....	17
1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1. EDIFICAÇÕES DE ENERGIA ZERO – <i>ZERO ENERGY BUILDINGS</i> – ZEB	19
2.2. CUSTO ÓTIMO.....	22
2.2.1. Métodos de análise dos custos.....	23
2.2.2. Análise e comparação dos custos obtidos	26
2.3. MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	27
2.4. ENERGIA RENOVÁVEL	28
2.4.1. Energia solar fotovoltaica	29
2.5. PERFIS TARIFÁRIOS RESIDENCIAIS	31
2.6. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL TERMO ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES	32
2.6.1. Ferramenta de simulação computacional termo energética – <i>EnergyPlus</i>.....	33
2.7. SÍNTESE DA REVISÃO DE LITERATURA	33
3. MÉTODO	37
3.1. ETAPAS INICIAIS	39
3.1.1. Etapa 1 – Definição da tipologia e do local de implantação.....	39
3.1.2. Etapa 2 – Definição do caso base.....	40
3.1.3. Etapa 3 – Caracterização e seleção inicial das medidas de eficiência energética (MEEs).....	41
3.1.4. Etapa 4 – Simulação termo energética do caso base e da aplicação das MEEs	41

3.2. ETAPAS DE CARACTERIZAÇÃO DOS CUSTOS DAS MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	45
3.2.1. Etapa 5 – Levantamento dos custos de investimento das MEEs	46
3.2.2. Etapa 6 – Estudo da vida útil de projeto de cada medida de eficiência energética e da edificação	46
3.3. ETAPAS DE DEFINIÇÃO DOS CONJUNTOS DE MEDIDAS E DOS CONSUMOS ENERGÉTICOS	47
3.3.1. Etapa 7 – Definição dos conjuntos de medidas e das MEEs que os compõem	47
3.3.2. Etapa 8 – Simulação termo energética da aplicação dos conjuntos de medidas no caso base	48
3.4. ETAPAS DE INCLUSÃO DE SISTEMA DE GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA FOTOVOLTAICA	48
3.4.1. Etapa 9 – Definição da demanda de energia e da estratégia de geração local de energia fotovoltaica	48
3.4.2. Etapa 10 – Dimensionamento do sistema de geração local de energia fotovoltaica escolhido	49
3.4.3. Etapa 11 – Inclusão do sistema de geração local de energia fotovoltaica como MEE	50
3.5. ETAPAS DE CUSTOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA	50
3.5.1. Etapa 12 – Definição da tarifa de energia elétrica	50
3.5.2. Etapa 13 – Determinação do custo líquido de conservação de energia	51
3.5.2.1. Etapa 13.1 – Custo da Energia Conservada – CEC	51
3.5.2.1. Etapa 13.2 – Custo Líquido de Conservação de Energia – CLCE	52
3.6. ETAPAS DE FINAIS – ANÁLISES	53
3.6.1. Etapa 14 – Análises dos Custos Líquidos de Conservação de Energia	53
3.6.2. Etapa 15 – Construção e análise das Curvas de Custo e Potencial de Conservação de Energia – CCPs	54
3.6.3. Etapa 16 – Soluções de custo ótimo e ZEBs	54

4. RESULTADOS	56
4.1. ETAPAS INICIAIS	56
4.1.1. Etapa 1 – Definição da tipologia e do local de implantação.....	56
4.1.2. Etapa 2 – Definição do caso base.....	58
4.1.3. Etapa 3 – Caracterização e seleção das medidas de eficiência energética (MEEs).....	59
4.1.4. Etapa 4 – Simulação termo energética do caso base e da aplicação das MEEs	62
4.2. ETAPAS DE CARACTERIZAÇÃO DOS CUSTOS DAS MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	64
4.2.1. Etapa 5 – Levantamento dos custos de investimento das MEEs.....	64
4.2.2. Etapa 6 – Estudo da vida útil de projeto de cada medida de eficiência energética e da edificação.....	65
4.3. ETAPAS DE DEFINIÇÃO DOS CONJUNTOS DE MEDIDAS E DOS CONSUMOS ENERGÉTICOS.....	67
4.3.1. Etapa 7 – Definição dos conjuntos de medidas e das MEEs que os compõem.....	67
4.3.2. Etapa 8 – Simulação termo energética da aplicação dos conjuntos de medidas no caso base	67
4.3.2.1. <i>Conjuntos completos</i>	68
4.3.2.2. <i>Conjuntos parciais tipo I e tipo II</i>	69
4.3.2.3. <i>Conjuntos parciais tipo III</i>	69
4.4. ETAPAS DE INCLUSÃO DE SISTEMA DE GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA FOTOVOLTAICA	71
4.4.1. Etapa 9 – Definição da demanda de energia e da estratégia de geração local de energia fotovoltaica.....	71
4.4.2. Etapa 10 – Dimensionamento do sistema de geração local de energia fotovoltaica escolhido	72
4.4.3. Etapa 11 – Inclusão do sistema de geração local de energia fotovoltaica como MEE	74

4.5. ETAPAS DE CUSTOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA	75
4.5.1. Etapa 12 – Definição da tarifa de energia elétrica.....	75
4.5.2. Etapa 13 – Determinação do custo líquido de conservação de energia.....	76
4.6. ETAPAS DE FINAIS – ANÁLISES	76
4.6.1. Etapa 14 – Análises dos Custos Líquidos de Conservação de Energia.....	76
a) Casos de maior custo da energia conservada – CEC.....	78
b) Casos de menor custo da energia conservada – CEC.....	78
4.6.2. Etapa 15 – Construção e análises das Curvas de Custo e Potencial de Conservação de Energia.....	79
a) Casos de maior custo da energia conservada – CEC.....	79
b) Casos de menor custo da energia conservada – CEC.....	80
4.6.3. Etapa 16 – Soluções de custo ótimo e ZEBs	82
a) Soluções de custo ótimo	82
b) Soluções ZEB – Edificações de energia zero	83
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
5.1. CONCLUSÕES.....	85
5.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
5.2.1. Limitações da pesquisa.....	87
5.2.2. Sugestões para trabalhos futuros	88
REFERÊNCIAS	89
APÊNDICE A – CUSTOS DE INVESTIMENTO INICIAIS	97
APÊNDICE B – VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO	100
APÊNDICE C – CUSTO E QUANTIDADE DE REPOSIÇÕES	101
APÊNDICE D – COMPOSIÇÃO DOS CASOS.....	104
APÊNDICE E – CONSUMOS E PERCENTUAIS DE REDUÇÃO DOS CONSUMOS DOS CASOS SIMULADOS	110
APÊNDICE F – GERAÇÃO FOTOVOLTAICA, CONSUMOS E PERCENTUAIS DE REDUÇÃO DOS CONSUMOS.....	118

APÊNDICE G – CUSTO DA ENERGIA CONSERVADA, CUSTO LÍQUIDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E OUTROS	126
---	------------

1. INTRODUÇÃO

O consumo de energia em países em desenvolvimento, como o Brasil, vem crescendo rapidamente. Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2017, o consumo total de energia elétrica do país cresceu 26,13% nos últimos nove anos. Atualmente, o setor residencial é responsável pelo consumo de mais de um quinto da energia elétrica consumida no país. Sendo que nos últimos nove anos o consumo residencial cresceu 46,18%.

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), as edificações comerciais, públicas e residenciais somadas consomem 42,8% da oferta interna de energia elétrica do Brasil. O setor residencial foi o único setor que obteve aumento no consumo de energia elétrica no Brasil, entre os anos de 2015 e 2016 (EPE, 2017). Mundialmente, segundo o IEA (2015), os edifícios são responsáveis por mais da metade da demanda de energia. Allouhi *et al.* (2015) e Levine *et al.* (2007) ressaltam, ainda, que os edifícios são um dos principais responsáveis por emissões globais de gases de efeito estufa. Nesta realidade, esforços em prol da melhoria da eficiência energética das edificações são importantes aliados para redução do consumo energético e consequente redução de emissão de gases do efeito estufa e impactos ambientais.

O setor residencial consome 21,4% da energia elétrica brasileira. É o setor que consome a maior fatia da oferta de energia elétrica do país. Nas residências, o consumo de energia elétrica é crescente e corresponde a 46,0% da energia consumida. Gás liquefeito de petróleo (GLP) representa 26,4% do consumo e sua demanda se mantém quase que constante no setor (EPE, 2017).

Alternativas como o emprego de conceitos de arquitetura bioclimática nas decisões de projeto podem mitigar o consumo de energia nas edificações, além de agregar melhorias no seu desempenho térmico e no conforto ambiental dos usuários (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014). Carlo (2008) afirma que além dos sistemas de iluminação e dos equipamentos eletrodomésticos, o consumo de energia elétrica em edifícios associa-se aos ganhos e perdas de calor pela envoltória. A carga térmica gerada por ocupantes e equipamentos somada às trocas de calor com o ambiente externo resultam no consumo de energia por parte dos sistemas de condicionamento de ar.

A ABRAVA aponta o aumento do poder de compra e dos padrões de vida das classes sociais C e D e a redução de custo dos equipamentos como principais fatores para a popularização dos condicionadores de ar (ABRAVA, 2014). Medidas de eficiência energética que busquem melhorar o desempenho térmico da envoltória das residências podem, então, contribuir para redução do consumo de energia elétrica devido ao uso dos condicionadores de ar.

Meier (1984) destaca a importância de investimentos em conservação de energia e considera importante a comparação entre os possíveis investimentos em medidas de eficiência energética. Para o autor, as consequências positivas de investir em medidas de eficiência energética são maiores do que não investir. Ferrara et al. (2014) dizem que ao estudar a implantação de medidas de eficiência energética, ou medidas de conservação de energia, é importante considerar seus impactos e benefícios ambientais e financeiros. É importante que as medidas que contribuam não apenas para a redução da demanda energética de edificações, mas também para a mitigação dos impactos ambientais do alto consumo de energia. Por isso, é importante que os investimentos em eficiência energética sejam analisados e sejam implantadas, preferencialmente, as medidas de maior relevância (BOURRELLE; ANDRESEN; GUSTAVSEN, 2013).

É relevante considerar os custos da energia conservada pela implantação das medidas de eficiência energética. Conhecer ou estimar os custos durante todo o ciclo de vida da edificação, incluindo os investimentos iniciais, os custos operacionais e o dispêndio com o consumo de energia elétrica, permite analisar e otimizar os custos de cada medida ou conjunto de medidas de eficiência energética. Para isso, é necessário conhecer os fatores que influenciam no consumo energético das edificações e as alternativas disponíveis para minimizá-los. Quando os custos são otimizados, o emprego de medidas de eficiência energética traz grandes benefícios econômicos além de benefícios ambientais por conta da redução de demanda energética e da possível aplicação de fontes renováveis de energia junto às edificações (BAGLIVO et al., 2015; BECCHIO et al., 2012; FERRARA et al., 2014; MCNEIL et al., 2012).

Devido à relevância da aplicação de medidas de conservação de energia, é importante que seus impactos econômicos sejam avaliados e ponderados. Neste sentido, o desenvolvimento de pesquisas que permitam visualizar tais impactos e comparar as medidas contribui para que se encontrem soluções ótimas de eficiência energética em edificações.

1.1. OBJETIVOS

Nesta seção estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos do presente estudo.

1.1.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo é avaliar o custo da energia conservada com estratégias para redução do consumo energético e geração local de energia em edificações residenciais, em função dos custos para aplicação das estratégias e da tarifa energética residencial local.

1.1.2. Objetivos específicos

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, busca-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Analisar estratégias de redução do consumo energético e geração local de energia fotovoltaica;
- Construir cenários que combinem, em conjuntos de medidas de eficiência energética, as estratégias de redução de consumo energético e estratégias de geração local de energia;
- Analisar os custos de implantação e de reposição dos conjuntos de medidas ao longo da vida útil da tipologia de estudo;
- Analisar o custo da energia conservada nas estratégias nos diferentes cenários definidos e verificar quais cenários efetivamente resultam em economia;
- Identificar os conjuntos de medidas que tenham menor custo de implantação e maior economia de energia.

1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro deles apresenta a introdução do tema abordado. São tratadas a importância do tema e a contextualização do

assunto no cenário brasileiro atual. Nele são, também, definidos os objetivos geral e específicos do trabalho.

O segundo capítulo traz a revisão bibliográfica das temáticas relevantes à pesquisa. A revisão bibliográfica está dividida em seis itens. Cada um referente a um assunto: edificações de energia zero; custo ótimo; medidas de eficiência energética; energia renovável; perfis tarifários residenciais; e simulação computacional termo energética de edificações. Além destes, o último dos itens sintetiza as considerações finais sobre os assuntos revisados e aponta o direcionamento da pesquisa.

No terceiro capítulo é apresentado o método para desenvolvimento da pesquisa. O método é dividido em seis grupos de etapas: etapas iniciais; etapas de caracterização dos custos das medidas de eficiência energética; etapas de definição dos conjuntos de medidas e dos consumos energéticos; etapas de inclusão de sistema de geração local de energia fotovoltaica; etapas de custo de conservação de energia; e etapas finais – análises.

O penúltimo capítulo apresenta os resultados do estudo. E o quinto e último capítulo expõe as conclusões e as considerações finais do trabalho, incluindo as limitações da pesquisa e as sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão de literatura do presente estudo. Foram revisados, estudos e documentos relacionados a edificações de energia zero (*zero energy buildings – ZEB*), custo ótimo, medidas de eficiência energética, energia renovável, perfis tarifários residenciais e simulação computacional termo energética de edificações.

2.1. EDIFICAÇÕES DE ENERGIA ZERO – *ZERO ENERGY BUILDINGS – ZEB*

Várias são as temáticas das pesquisas relacionadas à eficiência energética de edificações no mundo. Desenvolver medidas de conservação energética e soluções para diminuir o consumo de energia são uma constante busca nas pesquisas do setor da construção civil e da tecnologia. Segundo Popescu et al. (2012), as principais temáticas pesquisadas sobre o assunto, a nível global, são: a influência da envoltória nos sistemas de aquecimento e refrigeração dos ambientes; a determinação do ciclo de vida das edificações; o desenvolvimento de metodologias de *benchmarking* no âmbito do desempenho energético de edifícios; a busca constante por medidas de eficiência energética adequadas para climas e locais distintos; e o desenvolvimento de regulamentação para conservação e eficiência energética. Popescu et al. (2012) ainda destaca que soluções ótimas para políticas energéticas resultam de projetos multidisciplinares. Baglivo et al. (2015) diz que muitos estudos convergem na busca por reduzir o consumo de energia das edificações até que se tornem ZEB – *Zero Energy Buildings*. Que, em tradução literal, significa Edifícios de Energia Zero.

Torcellini e Crawley (2006) afirmam que as ZEBs, edificações de energia zero, produzem energia suficiente para suas demandas de consumo ou, ainda, produzem mais do que consomem. Para os autores, uma ZEB não é apenas uma edificação cujo balanço entre energia consumida e energia proveniente da rede resulta em zero. Uma ZEB deve ser eficiente. Deve integrar geração local de energia por fontes renováveis com o emprego de sistemas e equipamentos de alta eficiência energética que reduzam o consumo de energia e a necessidade de climatização. Kapsalaki, Leal e Santamouris (2012) também definem ZEB como edificações de alta eficiência cujo balanço final de energia consumida da rede, em um ano base, resulte em 0 kWh. Kurnitski (2013) classifica ZEBs em duas categorias. Na

primeira – net ZEB, *net zero energy buildings* – enquadram-se as edificações cuja energia primária provém de fontes renováveis. Na segunda – nZEB, *nearly zero energy buildings* – enquadram-se as edificações que combinam as melhores medidas de eficiência energética com o emprego de fontes renováveis de energia e tem algum consumo, ainda que pequeno, de energia da rede. Porém, a energia consumida não deve prover de fontes não renováveis. São, em tradução literal, edificações de quase energia zero.

Uma ZEB pode, ainda, estar ou não conectada à rede de energia. Uma ZEB não conectada à rede dispensa o emprego de fontes externas de energia, produz sua própria energia por meio de fontes renováveis e consome, exclusivamente, o que produz. Uma ZEB conectada à rede produz, também, sua própria energia por meio de fontes renováveis, porém, pode utilizar a energia da rede quando demandar e injetar seu excedente de produção nela (KAPSALAKI; LEAL; SANTAMOURIS, 2012).

Discriminar os usos finais de energia de uma edificação é um dos primeiros passos para determinar sua demanda energética e os sistemas que mais consomem energia. Além disso, para atribuir medidas de eficiência energética às edificações, é necessário, ainda, conhecer as variáveis climáticas de seu local de implantação. Para as ZEBs, por incluírem geração de energia, é preciso conhecer as características e potenciais das fontes energéticas e a infraestrutura de conexão com a rede, quando aplicável. Para Marszal et al. (2011) sete são as problemáticas para classificar uma edificação como uma ZEB. Quatro das problemáticas envolvem o balanço energético: a métrica do balanço, o período, o tipo de energia envolvida e o tipo de balanço. Outras duas envolvem a eficiência energética e a climatização da edificação. E as demais, a infraestrutura para conexão com a rede elétrica e as opções de fornecimento de energia.

O grande esforço da busca por edificações de energia zero é para que as edificações, que representam a maior parcela da demanda energética mundial (IEA, 2015), consumam cada vez menos energia de fontes não-renováveis. Bourrelle, Andresen e Gustavsen (2013) destacam que há diferença entre garantir que a edificação não necessite de energia provenientes de fontes não-renováveis e prevenir que as edificações aumentem a demanda energética da rede. Ferrara et al. (2014) afirma que a maioria das pesquisas neste contexto são direcionadas para a redução da demanda energética. Estão concentradas na busca por otimizar os resultados das características construtivas das edificações.

A nova versão da diretiva europeia 2010/31/EU (UNIÃO EUROPEIA, 2012) para o desempenho energético de edificações – Directive on the Energy Performance of Building

(EPBD) – determina que os países membros da união europeia devem garantir o cumprimento de requisitos mínimos de desempenho energético de edifícios e elementos construtivos. A nova versão da diretiva estabelece uma meta bastante específica. Determina que na construção de novas edificações sejam empregadas medidas de eficiência energética a fim de até 2020 todas as novas edificações sejam nZEB. Esta meta é um passo importante na busca pela redução da emissão de gases do efeito estufa e para a implementação de políticas energéticas efetivas (FERRARA et al., 2014; KAPSALAKI; LEAL; SANTAMOURIS, 2012). Baglivo et al. (2015) analisam edificações comuns e edificações de alta eficiência energética a fim de compreender se é possível reduzir a demanda energética e a emissão de CO₂ com medidas de baixo custo.

Sabe-se que edificações e equipamentos eficientes demandam muito menos energia para seu funcionamento do que opções comuns. Porém, sabe-se que estes produtos eficientes podem, algumas vezes, empregar mais energia para serem produzidos do que os demais. A energia embutida, não só na concepção de edificações e equipamentos eficientes, mas também na fabricação dos componentes das tecnologias renováveis pode não provir de fato de fontes renováveis. Conhecer de onde deriva a energia embutida nos materiais é importante para se ter uma visão completa do ciclo de vida das edificações, sobretudo das ZEBs. Uma possível solução para reduzir os impactos ambientais da energia embutida na fabricação das tecnologias renováveis e equipamentos eficientes é concentrar-se apenas na aplicação das medidas de maior relevância (BOURRELLE; ANDRESEN; GUSTAVSEN, 2013).

Além da energia embutida, é importante pensar que as medidas de eficiência energética e a implantação de fontes renováveis de energia geram custos. Baglivo et al. (2015) afirmam que muitas pesquisas direcionam-se para o alcance de soluções para se projetar edificações de energia zero. Porém, poucos são os que buscam otimizar os custos. Popescu et al. (2012) consideram o custo da provável energia economizada como um dos principais empecilhos para a implementação de políticas energéticas. E salientam que consumidores tendem a pensar que a economia de energia é o único benefício da implementação das políticas. Kurnitski et al. (2014) destacam que o alto custo é um dos principais impedimentos para a renovação dos elementos das residências. São necessários esforços e políticas para que medidas eficientes se tornem populares e efetivas.

Kapsalaki, Leal e Santamouris (2012) propuseram uma metodologia para conhecer o desempenho econômico das variáveis empregadas no projeto de edificações residenciais *net*

ZEB. Na metodologia são consideradas as condicionantes econômicas e climáticas locais e as fontes de energia. Os autores concluíram que a otimização dos custos pode reduzir em mais de três vezes o custo global da edificação. O custo global considera tanto o dispêndio de investimentos iniciais quanto os gastos ao longo da vida útil da edificação. Hamdy, Hasan e Siren (2013) concluem que a otimização dos custos das edificações nZEB vai além das medidas de eficiência energética, do emprego de fontes renováveis de energia e das oscilações dos custos da energia. Depende, também, da escolha correta dos sistemas de aquecimento. Para climas tropicais, este pensamento pode, também, considerar os sistemas de refrigeração.

2.2. CUSTO ÓTIMO

Medidas de eficiência energética, busca por edificações de energia zero e uso de fontes renováveis de energia são soluções bastante pertinentes do ponto de vista ambiental, tanto para as soluções locais, quanto para as soluções de escala global. Mas, para que sejam soluções efetivamente sustentáveis, devem considerar seus custos e sua viabilidade econômica. Para Ferrara et al. (2014), os resultados dos esforços voltados à eficiência energética podem ser notados e avaliados em uma macro escala – a escala global. Contudo, os autores ressaltam que o projeto de edificações eficientes nZEB precisa ser trabalhado em uma escala local. Para que seus custos e desempenho energético sejam ótimos, eficientes, é preciso considerar as características climáticas locais, o estilo de vida da população, as tecnologias e materiais disponíveis e a tipologia da edificação. Torna-se necessário, então, que sejam desenvolvidos estudos que calculem o custo ótimo de ZEBs para diferentes climas, diferentes tipos de edificação e diferentes regulamentações (Hamdy; Hasan; Siren, 2010). Becchio et al. (2012) afirmam que o projeto de uma edificação termicamente confortável está relacionado ao compromisso com os requisitos de três áreas: desempenho térmico, economia de energia e economia de custos.

Além dos benefícios econômicos, os benefícios ambientais do projeto de edificações eficientes são importantes e devem ser analisados nos estudos. Neste aspecto, Ferrara et al. (2014) baseiam suas análises em dois importantes princípios: todas as medidas de eficiência energética e suas combinações devem ser escolhidas considerando seus impactos ambientais e financeiros; e que, dentro do mesmo nível de custo de investimento, deve-se adotar o conjunto com menor consumo de energia.

Kurnitski et al. (2011) determinaram, em sua pesquisa, o custo ótimo e os níveis de desempenho energético de uma edificação residencial na Estônia por meio de simulações termo energéticas. A vida útil da edificação e dos seus componentes foi determinada conforme especificações de norma europeia EN 15459 (2008). Os preços foram listados conforme os preços locais. Os gastos com manutenção dos sistemas técnicos foram estimados com base em uma porcentagem do aporte inicial de investimento na edificação. Para contabilizar os custos com energia foram considerados os sistemas de aquecimento e refrigeração e ventilação dos ambientes, de aquecimento de água e de iluminação. Além dos consumos dos equipamentos.

Becchio et al. (2015) exibem distintas soluções de custo ótimo para edificações nZEBs na Itália. Ferrara et al. (2014) busca soluções de custo ótimo para uma residência unifamiliar na França com base na diretiva europeia 2010/31/EU – Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – e nas suas diretivas suplementares (UNIÃO EUROPEIA, 2012).

Pode-se definir custo ótimo, ou custo ideal, segundo a diretiva europeia (UNIÃO EUROPEIA, 2012), como o desempenho energético que resulta na menor estimativa de custo durante um determinado ciclo de vida econômico de uma edificação. Kurnitski et al. (2011) definem, também, o custo ótimo como o desempenho energético em um custo global mínimo. O custo global corresponde ao custo durante todo o ciclo de vida da edificação. Os autores calculam o custo ótimo corrigindo os valores por meio do método do valor presente líquido descrito na norma europeia EN 15459 (2008).

As vantagens econômicas são visíveis quando se busca alcançar um custo ótimo para a implantação das medidas de eficiência energética (MEEs) ou medidas de conservação de energia (MCEs). Mas, além disso, sabe-se que a implantação de tais medidas tem um importante papel na mitigação de impactos ambientais futuros como consequência do aumento da demanda energética. McNeil et al. (2012) ressaltam que a implantação de MEEs contribui para a redução da emissão de gases do efeito estufa, além de, quando considerados os custos, trazerem benefícios econômicos relevantes. Os autores expõem que em edificações coreanas, tanto comerciais quanto residenciais, o emprego de MEEs trouxe economias 20% maiores do que o aporte investido.

2.2.1. Métodos de análise dos custos

São muitas as referências de métodos para análise dos custos de implantação de medidas de eficiência energética em edificações. Alguns buscam apenas soluções para redução de consumo de energia. Outros se dedicam a avaliar a viabilidade econômica de sistemas de geração de energia por fontes renováveis.

Hamdy, Hasan e Siren (2013) dividem o método de sua pesquisa em quatro etapas: definição da edificação de referência e caracterização dos sistemas e da envoltória; determinação das medidas de eficiência energética e das combinações para estudo do desempenho energético; simulações; e cálculo dos custos. Das simulações são extraídos os custos com o consumo energético que, junto com os custos de investimento e operação, são derivados e discutidos para se chegar às alternativas de custo ideal.

Becchio et al. (2015) utilizam em suas simulações o método do balanço térmico do *software EnergyPlus* (DOE, 2016). Os módulos fotovoltaicos são, também, modelados no *EnergyPlus* aplicando-se a opção “*Equivalent One-diode*”. Nesta opção, relações empíricas determinam o desempenho dos módulos com base em condicionantes locais. Ao sistema fotovoltaico é adicionado um inversor tido como ideal, com eficiência nominal de 0,95. Em outro estudo, Becchio et al. (2012) relatam que as tecnologias de maior complexidade testadas tem custo de investimento bastante elevado e seu emprego não compensa a energia economizada. Os autores concluem, também, que considerando o custo global da edificação, a estratégia que obteve melhores resultados não foi a que apresentava menor custo de investimento. Uma conclusão que salienta a importância da avaliação dos custos da edificação durante seu ciclo de vida.

O método descrito por Ferrara et al. (2014) identifica e modela uma edificação de referência e define quais medidas de eficiência energética podem ser aplicadas na edificação. A edificação de referência é uma residência de baixo consumo energético real, instalada em Rhône-Alpes, na França. As medidas são, então, agrupadas em conjuntos de medidas e aplicadas ao modelo. O modelo é simulado e o consumo energético levantado com base nos resultados das simulações. Os investimentos para implantação dos conjuntos de medidas são estimados. Somam-se os custos e comparam-se as soluções a fim de encontrar a que apresenta menor custo no ciclo de vida. O principal objetivo deste estudo é, segundo os autores, orientar políticas públicas para a redução da distância entre soluções de custo ideal e a classificação de uma edificação como ZEB. Para otimizar o tempo de trabalho e obter mais resultados em menor tempo, os autores otimizaram as simulações utilizando a ferramenta TRNSYS (THERMAL ENERGY SYSTEM SPECIALISTS, 2016).

Kurnitski et al. (2011) especificam sete passos para determinação do desempenho energético de nZEBs e seu custo ideal. São eles: escolher a edificação de referência; especificar as variáveis da envoltória; definir os sistemas empregados na edificação; realizar simulações energéticas; processar os resultados e convertê-los para energia primária; levantar os investimentos para construção e atualizar os valores pelo valor presente líquido; e realizar a importante análise de sensibilidade do aumento da taxa de juros, do aumento das tarifas de energia e de outros parâmetros.

Baglivo et al. (2015) aplicam um método equivalente em seu estudo. O estudo, porém, é voltado para um tipo específico de edificação e de clima. É utilizado para comparar residências unifamiliares comuns com residências unifamiliares de alta eficiência em climas quentes. O estudo avalia os três mais altos níveis de classificação de eficiência energética da certificação italiana: a classe “ouro”, cujo consumo para aquecimento é inferior a 10 kWh/m²ano; a classificação A, cujo consumo é menor que 50 kWh/m²ano; e a classificação B, cujo consumo é inferior a 30 kWh/m²ano. Os autores concluem que nZEBs implantadas em regiões de clima quente tem chances maiores de alcançar um custo ótimo do que as instaladas em regiões de clima frio.

O trabalho de Becchio et al. (2012) aplica o método descrito pela norma europeia EN 15459 (UNIÃO EUROPEIA, 2008) objetivando otimizar a escolha dos materiais empregados na envoltória das edificações, além de mitigar os custos elevados da construção e do consumo energético com aquecimento e refrigeração dos ambientes. A normativa europeia descreve dois métodos de cálculo: custo global e custo anual. Ambos podem ser aplicados a todas as tipologias de edificações e aplicam-se, segundo Becchio et al., às seguintes finalidades: avaliar a viabilidade econômica das soluções; comparar as diferentes alternativas de economia de energia em edificações; estimar o desempenho econômico das soluções; e avaliar e comparar os resultados da aplicação de medidas de conservação de energia (MCEs) na edificação toda ou em sistemas específicos.

O primeiro método descrito pela EN 15459 – custo global – considera que todos os custos são compreendidos no ano inicial da edificação. Para isso, aplica-se um fator de valor presente. No segundo método – custo anual – o período de cálculo, correspondente ao período de retorno do investimento, é pré-fixado. Somam-se todos os custos da edificação e corrigem-se os valores por um fator de correção específico. A EN 15459 divide os custos em duas classificações: custos de investimentos, que incluem trocas periódicas de equipamentos,

quando pertinente; e custos de operação. O custo global, ou custo final, resulta da soma das duas classificações de custos, de todos os sistemas da edificação.

2.2.2. Análise e comparação dos custos obtidos

A forma de representar os custos das medidas de eficiência energética nas análises de custo é de bastante relevância para correta visualização dos possíveis cenários. É importante que os custos possam ser expostos, discriminados e comparados, permitindo, então, clareza na observação dos resultados. Para tanto, pode-se empregar o método do custo da energia conservada – *cost of conserved energy*.

O custo da energia conservada permite uma análise de investimento que compara as medidas de eficiência energética entre si, considerando seu custo de investimento inicial, os custos de manutenção e o potencial de economia, ou conservação, de energia durante a vida útil da edificação (MEIER, 1984; KOOMEY; ROSENFELD; GADGIL, 1990). A energia conservada pode ser representada, graficamente, por curvas de custo e potencial de conservação de energia (CCPs) (EPE, 2016), ou simplesmente, curvas de conservação de energia.

Para a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (EPE, 2016), as curvas de conservação de energia (CCEs) permitem caracterizar as medidas de eficiência energética e analisá-las do ponto de vista econômico. As CCEs facilitam a visualização dos cenários disponíveis, a avaliação da viabilidade econômica das medidas e o planejamento estratégico da aplicação das medidas viáveis.

Para Koomey, Rosenfeld e Gadgil (1990), o uso de curvas de conservação é vantajoso, pois permite estimar a economia de energia das medidas de eficiência energética. Além disso, permite comparar os custos das medidas entre si e com os investimentos na produção e fornecimento de energia. Pode-se, ainda, comparar a energia economizada com a implantação das medidas com a energia dispendida sem a aplicação das medidas.

Outro aspecto importante da análise dos custos é a análise de sensibilidade. É preciso analisar com cuidado as premissas econômicas relacionadas aos custos que podem sofrer grandes oscilações ao longo do período de cálculo. Incluem-se aí, os índices inflacionários, as variações do preço da energia com base nas oscilações de demanda e disponibilidade e eventuais taxas e impostos (HAMDY; HASAN; SIREN, 2013; BAGLIVO et al., 2015).

2.3. MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Muitos são os sistemas e elementos construtivos que compõe uma edificação: aquecimento, refrigeração e ventilação de ambientes; janelas, paredes, coberturas e pisos; e aquecimento de água e geração local de energia. Em todos eles, pode-se buscar alternativas que visem a otimização do seu funcionamento e do seu desempenho energético, seja para edificações novas, seja para renovação de edificações existentes. A estas alternativas dá-se o nome de medidas de eficiência energética (MEE) ou medidas de conservação de energia (MCE).

Hamdy, Hasan e Siren (2013) afirmam que a envoltória é um dos principais elementos capazes de reduzir a demanda energética das edificações e completam indicando que o consumo de energia de uma edificação pode ser, consideravelmente, mitigado com uma adequada seleção de conjuntos de medidas de eficiência energética. O estudo destes autores testou conjuntos de medidas que variavam entre quatro tipos de paredes, três tipos de cobertura e catorze sistemas de climatização, resultando em 168 testes. As melhores soluções resultaram da combinação dos menores custos com os melhores desempenhos energéticos. Assim, além de reduzirem o consumo de energia, reduzem, também, os custos de investimento.

Para implementar medidas de eficiência energética é preciso, na maioria das vezes, depender de um aporte inicial de investimento. Quando implementada, uma MEE permanece funcionando e economizando energia até o fim da vida útil dos equipamentos correspondentes (MEIER, 1984). Para McNeil et al. (2012), as MEEs são efetivas quando o custo associado à energia conservada é menor que o preço da energia consumida. Em outras palavras, se o preço equivalente da energia conservada é maior do que os gastos com os investimentos de aplicação das MEEs. Para Meier (1984), há dois fatores que influem nas decisões de investimento relativas ao custo da energia conservada. O primeiro é classificar as medidas conforme a faixa de investimento. O segundo, estabelecer uma comparação entre os investimentos em MEEs e outros investimentos alternativos. Para o autor, devem-se ser implantadas, todas as medidas de conservação de energia que tenham um custo de energia conservada menor que o preço da energia consumida caso as medidas não fossem implantadas.

Baglivo et al. (2015) indicam que nas buscas pela otimização dos custos das edificações é preciso avaliar medidas relacionadas a todos os sistemas – envoltória, aberturas, geração de energia, entre outros. Becchio et al. (2015) avaliam quarenta medidas de conservação de energia para residências unifamiliares de alto desempenho energético. As medidas avaliadas são consideradas viáveis dos pontos de vista econômico e técnico. O estudo apresenta quatro conjuntos de medidas que combinam diferentes paredes externas, coberturas, pisos e aberturas. Os conjuntos agrupam as medidas por transmitância – altas, médias, médias-baixas e baixas. Às medidas referentes à envoltória são combinados três sistemas de aquecimento, três de refrigeração e dois de aquecimento de água. Além disso, arranjos de módulos de geração fotovoltaica também integram os conjuntos de medidas. Becchio et al. (2012) comparam seis diferentes tecnologias de envoltórias com a mesma transmitância em um edifício comercial de escritórios. Verbeeck e Hens (2005) analisam, em cinco edificações residenciais belgas, a viabilidade econômica de MEEs relacionadas ao isolamento térmico da cobertura e do solo, à substituição de janelas, ao emprego de sistemas de aquecimento mais eficientes e à instalação de fontes renováveis de energia.

2.4. ENERGIA RENOVÁVEL

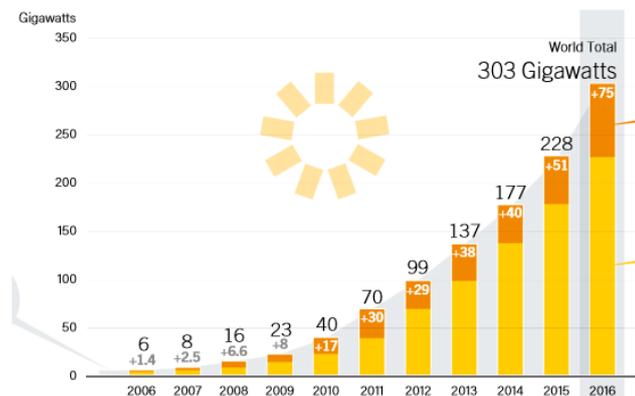
Várias são as tecnologias disponíveis e viáveis para a geração de energia elétrica por meio de fontes energéticas limpas e renováveis. Tais tecnologias incluem turbinas eólicas, energia geotérmica, energia das marés, energia das ondas do mar, energia solar concentrada e energia solar fotovoltaica. Jacobson e Delucchi (2011) destacam que estas tecnologias oferecem baixos riscos ambientais e são baseadas diretamente em fontes primárias. Os autores são, ainda, bastante otimistas. Sugerem que a produção de energia suficiente para atender a demanda mundial atual pode ser inteiramente substituída por energia proveniente de vento, água e sol até 2050.

No Brasil, 74,6% da energia elétrica da matriz brasileira provém de fontes renováveis, incluindo hidrelétricas (EPE, 2015). Enquanto, segundo dados de 2012, apenas 21,2% da matriz energética global era composta por fontes renováveis (ANEEL, 2012). No entanto, a matriz energética brasileira é pouco diversificada. Cerca de 65% da energia elétrica consumida pelo país vem de hidrelétricas. As fontes alternativas de energia ainda ocupam pouco espaço no cenário nacional.

2.4.1. Energia solar fotovoltaica

Na energia solar fotovoltaica, a irradiação solar é transformada em energia solar de forma direta. Segundo o REN21 (2017), *Renewables 2017 Global Status Report*, a capacidade instalada de sistemas fotovoltaicos cresceu 582% nos últimos cinco anos. A Figura 1 ilustra o crescimento da capacidade instalada de usinas fotovoltaicas entre os anos de 2006 e 2016, a nível mundial.

Figura 1 – Evolução da capacidade globalmente instalada de energia fotovoltaica



Fonte: REN 21 (2016).

A energia solar fotovoltaica é, além de uma fonte de energia limpa, uma maneira de se produzir energia de forma descentralizada. As usinas de produção podem ser instaladas em grandes centros ou em locais isolados. São modulares. Podem ser desde pequeno porte, para atender edificações específicas, a usinas de grande escala e capacidade de produção.

A modularidade dos sistemas fotovoltaicos que permitem sua instalação diretamente nos pontos de uso e, até mesmo, integrada às edificações é uma das causas do grande volume de novas instalações. É, também, responsável pela redução acentuada no custo de implantação dos sistemas (URBANETZ; ZOMER; RÜTHER, 2011).

Os módulos responsáveis pela geração de energia são compostos por células fotovoltaicas que absorvem a irradiação solar e a transforma em energia elétrica. Ao conjunto de módulos fotovoltaicos é dado o nome de painel fotovoltaico. Além dos painéis, um sistema fotovoltaico de geração de energia é composto por inversores de corrente, quando conectados à rede, fiações, equipamentos de proteção e conectores (RÜTHER, 2004). Os sistemas

conectados à rede são, atualmente, permitidos e regulamentados pelos órgãos competentes brasileiros. Os sistemas integrados às edificações são internacionalmente conhecidos como BIPVs – *building integrated photovoltaic* (SANTOS; RÜTHER, 2012).

Santos e Rütther (2012) destacam que a proximidade dos BIPVs com o consumidor final trazem grandes vantagens econômicas e energéticas. A instalação de BIPVs reduz a necessidade de investimentos em infraestrutura e evitam perdas nas redes de transmissão e distribuição. Além disso, os sistemas fotovoltaicos produzem energia quando há incidência de irradiação solar, período que coincide com os horários de maior demanda energética para condicionamento de ar nas edificações (SANTOS; RÜTHER, 2012; JARDIM et al., 2008). O excedente da energia produzida pode ser injetado na rede elétrica.

No Brasil, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) regula os sistemas de microgeração e minigeração distribuída conectados à rede por meio da Resolução Normativa Nº 482 de 2012 e da Resolução Normativa Nº 687 de 2015. A energia produzida é utilizada, primeiramente, na edificação para a qual a geração fotovoltaica está instalada. O excedente é disponibilizado na rede elétrica pelo Sistema de Compensação de Energia Elétrica (ANEEL, 2012). Neste sistema, a energia injetada na rede fica como crédito para o consumidor por até 60 meses. É possível utilizar o excedente de energia para abatimento do consumo de outras unidades consumidoras do mesmo titular. É possível, ainda, construir consórcios ou cooperativas para geração compartilhada. Além da geração fotovoltaica, estão incluídas neste sistema qualquer fonte renovável de energia e a cogeração qualificada (ANEEL, 2015).

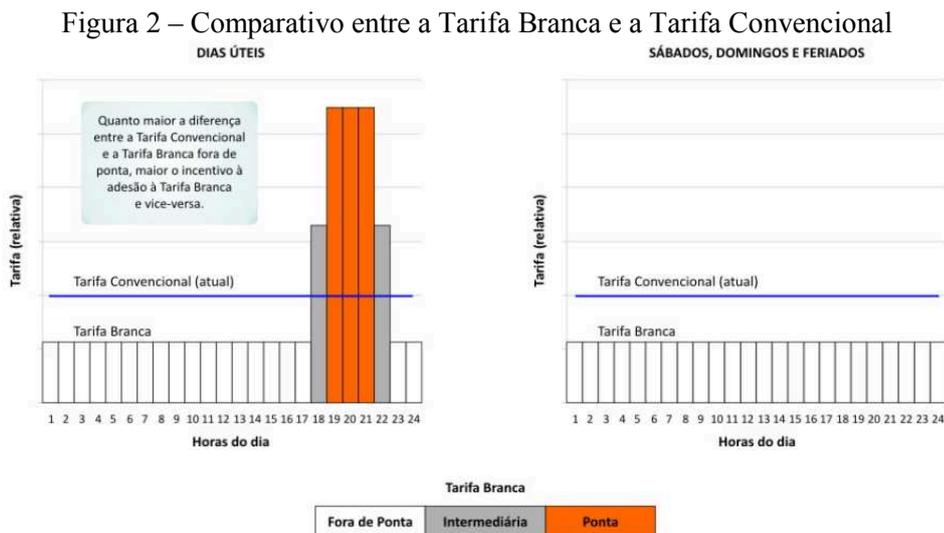
Sobre a diferença entre a energia consumida da rede e a energia gerada, quando positiva, são incididos dois tributos federais – PIS e COFINS. O Convênio ICMS 16 de 2015, publicado pelo Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), permite que os estados reduzam a carga de ICMS sobre a energia consumida pelas edificações participantes do sistema de compensação. Para estas, o ICMS pode ser incidido apenas sobre a diferença positiva entre energia consumida da rede e energia gerada. O convênio é válido apenas nos estados que aderem a ele (ANEEL, 2016c).

Para estimar a capacidade de produção energética de cada sistema fotovoltaico é importante conhecer a disponibilidade de recursos solares existentes no local de implantação. Para isso, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do projeto *Solar and Wind Energy Resource Assessment* (SWERA), administra um banco de dados com diversas informações relevantes para os projetos fotovoltaicos. Uma das ferramentas de maior importância é o Atlas Brasileiro de Energia Solar, que estima a irradiação média anual

incidente em planos com inclinação igual a latitude local e orientação norte (PEREIRA *et al.*, 2006). Para facilitar o uso dos dados obtidos no projeto SWERA existe o programa computacional Radiasol (UFRGS, 2016). O programa fornece informações sobre a irradiação incidente no plano em contrapartida da inserção de dados como latitude, longitude, orientação e inclinação dos painéis fotovoltaicos.

2.5. PERFIS TARIFÁRIOS RESIDENCIAIS

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2016a) regulamenta dois tipos de tarifas aplicáveis a consumidores residenciais – Tarifa Convencional e Tarifa Branca. A Tarifa Convencional, até pouco tempo sendo a única modalidade de tarifa, tem preço único. O preço da energia consumida (R\$/kWh) se mantém constante e é igual para todos os dias da semana e todas as horas do dia. A Tarifa Branca tem preços distintos para determinados dias e horários. Os períodos são classificados em ponta, intermediário e fora de ponta e são determinados nas revisões tarifárias periódicas de cada concessionária de energia. O período de menor demanda energética é classificado como “fora de ponta”. Neste período, o preço da energia é mais barato. Os horários de maior demanda energética são classificados como “ponta”, seguidos do período classificado como “intermediário”. Estes tem o preço da energia mais caro. A Figura 2 apresenta um comparativo entre a Tarifa Branca e a Tarifa Convencional.



Fonte: ANEEL (2016a).

A tarifa convencional pode, ainda, ter seu preço reduzido para habitações classificadas como de baixa renda de acordo com faixas de consumo. É, então, chamada de Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE). Parcelas de consumo mensal inferiores ou iguais a 30 kWh recebem 65% de desconto. Parcelas entre 30 kWh e 100 kWh, inclusive, recebem 40% de desconto. Parcelas entre 100 kWh e 220 kWh, inclusive, recebem 10%. Parcelas superiores a 220 kWh deixam de receber descontos (ANEEL, 2016b).

2.6. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL TERMO ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES

A simulação computacional do desempenho termo energético de edificações permite representar uma edificação real ou projetada por meio de modelos computacionais. Mahdavi (2004) diz que modelos são, essencialmente, representações de outros modelos concentradas nas características relevantes à finalidade do estudo ao qual se destinam. Por meio destes modelos, Mahdavi (2004) diz, ainda, que é possível prever, investigar e compreender certos comportamentos e características do objeto modelado.

As interações dinâmicas apresentadas pelo edifício, seus sistemas e o seu entorno são reproduzidas, nas ferramentas de simulação, por meio de equações matemáticas (AUGENBROE, 2000). Os resultados permitem analisar o consumo de energia e o desempenho térmico das edificações e dos sistemas nela empregados.

Os programas de simulação computacional apareceram no cenário dos estudos de desempenho termo energético em meados da década de 1970. Nesta época, destinavam-se, exclusivamente, à avaliação da envoltória dos edifícios. Com o avanço das tecnologias, passaram a avaliar, também, sistemas de iluminação, de ventilação, de aquecimento, entre outros (GONÇALVES e BODE, 2015). Mas foi a partir da difusão dos computadores pessoais, na década de 1990, que as ferramentas de simulação ganharam mais recursos, complexidade e interfaces (MENDES *et al.*, 2005).

O uso de ferramentas de simulação permite que arquitetos e engenheiros estudem e conheçam o comportamento termo energético das edificações. E, assim, possam implementar medidas que promovam eficiência energética e conforto aos usuários (ATTIA *et al.*, 2011). Segundo Mendes *et al.* (2005), a introdução de ferramentas de simulação em escritórios de arquitetura e engenharia traz informações relevantes sobre o funcionamento dos edifícios ainda na fase de projeto. Podem, então, contribuir para o emprego de estratégias passivas de condicionamento nos edifícios.

2.6.1. Ferramenta de simulação computacional termo energética – *EnergyPlus*

O Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE) lista e descreve os programas de simulação com maior relevância para simulações voltadas à eficiência energética, sustentabilidade, iluminação, sistemas fotovoltaicos, entre outras temáticas relacionadas a edifícios (DOE, 2016). Dentre os programas listados pelo DOE, destaca-se o *EnergyPlus*. Programa desenvolvido pelo próprio Departamento de Energia do Estados Unidos que é, atualmente, uma das ferramentas de simulação mais difundidas mundialmente (STADLER *et al.*, 2006).

O *EnergyPlus* tem capacidade de simular e estimar o desempenho energético das edificações integrando sistemas de aquecimento, refrigeração, iluminação, ventilação e outros sistemas, além de realizar análises térmicas e de uso da água em edificações (FUMO; MAGO; LUCK, 2010). O programa surgiu da integração das potencialidades dos programas Blast e DOE-2 e, foi validado pelo método *Bestest* da norma *Standard 140* (ASHRAE, 2001).

2.7. SÍNTESE DA REVISÃO DE LITERATURA

A revisão traz tópicos relacionados a edificações de energia zero, ao custo ótimo das edificações, a medidas de eficiência energética, a energia renovável e a simulação computacional termo energética. Temáticas abordadas no desenvolvimento deste trabalho.

Tantos são os estudos que buscam soluções de eficiência energética para edificações. Os esforços de grande parte deles convergem na busca por edificações que produzam toda ou quase todo o montante de energia que consomem. São as chamadas ZEBs – *Zero Energy Buildings*, Edificações de Energia Zero – ou, as nZEBs – *nearly Zero Energy Buildings*, Edificações quase de Energia Zero. A intenção é que as ZEBs ou nZEBs consumam apenas energia derivada de fontes renováveis, com a maioria da energia, ou toda, provinda de geração local. Porém, somente produzir sua própria energia não torna uma edificação energeticamente eficiente. Para que sejam classificadas como ZEBs (ou nZEBs), vários autores enfatizam que as edificações precisam apresentar um elevado desempenho energético. Precisam, antes de tudo, empregar sistemas e equipamentos eficientes que busquem reduzir a demanda energética. É preciso, então, conhecer o quanto cada sistema ou equipamento influencia no consumo de energia da edificação. Conhecimento, este, que é buscado no desenvolvimento

deste trabalho com foco nas características da envoltória da edificação e no desempenho do sistema de condicionamento de ar.

Para que as soluções alcancem um custo ótimo de investimento, é preciso conhecer as condicionantes que influenciam no consumo energético das edificações e na disponibilidade de materiais e tecnologias. Os fatores locais como clima, tipologia das construções e estilo de vida da população influenciam não apenas no impacto ambiental das edificações, mas também, sobre fatores econômicos que compõem as decisões de projeto. Em um dos estudos revisados, Becchio et al. (2012) destacam que bons projetos devem aliar bom desempenho térmico, economia de energia e economia de custos. A aplicação de medidas de eficiência energética nas edificações traz, quando otimizados os custos, benefícios econômicos. Mas, é bastante importante ressaltar que o emprego destas medidas contribui para a redução dos impactos ambientais. O crescimento da demanda energética pode resultar na necessidade de operar fontes não-renováveis. As edificações são responsáveis por grande parte do consumo mundial de energia. É de grande relevância, então, que além da busca por medidas de eficiência energética, sejam dedicados esforços para a inclusão de fontes renováveis de energia na matriz energética. E, assim como Becchio et al. (2012) definiu em seu estudo, este trabalho busca economia de energia e de custos e bom desempenho térmico, a fim de aliar a redução do consumo de energia, sobretudo da rede, aos benefícios de uma edificação confortável termicamente e financeiramente viável. Para as análises, é escolhido e empregado, com os devidos ajustes para o tipo de caso estudado, o método do custo da energia conservada – *cost of conserved energy* – desenvolvido por Meier (1984), por permitir comparar as medidas de eficiência energética entre si, considerando o custo de investimento inicial, os custos de manutenção e o potencial de economia de energia.

As medidas de eficiência energética, ou ainda, as medidas de conservação de energia são soluções que buscam otimizar o desempenho energético dos sistemas e equipamentos de uma edificação. São empregadas na envoltória, nos sistemas de aquecimento e refrigeração, nos sistemas de ventilação, em estratégias de sombreamento, no uso de tecnologias de geração de energia e em tantos outros sistemas que compõem uma edificação. Podem ser implementadas em edificações novas ou existentes. Podem, ainda, ser agrupadas em conjuntos de medidas. Estes conjuntos facilitam a análise do custo de investimento e da possível redução de consumo de energia. São parte importante da busca pela otimização dos custos das edificações, pois, no geral, a implantação das medidas acarreta em um investimento inicial maior do que soluções comuns.

Sabe-se que as fontes renováveis de energia correspondem a pouco menos de um quarto da matriz energética mundial. Enquanto que a matriz energética brasileira é, atualmente, composta em quase 75% por fontes renováveis. Porém, a participação de fontes alternativas de energia neste montante ainda é pequeno (EPE, 2015; ANEEL, 2012). As pesquisas revisadas elencam uma série de opções alternativas de fontes renováveis de energia, dentre estas, a energia solar fotovoltaica. É uma fonte bastante flexível. Pode ser instalada como grandes usinas ou como pequenos painéis. Pode ser instalada junto às edificações ou isolada. A possibilidade de proximidade com os pontos de consumo agregam vantagens econômicas e energéticas ao sistema. Reduz-se a necessidade de investimento e as perdas nas redes de transmissão de energia. Ademais, o seu período de produção de energia – período diurno – coincide com os horários que a rede elétrica é bastante demandada por conta dos sistemas de climatização. A produção fotovoltaica de energia contribui, então, para suavizar possíveis picos de energia da rede. A legislação brasileira atual permite a conexão de sistemas de geração local de energia à rede. Pode-se, então, reduzir o consumo da energia disponibilizada pelas concessionárias e o consequente preço das contas de energia. Assim, opta-se, neste trabalho, pelo emprego de energia fotovoltaica sobre o telhado da edificação em estudo. Busca-se, além da redução do consumo de energia da rede, a análise financeira do investimento no sistema.

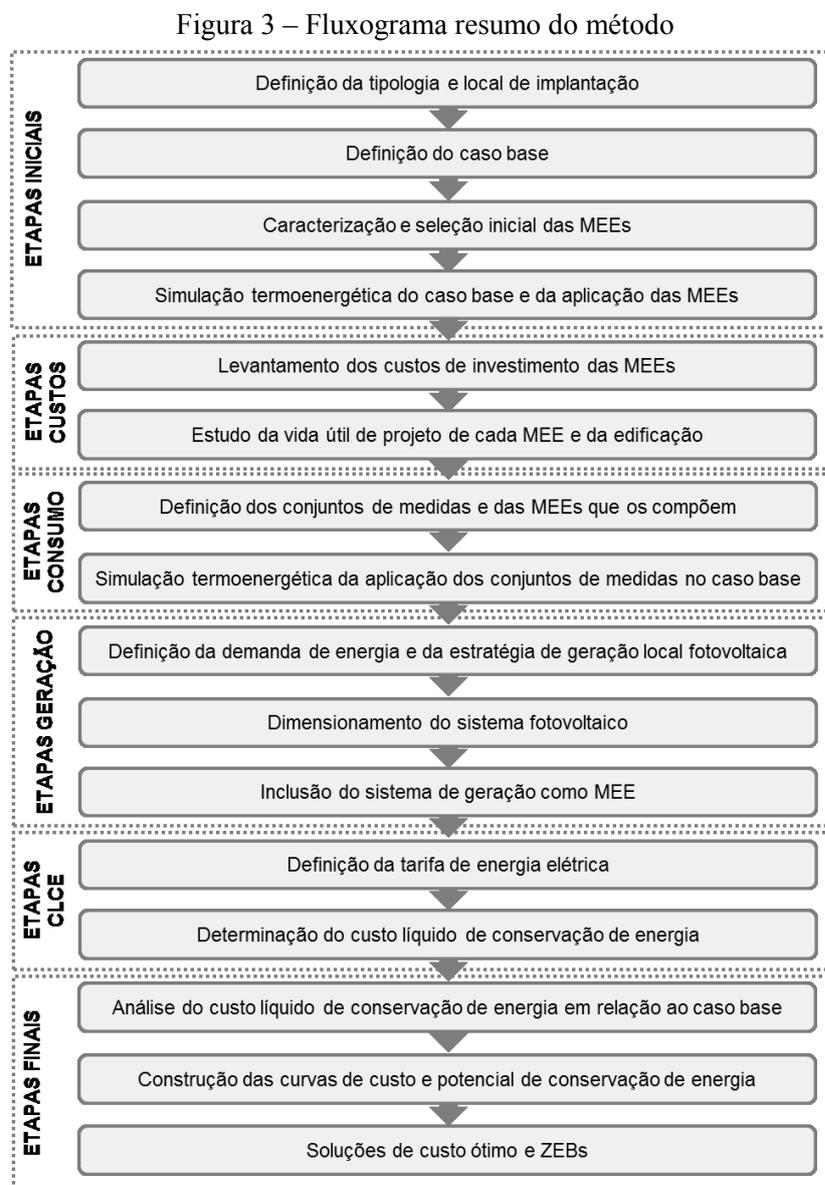
Por fim, para que se possa estimar a energia produzida e a energia demandada por uma edificação antes que esta seja construída ou renovada, pode-se utilizar do recurso da simulação computacional termo energética, por meio do programa *Energy Plus*. As simulações permitem testar as medidas de eficiência energética e avaliar seus desempenhos. A simulação é parte importante do processo de decisão sobre quais medidas são econômica e energeticamente eficientes. Diante das possibilidades apresentadas, opta-se pelo uso de simulações computacionais para o desenvolvimento deste trabalho.

O conhecimento dos conceitos, dados e métodos das pesquisas estudadas contribui enfaticamente para o cumprimento do objetivo deste trabalho. A visão sobre o que está sendo pesquisado sobre ZEBs e o que é, de fato, considerado uma ZEB elucidada e ajuda a conceituar uma parte importante deste trabalho. As metodologias de análise de custos e as considerações sobre a definição de custo ótimo colaboram com a definição de como as medidas de eficiência energética devem ser escolhidas e agrupadas para o desenvolvimento da análise dos custos de edificações residenciais. As pesquisas sobre as medidas e sobre as fontes renováveis

trouxeram uma perspectiva das tecnologias e fatores que mais se destacam nestas temáticas. O conhecimento sobre as matrizes energéticas mundial e brasileira e, ainda, sobre as possibilidades oferecidas pela legislação energética brasileira são de grande importância para as decisões sobre as alternativas de geração de energia a serem empregadas. Por fim, conhecer a difusão do programa computacional *EnergyPlus* e reafirmar sua relevância para as simulações termo energéticas cooperam para assegurar que os testes realizados neste trabalho contribuam, de fato, para as análises nele desenvolvidas.

3. MÉTODO

Este capítulo apresenta o método empregado no desenvolvimento desta pesquisa. Neste capítulo são apresentadas cada uma das etapas que compõem o método. A pesquisa é dividida em seis partes. As etapas são agrupadas em: etapas iniciais; etapas de caracterização dos custos das medidas de eficiência energética; etapas de definição dos conjuntos de medidas e dos consumos energéticos; etapas de inclusão de sistema de geração local de energia fotovoltaica; etapas de custo de conservação de energia; e etapas finais. A Figura 3 apresenta o fluxograma resumo do método proposto.



FONTE: elaborada pela autora (2018).

A primeira parte da pesquisa corresponde às etapas iniciais. Quatro etapas compõem esta parte do trabalho. A Etapa 1 consiste na definição da tipologia de edificação a ser estudada e na escolha do local de implantação da edificação. A Etapa 2 consiste no diagnóstico da edificação e na determinação dos padrões construtivos do caso base. A Etapa 3 lista e caracteriza medidas de eficiência energética (MEEs) a serem implantadas no caso base. Na Etapa 4 são realizadas simulações termo energética do caso base e dos casos com a aplicação de cada medida de eficiência energética, individualmente. Desta etapa resultam os consumos energéticos para refrigeração dos ambientes.

A segunda parte da pesquisa engloba duas etapas que correspondem à caracterização dos custos das MEEs previamente selecionadas. A Etapa 5 consiste no levantamento dos custos de investimento inicial de cada MEE e, também, do caso base. A etapa subsequente, Etapa 6, consiste no levantamento da vida útil da edificação como um todo e de cada material ou sistema que compõe as MEEs. Nesta etapa são, também, levantados a quantidade e os custos com a reposição dos materiais e sistemas ao longo da vida útil da edificação.

A terceira parte da pesquisa corresponde à determinação do consumo energético dos casos com aplicação dos conjuntos de medidas de eficiência energética. Assim como a segunda parte, a terceira também engloba duas etapas. A Etapa 7 consiste na definição da composição dos conjuntos de medidas. Nela, também, são filtradas as MEEs que efetivamente compõem os conjuntos de medidas. A Etapa 8 consiste nas simulações termo energéticas que resultaram no consumo energético para refrigeração dos ambientes dos casos definidos na Etapa 7.

A quarta parte da pesquisa corresponde à geração local de energia renovável e engloba três etapas. A Etapa 9 consiste na definição da demanda de energia elétrica e da estratégia de geração local de energia fotovoltaica. A Etapa 10 no dimensionamento do sistema fotovoltaico. E na Etapa 11 o sistema de geração é incluído nos conjuntos de medidas de eficiência energética.

A quinta parte da pesquisa engloba as duas etapas da pesquisa diretamente relacionadas com os custos. A Etapa 12 consiste na definição da tarifa de energia elétrica e a Etapa 13 na determinação do custo líquido de conservação de energia.

A sexta e última parte do método reúne os resultados das cinco etapas anteriores. Nesta parte, são realizadas as análises quanto à economia de energia e quanto ao custo da aplicação das MEEs e dos conjuntos de medidas. São analisadas, também, quais soluções

podem ser consideradas de custo ótimo e ZEBs. Na Etapa 14 são comparados os custos de investimento e reposição do caso base com os custos dos demais casos a fim de se obter o custo líquido de conservação de energia. Na Etapa 15 são construídas as curvas de custo e potencial de conservação de energia – CCPs, para comparação do potencial de conservação de energia da aplicação das MEEs e dos conjuntos de medidas com o custo líquido para conservação de energia. Na última etapa, Etapa 16, busca-se encontrar os conjuntos de custo ótimo, ou seja, com maior potencial de conservação de energia pelo menor custo líquido e os que podem ser considerados Edificações de Energia Zero (*Zero Energy Buildings – ZEBs*).

3.1. ETAPAS INICIAIS

Para que sejam realizadas análises sobre os potenciais de conservação e geração de energia em edificações faz-se necessário, primeiramente, caracterizar o objeto de estudo. É preciso que seja definida a tipologia da edificação, bem como seu local de implantação. Esta tipologia precisa, ainda, ter as características construtivas de um caso base definidas. Neste caso base, podem, então, ser aplicadas medidas de eficiência energética. Tais medidas precisam ser identificadas e caracterizadas. Simulações termo energética são, então, realizadas para estimar o consumo energético da edificação. Neste sentido, são definidas, então, as quatro etapas iniciais desta pesquisa a serem explicadas nos itens a seguir.

3.1.1. Etapa 1 – Definição da tipologia e do local de implantação

Para que as análises das etapas posteriores sejam realizadas, é necessário definir qual tipologia deve ser estudada. É necessário, ainda, definir e justificar o local onde estão inseridas. É nesta etapa que devem ser apresentadas as justificativas e motivações para a escolha da tipologia e do local de implantação.

Para este estudo, consideram-se relevantes alguns critérios para a definição da tipologia a ser estudada. O primeiro deles é definir uma tipologia representativa, que abranja características e dimensões de tipologias bastante replicadas no cenário brasileiro da construção civil. O segundo, que na escolha da tipologia sejam, ainda, considerados os aspectos sociais intrínsecos às dimensões e características da tipologia. Ou seja, ainda que o método desta pesquisa possa ser replicado para outras tipologias de edificações, neste estudo

específico deve-se priorizar a escolha de uma tipologia que reflita características típicas de edificações de interesse social. Tipologias construídas para atender famílias de baixa renda.

Para a escolha do local de implantação, a fim de que os resultados desta pesquisa tenham maior relevância e contribuição social, devem ser analisados dados sobre o déficit habitacional dos estados brasileiros. Deve-se escolher uma cidade representativa do estado com maior déficit habitacional do país. Justifica-se tal critério pelo fato de que sendo o estado com maior déficit habitacional, o estado escolhido tem grande potencial de construção de novas edificações. Dados referenciados devem ser apresentados para justificar a escolha do estado. Além disso, deve ser especificado o Grupo Climático (GCL) ao qual pertence a cidade representativa do estado escolhido, para fins das simulações computacionais das etapas posteriores.

3.1.2. Etapa 2 – Definição do caso base

A edificação em estudo precisa ter a composição de suas paredes, coberturas, aberturas e demais itens que influenciem no seu desempenho termo energético definidas. É preciso que processos e padrões construtivos usuais no mercado brasileiro da construção civil sejam conhecidos. Para, então, definir o caso base no qual são aplicadas as medidas de eficiência energética.

Devem-se considerar os limites definidos na norma NBR 15.575 (2013b) para a Zona Bioclimática (ou Grupo Climático equivalente) onde a edificação está inserida. Deve-se, também, considerar padrões construtivos usuais para a tipologia escolhida, ainda que não atendam os limites estabelecidos na norma. Ainda que a norma recomende critérios mínimos, ou máximos, para as propriedades térmicas das edificações, é possível encontrar um número significativo de edificações construídas que não seguem os critérios da norma.

Além dos padrões e sistemas construtivos, faz-se necessário, para o andamento da pesquisa, estabelecer a eficiência dos equipamentos condicionadores de ar. Uma vez que estimar o consumo energético para refrigeração dos ambientes está diretamente relacionado ao emprego de tais equipamentos e à sua eficiência. Devem-se observar as classificações das planilhas do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE disponibilizadas pelo Inmetro para a escolha dos equipamentos.

3.1.3. Etapa 3 – Caracterização e seleção inicial das medidas de eficiência energética (MEEs)

Medidas de eficiência energética (MEEs) são, neste contexto, alterações dos materiais e sistemas construtivos que influenciam de forma positiva no desempenho termo energético da edificação. As medidas consideradas neste trabalho correspondem, exclusivamente, à envoltória (paredes e cobertura), às aberturas e aos equipamentos condicionadores de ar.

Para os componentes da envoltória – paredes e coberturas, devem ser testadas composições com menores transmitâncias térmicas, variações de capacidades térmicas e diferentes absorvâncias solares. Para as aberturas, devem ser testadas estratégias de redução de incidência de radiação solar: sombreamento e tipos vidros, além de variações nas dimensões das aberturas que possibilitem maiores percentuais de abertura para ventilação. Para os equipamentos condicionadores de ar, deve-se testar equipamentos com maiores eficiências.

Nesta etapa, as medidas de eficiência energética são pré-selecionadas. Em etapa posterior, Etapa 7, as MEEs devem ser avaliadas e filtradas em função dos resultados das simulações computacionais e do levantamento de custos. É possível que MEEs com desempenhos termo energéticos diferentes apresentem custos semelhantes ou iguais. Assim, dentro da mesma faixa de custos, devem ser excluídas as MEEs com menor desempenho.

3.1.4. Etapa 4 – Simulação termo energética do caso base e da aplicação das MEEs

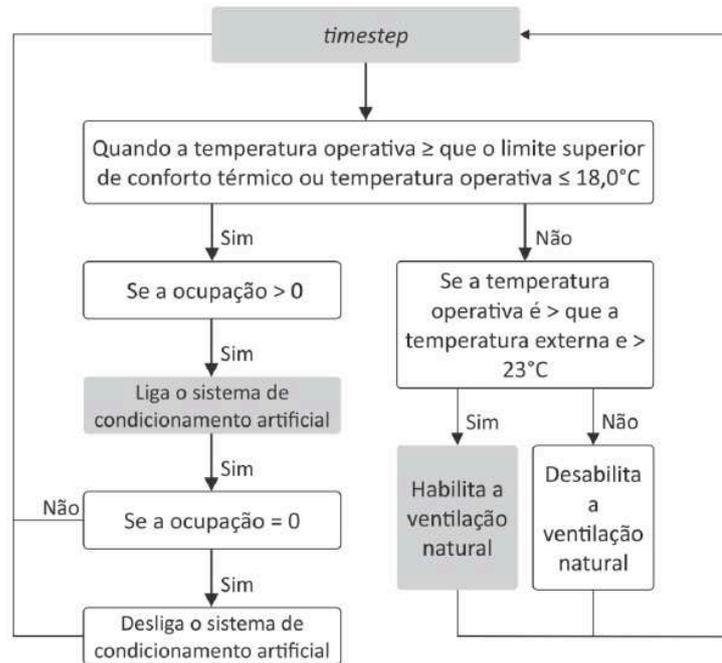
Nesta etapa, devem-se realizar as simulações termo energéticas do caso base, conforme definido na etapa anterior. Deve-se, também, realizar as simulações do caso base com a aplicação das medidas de eficiência energética. Nesta etapa, as medidas são aplicadas individualmente no caso base. Ou seja, varia-se apenas uma característica construtiva ou equipamento por caso simulado.

Para analisar o desempenho termo energético do caso base e dos casos onde são aplicadas as MEEs, é empregado o programa computacional *EnergyPlus* na versão 8.5.0 (DOE, 2016). Na edificação são empregadas estratégias de ventilação natural, enquanto atendes às condições de conforto, e condicionamento artificial de ar para aquecimento e refrigeração. O sistema de condicionamento artificial de ar é aplicado apenas nos ambientes de permanência prolongada – dormitórios e sala.

É realizada uma simulação para cada caso estudado. Das simulações resulta o consumo anual estimado de energia elétrica (kWh/ano) para refrigeração dos ambientes. Para as simulações, é empregado o arquivo climático INMET – Instituto Nacional de Meteorologia – da cidade escolhida para implantação da edificação em estudo. Deve ser empregado o arquivo climático INMET do ano de 2016, que apresentam correções referentes às variações da radiação global horizontal e da temperatura de bulbo seco. Tais alterações foram propostas pelo LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética de Edificações – da Universidade Federal de Santa Catarina, em parceria com os pesquisadores voluntários Dru Crawley e Linda Lawrie (LABEEE, 2016).

Sorgato (2015) propõe o uso de controles avançados para o acionamento do sistema de condicionamento de ar quando a ventilação natural não supre as condições de conforto térmico propostas. O sistema é desligado, somente, quando o ambiente é desocupado. Aproximando, assim, a simulação de situações reais de controle do sistema de condicionamento artificial de ar. Sorgato (2015) adota o sistema de controle denominado *Energy Management System* (EMS). O algoritmo proposto por Sorgato (2015) é sintetizado pelo autor no fluxograma apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma do algoritmo de controle da integração dos sistemas proposto por Sorgato



Fonte: Sorgato (2015).

Para as simulações realizadas neste trabalho, são empregados os parâmetros de simulação definidos por Sorgato (2015). Os parâmetros são apresentados na Tabela 3. Com exceção do Coeficiente de Performance (COP) dos equipamentos condicionadores de ar. O COP, ou seja, a eficiência dos aparelhos deve ser definido de acordo com o determinado na Etapa 3.

Tabela 1 – Parâmetros definidos por Sorgato

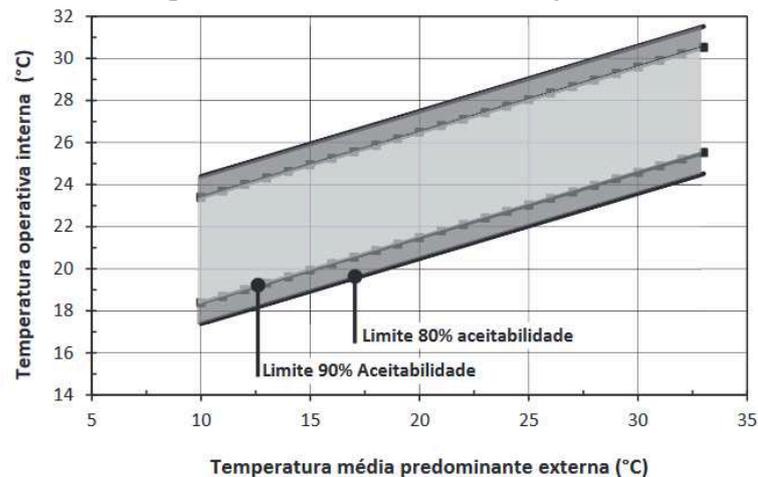
	Parâmetro	Valor ou algoritmo adotado
Configurações de simulação	Algoritmo de distribuição solar	<i>FullInteriorAndExteriorWithReflections</i>
	Algoritmo de convecção das superfícies internas	TARP
	Algoritmo de convecção das superfícies externas	TARP
	Algoritmo de transferência de calor	<i>ConductionTransferFunction</i>
	Passo de tempo	12 por hora (a cada 5 minutos)
Ventilação natural	Coeficiente de pressão	Akins (1979)
	Coeficiente de descarga	0,60

	Coeficiente de frestas quando a janela está fechada	0,001; n=0,65
	Rugosidade do entorno	0,33
Sistema de condicionamento artificial de ar	Termostato de resfriamento	24°C
	Taxa de fluxo de ar por pessoa	0,0075 (m ³ /s)
	Modo de operação do ventilador	Contínuo
	Eficiência do ventilador	0,7
	Pressão do ventilador	75 (Pa)
	Capacidade de refrigeração	Auto dimensionamento
Dispositivos de sombreamento	Largura das aletas	0,025 m
	Distância entre aletas	0,020 m
	Espessura das aletas	0,002 m
	Ângulo das aletas	45°
	Refletância na superfície externa	0,5
	Refletância na superfície interna	0,5
	Distância do vidro da janela	0,100 m

Fonte: Sorgato (2015).

O método escolhido para simulação compreende conforto adaptativo. Neste método, os usuários ventilação natural para atender os limites estabelecidos de conforto. Apenas quando tais limites são superados, o sistema de condicionamento de ar é acionado, conforme Figura 5. O sistema permanece acionado até que os usuários deixem o ambiente, conforme os padrões de uso estabelecidos por Sorgato (2015). Por considerar conforto adaptativo e por estabelecer uma temperatura amena de termostato – 24 °C – este método apresenta resultados com baixo consumo energético para refrigeração. Por isso, também, é considerado o limite de 90% de aceitabilidade.

Figura 5 – Gráfico do conforto adaptativo



Fonte: Adaptado da ASHRAE Standard 55 (2013). SORGATO (2015).

O objetivo geral desta pesquisa compreende uma análise financeira dos custos de investimento em medidas de eficiência energética quando comparados com o consumo energético para refrigeração dos ambientes da edificação em função do preço da tarifa de energia. Portanto, justifica-se o emprego do método de simulação escolhido porque se a implantação das MEEs compensarem economicamente considerando as condições de simulação deste método, serão ainda mais compensatórias se considerados métodos menos flexíveis que resultem em consumos maiores de energia. Métodos, estes, que podem refletir padrões de uso, ou comportamento de usuários, menos flexíveis.

3.2. ETAPAS DE CARACTERIZAÇÃO DOS CUSTOS DAS MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Depois de caracterizado o objeto de estudo e pré-definidas as medidas de eficiência energética, faz-se necessário estimar os custos de investimento inicial da implantação das MEEs no caso base. Faz-se necessário, também, estimar os custos e a quantidade de reposição dos componentes das MEEs ao longo da vida útil da edificação. Para tanto, é necessário primeiramente discriminar os itens que compõem cada MEE. Em seguida, é necessário conhecer a vida útil da edificação e a vida útil de cada componente da MEE. Neste sentido, são apresentadas, a seguir, as duas etapas compreendidas nesta fase do trabalho.

3.2.1. Etapa 5 – Levantamento dos custos de investimento das MEEs

Definidas as características do caso base e pré-definidas as MEEs, é necessário que os custos, tanto do caso base quanto das MEEs, sejam estimados. Os custos a serem considerados para o caso base compreendem apenas os custos dos sistemas construtivos e dos equipamentos que podem ser substituídos por MEEs. Custos como o das portas internas, por exemplo, não devem ser considerados. Uma vez que portas internas não caracterizam uma MEE, neste estudo.

O custo de investimento das MEEs corresponde ao custo líquido do investimento. Ou seja, à diferença entre o custo total estimado para o caso base e o custo total estimado para o caso com a implantação de MEEs. Este critério é válido tanto para a implantação das MEEs isoladamente, quanto para a implantação das MEEs agrupadas em conjuntos de medidas.

Os custos dos componentes construtivos devem ser estimados com base nas planilhas de referência do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (CAIXA, 2017), referentes ao estado escolhido para a implantação da edificação. Os custos dos equipamentos e componentes construtivos não compreendidos pelas planilhas de referência SINAPI devem ser obtidos por meio de pesquisa de mercado. Devem ser levantados preços, no estado de implantação da edificação, de três lojas ou marcas distintas, preferencialmente e quando for possível.

Os custos de reposição, ou substituição, dos componentes compreendem os mesmos custos iniciais de investimento, porém, consideram-se o número de reposições necessárias ao longo da vida útil da edificação. Tanto os custos iniciais de investimento quanto os custos de reposição devem ser devidamente corrigidos – anualizados – em etapas posteriores deste trabalho.

3.2.2. Etapa 6 – Estudo da vida útil de projeto de cada medida de eficiência energética e da edificação

Nesta etapa, deve-se estabelecer a vida útil de projeto da edificação a ser considerada neste estudo. Deve-se, ainda, estabelecer a vida útil de projeto dos componentes das medidas de eficiência energética. A vida útil mínima de projeto deve ser estabelecida com base nas especificações da norma NBR 15.575-1 – Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais (ABNT, 2013a). Aos tipos de componentes não listados na norma, deve-se estimar a vida útil com base em itens similares listados na norma ou em pesquisa de mercado.

Com base nos anos estimados de duração dos componentes construtivos e equipamentos, estima-se o número de reposições ao longo da vida útil da edificação. Deve-se dividir a vida útil dos componentes e equipamentos pela vida útil da edificação. Deve-se, então, considerar apenas o número inteiro resultante desta divisão. Desprezando as casas decimais.

Assim como para estimar o número de reposições dos componentes e equipamentos, o tempo de vida útil da edificação deve ser considerado para estimar o consumo total de energia elétrica para refrigeração da edificação. O consumo resultante das simulações deve ser multiplicado pelo número de anos da vida útil da edificação.

3.3. ETAPAS DE DEFINIÇÃO DOS CONJUNTOS DE MEDIDAS E DOS CONSUMOS ENERGÉTICOS

Nas duas etapas subsequentes, são definidos os tipos de conjuntos de medidas e definidas as medidas de eficiência energética que os compõem. As medidas pré-definidas na Etapa 3 são finalmente filtradas com base nos critérios apresentados ainda na Etapa 3 e na Etapa 5. Novas simulações devem ser realizadas, agora com a implantação de conjuntos de medidas e não apenas com a implantação de MEEs isoladas.

3.3.1. Etapa 7 – Definição dos conjuntos de medidas e das MEEs que os compõem

Os conjuntos de medidas compreendem o conjunto de duas ou mais medidas de eficiência energética. Podem ser conjuntos completos, onde são substituídos todos os componentes construtivos e equipamentos elencados na Etapa 3. Tipos de paredes e coberturas, absorvências solares, estratégias de redução de incidência de radiação solar nas aberturas (sombreamento e vidros especiais), dimensões das aberturas e eficiência dos equipamentos. Ainda que se mantenham as dimensões das aberturas e a eficiência dos equipamentos em alguns casos, estes também devem ser considerados conjuntos completos. Além destes, devem, ainda, ser compostos conjuntos parciais, onde são substituídos apenas parte dos sistemas construtivos e equipamentos. A fim de compreender a influência de MEEs sem a alteração de componentes estruturais do caso base, como os tipos de parede e/ou os tipos de cobertura, devem ser definidos os conjuntos parciais.

3.3.2. Etapa 8 – Simulação termo energética da aplicação dos conjuntos de medidas no caso base

Os conjuntos de medidas definidos na etapa anterior devem ser modelados e simulados para obtenção dos seus respectivos consumos energéticos para refrigeração dos ambientes. Deve-se obedecer aos mesmos critérios de simulação estabelecidos na Etapa 4.

3.4. ETAPAS DE INCLUSÃO DE SISTEMA DE GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

Diferentes tecnologias podem ser aplicadas como estratégias fotovoltaicas de geração local de energia elétrica. O potencial de geração de cada tecnologia, suas limitações, assim como seus custos de aplicação, devem ser avaliados. O potencial de geração local de energia elétrica e o dimensionamento do painel fotovoltaico são definidos nas duas próximas etapas.

3.4.1. Etapa 9 – Definição da demanda de energia e da estratégia de geração local de energia fotovoltaica

Para estimar o potencial de geração local de energia elétrica, faz-se necessário conhecer, primeiramente, a demanda energética da edificação. Faz-se necessário, ainda, conhecer os dados da radiação solar do local de implantação, a inclinação e a orientação do painel e a área disponível para instalação. Para isso, deve-se definir qual estratégia de geração local de energia fotovoltaica deve ser utilizada. Onde os módulos devem ser instalados, quais os tipos de tecnologia dos módulos e quanto da demanda energética deve ser atendida pelo sistema fotovoltaico.

Para determinação da demanda energética, são considerados os consumos mensais para refrigeração dos ambientes e um consumo médio estimado de equipamentos. Os consumos mensais são resultados das simulações termo energéticas descritas nas Etapas 4 e 8. O consumo médio estimado de equipamentos é baseado em dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2015 (EPE, 2015) e do Procel (2007).

Para o caso de residências térreas construídas em áreas urbanas e em cidades com mais de 50 mil habitantes que atendem a faixa 1 do Programa Minha Casa Minha Vida, é obrigatório a instalação de aquecedores solares de água (BRASIL, 2014b). Por isso, nestes

casos, não se deve considerar o consumo do chuveiro elétrico na média estimada do consumo de energia elétrica por residência.

A média de consumo de energia elétrica por residência no Brasil é, segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2015 (EPE, 2015), de 167,2 kWh/mês. O condicionamento de ar corresponde a 20% deste consumo e o chuveiro elétrico corresponde a 24%, segundo o Procel (2007). Quando descontado este percentual, tem-se 93,63 kWh/mês como a média estimada do consumo de energia elétrica por residência. Este deve ser o valor adotado como consumo médio estimado de equipamentos. O consumo com condicionamento de ar, neste trabalho, é obtido por meio das simulações termo energéticas.

3.4.2. Etapa 10 – Dimensionamento do sistema de geração local de energia fotovoltaica escolhido

A Equação 1 é utilizada para estimar a potência nominal – ou potência de pico – do painel fotovoltaico necessário para suprir as necessidades de consumo das edificações.

$$P_{peak} = \frac{E \times P_{sol}}{R \times G_{poa}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

P_{peak} é a potência de pico do painel fotovoltaico (kWp);

E é o consumo médio diário de energia (kWh/dia);

P_{sol} é a irradiância de referência (1 kW/m²);

G_{poa} é a irradiância diária no plano do painel fotovoltaico (kWh/m².dia);

R é o coeficiente de performance do painel (0,75).

Os valores da irradiância de referência (P_{sol}) e do coeficiente de performance (R) são mantidos constantes. A irradiância diária incidente no plano do painel fotovoltaico é obtida no programa computacional Radasol (UFRGS, 2016). Deve-se considerar a orientação solar da residência, posicionando os módulos fotovoltaicos preferencialmente orientados ao norte. A inclinação dos módulos deve corresponder a uma angulação próxima do valor da latitude do

local de implantação. Do Radiasol, devem ser extraídas as médias mensais das irradiações diárias no plano inclinado, bem como a média anual, em kWh/m².dia.

A área necessária para instalação do painel fotovoltaico é definida pela razão entre a potência do painel fotovoltaico e a eficiência dos módulos escolhidos, conforme a Equação 2.

$$A_{total} = \frac{P_{pv}}{E_{ff}} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

P_{pv} é a potência do painel fotovoltaico (kWp);

E_{ff} é a eficiência dos módulos escolhidos (kWp/m²).

Devem ser analisados, ao menos, dois tipos de módulos fotovoltaicos. A tecnologia, as características técnicas e os custos dos módulos devem ser descritos nesta etapa.

3.4.3. Etapa 11 – Inclusão do sistema de geração local de energia fotovoltaica como MEE

A implantação de sistemas de geração local de energia renovável – fotovoltaica ou outra tecnologia – não reduzem efetivamente o consumo de energia elétrica. Porém, reduzem o consumo da energia elétrica proveniente da rede. Por isso, nesta etapa da pesquisa, o sistema de geração local com menor custo de implantação, conforme resultados da Etapa 10, deve ser incluído nos conjuntos de medidas como uma MEE.

3.5. ETAPAS DE CUSTOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

As etapas subsequentes são baseadas na Metodologia para Elaboração de Curvas de Custo e Potencial de Conservação de Energia. A metodologia é apresentada na Nota Técnica DEA 11/16 da Empresa de Pesquisa Energética – EPE (EPE, 2016). À metodologia apresentada pela EPE são aplicadas ligeiras adaptações por conta das especificidades deste estudo, conforme orienta a nota técnica.

3.5.1. Etapa 12 – Definição da tarifa de energia elétrica

Para o desenvolvimento das etapas posteriores, é necessário determinar a tarifa de energia elétrica a ser considerada na pesquisa. Uma vez determinado o local de implantação da edificação, é possível identificar a concessionária que fornece energia elétrica para o local. O preço da tarifa de energia para o grupo B1 – residencial – é composto pela Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), pela Tarifa de Energia (TE) e pelos impostos incidentes sobre estas tarifas. O preço total de 1 (um) kWh resultante da soma das tarifas e impostos é o preço da energia conservada adotado nesta pesquisa. A taxa mínima de consumo mensal de energia elétrica da concessionária deve ser observada e considerada nos custos, nos casos em que a edificação consome menos kWh da rede do que o estabelecido como taxa mínima.

Segundo a ANEEL (2016b), as habitações de interesse social – habitações de baixa renda – têm direito à Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE). Os descontos relativos à TSEE não são considerados para os cálculos realizados neste trabalho.

3.5.2. Etapa 13 – Determinação do custo líquido de conservação de energia

3.5.2.1. Etapa 13.1 – Custo da Energia Conservada – CEC

Para determinação do custo líquido de conservação de energia, é preciso primeiramente determinar o Custo da Energia Conservada (CEC). O Custo da Energia Conservada corresponde à soma do custo de investimento inicial e do custo de reposição ao longo da vida útil da edificação, ambos anualizados. Os preços que compõem o custo resultam da diferença entre os preços que compõem o caso base e os preços que compõem a MEE ou o Conjunto de medidas. Deve-se considerar a vida útil da edificação e a taxa de desconto (MEIER, 1982). O custo anual da energia conservada é expresso pela Equação 3.

$$CEC = CI \times \frac{1}{A_R^T} + \sum \left(CR \times \frac{1}{A_R^T} \right) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

C_{EC} é o custo anual da energia conservada (R\$);

CI é o custo do investimento (R\$);

A_R^T é o fator de anuidade;

CR é o custo de reposição (R\$).

O fator de anuidade, utilizado para anualizar o custo de investimento, é definido pela Equação 4 (EPE, 2016).

$$A_R^T = \frac{1}{R} \times \left[1 - \frac{1}{(1 + R)^T} \right] \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

R é a taxa de desconto;

T é a vida útil da edificação, para o custo de investimento, e a vida útil dos componentes das MEEs, para o custo de cada reposição.

A taxa de desconto, para este estudo, é relativa à inflação. Adota-se, para todo o período de vida útil da edificação, uma inflação, ou Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), constante. O valor adotado corresponde ao IPCA acumulado do ano de 2016 que é, segundo o IBGE (2017), 6,29% ao ano.

3.5.2.1. Etapa 13.2 – Custo Líquido de Conservação de Energia – CLCE

O Custo Líquido de Conservação de Energia – CLCE – corresponde à razão entre o custo da energia conservada e a economia de energia obtida ao longo da vida útil da edificação, menos o preço da energia conservada (preço do kWh definido na Etapa 11), conforme expressa a Equação 5.

$$CL_{CE} = \frac{CEC}{EAE} - PEC \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

CL_{CE} é o custo líquido para conservação de energia (R\$/kWh);

CEC é o custo anual da energia conservada (R\$);

EAE é a economia de energia ao longo da vida útil da edificação (kWh);

PEC é o preço da energia conservada. A tarifa cobrada pela concessionária (R\$/kWh).

Custos líquidos de conservação de energia – CLCE – negativos significam que o investimento na aplicação de medidas de eficiência energética compensou. Ou seja, o CLCE, em R\$/kWh, é menor do que o custo da tarifa de energia, também em R\$/kWh. CLCEs negativos significam que além da economia de energia, obteve-se efetiva economia financeira na implantação das medidas de eficiência energética.

3.6. ETAPAS DE FINAIS – ANÁLISES

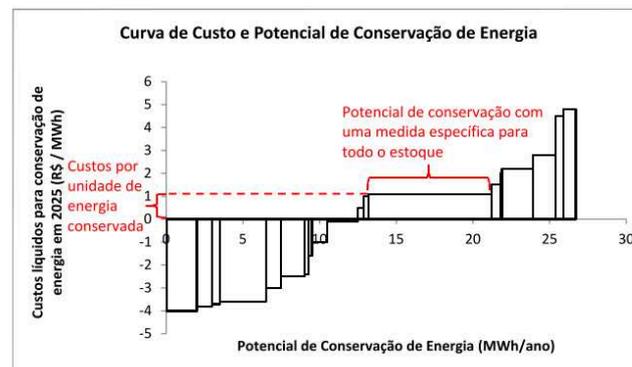
3.6.1. Etapa 14 – Análises dos Custos Líquidos de Conservação de Energia

Os resultados apresentados na Etapa 13, item 3.5.2, devem ser analisados. Devem ser observadas quais MEEs ou conjuntos de medidas apresentam os melhores resultados. Deve ser observado se há diferenças significativas entre os custos líquidos de conservação de energia dos conjuntos. Deve-se, ainda, observar a ocorrência de custos líquidos positivos, ou seja, que não refletem efetiva economia financeira. Nos casos com custos líquidos semelhantes, ou bastante próximos, é especialmente interessante que se observe o potencial de conservação de energia (energia economizada ao longo da vida útil da edificação) e o percentual de redução de consumo de energia em relação ao caso base.

3.6.2. Etapa 15 – Construção e análise das Curvas de Custo e Potencial de Conservação de Energia – CCPs

As curvas de custo e potencial de conservação de energia (CCPs), ou curvas de conservação de energia (CEEs), são gráficos plotados em dois eixos. No eixo X, deve ser expresso o potencial de conservação de energia de cada medida de eficiência energética, ou conjunto de medidas, em kWh. No outro eixo – eixo Y, deve ser exposto o custo líquido da implantação de cada medida de conservação de energia (SCHREIER, 2011), em R\$/kWh. A Figura 6 ilustra e interpreta um exemplo de CCPs (EPE, 2016).

Figura 6 – Construção e interpretação de CCPs



Fonte: EPE (2016).

As medidas de eficiência energética, ou os conjuntos de medidas, devem ser plotadas no gráfico em ordem crescente de custos. Ou seja, a primeira medida a ser plotada deve ser a de menor custo líquido, enquanto a última, a de maior custo.

Um grande volume de MEEs e conjuntos de medidas devem resultar das etapas 4, 8 e 11. Portanto, a partir das análises da Etapa 14, devem ser estabelecidos critérios para seleção das MEEs e dos conjuntos de medidas que devem ilustrar as CCPs. Para que, então, as CCPs construídas sejam analisadas.

3.6.3. Etapa 16 – Soluções de custo ótimo e ZEBs

Quando são combinadas estratégias de melhoria do desempenho termo energético da edificação e estratégias de geração local de energia, preocupa-se com dois aspectos: a redução do consumo de energia, sem onerar o conforto dos usuários; e a redução da demanda energética da rede e consequente redução do uso de fontes não-renováveis de energia. O

primeiro aspecto é bastante importante quando se buscam edificações de energia zero, as ZEBs – *Zero Energy Buildings*.

As ZEBs podem, porém, mascarar o emprego de soluções construtivas pouco eficientes energeticamente. Deve-se buscar primeiramente edificações de alto desempenho termo energético e, então, aliá-las à geração local de energia renovável. Alinhada a esta visão, tem-se o exemplo da nova versão da diretiva europeia 2010/31/EU (UNIÃO EUROPEIA, 2012) que estabelece o cumprimento de requisitos mínimos de desempenho energético de edifícios e elementos construtivos a fim de que novas edificações construídas sejam nZEB – *nearly Zero Energy Buildings* –, edificações de quase energia zero.

Nesta última etapa busca-se encontrar conjuntos de custo ótimo, onde, em uma mesma faixa de investimento, tenha-se a maior redução do consumo de energia. Busca-se, ainda, encontrar conjuntos de medidas com baixos custos de investimento e baixo consumo energético. Ou seja, além de analisar os conjuntos dentro de uma mesma faixa de investimento, devem ser analisados os conjuntos de medidas que resultam nos maiores potenciais de conservação de energia. Dentre estes, deve-se buscar os que possuem menor custo líquido de conservação de energia. Por fim, entre os conjuntos de medidas com custo ótimo, devem ser observados os conjuntos que, incluindo a geração fotovoltaica de energia, resultam em edificações de energia zero, as ZEBs.

4. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados de cada etapa desta pesquisa. Os resultados das etapas 1 a 13 servem de embasamento para construção dos resultados das etapas 14 a 16. Os resultados das etapas 14 a 16 – etapas finais – apresentam as análises às quais se objetiva este trabalho.

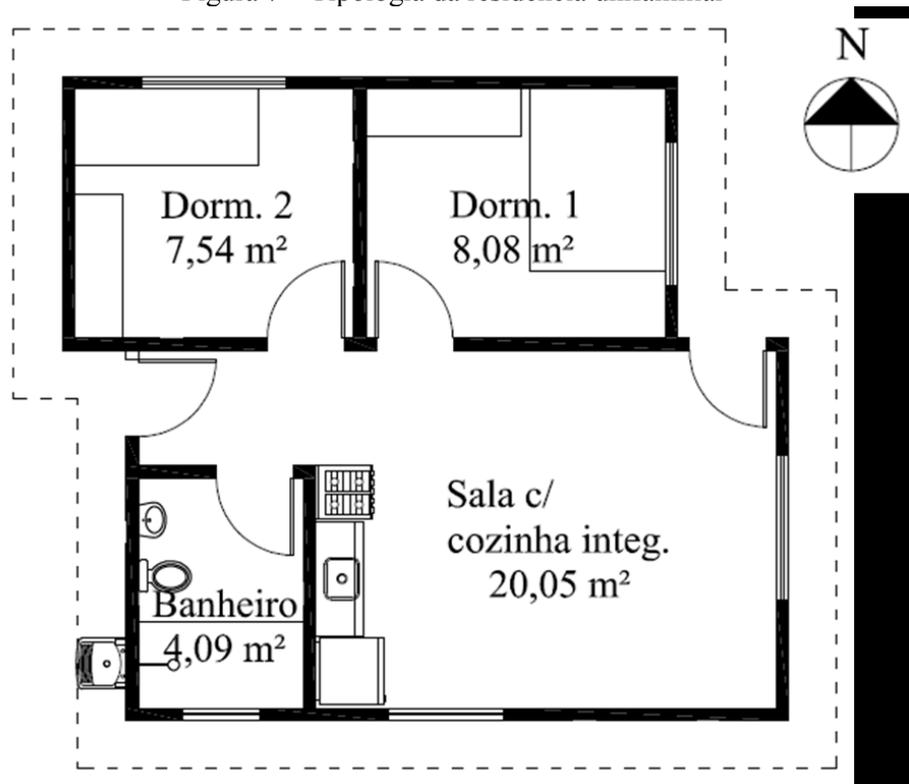
4.1. ETAPAS INICIAIS

4.1.1. Etapa 1 – Definição da tipologia e do local de implantação

Para este estudo, foi selecionada uma tipologia residencial unifamiliar. A tipologia escolhida foi uma tipologia representativa do padrão Faixa 1 do Programa Minha Casa Minha Vida. Programa, este, lançado em 2009 e responsável pela construção de milhões de moradias de interesse social por todo território brasileiro. As habitações entregues pelo Programa não possuem requisitos mínimos de desempenho energético estabelecidos (BRASIL, 2013). Desde 2012, as edificações residenciais devem atender aos limites da norma de desempenho térmico de edificações – NBR 15.575 (ABNT, 2012).

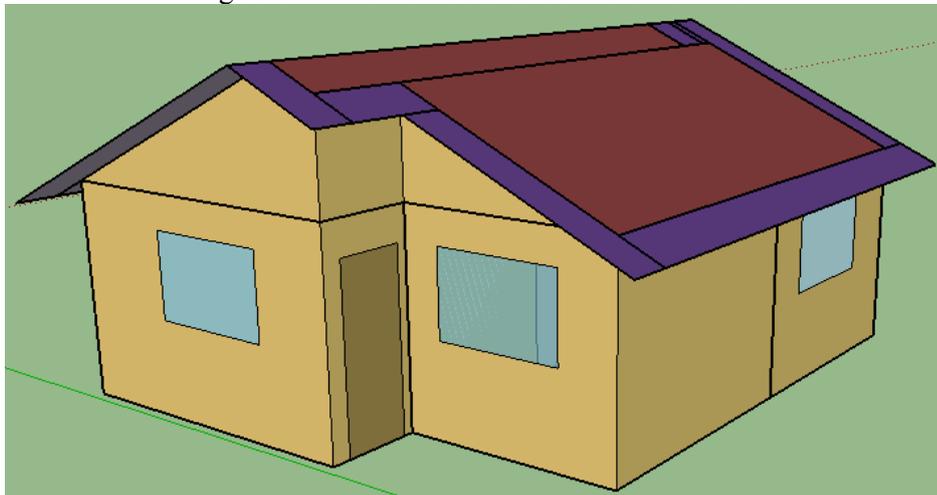
A tipologia escolhida corresponde a uma casa térrea de um pavimento elaborada por Triana Montes (2016). Tipologia que, segundo as amostras levantadas por Triana Montes (2016), é mais frequentemente construída dentro da Faixa 1 de renda. A edificação possui 39,76 m² de área útil e é compartimentada em: sala com cozinha integrada, banheiro e dois dormitórios. Possui pé-direito de 2,60 m. Os dormitórios possuem 7,54 e 8,08 m², a sala com cozinha integrada possui 20,05 m² e o banheiro 4,09 m². A disposição dos ambientes é exposta na Figura 7. A Figura 8 representa a volumetria da edificação.

Figura 7 – Tipologia da residência unifamiliar



Fonte: TRIANA MONTES (2016) (adaptado).

Figura 8 – Volumetria da residência unifamiliar



Fonte: TRIANA MONTES (2016) (adaptado).

Para a definição do local de implantação da edificação, foram analisados os dados sobre o déficit habitacional estadual de 2012, publicados em 2013 pela Fundação João Pinheiro em convênio com a Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades. Como critério de seleção do local de implantação da edificação objeto de estudo, foi escolhido

o estado que apresentou o maior déficit habitacional: São Paulo. O estado de São Paulo representa 21,20% do déficit habitacional nacional e 55% do déficit da região sudeste, totalizando 1.151.263 habitações. A maior parte em zona urbana e cerca da metade na região metropolitana. Além disso, 78,9% do déficit de habitações do estado de São Paulo atinge famílias com renda de até três salários mínimos. Parcela da população abrangida pela Faixa 1 do Programa Minha Casa Minha Vida que entrega habitações nos moldes da tipologia escolhida para o presente estudo. Foram analisados, ainda, dados sobre o número de moradias Faixa 1 construídas no estado escolhido. No ano de 2015, foram entregues quase 30 mil novas moradias. No ano de 2016, mais de 41 mil. Grande parte deste número representado por residências unifamiliares térreas, estando, ainda, em construção cerca de 85,4 mil novas moradias (SÃO PAULO, 2016).

Grande parte das maiores cidades do estado de São Paulo está localizado no Grupo Climático 1. Assim como sua capital homônima, que pertence ao subgrupo A (CB3E, 2017). Portanto, foi definido o Grupo Climático 1 – subgrupo A, como grupo de implantação da edificação a ser estudada, e a cidade de São Paulo/SP como a cidade representativa.

4.1.2. Etapa 2 – Definição do caso base

A norma NBR 15.575 (2013b) estabelece para a zona bioclimática onde a edificação está inserida – zona bioclimática 3 – limites mínimos ou máximos para as propriedades térmicas das edificações residenciais. Para paredes externas com absorvância menores ou iguais a 0,6, a norma determina que as transmitâncias (U) sejam inferiores ou iguais a 3,7 W/m²K e as capacidades térmicas (CT) superiores ou iguais a 130 kJ/m²K. Para coberturas, a norma determina transmitâncias (U) menores ou iguais a 2,3 W/m²K quando a absorvância é menor ou igual a 0,6. Limites de capacidades térmicas para coberturas não são definidos pela norma. Para as aberturas dos dormitórios e salas, a norma determina que as dimensões do vão efetivo para ventilação correspondam a 7% da área de piso.

Para o caso base deste estudo, optou-se por adotar paredes externas de concreto maciço, com espessura de 10 cm. As propriedades térmicas desta composição são superiores aos limites máximos estabelecidos pela norma. No entanto, este tipo de parede é bastante usual na tipologia escolhida para este estudo.

A norma recomenda vãos efetivos para ventilação maiores que 7%. Por questões práticas e padronização dos tamanhos das aberturas, foi adotado o mesmo tamanho de

abertura (1,20 x 1,20 m) para todas as aberturas do caso base. Para todos os ambientes, esta dimensão de abertura atendeu ao limite da norma.

Para os sistemas condicionadores de ar, adotaram-se equipamentos do tipo *split* com COP de 3,24. O COP de 3,24 corresponde ao mínimo exigido para classificação A no Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE. Em pesquisas de mercado, observou-se que para *splits* de com potências entre 9.000 e 18.000 BTUhs, potências usadas em residências, foram poucos, senão raros, equipamentos encontrados a venda com classificação inferiores à classe A do PBE Edifica.

Para o caso base deste estudo, as características foram listadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características do caso base

Composição das paredes externas	Concreto (10 cm) U = 4,84 W/m ² K, CT = 240 kJ/m ² K
Absortância solar das paredes externas	0,60
Composição da cobertura	Telha de fibrocimento, câmara de ar e forro de PVC U = 1,76 W/m ² K, CT = 16 kJ/m ² K
Absortância solar da cobertura	0,60
Aberturas da sala e dormitórios	De correr, duas folhas. Área de vão: 1,20 x 1,20 m. Área efetiva para ventilação: 0,70 m ² .
Tipo de vidro	Vidro simples, 3 mm. Fator solar = 0,87.
Sombreamento	Sem sombreamento.
Condicionamento de ar	<i>Splits</i> de <i>Cooling Coil Rated</i> (COP) 3,24.

4.1.3. Etapa 3 – Caracterização e seleção das medidas de eficiência energética (MEEs)

Foram pré-definidas, inicialmente, vinte medidas de eficiência energética divididas em sete diferentes tipos de medidas. Os tipos de MEEs definidos foram:

- Tipo de parede
 - Concreto com EPS;

- Tijolo maciço;
- Tijolo maciço com EPS;
- Bloco cerâmico;
- Bloco cerâmico com EPS.
- Tipo de cobertura
 - Forro de PVC com telha cerâmica;
 - Laje pré-moldada com telha de fibrocimento;
 - Laje pré-moldada com telha cerâmica;
 - Laje maciça com telha de fibrocimento;
 - Laje maciça com telha cerâmica;
 - Forro de madeira com telha cerâmica;
 - Forro de madeira com telha de fibrocimento.
- Tipo de abertura – incluindo variações de sombreamento e de tipo de vidro
 - Persiana integrada;
 - Vidro especial – FS 0,35.
- Dimensões das aberturas
 - 1,50 x 1,50 m.
- Absortância solar das paredes externas
 - Média – 0,50;
 - Baixa – 0,35.
- Absortância solar da cobertura
 - Média – 0,50;
 - Baixa – 0.30.
- Eficiência dos condicionadores de ar
 - COP 3,60

Entre as vinte medidas de eficiência energética pré-selecionadas, quatro foram desconsideradas. As absortâncias médias das paredes externas e da cobertura foram desconsideradas por apresentarem menor redução do consumo energético do que as absortâncias baixas, pelo mesmo custo de investimento. As duas opções de coberturas com forro de madeira foram desconsideradas por apresentarem custo bastante elevado e não contribuir significativamente para melhorar o desempenho energético da edificação.

As MEEs selecionadas foram listadas por tipos de medidas na Tabela 3.

Tabela 3 – Medidas de eficiência energética selecionadas

Tipo de MEE	MEE
Paredes externas (caso base: concreto maciço)	Concreto (10 cm) + isolante térmico EPS (2 cm) + argamassa externa (2,5 cm) $U = 1,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, $CT = 250,21 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
	Tijolo maciço (10 cm) + argamassa externa e interna (ambos de 2,5 cm) $U = 3,28 \text{ W/m}^2\text{K}$, $CT = 128,78 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
	Tijolo maciço + argamassa externa, interna e de assentamento + isolante térmico EPS (2 cm) $U = 1,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, $CT = 178,24 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
	Bloco cerâmico (14 cm) + argamassa externa e interna (ambos de 2,5 cm) $U = 2,56 \text{ W/m}^2\text{K}$, $CT = 191,72 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
	Bloco cerâmico + argamassa externa, interna e de assentamento + isolante térmico EPS (2 cm) $U = 1,04 \text{ W/m}^2\text{K}$, $CT = 245,04 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
Coberturas externas (caso base: telha de fibrocimento e forro de PVC)	Telha cerâmica + câmara de ar + forro de PVC $U = 1,75 \text{ W/m}^2\text{K}$, $CT = 21 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
	Telha de fibrocimento + câmara de ar + laje pré-moldada (12 cm) $U = 1,79 \text{ W/m}^2\text{K}$, $CT = 180 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
	Telha cerâmica + câmara de ar + laje pré-moldada (12 cm) $U = 1,79 \text{ W/m}^2\text{K}$, $CT = 185 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
Coberturas externas (caso base: telha de fibrocimento e forro de PVC)	Telha de fibrocimento + câmara de ar + laje maciça (10 cm) $U = 2,06 \text{ W/m}^2\text{K}$, $CT = 233 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
	Telha cerâmica + câmara de ar + laje maciça (10 cm) $U = 2,05 \text{ W/m}^2\text{K}$, $CT = 238 \text{ kJ/m}^2\text{K}$

Tipos de aberturas (caso base: de correr, duas folhas, vidro simples, sem sombreamento)	De correr, duas folhas, vidro simples, com persiana integrada
	De correr, duas folhas, vidro especial FS = 0,35, sem sombreamento.
Dimensões das aberturas (caso base: 1,20 x 1,20 m)	1,40 x 1,40 m, vão efetivo para ventilação 0,96 m ²
Absortância solar das paredes externas	0,35
Absortância solar da cobertura externa	0,30
Eficiência dos condicionadores de ar (caso base: COP = 3,24)	COP = 3,60

Nota: os valores de transmitância foram extraídos dos resultados das simulações.

Foi escolhido como MEE para os equipamentos condicionadores de ar o aumento do COP para 3,60 por este ser o limite mínimo estabelecido para a Classe A+++ da regulamentação da União Europeia. Este valor foi estabelecido no Regulamento Delegado (UE) N° 626/2011, documento complementar da Diretiva 2010/30/UE do parlamento europeu (UNIÃO EUROPEIA, 2011).

As dimensões, o tipo de vidro e a ausência de sombreamento não foram alterados na abertura próxima à cozinha da edificação em estudo. As paredes internas dos modelos simulados possuíram as mesmas características das paredes externas, exceto nos casos com isolamento térmico EPS. Nas MEEs onde foi acrescido isolamento térmico às paredes externas, as paredes internas não receberam isolamento térmico.

4.1.4. Etapa 4 – Simulação termo energética do caso base e da aplicação das MEEs

Os resultados das simulações termo energéticas do caso base e dos casos com aplicação das MEEs isoladamente foram descritos na Tabela 4. Os resultados foram expressos

em kWh/ano, representando o consumo anual de energia para refrigeração da edificação. Ainda na Tabela 4, foram apresentados os percentuais de economia de energia dos casos com MEEs em relação ao caso base.

Tabela 4 – Consumos e percentuais de economia do caso base e dos casos com MEEs aplicadas isoladamente

Caso	Medida de eficiência energética	Consumo [kWh/ano]	Economia em relação ao caso base
BASE	-	471,76	0%
MEE01	COP = 3,6	382,04	19,0%
MEE02	Absortância paredes = 0,35	332,39	29,5%
MEE03	Absortância coberturas = 0,35	424,81	10,0%
MEE04	Persianas integradas	406,82	13,8%
MEE05	Vidro especial FS 0,35	386,10	18,2%
MEE06	Aberturas de 1,50 x 1,50 m	261,70	44,5%
MEE07	Tijolo maciço	419,17	11,1%
MEE08	Tijolo maciço + EPS	340,44	27,8%
MEE09	Bloco cerâmico	438,58	7,0%
MEE10	Bloco cerâmico + EPS	371,99	21,1%
MEE11	Concreto + EPS	297,16	37,0%
MEE12	Telha cerâmica + forro PVC	425,44	9,8%
MEE13	Telha fibroc. + laje pré-moldada	448,00	5,0%
MEE14	Telha cerâmica + laje pré-moldada	410,59	13,0%
MEE15	Telha fibroc. + laje maciça	364,32	22,8%
MEE16	Telha cerâmica + laje maciça	332,35	29,6%

Observou-se que apenas uma das medidas de eficiência energética selecionadas apresenta consumo mais elevado do que o caso base – MEE09. Observou-se que o aumento das dimensões das aberturas, que proporcionam maiores vãos para ventilação natural, apresentou o mais elevado percentual de economia em relação ao caso base. O resultado se

deve à metodologia de simulação adotada na pesquisa, que envolve conforto adaptativo e uso da ventilação natural, sempre que dentro dos limites de conforto.

Nos casos onde foram acrescentados isolantes térmicos às paredes externas, aumentando a capacidade térmica e diminuindo a transmitância térmica das paredes, obtiveram-se significativas reduções de consumo. O emprego de telhas cerâmicas trouxe reduções de consumo maiores do que o emprego de telhas de fibrocimento. O emprego de laje pré-moldada obteve, apenas, uma ligeira redução de consumo quando comparada com o forro de PVC. Lajes maciças apresentaram reduções de consumo mais significativas.

O emprego de absorvância baixa nas paredes mostrou grandes reduções de consumo. Mostrou, também, redução maior do que o emprego de baixa absorvância na cobertura. A tipologia deste estudo apresenta uma grande câmara de ar entre o forro e a cobertura, por conta da inclinação do telhado. Isto pode explicar a maior influência da absorvância das paredes do que da cobertura no consumo energético para refrigeração da edificação.

Recorda-se que os resultados desta etapa refletiram, apenas, as reduções de consumo energético pelo emprego das MEEs. Nesta etapa não foram considerados, ainda, os custos de implantação das MEEs. Custos estes que são necessários para as análises às quais foram definidas como objetivo principal desta pesquisa.

4.2. ETAPAS DE CARACTERIZAÇÃO DOS CUSTOS DAS MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

4.2.1. Etapa 5 – Levantamento dos custos de investimento das MEEs

Como estabelecido no método desta pesquisa, os custos de cada componente do caso base e das medidas de eficiência energética foram extraídos da planilha de referência SINAPI. Pelo caso de estudo estar localizado em São Paulo/SP, a base utilizada foi a SINAPI – São Paulo – novembro de 2017. As pesquisas de mercado dos itens não listados na planilha SINAPI foram realizadas em fornecedores também da cidade de São Paulo. Os códigos SINAPI, os preços unitários e os itens que compõe cada sistema construtivo ou equipamento foram detalhadas no Apêndice A.

Na Tabela 5, foram apresentados os custos de investimento de cada MEE. Como explicado no método, os custos de investimento das MEEs foram definidos correspondendo à diferença entre o custo total estimado para o caso base e o custo total estimado para o caso com a implantação de MEEs.

Tabela 5 – Custos de investimento iniciais das MEEs

Caso	Medida de eficiência energética	Custo bruto do invest. inicial	Custo líquido do investimento inicial	Economia de energia
BASE	-	R\$ 15.937,79	-	-
MEE01	COP = 3,6	R\$ 16.403,34	R\$ 465,55	19,0%
MEE02	Abs. paredes = 0,35	R\$ 15.937,79	R\$ 0,00	29,5%
MEE03	Abs. coberturas = 0,35	R\$ 15.937,79	R\$ 0,00	10,0%
MEE04	Persianas integradas	R\$ 18.469,69	R\$ 2.531,89	13,8%
MEE05	Vidro esp. FS 0,35	R\$ 16.540,49	R\$ 602,69	18,2%
MEE06	Abert. de 1,50 x 1,50 m	R\$ 17.145,60	R\$ 1.207,81	44,5%
MEE07	Tijolo maciço	R\$ 17.986,09	R\$ 2.048,30	11,1%
MEE08	Tijolo maciço + EPS	R\$ 18.885,36	R\$ 2.947,57	27,8%
MEE09	Bloco cerâmico	R\$ 21.167,80	R\$ 5.230,00	7,0%
MEE10	Bloco cerâmico + EPS	R\$ 22.067,06	R\$ 6.129,27	21,1%
MEE11	Concreto + EPS	R\$ 16.836,75	R\$ 898,95	37,0%
MEE12	Telha cerâm. + forro PVC	R\$ 15.534,00	-R\$ 403,79	9,8%
MEE13	Telha fibroc. + laje pré-moldada	R\$ 16.927,02	R\$ 989,23	5,0%
MEE14	Telha cerâm.+ laje pré-moldada	R\$ 16.523,23	R\$ 585,44	13,0%
MEE15	Telha fibroc. + laje maciça	R\$ 16.239,69	R\$ 301,90	22,8%
MEE16	Telha cerâm. + laje maciça	R\$ 15.937,79	-R\$ 101,89	29,6%

4.2.2. Etapa 6 – Estudo da vida útil de projeto de cada medida de eficiência energética e da edificação

Tabela 6 – Custo de reposição anualizado – CR

Composição	Custo total de reposição anualizado (Custo de reposição – CR)
Absortância parede	
Absortância 0,60	R\$ 719,15
Absortância 0,35	R\$ 719,15
Absortância cobertura	
Absortância 0,60	R\$ 756,94
Absortância 0,30	R\$ 756,94
Paredes	
Parede concreto	R\$ 0,00
Parede concreto + EPS	R\$ 72,30
Parede bloco cerâmico	R\$ 0,00
Parede bloco cerâmico + EPS	R\$ 72,30
Parede tijolo maciço	R\$ 0,00
Parede tijolo maciço + EPS	R\$ 72,30
Coberturas	
Telha fibrocimento + forro PVC	R\$ 1.018,27
Telha fibrocimento + laje pré-moldada	R\$ 689,69
Telha fibrocimento + laje maciça	R\$ 689,69
Telha cerâmica + forro PVC	R\$ 932,40
Telha cerâmica + laje pré-moldada	R\$ 603,82
Telha cerâmica + laje maciça	R\$ 603,82
Janelas	
Janela grande + vidro simples	R\$ 304,62
Janela média + vidro simples	R\$ 255,51
Janela grande + vidro simples + persiana integrada	R\$ 645,53
Janela média + vidro simples + persiana integrada	R\$ 422,79
Janela grande + vidro especial	R\$ 381,10
Janela média + vidro especial	R\$ 309,30
Condicionadores de ar	
COP 3,24	R\$ 1.861,51
COP 3,60	R\$ 2.047,66

Com base na norma NBR 15.575-1 (ABNT, 2013a) e no estabelecido no método desta pesquisa, foram estimadas a vida útil de projeto da edificação e de cada componente das MEEs. A partir destas informações, foram estimados o número e o custo das reposições de cada componente. Os custos de reposição, anualizados com base na vida útil de cada reposição necessária a cada componente, foram listados na Tabela 6. A vida útil para cada tipo de sistema (paredes, pintura, telhamento, forro, etc.) foi detalhado no Apêndice B. O detalhamento do número de reposições e do custo individual de reposição de cada componente das MEEs foi detalhado no Apêndice C.

4.3. ETAPAS DE DEFINIÇÃO DOS CONJUNTOS DE MEDIDAS E DOS CONSUMOS ENERGÉTICOS

4.3.1. Etapa 7 – Definição dos conjuntos de medidas e das MEEs que os compõem

Com as dezesseis medidas de eficiência energética selecionadas e caracterizadas na Etapa 3, pôde-se definir os conjuntos de medidas. Foram definidos quatro tipos de conjuntos:

- Conjuntos completos, onde se variam todos os parâmetros;
- Conjuntos parciais tipo I, onde se variam as absorvâncias, as aberturas, COP e um tipo de parede (bloco cerâmico);
- Conjuntos parciais tipo II, onde se variam as absorvâncias, as aberturas e o COP;
- Conjuntos parciais tipo III, onde se variam um tipo de parede (bloco cerâmico) e apenas um dos demais parâmetros.

Foram construídos, ao todo, 179 conjuntos de medidas: 120 conjuntos completos, 24 conjuntos parciais tipo I, 24 parciais tipo II e 11 parciais tipo III. Somados aos casos onde foram aplicadas MEEs isoladamente, foram construídos 195 casos para simulação. A composição de cada um dos casos foi apresentada no Apêndice D.

4.3.2. Etapa 8 – Simulação termo energética da aplicação dos conjuntos de medidas no caso base

Nos subitens a seguir, foram analisados os resultados das simulações termo energéticas dos casos com aplicação dos conjuntos de medidas definidos na Etapa 7. Os resultados de todos os casos simulados foram apresentados no Apêndice E.

Recorda-se que os resultados desta etapa refletiram, apenas, as reduções de consumo energético pelo emprego dos conjuntos de medidas. Nesta etapa não foram considerados, ainda, os custos de implantação dos conjuntos. Custos que são necessários para as análises às quais foram definidas como objetivo principal desta pesquisa.

4.3.2.1. Conjuntos completos

Entre os conjuntos completos, onde se variaram todos os parâmetros, os casos simulados obtiveram redução de consumo energético de 54,5% a 87,1% em relação ao caso base. Dezesesseis dos 120 casos obtiveram economias maiores que 80%. Cinquenta e três casos obtiveram economias entre 70% e 80%. Cinquenta casos obtiveram economias entre 50% e 70%. Pode-se considerar que todos os casos com aplicação de conjuntos completos de MEEs apresentaram reduções significativas no consumo energético em relação ao caso base.

Nos casos com mais de 80% de economia, observou-se a recorrência de paredes externas com capacidades térmicas mais altas e baixas transmitâncias. Também se observou que a maioria destes casos, dezesesseis dos dezessete, apresentaram coberturas com laje maciça sob o telhamento. Ou seja, maior capacidade térmica do que o caso base. O outro caso com mais de 80% de economia apresentaram laje pré-moldada. Houve casos com os dois tipos de telhas testados – telha cerâmica e telha de fibrocimento. Os resultados foram parecidos, por conta da baixa absorvância atribuída à cobertura e da grande câmara de ar formada entre o forro e o telhamento.

Nos casos com economias entre 70% e 80%, observou-se ainda a existência de casos com paredes com isolamento térmico e coberturas com lajes pré-moldadas e maciças. Observou-se, também, a presença de casos com paredes de tijolo maciço e coberturas com laje pré-moldada ou maciça e de casos com paredes com isolamento térmico e coberturas com forros de PVC. Nos casos com as menores economias, 50% a 70%, observaram-se, em sua maioria, os casos com as paredes de menores capacidades térmicas – sem isolamento térmico –, principalmente quando combinadas com forros de PVC.

4.3.2.2. Conjuntos parciais tipo I e tipo II

Entre os conjuntos parciais tipo I e tipo II, variaram-se as absorvâncias, as aberturas e o COP, além de dois tipos de parede: parede de concreto e parede de blocos cerâmicos. Os casos simulados obtiveram redução de consumo energético de 13,8% a 66,7% em relação ao caso base. Dos quarenta e oito casos, vinte apresentaram economias maiores que 50%. Dezesesseis casos obtiveram economias entre 35% e 50%.

a maioria dos casos com reduções de consumo maiores que 50%, em relação ao caso base, possuíam paredes compostas por blocos cerâmicos, absorvâncias baixas na cobertura e nas paredes e sombreamento ou vidro especial. Observou-se nestes casos, e também nos demais, que o aumento da eficiência dos equipamentos condicionadores de ar, aumentou a economia de energia em cerca de cinco pontos percentuais. Nos casos com reduções de consumo inferiores a 35%, observou-se que predominaram os casos com absorvância alta da cobertura.

4.3.2.3. Conjuntos parciais tipo III

Para os casos com conjuntos parciais tipo III, onde se variaram um tipo de parede (bloco cerâmico) e apenas um dos demais parâmetros, foram feitas duas análises: uma considerando o caso base com paredes de concreto e outra considerando o caso base com paredes de bloco cerâmico.

Nas primeiras análises, considerando o caso base com paredes de concreto, obtiveram-se reduções de consumo bastante variadas, de 8,3% a 44,0%. Os casos foram comparados com os casos simulados na Etapa 4, conforme ilustrado na Tabela 7.

Tabela 7 – Comparativo dos percentuais de economia dos casos com MEEs aplicadas isoladamente com os casos com conjuntos tipo III

Paredes de concreto	Economia em relação ao caso base	Medida de eficiência energética	Paredes de bloco cerâmico	Economia em relação ao caso base
BASE	-	-	-	-
MEE01	19,0%	COP = 3,6	PM169	23,2%
MEE02	29,5%	Abs. paredes = 0,35	PM170	14,7%
MEE03	10,0%	Abs. coberturas = 0,35	PM171	14,6%
MEE04	13,8%	Persianas integradas	PM172	18,6%
MEE05	18,2%	Vidro especial FS 0,35	PM173	24,2%
MEE06	44,5%	Aberturas de 1,50 x 1,50 m	PM174	44,0%
MEE07	11,1%	Tijolo maciço	-	-
MEE08	27,8%	Tijolo maciço + EPS	-	-
MEE09	-2,1%	Bloco cerâmico	-	-
MEE10	16,4%	Bloco cerâmico + EPS	-	-
MEE11	37,0%	Concreto + EPS	-	-
MEE12	9,8%	Telha cerâm. + forro PVC	PM175	14,5%
MEE13	5,0%	Telha fibroc. + laje pré-mold.	PM176	8,3%
MEE14	13,0%	Telha cerâm. + laje pré-mold.	PM177	18,6%
MEE15	22,8%	Telha fibroc. + laje maciça	PM178	29,2%
MEE16	29,6%	Telha cerâm. + laje maciça	PM179	34,6%

Optou-se por incluir as análises considerando o caso base com paredes de blocos cerâmicos, por a composição de parede com esse material atender aos limites máximos de transmitância da NBR 15.575 (2013b), diferentemente das paredes de concreto maciço. Os resultados foram ilustrados na Tabela 8.

Tabela 8 – Redução de consumo dos conjuntos tipo III considerando o caso base com paredes de bloco cerâmico

Paredes de bloco cerâmico	Consumos [kWh/ano]	Economia em relação ao caso base	Medida de eficiência energética
BASE	438,58	-	-
PM169	362,36	17,4%	COP = 3,6
PM170	402,62	8,2%	Abs. paredes = 0,35
PM171	403,06	8,1%	Abs. coberturas = 0,35
PM172	383,90	12,5%	Persianas integradas
PM173	357,69	18,4%	Vidro especial FS 0,35
PM174	264,01	39,8%	Aberturas de 1,50 x 1,50 m
PM175	403,52	8,0%	Telha cerâm. + forro PVC
PM176	432,47	1,4%	Telha fibroc. + laje pré-mold.
PM177	383,79	12,5%	Telha cerâm. + laje pré-mold.
PM178	333,97	23,9%	Telha fibroc. + laje maciça
PM179	308,76	29,6%	Telha cerâm. + laje maciça

4.4. ETAPAS DE INCLUSÃO DE SISTEMA DE GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

4.4.1. Etapa 9 – Definição da demanda de energia e da estratégia de geração local de energia fotovoltaica

Usinas, mesmo que de pequeno porte, para geração local de energia elétrica necessitam de espaço físico para serem instaladas. O objeto de estudo definido deste trabalho foi uma edificação residencial unifamiliar, cujas dimensões do terreno de implantação não foram determinadas. Por considerar que a edificação objeto de estudo foi implantada em uma região com grande déficit habitacional e grandes concentrações urbanas, foi importante

considerar que as estratégias de geração local de energia tem espaço limitado para implantação.

O telhado da edificação pode ser considerado um espaço útil para instalação da usina de geração de energia elétrica. Sistemas fotovoltaicos, por serem leves e modulares, podem ser instalados junto à edificação ou sobre ela. Urbanetz, Zomer e Ruther (2011) afirmam que a possibilidade de instalação de sistemas fotovoltaicos próximos às edificações tem aumentado o volume de novas instalações e reduzido os custos de implantação dos sistemas. Sendo assim, para este estudo foram consideradas, apenas, modulações fotovoltaicas integradas à edificação como estratégias de geração local de energia elétrica.

Quanto à demanda de energia da edificação, esta varia bastante entre os casos simulados. As variações ocorrem por conta da grande redução de consumo energético apresentado nos casos com implantação de conjuntos de medidas. Para fins de simplificação do dimensionamento do sistema de geração, foi fixado um consumo energético para refrigeração equivalente a 50% do consumo para refrigeração do caso base.

Para o dimensionamento do sistema de geração, estabeleceu-se, então, um consumo médio de 235,88 kWh/ano para refrigeração dos ambientes. A este consumo foi acrescido o consumo médio estimado de equipamentos definido no método desta pesquisa: 1.124,76 kWh/ano. Totalizando, então, 1.360,64 kWh/ano, ou 113,38 kWh/mês, ou ainda 3,73 kWh/dia, como consumo médio de energia.

4.4.2. Etapa 10 – Dimensionamento do sistema de geração local de energia fotovoltaica escolhido

Para dimensionamento do sistema de geração de energia fotovoltaico, foi necessário, primeiramente, identificar a irradiância diária incidente no plano do painel fotovoltaico. Para a cidade de São Paulo/SP, considerando um telhado orientado ao norte, com inclinação de 35°, obteve-se os valores de irradiância apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Irradiância diária da cidade de São Paulo/SP

Mês	Irradiação Global [kWh/m².dia]	Irradiação Inclinada [kWh/m².dia]
Janeiro	5,57	4,80
Fevereiro	5,44	5,15
Março	4,83	5,05
Abril	4,27	5,08
Mai	3,51	4,57
Junho	3,23	4,49
Julho	3,37	4,60
Agosto	4,09	5,05
Setembro	4,35	4,85
Outubro	4,95	4,93
Novembro	5,54	4,94
Dezembro	5,58	4,74
Média anual	4,56	4,85

Fonte: Radiasol (UFRGS, 2016).

Os painéis fotovoltaicos escolhidos para este trabalho foram compostos por módulos de silício policristalino de duas potências nominais: 150 Wp e 250 Wp. As características de cada um foram descritas na Tabela 10.

Tabela 10 – Comparação entre os tipos de módulos analisados

Módulo	Potência máx. [W]	Eficiência [%]	Tensão máx. [V] - Vmpp	Corrente máx. [A] - Impp	Área do módulo [m²]
Policristalino 150	150	15,0	18,5	8,12	1,00
Policristalino 250	250	15,4	29,8	8,39	1,63

Fonte: Yingli (2016).

Foram calculados os potenciais de geração de energia de ambas as tecnologias. Foram, então, encontradas as áreas necessárias para instalação dos painéis e a quantidade de módulos

para atender o consumo energético estabelecido na etapa anterior, item 4.4.1. Os resultados foram apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Potencial de geração local de energia elétrica

Consumos [kWh/dia]	P_{peak} [kWp]	Policristalino 150		Policristalino 250	
		Área [m ²]	Quantidade	Área [m ²]	Quantidade
3,73	1,02	6,80	7	6,62	4

Em pesquisas de mercado realizadas em janeiro de 2018, obtiveram-se os preços dos dois módulos fotovoltaicos testados. O custo do primeiro, Policristalino 150, foi R\$ 369,00. O custo do segundo, Policristalino 250, foi R\$ 889,00 (NEOSOLAR, 2018a e 2018b). O custo do inversor pesquisado foi R\$6.290,00 (NEOSOLAR, 2018c). O custo de fixação dos painéis foi estimado em R\$ 1.500,00, para os módulos Policristalinos 150, e R\$ 850,00, para os módulos Policristalinos 250.

Por o objeto de estudo se tratar de uma residência de interesse social, cuja faixa de renda dos moradores é baixa, considerou-se que o sistema fotovoltaico não deve ser substituído ao final de sua vida útil (25 anos).

4.4.3. Etapa 11 – Inclusão do sistema de geração local de energia fotovoltaica como MEE

O custo completo dos painéis fotovoltaicos é composto pelos módulos, pelo inversor e pelos custos de fixação dos painéis. O custo do painel composto pelos módulos Policristalinos 150 foi estimado em R\$ 10.373,00. O custo do painel composto pelos módulos Policristalinos 250 foi estimado em R\$ 10.696,00. Por ambos os painéis possuírem a mesma potência de pico (kWp), considerou-se, apenas, o painel composto pelos módulos Policristalinos 150. Painel com o custo ligeiramente menor.

O sistema de geração local de energia fotovoltaica foi incluído como uma medida de eficiência energética (MEE) em todos os casos simulados. Somando-se, assim, 390 casos com implantação de MEEs: 195 casos resultantes da Etapa 8, item 4.3.2, mais 195 casos resultantes desta etapa – Etapa 11.

Considerando-se a irradiação média diária no plano do painel fotovoltaico, a potência do conjunto e a eficiência (0,75) dos módulos, obteve-se a média mensal de geração de energia elétrica expressa na Tabela 12.

Tabela 12 – Média mensal de geração fotovoltaica de energia elétrica

Mês	Média de geração [kWh/mês]
Janeiro	117,18
Fevereiro	113,56
Março	123,28
Abril	120,02
Maiο	111,57
Junho	106,08
Julho	112,30
Agosto	123,28
Setembro	114,58
Outubro	120,35
Novembro	116,71
Dezembro	115,72
Média	116,22
Total anual	1394,62

4.5. ETAPAS DE CUSTOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

4.5.1. Etapa 12 – Definição da tarifa de energia elétrica

A concessionária que fornece energia para o estado de São Paulo é a AES Eletropaulo. O preço de sua tarifa por 1 (um) kWh para o grupo B1 – residencial –, atualizado em julho de 2017, é composto por 0,18074 (R\$/kWh), correspondente à Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), acrescido de 0,23887 (R\$/kWh), correspondente à Tarifa de Energia (TE). O preço de 1 (um) kWh sem impostos corresponde, então, R\$ 0,41961 (AES

ELETROPAULO, 2017). Sobre este preço incidem 13,63636% de ICMS¹, 6,40617% de COFINS² e 1,38413% de PIS/PASEP³. Além de incidir ICMS sobre o valor do COFINS e do PIS/PASEP (AES ELETROPAULO, 2016). O preço total de 1 (um) kWh é, então, igual a R\$ 0,513976. Este foi o preço da energia conservada adotado para esta dissertação. A taxa mínima de consumo mensal de energia elétrica na AES Eletropaulo (2016b) é 50 kWh. Os valores dos tributos variam de acordo com a alíquota de ICMS e as variações dos demais tributos. Para fins de simplificação, os valores dos tributos foram fixados no valor apresentado.

4.5.2. Etapa 13 – Determinação do custo líquido de conservação de energia

Nesta etapa, foi determinado o Custo da Energia Conservada – CEC, conforme a Equação 3, apresentada no item 3.5.2.1, para cada um dos casos simulados. Foi, então, determinado o Custo Líquido de Conservação de Energia – CLCE, conforme Equação 5, apresentada no item 3.5.2.2. Os resultados foram expostos no Apêndice G e foram analisados nas etapas finais – Etapas 14 a 16.

4.6. ETAPAS DE FINAIS – ANÁLISES

4.6.1. Etapa 14 – Análises dos Custos Líquidos de Conservação de Energia

A fim de realizar as análises necessárias do Custo Líquido de Conservação de Energia, foi necessário primeiramente conhecer o Custo da Energia Conservada – CEC. O CEC corresponde, para cada caso estudado, à soma do custo de investimento inicial e do custo de reposição ao longo da vida útil da edificação, ambos anualizados, de cada item que compõe as MEEs e os conjuntos de medidas. Conforme explicado no método, os custos considerados no CEC correspondem à diferença entre os custos do caso base e os custos do caso com a aplicação das MEEs. Tomou-se como exemplo, o caso MEE 04, onde foram acrescentadas persianas às aberturas da sala e dos dormitórios, conforme descrito na Tabela 13. Os demais resultados podem ser visualizados no Apêndice G.

¹ ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

² COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

³ PIS/PASEP – Programa de Integração Social/Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público.

Tabela 13 – Exemplo de custo da energia conservada

Sistema	Composição	Preços ANUALIZADOS (custo inicial + reposições) Caso base	
		Caso base	MEE 04
Paredes	Concreto maciço 10 cm	R\$ 134,34	R\$ 134,34
Abs. parede	Tinta + selador	R\$ 774,53	R\$ 774,53
Cobertura	Telha fibrocim. + forro PVC	R\$ 1.334,42	R\$ 1.334,42
Abs. cobertura	Tinta	R\$ 806,97	R\$ 806,97
Janelas	Abertura média, vidro simples (3 unidades)	R\$ 493,65	-
	Abertura média, vidro simples, com persiana integrada (3 unidades)	-	R\$ 1.001,73
Cond. de ar	COP 3,24 (3 unidades: 1 sala + 2 dorm.)	R\$ 2.168,89	R\$ 2.168,89
Total		R\$ 5.712,80	R\$ 6.220,89
Custo da energia conservada – CEC (CEC = MEE04 – CASO BASE)			R\$ 508,08

O Custo Líquido de Conservação de Energia – CLCE – corresponde, como definido no item 3.5.2.1, à razão entre o custo da energia conservada e a economia de energia obtida ao longo da vida útil da edificação. Do resultado da razão, subtrai-se o preço da energia elétrica por kWh. Obtém-se, assim, quanto o custo líquido por kWh economizado com a implantação das medidas de eficiência energética (MEEs) e dos conjuntos de medidas.

Todos 194 casos simulados, incluindo os casos com aplicação de MEEs isoladas, obtiveram CLCE negativos. Ou seja, investir na implantação das MEEs dos casos simulados

tem custo menor do que não investir. O custo do investimento é menor do que o custo da energia economizada ao longo da vida útil da edificação.

Recorda-se que o CLCE envolve tanto a energia conservada (economia de energia) quanto os custos de implantação e reposição dos sistemas. Dos 194 casos, 58 obtiveram CLCE negativos entre -R\$0,50 e -R\$0,74 por kWh. Custaram, então, entre -R\$0,50 e -R\$0,74 a menos do que o preço da tarifa de energia elétrica por kWh. Cento e onze casos obtiveram CLCE negativos entre -R\$0,45 e -R\$0,49. Outros 26 casos, reduções de -R\$0,27 a -R\$0,44 por kWh.

a) Casos de maior custo da energia conservada – CEC

Os dez casos com o maior CEC, logo maior custo de investimento e manutenção, possuíam forro de PVC e persiana integrada. Todos possuíam paredes de bloco cerâmico e, em dois casos, além de bloco cerâmico, as paredes externas possuíam isolamento térmico de EPS. Sete dos dez casos apresentavam janelas de 1,20 x 1,20 m. Os demais, janelas de 1,50 x 1,50 m. Nove deles possuíam telhas de fibrocimento, apenas um deles, telha cerâmica. Destes casos, os que apresentaram maior economia de energia foram os que apresentaram absorvância solar baixa nas paredes externas e na cobertura, além de condicionadores de ar com eficiências maiores (COP = 3,6). Dois casos (PM079 e PM080) obtiveram economia maior que 71% de energia. Outros três casos obtiveram economias maiores que 63% (PM073, PM127 e PM131). Três outros casos, economias maiores que 40% (PM129, PM 139 e PM143). Apenas um destes casos, com absorvância solar alta nas paredes externas e na cobertura, apresentou economia menor do que 20%: 18,6% (PM172). Todos os dez casos, obtiveram custos líquidos de conservação de energia (CLCE) negativos de -R\$0,28 a -R\$0,45 por kWh. Quando inserido o sistema fotovoltaico nestes casos, todos obtiveram CLCE entre -R\$0,47 e -R\$0,48 negativos. O consumo energético, incluindo consumo estimado com equipamentos, foi atendido em sua totalidade pelo sistema fotovoltaico ao longo da vida útil do sistema (25 anos).

b) Casos de menor custo da energia conservada – CEC

Quatorze casos obtiveram CEC negativos, ou seja, a implantação de medidas de eficiência energética teve custo de implantação e manutenção inferiores ao custo do caso base. Além de economizar energia, obtiveram investimento inicial somado aos custos de

reposição inferiores aos custos do caso base. Dois destes casos também obtiveram custo de investimento inicial inferior ao caso base: MEE12 e MEE16, devido ao uso de telhas cerâmicas que são ligeiramente mais baratas que as telhas de fibrocimento, segundo as planilhas de preços do SINAPI.

Dentre os quatorze casos, nove casos obtiveram mais de 62% de economia, chegando a 85,7% (PM042). Em comum, estes casos apresentavam paredes com maiores capacidades térmicas (tijolo maciço, tijolo maciço com EPS ou concreto com EPS), absorvências das paredes e coberturas baixas e condicionadores de ar de COP 3,24. Todos os quatorze casos obtiveram CLEC negativos, entre de -R\$0,51 a -R\$0,74 por kWh. Os quatorze casos mantiveram-se com CLEC negativos com a implantação de sistema fotovoltaico, mas passaram a ter CEC positivos. Nove deles tiveram seu consumo estimado de energia elétrica (incluindo o consumo com equipamentos) atendido integralmente pelo sistema fotovoltaico dimensionado neste estudo. Os demais casos tiveram de 87,35% a 95,71% do seu consumo atendido.

Dois casos obtiveram CEC iguais a zero, ou seja, a implantação e a reposição das medidas de eficiência energética foram iguais aos do Caso Base. Foram os casos cujo apenas as absorvências das paredes externas ou da cobertura foram alteradas. A redução da absorvência das paredes externas apresentou economia de 29,5% de energia (MEE02) e a redução da absorvência da cobertura economizou 10% de energia (MEE03). A implantação de ambos os casos tiveram R\$0,51 de economia por kWh (CLEC negativos).

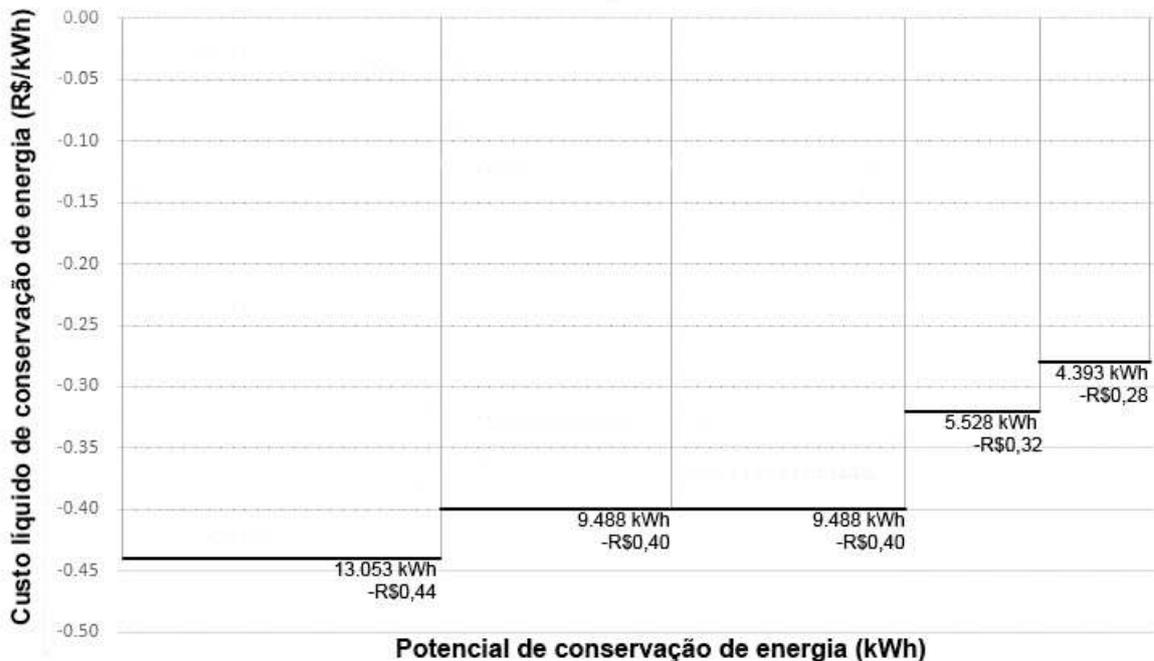
4.6.2. Etapa 15 – Construção e análises das Curvas de Custo e Potencial de Conservação de Energia

a) Casos de maior custo da energia conservada – CEC

Dos dez casos expostos no item 4.6.1, alínea *a*, cinco foram selecionados para compor a Curva de Custo e Potencial de Conservação de Energia da Figura 9. Os demais casos foram excluídos da curva por apresentarem CLCE e potenciais de conservação de energia bastante próximos do último caso plotados no gráfico. Os conjunto de medidas plotados no gráfico foram, da esquerda para a direita: PM129, PM139, PM143, PM141 e PM172. Todos estes casos apresentam condicionadores de ar com COP de 3,60 (com exceção

do caso PM172), persianas integradas às aberturas, blocos cerâmicos e forro de PVC. Os casos PM129, PM141 e PM143 também apresentaram absorvância baixa nas paredes externas. Ainda que estes casos tenham os maiores CEC, todos os cinco casos plotados no gráfico e os demais casos expostos no item 4.6.1 apresentaram grandes e significativos potenciais de conservação de energia. Apresentaram, ainda, custos líquidos de conservação de energia negativos, ou seja, o custo proporcional de investimento e manutenção das medidas de eficiência energética por kWh economizado foi menor do que o custo da tarifa de energia, por kWh.

Figura 9 – Curvas de custo e potencial de conservação de energia dos casos com maior custo de energia conservada



Fonte: elaborada pela autora (2018).

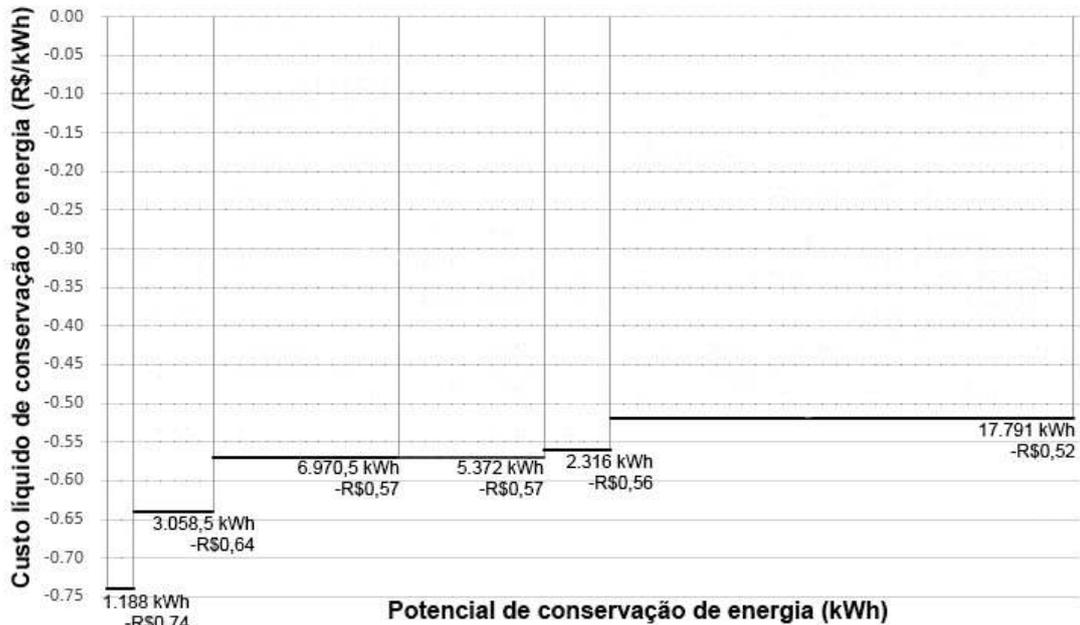
b) Casos de menor custo da energia conservada – CEC

Dos quatorze casos expostos no item 4.6.1, alínea *b*, os seis de menor CEC foram selecionados para compor a Curva de Custo e Potencial de Conservação de Energia da Figura 10. Os demais casos foram excluídos da curva por apresentarem o mesmo, ou próximo do mesmo, CLCE e potenciais de conservação de energia bastante próximos do caso com CLCE de R\$0,52 negativos. Os conjunto de medidas plotados no gráfico foram, da esquerda para a direita: MEE13, MEE14, MEE16, MEE15, MEE12 e PM036. Os cinco primeiros são aplicações de medidas de eficiência energética isoladas na cobertura. Substituiu-se o forro de

PVC por laje pré-moldada no MEE13. Substituiu-se o forro de PVC e a telha de fibrocimento por laje pré-moldada e telha cerâmica no MEE14. No MEE15 o forro foi substituído por laje maciça. No MEE12 utilizou-se telha cerâmica. Observou-se que estes casos obtiveram potenciais de conservação de energia bastante pequenos e menores do que o caso PM036 que, entre os casos plotados no gráfico, apresentou o menor custo líquido de energia conservada (R\$0,52/kWh).

O conjunto de medidas PM036 possuía as seguintes características: absorvâncias baixas, vidros especiais com fator solar baixo, tijolo maciço, laje maciça com telha cerâmica, janelas médias (1,20 x 1,20 m de vão) e condicionadores de ar com COP 3,24. Pelo gráfico, foi possível concluir que a aplicação de conjuntos de medidas possuiu custos efetivos maiores, ao longo da vida útil da edificação, do que a aplicação de medidas isoladas. No entanto, o conjunto de medidas PM036 apresentou potencial de redução do consumo de energia significativamente maior do que os casos com aplicação de medidas isoladas. Ainda assim, todos os casos expostos no gráfico apresentaram custo líquido de conservação de energia negativos.

Figura 10 – Curvas de custo e potencial de conservação de energia dos casos com menor custo de energia conservada



Fonte: elaborada pela autora (2018).

4.6.3. Etapa 16 – Soluções de custo ótimo e ZEBs

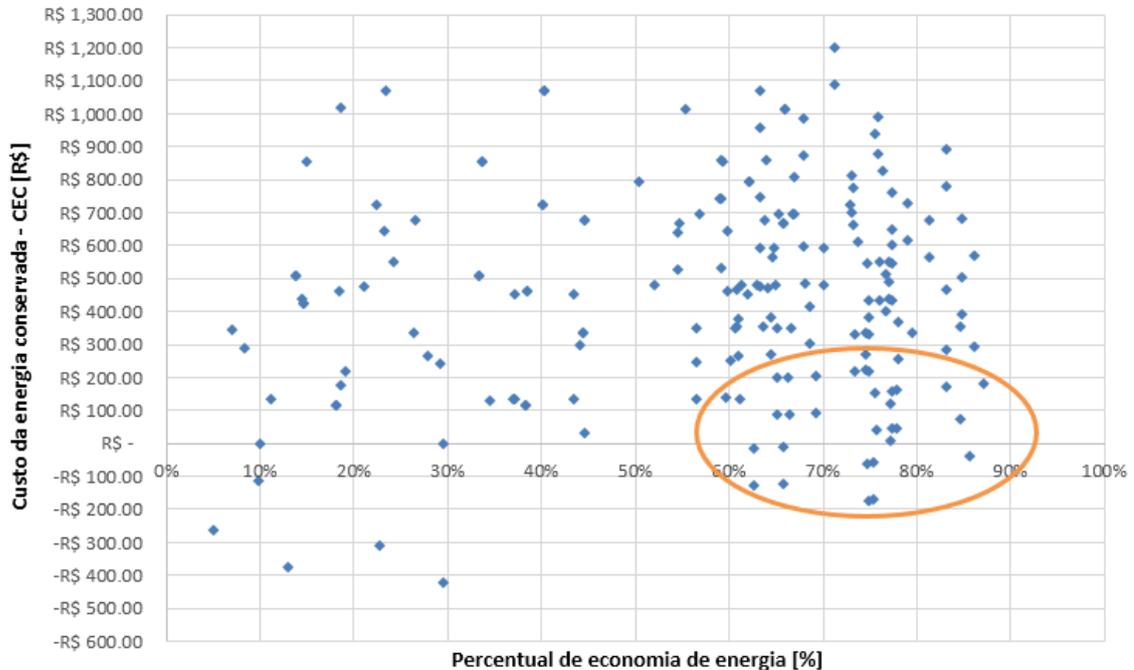
a) Soluções de custo ótimo

Os casos de custo ótimo, onde foram obtidos os maiores potenciais de economia de energia pelos menores custos de energia conservada (CEC) encontram-se plotados na área inferior direita (área circulada) do gráfico da

Figura 11. Trinta e três casos encontram-se na área circulada do gráfico e podem ser considerados de custo ótimo. Apresentam baixo CEC e potenciais de economia de energia maiores que 60%. Dos 33 casos, 9 casos apresentaram COP dos condicionadores de ar iguais a 3,6; 32 casos apresentaram absorvância solar baixas nas paredes externas; todos apresentaram absorvância solar baixa na cobertura; 31 casos apresentaram vidro especial, os demais persianas integradas. Os casos com persiana integrada obtiveram resultados semelhantes aos casos com vidro especial de controle solar. Trinta e um casos apresentaram aberturas médias (1,20 x 1,20 m); 16 casos apresentaram capacidades térmicas altas nas paredes, com aplicação de isolante térmico EPS; 18 casos apresentaram telha cerâmica; em 16

casos foram empregadas lajes maciças, em 13 casos, laje pré-moldada e em apenas 3, manteve-se o forro de PVC.

Figura 11 – Soluções de custo ótimo



Fonte: elaborada pela autora (2018).

b) Soluções ZEB – Edificações de energia zero

Dos 195 casos, incluindo o caso base, 147 tiveram a totalidade de seu consumo estimado de energia atendido pelo potencial de geração local de energia fotovoltaica. Vinte casos tiveram mais de 95% do consumo estimado atendido pelo sistema fotovoltaico. E os outros 28 casos tiveram mais de 87% do consumo estimado atendido pelo sistema fotovoltaico.

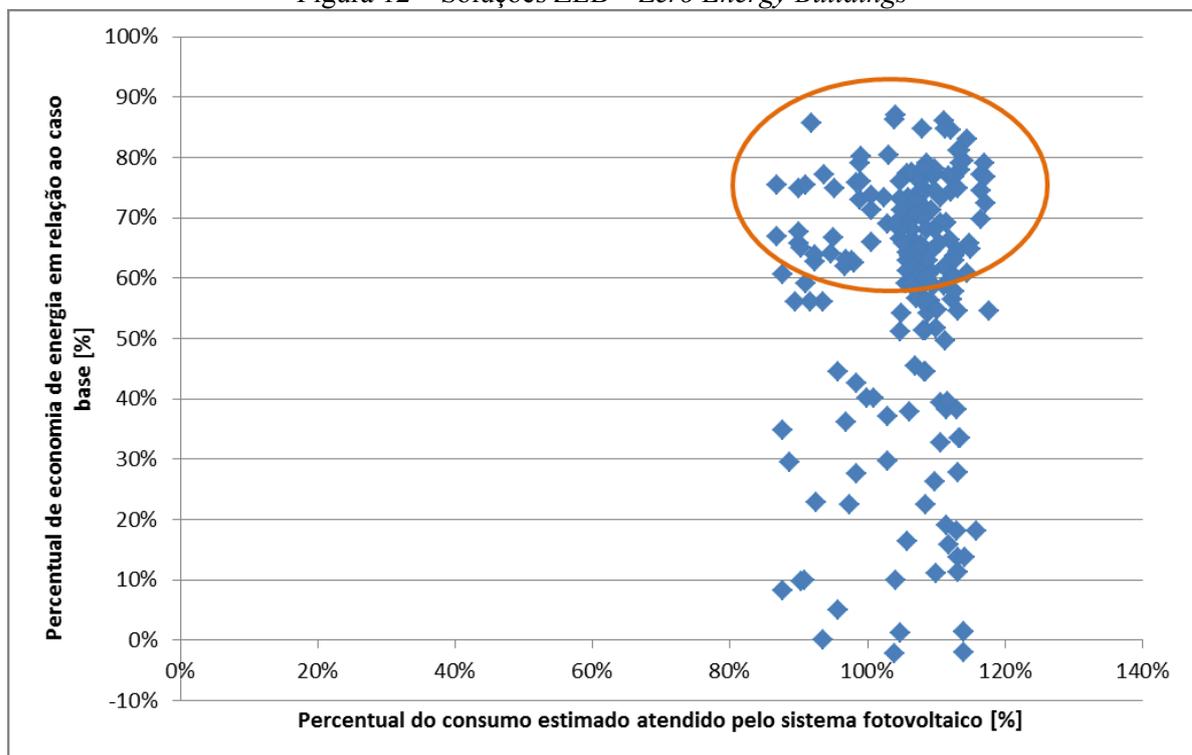
Entre os casos com consumo estimado totalmente atendido pelo potencial de geração de energia elétrica, encontram-se os casos plotados no quadrante superior direito do gráfico da considerou reposição do sistema.

Figura 12. Dentre estes casos, estão compreendidos os casos apontados como de custo ótimo no item 4.6.3, alínea *a*. Os casos deste quadrante podem ser considerados os casos ZEB de maior economia de energia. Ou seja, além de não demandarem energia da rede, consomem pouca energia em relação ao caso base, devido aos conjuntos de medidas empregados. No

entanto, os demais casos ainda podem ser considerados *nearly Zero Energy Buildings* – nZEB, edificações de quase energia zero, por terem o consumo da rede bastante reduzido.

Ressalva-se que, o potencial do consumo estimado atendido pelo sistema fotovoltaico (eixo X do gráfico da Figura 12) considera, apenas, os 25 primeiros anos da vida útil de projeto da edificação. Justifica-se o fato por o tempo estimado de vida útil do sistema fotovoltaico ser de 25 anos e, por se tratar de uma edificação residencial de interesse social, não se considerou reposição do sistema.

Figura 12 – Soluções ZEB – *Zero Energy Buildings*



Fonte: elaborada pela autora (2018).

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões sobre os resultados desta pesquisa (item 5.1). São, também, apresentadas as considerações finais. Estas tratam das limitações da pesquisa (item 5.2.1) e das sugestões de trabalhos futuros (item 5.2.2).

5.1. CONCLUSÕES

O objetivo geral deste estudo foi avaliar o custo da energia conservada com estratégias para redução do consumo energético e geração local de energia em edificações residenciais, em função dos custos para aplicação das estratégias e da tarifa energética residencial local.

Foi escolhida, como objeto de estudo, uma edificação residencial unifamiliar de interesse social. A cidade de implantação escolhida foi São Paulo/SP, por o estado de São Paulo possuir o maior déficit habitacional do Brasil e pela grande quantidade de unidades habitacionais unifamiliares de interesse social que o Estado constrói. Foram definidas medidas de eficiência energética e, a partir delas, compostos conjuntos de medidas. Os casos foram simulados para obtenção de consumo estimado de energia. O potencial de geração de energia fotovoltaica foi calculado com base nos dados de radiação solar de São Paulo/SP. Os custos de implantação e reposição dos sistemas foram extraídos de planilhas SINAPI e, eventualmente, de pesquisa de mercado. A vida útil de projeto e o número de reposições dos sistemas foram obtidos por meio da norma NBR 15.575-1. E a tarifa de energia elétrica foi obtida por meio da concessionária de energia elétrica local.

A metodologia adotada para análise dos custos foi baseada nas instruções da Nota Técnica DEA 11/16 – Metodologia para Elaboração de Curvas de Custo e Potencial de Conservação de Energia da EPE-MME (Empresa de Pesquisa Energética do Ministério de Minas e Energia). Foram, também, analisadas as soluções de custo ótimo, que compreendem os casos com menor consumo de energia pelo menor custo de energia conservada. Além disso, foram analisadas as soluções que poderiam ser classificadas como edificações de energia zero, as ZEBs.

Observou-se nas análises dos custos líquidos de conservação de energia (CLCE) que quase a totalidade dos casos simulados apresentou CLCE negativos (R\$/kWh), ou seja, menores do que o custo do kWh cobrado pela concessionária de energia. Observou-se, ainda,

que embora os casos com aplicação de medidas de eficiência energética isoladas possuísem os menores CLCE, apresentavam baixa redução do consumo de energia. Assim, conclui-se que a aplicação de conjuntos de medidas apresentou reduções de consumo energético mais efetivas e significativas.

Os casos com custo ótimo, ou seja, baixo custo de energia conservada e alto potencial de economia de energia representaram 17% dos casos simulados. Destes casos, as principais características em comum foram: absorvâncias solares baixas de paredes externas e cobertura; sombreamento nas aberturas por meio de persiana integrada ou de emprego de vidro de controle solar; lajes maciças ou lajes pré-moldadas substituindo o forro de PVC; e paredes com alta capacidade térmica. O aumento da dimensão das aberturas teve pouca influência nos resultados, visto que as aberturas de tamanho médio estavam um pouco além do limite mínimo estabelecido pela norma NBR 15.575. Entre estes casos com custo ótimo, alguns dos melhores casos apresentavam equipamentos de condicionamento de ar mais eficientes (COP 3,60).

Considerando o emprego de sistemas fotovoltaicos, ainda assim os casos simulados obtiveram custos líquidos de conservação de energia negativos, compensando o investimento. Durante a vida útil do sistema fotovoltaico, este atendeu a totalidade do consumo estimado de energia elétrica da grande maioria dos casos (147 de 194 casos). Dentre estes casos, encontram-se os casos descritos como de custo ótimo. Podendo, assim, classifica-los como ZEBs, edificações de energia zero. Os demais casos tiveram grande parte de seu consumo estimado de energia elétrica atendido pelo sistema fotovoltaico dimensionado. Embora não tenham 100% do consumo estimado atendido pelo sistema fotovoltaico, as medidas e conjunto de medidas empregados nestes casos, tiveram custo líquido negativo. Compensaram o investimento e podem, assim, ser classificadas como edificações de quase energia zero, as nZEBs.

Conclui-se, então, que o emprego de medidas de eficiência energética, aliado ou não ao emprego de sistemas de geração local fotovoltaica de energia elétrica, é favorável ao bom desempenho energético e financeiro das edificações. Além de se reduzir significativamente o consumo de energia e, conseqüentemente, a demanda da rede elétrica, tem-se grande redução de econômico-financeira no final da vida útil da edificação. Fato bastante relevante, principalmente, por se tratarem de residências de interesse social, cujo público-alvo dispõe de poucos recursos financeiros para melhorar a qualidade da edificação, a fim de buscar mais conforto térmico e melhor desempenho energético. Além disso, este público também dispõe

de recursos limitados para os gastos com energia elétrica. Dar-lhes o direito de receber uma edificação com bom desempenho térmico e energético traz, não somente economia de energia e redução da demanda energética das concessionárias, mas também qualidade de moradia. Estudos como o apresentado nesta pesquisa contribuem para ilustrar a temática e auxiliar em um possível embasamento para a melhoria da qualidade das habitações de interesse social e para se almejar estabelecer requisitos mínimos para este tipo de edificação.

5.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.2.1. Limitações da pesquisa

A presente pesquisa apresenta as seguintes limitações:

- Para a avaliação dos consumos energéticos considerou-se fixa a eficiência energética do sistema de condicionamento de ar. No entanto, a eficiência dos equipamentos varia de acordo com o funcionamento do compressor e do ventilador;
- O método de simulação utilizado considera conforto adaptativo para acionamento do sistema de condicionamento de ar e para a abertura das janelas, que pode não refletir fielmente o comportamento dos usuários;
- A temperatura de *setpoint* do sistema de condicionamento de ar é considerada fixa em 24°C, porém sabe-se que os usuários podem acionar o sistema com temperaturas de *setpoint* inferiores a 24°C. Refletindo, assim, em aumento do consumo energético da edificação;
- A tarifa energética e a taxa de anualização (IPCA) foram consideradas fixas ao longo da vida útil da edificação;
- Os custos das composições de materiais considerados na pesquisa, bem como a tarifa energética e a taxa de anualização, são sensíveis às variações de mercado. Refletem o cenário mercadológico da época em que a pesquisa foi desenvolvida;
- O número de reposições dos sistemas é baseado na vida útil de projeto definida em norma, que pode não refletir no número real de reposições (ou manutenções) realizadas na prática.

5.2.2. Sugestões para trabalhos futuros

Com o objetivo de complementar os resultados obtidos com a presente pesquisa, sugerem-se alguns estudos para trabalhos futuros:

- Avaliação de outras tipologias residenciais unifamiliares com dimensões maiores a fim de avaliar edificações com consumos para refrigeração maiores;
- Avaliação de tipologias residenciais multifamiliares a fim de avaliar a influência das medidas de eficiência energética em edifícios em altura;
- Emprego de outras medidas de eficiência energética nas análises;
- Realizar a mesma avaliação em outros grupos climáticos a fim de avaliar o comportamento das MEEs em outros climas;
- Aplicação do método utilizando a tarifa branca de energia elétrica, que considera diferentes preços de tarifas conforme a hora do dia.

REFERÊNCIAS

- ABRAVA, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. **Ar-Condicionado residencial evolução no mercado**. Revista ABRAVA 2014;
- AES ELETROPAULO (São Paulo). **Tarifa de energia elétrica**. 2017. Disponível em: <<https://www.aeseletropaulo.com.br/para-sua-casa/prazos-e-tarifas/conteudo/tarifa-de-energia-eletrica>>. Acessado em 01 de dezembro de 2017;
- AES ELETROPAULO (São Paulo). **Calcule sua conta**. 2016. Disponível em: <<https://www.aeseletropaulo.com.br/educacao-legislacao-seguranca/simuladores/conteudo/calcule-sua-conta>>;
- ALLOUHI, A. et al. Energy consumption and efficiency in buildings: current status and future trends. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 109, p.118-130, dez. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.139>;
- ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica**. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2016c. 32 p. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14913578/Caderno+tematico+Micro+e+Minigeração+Distribuída+-+2+edicao/>>;
- _____. **Resolução Normativa Nº 482**, de 17 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>>;
- _____. **Resolução Normativa Nº 687**, de 24 de novembro de 2015. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>;
- _____. **Tarifa branca**. 2016a. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=781&idPerfil=2>>;
- _____. **Tarifa social de energia elétrica – TSEE**. 2016b. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/tarifa-social-baixa-renda>>;
- ASHRAE, AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIRCONDITIONING ENGINEERS. **Standard method of test for the evaluation of building energy analysis computer programs**. ASHRAE Standard 140 - 2001.140. Atlanta, 2001. 91 p;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais - desempenho parte 1: requisitos gerais**. 4 ed. Rio de Janeiro, 2013a;

_____. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais - desempenho parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. 4 ed. Rio de Janeiro, 2013b;

_____. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais - desempenho parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. 3 ed. Rio de Janeiro, 2012;

ATTIA, Shady et al. Selection criteria for building performance simulation tools: contrasting architects' and engineers' needs. **Journal of Building Performance Simulation**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.155-169, maio 2012. Informa UK Limited.
<http://dx.doi.org/10.1080/19401493.2010.549573>;

AUGENBROE, G. **ICT tools for design and engineering of buildings**: A design analysis view. In: International Building Physics Conference . **Proceedings...** . Eindhoven: 2000;

BAGLIVO, Cristina et al. Cost-optimal analysis and technical comparison between standard and high efficient mono-residential buildings in a warm climate. **Energy**, [s.l.], v. 83, p.560-575, abr. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2015.02.062>;

BECCHIO, Cristina et al. Cost optimality assessment of a single family house: Building and technical systems solutions for the nZEB target. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 90, p.173-187, mar. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.12.050>;

BECCHIO, Cristina et al. Whole cost analysis of building envelope technologies according to the european standard EM 15459. **Build Up**, Itália, maio 2012. Disponível em: <http://www.buildup.eu/node/24791>>;

BOURRELLE, Julien S.; ANDRESEN, Inger; GUSTAVSEN, Arild. Energy payback: An attributional and environmentally focused approach to energy balance in net zero energy buildings. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 65, p.84-92, out. 2013. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.05.038>;

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa Minha Casa Minha Vida / FAR**: Especificações Mínimas. 2014a. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/Especificacoes/especificacoes_casa_port168.pdf>;

_____. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. **PAC 2**: Aquecimento Solar no Minha Casa, Minha Vida. 2014b. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/i/b6cc5aa2>>;

_____. SENADO FEDERAL. **Programa Minha Vida Casa Minha Vida: 1 milhão de casas**. 2013. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/385446/Programa Minha Casa Minha Vida.pdf?sequence=1](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/385446/Programa%20Minha%20Casa%20Minha%20Vida.pdf?sequence=1)>;

CAIXA (Brasil). **SINAPI**: Relatório de Insumos e Composições - DEZ/16 - Sem Desoneração. 2017. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-sp/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_SP_122016_NaoDesonerado.zip>;

CARLO, Joyce Correna. **Desenvolvimento de metodologia de avaliação da eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais**. Florianópolis, 2008. xvi, 196 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PECV0565-T.pdf>>;

CB3E. CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Lista das 5.564 cidades do território brasileiro e seus respectivos grupos climáticos**. Florianópolis, 2017. Disponível em: <<http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Cidades%20e%20GCL.csv>>. Acessado em: 15 de dezembro de 2017;

COHEN, Sam; GOLDMAN, Charles; HARRIS, Jeff. Energy savings and economics of retrofitting single-family buildings. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 17, n. 4, p.297-311, jan. 1991. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-7788\(91\)90012-r](http://dx.doi.org/10.1016/0378-7788(91)90012-r);

DELGADO, Marco Antonio de Paiva. **Alternativas para o aumento da eficiência energética no Brasil: uma análise técnico-econômica para viabilização de motores elétricos de alto rendimento e o caso das empresas de serviços de energia**. Rio de Janeiro, 1996. 165 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Planejamento Energético;

DOE. UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY. **Building Energy Software Tools Directory**. Califórnia, EUA, 2016. Disponível em: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/>;

_____. **Programa EnergyPlus**. Califórnia, EUA, 2016. Disponível em: <<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>>. Acesso em: 03 mar. 2016;

EPE, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. MME, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2015: ano base 2014**. Rio de Janeiro: EPE, 2015. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202015.pdf>>;

_____. **Balanco Energético Nacional 2017: ano base 2016**. Relatório Final. Rio de Janeiro: EPE, 2017. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>;

_____. **Nota Técnica DEA 11/16: Metodologia para Elaboração de Curvas de Custo e Potencial de Conservação de Energia**. Rio de Janeiro: EPE, 2016. 42 p. Disponível em: <[http://antigo.epe.gov.br/mercado/Documents/Série Estudos de Energia/DEA 11-16 - CCP_metodologia.pdf](http://antigo.epe.gov.br/mercado/Documents/Série%20Estudos%20de%20Energia/DEA%2011-16-CCP_metodologia.pdf)>;

FERRARA, Maria et al. A simulation-based optimization method for cost-optimal analysis of nearly Zero Energy Buildings. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 84, p.442-457, dez. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.08.031>;

FUMO, Nelson; MAGO, Pedro; LUCK, Rogelio. Methodology to estimate building energy consumption using EnergyPlus Benchmark Models. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 42, n. 12, p.2331-2337, dez. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.07.027>;

GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus. **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 591 p;

HAMDY, Mohamed; HASAN, Ala; SIREN, Kai. A multi-stage optimization method for cost-optimal and nearly-zero-energy building solutions in line with the EPBD-recast 2010. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 56, p.189-203, jan. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.08.023>;

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Série Histórica dos Acumulados no Ano - IPCA**. 2017. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/ipca-inpc_201612_3.shtm

IEA. International Energy Agency. **Key World Energy Statistics**. Paris: IEA, 2014. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2014.pdf>;

JACOBSON, Mark Z.; DELUCCHI, Mark A.. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. **Energy Policy**, [s.l.], v. 39, n. 3, p.1154-1169, mar. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.11.040>;

JARDIM, Carolina da Silva et al. The strategic siting and the roofing area requirements of building-integrated photovoltaic solar energy generators in urban areas in Brazil. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 40, n. 3, p.365-370, jan. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.02.035>;

KAPSALAKI, M.; LEAL, V.; SANTAMOURIS, M.. A methodology for economic efficient design of Net Zero Energy Buildings. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 55, p.765-778, dez. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.10.022>;

KOOMEY, Jonathan; ROSENFELD, Arthur H.; GADGIL, Ashok. Conservation screening curves to compare efficiency investments to power plants. **Energy Policy**, [s.l.], v. 18, n. 8, p.774-782, out. 1990. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0301-4215\(90\)90030-8](http://dx.doi.org/10.1016/0301-4215(90)90030-8);

KURNITSKI, Jarek et al. Cost optimal and nearly zero (nZEB) energy performance calculations for residential buildings with REHVA definition for nZEB national implementation. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 43, n. 11, p.3279-3288, nov. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.08.033>;

KURNITSKI, Jarek et al. Energy and investment intensity of integrated renovation and 2030 cost optimal savings. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 75, p.51-59, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.01.044>;

KURNITSKI, Jarek. Technical definition for nearly zero energy buildings. **REHVA Journal**, [s.l.], p. 22-28, maio 2013. Disponível em: <<http://www.rehva.eu/publications-and-resources/rehva-journal/2013/032013/technical-definition-for-nearly-zero-energy-buildings.html>>;

LABEEE. LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Arquivos Climáticos INMET 2016**. Florianópolis, 2016. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/inmet2016>>;

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R.. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Florianópolis: Eletrobras/PROCEL, 2014. 366 p;

LEVINE, M. et al. **Residential and commercial buildings**. In: IPCC- INTERNATIONAL PANEL OF CLIMATE CHANGE- Climate change 2007: mitigation of climate change. Contribution on Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007; LUND, H.; MARSZAL, A.; HEISELBERG, P.. Zero energy buildings and mismatch compensation factors. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 43, n. 7, p.1646-1654, jul. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.03.006>;

MAHDAVI, Ardeshir. Reflections on computational building models. **Building and Environment**, [s.l.], v. 39, n. 8, p.913-925, ago. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.01.016>;

MARSZAL, A. J. et al. Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 43, n. 4, p.971-979, abr. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.12.022>;

MCNEIL, Michael A. et al. **Business Case for Energy Efficiency in Support of Climate Change Mitigation, Economic and Societal Benefits in the Republic of Korea**. California: Berkeley National Laboratory, 2012. 62 p. Disponível em: <<http://eetd.lbl.gov/publications/business-case-for-energy-efficiency-1>>;

MEIER, Alan Kevin. **Supply Curves of Conserved Energy**. 1982. 125 f. Tese (phD) - Energy Efficient Buildings Program, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley. Disponível em: <<http://escholarship.org/uc/item/20b1j10d>>.

_____. The cost of conserved energy as an investment statistic. Sixth Annual Industrial Energy Technology Conference Volume II, 1984. **Proceedings...** Houston, Texas, EUA.

MENDES, N; WESTPHAL, F.; LAMBERTS, R.; NETO, J. Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p.47-68, out. 2005;

NEOSOLAR (Brasil). **Painel Solar Fotovoltaico 150Wp - Yingli Solar YL150P-17b**. 2018a. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-150wp-yingli-solar-yl150p-17b.html>>. Acessado em: 26 de fevereiro de 2017;

NEOSOLAR (Brasil). **Painel Solar Fotovoltaico Yingli YL250P 29b (250Wp)**. 2018b. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-yingli-yl250p-29b-250wp.html>>. Acessado em: 26 de fevereiro de 2017;

NEOSOLAR (Brasil). **Inversor SMA Sunny Boy SB 1300TL-10**. 2018c. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/inversor-sma-sunny-boy-sb-1300tl-10.html>>;

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RÜTHER, R. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: INPE, 2006. 60 p;

POPESCU, Daniela et al. Impact of energy efficiency measures on the economic value of buildings. **Applied Energy**, [s.l.], v. 89, n. 1, p.454-463, jan. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.08.015>;

REN21. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. **Renewables 2017 Global Status Report**. Paris: 2017. Disponível em: <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf>;

RÜTHER, R. **Edifícios solares fotovoltaicos – o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. Florianópolis: LABSOLAR, 2004;

SANTOS, Ísis Portolan dos; RÜTHER, Ricardo. The potential of building-integrated (BIPV) and building-applied photovoltaics (BAPV) in single-family, urban residences at low latitudes in Brazil. **Energy and Buildings**, [s.l.], v. 50, p.290-297, jul. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.03.052>;

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 61.439, de 19 de Agosto de 2015**. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2015/decreto-61439-19.08.2015.html>>;

SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DA HABITAÇÃO. **Secretaria da Habitação – Gestão 2016**. 2016. Disponível em: <<http://www.habitacao.sp.gov.br/file.ashx?ID=32118>>

SARTORI, Igor et al. Criteria for Definition of Net Zero Energy Buildings. In: EURO SUN CONFERENCE 2010. **Proceedings...** . Graz, Áustria: 2010. Disponível em: <http://www.enob.info/fileadmin/media/Projektbilder/EnOB/Thema_Nullenergie/EuroSun_Conference_Graz_2010_Criteria_for_Definition_of_Net_Zero_Energy_Buildingsx.pdf>;

SCHREIER, Sebastian. **Implementing Cost Potential Curves (CPCs) as an Energy Planning Method for Energy Efficiency in Brazil**. GTZ Brazilian-German Energy Program, 2011. 74 p. Disponível em: <https://energypedia.info/images/9/99/Implementing_Cost_Potential_Curves_as_a_Planning_Method_for_Energy_Efficiency_in_Brazil.pdf>;

SORGATO, Marcio José. **A influência do comportamento do usuário no desempenho térmico e energético de edificações residenciais**. 2015. 258 p. Tese (Doutorado) -

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, 2015. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/teses/PECV0978-T.pdf>>;

STADLER, Michael et al. On-Site Generation Simulation with EnergyPlus for Commercial Buildings. In: 2006 ACEEE SUMMER STUDY ON ENERGY EFFICIENCY IN BUILDINGS. **Proceedings...** . California, EUA: 2006. Disponível em: <http://aceee.org/files/proceedings/2006/data/papers/SS06_Panel3_Paper21.pdf>;

THERMAL ENERGY SYSTEM SPECIALISTS. **TRNSYS - Transient System Simulation Tool**. Wisconsin, EUA, 2016. Disponível em: <<http://www.trnsys.com/>> Acesso em: 14 abr. 2016;

TORCELLINI, Paul A.; CRAWLEY, Drury B.. Understanding zero-energy buildings. **Ashrae Journal**, Washington, v. 48, p.62-69, 2006. Disponível em: <https://www.ashrae.org/File_Library/docLib/Net-Zero/20081021_understanding_zero_eb.pdf>;

TRIANA MONTES, María Andrea. **Abordagem integrada no ciclo de vida de habitação de interesse social considerando mudanças climáticas**. 2016. 473 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2016. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/teses/PECV1042-T.pdf>>;

UFRGS, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Radiasol**. Disponível em: <<http://www.solar.ufrgs.br/#softwares>>;

UNIÃO EUROPEIA. **Commission Delegated Regulation No 244/2012**: Supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings by establishing a comparative methodology framework for calculating cost-optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building elements. 2012. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:081:0018:0036:en:PDF>>;

_____. EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 15459:2008**: Energy performance of buildings – Economic evaluation procedure for energy systems in buildings, 2008;

_____. **Regulamento Delegado (UE) N° 626/2011**. 2011. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0626&from=PT>>;

URBANETZ, Jair; ZOMER, Clarissa Debiazi; RÜTHER, Ricardo. Compromises between form and function in grid-connected, building-integrated photovoltaics (BIPV) at low-latitude sites. **Building And Environment**, [s.l.], v. 46, n. 10, p.2107-2113, out. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.024>;

VERBEECK, G.; HENS, H.. Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable?. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 37, n. 7, p.747-754, jul. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.10.003>;

YINGLI (China). **YGE 60 Cell Series**. Disponível em:
<http://www.yinglisolar.com/assets/uploads/products/downloads/YGE_60_Cell_Series_EN.pdf>.

APÊNDICE A – CUSTOS DE INVESTIMENTO INICIAIS

Referência: SINAPI – São Paulo – Novembro de 2017 e pesquisas de mercado realizadas em dezembro de 2017.

ABSORTÂNCIA PAREDE									
Composição	Código	Banco	Descrição	Und.	Quant.	Preço Unit.	Preço Total	Preço Total Composição (Custo do investimento inicial - CI)	
ABSORTÂNCIA 0.60	88485	SINAPI	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO.	m²	64.42	R\$ 2.14	R\$ 137.86	R\$	838.75
	88489	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS.	m²	64.42	R\$ 10.88	R\$ 700.89		
ABSORTÂNCIA 0.35	88485	SINAPI	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO.	m²	64.42	R\$ 2.14	R\$ 137.86	R\$	838.75
	88489	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS.	m²	64.42	R\$ 10.88	R\$ 700.89		

ABSORTÂNCIA COBERTURA									
Composição	Código	Banco	Descrição	Und.	Quant.	Preço Unit.	Preço Total	Preço Total Composição (Custo do investimento inicial - CI)	
ABSORTÂNCIA 0.60	88488	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM TETO, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m²	60.28	R\$ 12.57	R\$ 757.72	R\$	757.72
ABSORTÂNCIA 0.30	88488	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM TETO, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m²	60.28	R\$ 12.57	R\$ 757.72	R\$	757.72

PAREDES									
Composição	Código	Banco	Descrição	Und.	Quant.	Preço Unit.	Preço Total	Preço Total Composição (Custo do investimento inicial - CI)	
PAREDE CONCRETO	90854	SINAPI	CONCRETA GEM DE PAREDES EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES FEITAS COM SISTEMA DE FÓRMAS MANUSEÁVEIS COM CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA LANÇA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2015	m²	6.442	R\$ 315.84	R\$ 2,034.64	R\$	2,034.64
	90854	SINAPI	CONCRETA GEM DE PAREDES EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES FEITAS COM SISTEMA DE FÓRMAS MANUSEÁVEIS COM CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA LANÇA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2015	m²	6.441	R\$ 315.84	R\$ 2,034.33		
PAREDE CONCRETO + EPS	Pesquisa de mercado		Placa isopor até 5 cm anti-chamas incluindo fixação com argamassa	m²	64.42	R\$ 9.00	R\$ 579.78	R\$	2,933.59
	87289	SINAPI	ARGAMASSA TRAÇO 1:1,5:7,5 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	m²	0.9663	R\$ 330.63	R\$ 319.49		
PAREDE BLOCO CERÂMICO 6 FUROS	87525	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9X19CM (ESPESSURA 14CM, BLOCO DEITADO) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	m²	64.42	R\$ 112.77	R\$ 7,264.64	R\$	7,264.64
PAREDE BLOCO CERÂMICO 6 FUROS + EPS	87525	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9X19CM (ESPESSURA 14CM, BLOCO DEITADO) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	m²	64.42	R\$ 112.77	R\$ 7,264.64	R\$	8,163.91
	Pesquisa de mercado		Placa isopor até 5 cm anti-chamas incluindo fixação com argamassa	m²	64.42	R\$ 9.00	R\$ 579.78		
	87289	SINAPI	ARGAMASSA TRAÇO 1:1,5:7,5 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	m²	0.9663	R\$ 330.63	R\$ 319.49		
PAREDE TIJOLO MACIÇO	72132	SINAPI	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO MACICO 5X10X20CM 1/2 VEZ (ESPESSURA 10CM), ASSENTADO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA)	m²	64.42	R\$ 63.38	R\$ 4,082.94	R\$	4,082.94
PAREDE TIJOLO MACIÇO + EPS	72132	SINAPI	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO MACICO 5X10X20CM 1/2 VEZ (ESPESSURA 10CM), ASSENTADO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA)	m²	64.42	R\$ 63.38	R\$ 4,082.94	R\$	4,982.21
	100	Próprio	Placa isopor até 5 cm anti-chamas incluindo fixação com argamassa	m²	64.42	R\$ 9.00	R\$ 579.78		
	87289	SINAPI	ARGAMASSA TRAÇO 1:1,5:7,5 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	m²	0.9663	R\$ 330.63	R\$ 319.49		

COBERTURAS								
Composição	Código	Banco	Descrição	Und.	Quant.	Preço Unit.	Preço Total	Preço Total Composição (Custo do investimento inicial - CI)
TELHA FIBROCIMENTO + FORRO PVC	94449	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBRA DE VIDRO E = 0,6 MM, PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_06/2016	m²	60.28	R\$ 48.41	R\$ 2.918.15	R\$ 4.788.27
	94223	SINAPI	CUMEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E IÇAMENTO. AF_06/2016	m	7.73	R\$ 42.05	R\$ 325.05	
	96111	SINAPI	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF_05/2017_P	m²	39.76	R\$ 38.86	R\$ 1.545.07	
TELHA FIBROCIMENTO + LAJE PRÉ-MOLDADA	94449	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBRA DE VIDRO E = 0,6 MM, PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_06/2016	m²	60.28	R\$ 48.41	R\$ 2.918.15	R\$ 5.777.50
	94223	SINAPI	CUMEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E IÇAMENTO. AF_06/2016	m	7.73	R\$ 42.05	R\$ 325.05	
	74202/001	SINAPI	LAJE PRÉ-MOLDADA P/FORRO, SOBRECARGA 100KG/M2, VAOS ATE 3,50ME=8CM, C/LAJOTAS E CAP.C/CONC FCK=20MPA, 3CM, INTER-EXO 38CM, C/ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	m²	39.76	R\$ 63.74	R\$ 2.534.30	
TELHA FIBROCIMENTO + LAJE MACIÇA	94449	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBRA DE VIDRO E = 0,6 MM, PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_06/2016	m²	60.28	R\$ 48.41	R\$ 2.918.15	R\$ 5.090.17
	94223	SINAPI	CUMEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E IÇAMENTO. AF_06/2016	m	7.73	R\$ 42.05	R\$ 325.05	
	92538	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PE-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	m²	39.76	R\$ 15.94	R\$ 633.77	
	92734	SINAPI	CONCRETA GEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM JERICAS EM CREMALHEIRA EM EDIFICAÇÃO DE MULTIPAVIMENTOS ATÉ 16 ANDARES, COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	m²	3.976	R\$ 305.13	R\$ 1.213.20	
Composição	Código	Banco	Descrição	Und.	Quant.	Preço Unit.	Preço Total	Preço Total Composição (Custo do investimento inicial - CI)
TELHA CERÂMICA + FORRO PVC	94201	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m²	60.28	R\$ 44.48	R\$ 2.681.25	R\$ 4.384.48
	94221	SINAPI	CUMEIRA PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA) PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	7.73	R\$ 20.46	R\$ 158.16	
	96111	SINAPI	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF_05/2017_P	m²	39.76	R\$ 38.86	R\$ 1.545.07	
TELHA CERÂMICA + LAJE PRÉ-MOLDADA	94201	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m²	60.28	R\$ 44.48	R\$ 2.681.25	R\$ 5.373.71
	94221	SINAPI	CUMEIRA PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA) PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	7.73	R\$ 20.46	R\$ 158.16	
	74202/001	SINAPI	LAJE PRÉ-MOLDADA P/FORRO, SOBRECARGA 100KG/M2, VAOS ATE 3,50ME=8CM, C/LAJOTAS E CAP.C/CONC FCK=20MPA, 3CM, INTER-EXO 38CM, C/ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	m²	39.76	R\$ 63.74	R\$ 2.534.30	
TELHA CERÂMICA + LAJE MACIÇA	94201	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m²	60.28	R\$ 44.48	R\$ 2.681.25	R\$ 4.686.38
	94221	SINAPI	CUMEIRA PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA) PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	7.73	R\$ 20.46	R\$ 158.16	
	92538	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PE-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	m²	39.76	R\$ 15.94	R\$ 633.77	
	92734	SINAPI	CONCRETA GEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM JERICAS EM CREMALHEIRA EM EDIFICAÇÃO DE MULTIPAVIMENTOS ATÉ 16 ANDARES, COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	m²	3.976	R\$ 305.13	R\$ 1.213.20	
JANELAS								
Composição	Código	Banco	Descrição	Und.	Quant.	Preço Unit.	Preço Total	Preço Total Composição (Custo do investimento inicial - CI)
JANELA GRANDE + VIDRO SIMPLES	34367*	SINAPI	JANELA ALUMÍNIO DE CORRER 1,50 X 1,50 M	un	3.00	R\$ 1.027.44	R\$ 3.082.31	R\$ 4.070.76
	34367*	SINAPI	JANELA ALUMÍNIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M (cozinha)	un	1.00	R\$ 657.56	R\$ 657.56	
	Pesquisa de mercado		VIDRO SIMPLES	m²	7.371	R\$ 44.89	R\$ 330.88	
JANELA MÉDIA + VIDRO SIMPLES	34367*	SINAPI	JANELA ALUMÍNIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M	un	4.00	R\$ 657.56	R\$ 2.630.24	R\$ 2.862.95
	Pesquisa de mercado		VIDRO SIMPLES	m²	5.184	R\$ 44.89	R\$ 232.71	
JANELA GRANDE + VIDRO SIMPLES + PERSIANA INTEGRADA	Pesquisa de mercado		JANELA ALUMÍNIO DE CORRER COM PERSIANA INTEGRADA 1,50 X 1,50 M	un	3.00	R\$ 2.310.78	R\$ 6.932.34	R\$ 7.890.49
	34367*	SINAPI	JANELA ALUMÍNIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M (cozinha)	un	1.00	R\$ 657.56	R\$ 657.56	
	Pesquisa de mercado		VIDRO SIMPLES	m²	6.696	R\$ 44.89	R\$ 300.58	
JANELA MÉDIA + VIDRO SIMPLES + PERSIANA INTEGRADA	Pesquisa de mercado		JANELA ALUMÍNIO DE CORRER COM PERSIANA INTEGRADA 1,20 X 1,20 M	un	3.00	R\$ 1.478.90	R\$ 4.436.70	R\$ 5.394.84
	34367*	SINAPI	JANELA ALUMÍNIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M (cozinha)	un	1.00	R\$ 657.56	R\$ 657.56	
	Pesquisa de mercado		VIDRO SIMPLES	m²	6.696	R\$ 44.89	R\$ 300.58	
JANELA GRANDE + VIDRO ESPECIAL	34367*	SINAPI	JANELA ALUMÍNIO DE CORRER 1,50 X 1,50 M	un	3.00	R\$ 1.027.44	R\$ 3.082.31	R\$ 4.811.45
	34367*	SINAPI	JANELA ALUMÍNIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M (cozinha)	un	1.00	R\$ 541.30	R\$ 541.30	
	Pesquisa de mercado		VIDRO COOL LITE 120 ST 6 MM	m²	7.371	R\$ 161.15	R\$ 1.187.84	
JANELA MÉDIA + VIDRO ESPECIAL	34367*	SINAPI	JANELA ALUMÍNIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M	un	4.00	R\$ 657.56	R\$ 2.630.24	R\$ 3.465.64
	Pesquisa de mercado		VIDRO COOL LITE 120 ST 6 MM	m²	5.184	R\$ 161.15	R\$ 835.40	

* Composição adaptada. Fora retirado o preço do vidro da composição para possibilitar as variações de composições. Para as janelas grandes, o preço foi aumentado proporcionalmente à área de janela por não ter sido encontrada composição com as características necessárias.

CONDICIONADORES DE AR								
Composição	Código	Banco	Descrição	Und.	Quant.	Preço Unit.	Preço Total	Preço Total Composição (Custo do investimento inicial - CI)
COP 3,24	Pesquisa de mercado		CONDICIONADOR DE AR SPLIT 9.000 BTUh - COP 3,24	un	2	R\$ 1,477.05	R\$ 2,954.10	R\$ 4,655.46
	Pesquisa de mercado		CONDICIONADOR DE AR SPLIT 12.000 BTUh - COP 3,24	un	1	R\$ 1,701.36	R\$ 1,701.36	
COP 3,60	Pesquisa de mercado		CONDICIONADOR DE AR SPLIT 9.000 BTUh - COP 3,60	un	2	R\$ 1,624.76	R\$ 3,249.51	R\$ 5,121.01
	Pesquisa de mercado		CONDICIONADOR DE AR SPLIT 9.000 BTUh - COP 3,60	un	1	R\$ 1,871.50	R\$ 1,871.50	

APÊNDICE B – VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO

VIDA ÚTIL DE PROJETO DOS SISTEMAS COM BASE NA NBR 15.575-1				
Sistema	Vida útil de projeto mínima (anos)	Vida útil de projeto superior (anos)	Vida útil de projeto adotada (anos)	Número de reposições durante a vida útil
Edificação	≥ 50	≥ 75	50	-
Condicionamento de ar*	≥ 10	≥ 15	15	3.0
Cobertura - forro	≥ 13	≥ 20	20	2.0
Cobertura - telhamento	≥ 13	≥ 20	20	2.0
Fachada - paredes externas	≥ 40	≥ 60	50	0.0
Fachada - revestimento de fachada	≥ 20	≥ 30	25	1.0
Janelas	≥ 20	≥ 30	30	1.0
Pintura - selador - paredes e cobertura** externas	≥ 40	≥ 60	40	1.0
Pintura - tinta - paredes e cobertura** externas	≥ 8	≥ 12	8	6.0

* A vida útil dos condicionadores de ar não foi extraída da norma. Foi realizada consulta de mercado.

** A vida útil da pintura das coberturas não foi encontrada em norma. Foi adotada a mesma das paredes.

APÊNDICE C – CUSTO E QUANTIDADE DE REPOSIÇÕES

ABSORTÂNCIA PAREDE				
Composição	Descrição	Nº de reposições ao longo da vida útil da edificação	Custo de manutenção anualizado	Custo total de manutenção anualizado (Custo de manutenção - CM)
ABSORTÂNCIA 0.60	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO.	1	R\$ 18.99	R\$ 719.15
	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS.	6	R\$ 700.17	
ABSORTÂNCIA 0.35	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO.	1	R\$ 18.99	R\$ 719.15
	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS.	6	R\$ 700.17	

ABSORTÂNCIA COBERTURA				
Composição	Descrição	Nº de reposições ao longo da vida útil da edificação	Custo de manutenção anualizado	Custo total de manutenção anualizado (Custo de manutenção - CM)
ABSORTÂNCIA 0.60	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM TETO, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	6	R\$ 756.94	R\$ 756.94
ABSORTÂNCIA 0.30	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM TETO, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	6	R\$ 756.94	R\$ 756.94

PAREDES				
Composição	Descrição	Nº de reposições ao longo da vida útil da edificação	Custo de manutenção anualizado	Custo total de manutenção anualizado (Custo de manutenção - CM)
PAREDE CONCRETO	CONCRETAGEM DE PAREDES EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES FEITAS COM SISTEMA DE FÓRMAS MANUSEÁVEIS COM CONCRETO USINADO BOMBÉVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA LANÇA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2015	0	R\$ -	R\$ -
PAREDE CONCRETO + EPS	CONCRETA GEM DE PAREDES EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES FEITAS COM SISTEMA DE FÓRMAS MANUSEÁVEIS COM CONCRETO USINADO BOMBÉVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA LANÇA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2015	0	R\$ -	R\$ 72.30
	Placa isopor até 5 cm anti-chamas incluindo fixação com argamassa	1	R\$ 46.61	
	ARGAMASSA TRAÇO 1:1,5:7,5 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	1	R\$ 25.69	
PAREDE BLOCO CERÂMICO 6 FUROS	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9X19CM (ESPESURA 14CM, BLOCO DEITADO) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	0	R\$ -	R\$ -
PAREDE BLOCO CERÂMICO 6 FUROS + EPS	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9X19CM (ESPESURA 14CM, BLOCO DEITADO) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	0	R\$ -	R\$ 72.30
	Placa isopor até 5 cm anti-chamas incluindo fixação com argamassa	1	R\$ 46.61	
	ARGAMASSA TRAÇO 1:1,5:7,5 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	1	R\$ 25.69	
PAREDE TIJOLO MACIÇO	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO MACICO 5X10X20CM 1/2 VEZ (ESPESURA 10CM), ASSENTADO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA)	0	R\$ -	R\$ -
PAREDE TIJOLO MACIÇO + EPS	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO MACICO 5X10X20CM 1/2 VEZ (ESPESURA 10CM), ASSENTADO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA)	0	R\$ -	R\$ 72.30
	Placa isopor até 5 cm anti-chamas incluindo fixação com argamassa	1	R\$ 46.61	
	ARGAMASSA TRAÇO 1:1,5:7,5 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	1	R\$ 25.69	

COBERTURAS					
Composição	Descrição	Nº de reposições ao longo da vida útil da edificação	Custo de manutenção anualizado	Custo total de manutenção anualizado (Custo de manutenção - CM)	
TELHA FIBROCIMENTO + FORRO PVC	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBRA DE VIDRO E = 0,6 MM, PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_06/2016	2	R\$ 689.69	R\$ 1,018.27	
	CUMEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E IÇAMENTO. AF_06/2016	2			
	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF_05/2017_P	2	R\$ 328.57		
TELHA FIBROCIMENTO + LAJE PRÉ-MOLDADA	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBRA DE VIDRO E = 0,6 MM, PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_06/2016	2	R\$ 689.69	R\$ 689.69	
	CUMEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E IÇAMENTO. AF_06/2016	2			
	LAJE PRÉ-MOLDADA P/FORRO, SOBRECARGA 100KG/M2, VAOS ATE 3,50M/E=8CM, C/LAJOTAS E CAP.C/CONC FCK=20MPA, 3CM, INTER-EXO 38CM, C/ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	0	R\$ -		
TELHA FIBROCIMENTO + LAJE MACIÇA	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBRA DE VIDRO E = 0,6 MM, PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_06/2016	2	R\$ 689.69	R\$ 689.69	
	CUMEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E IÇAMENTO. AF_06/2016	2			
	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	0			
	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM JERICAS EM CREMALHEIRA EM EDIFICAÇÃO DE MULTIPAVIMENTOS ATÉ 16 ANDARES, COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	0	R\$ -		
TELHA CERÂMICA + FORRO PVC	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	2		R\$ 932.40	
	CUMEIRA PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA) PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	2	R\$ 603.82		
	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF_05/2017_P	2	R\$ 328.57		
TELHA CERÂMICA + LAJE PRÉ-MOLDADA	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	2		R\$ 603.82	
	CUMEIRA PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA) PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	2	R\$ 603.82		
	LAJE PRÉ-MOLDADA P/FORRO, SOBRECARGA 100KG/M2, VAOS ATE 3,50M/E=8CM, C/LAJOTAS E CAP.C/CONC FCK=20MPA, 3CM, INTER-EXO 38CM, C/ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	0	R\$ -		
TELHA CERÂMICA + LAJE MACIÇA	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	2		R\$ 603.82	
	CUMEIRA PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA) PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	2	R\$ 603.82		
	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	0	R\$ -		
	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM JERICAS EM CREMALHEIRA EM EDIFICAÇÃO DE MULTIPAVIMENTOS ATÉ 16 ANDARES, COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	0	R\$ -		

JANELAS				
Composição	Descrição	Nº de reposições ao longo da vida útil da edificação	Custo de manutenção anualizado	Custo total de manutenção anualizado (Custo de manutenção - CM)
JANELA GRANDE + VIDRO SIMPLES	JANELA ALUMINIO DE CORRER 1,50 X 1,50 M	1	R\$ 275.09	R\$ 304.62
	JANELA ALUMINIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M (cozinha)	1	R\$ 58.69	
	VIDRO SIMPLES	1	R\$ 29.53	
JANELA MÉDIA + VIDRO SIMPLES	JANELA ALUMINIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M	1	R\$ 234.74	R\$ 255.51
	VIDRO SIMPLES	1	R\$ 20.77	
JANELA GRANDE + VIDRO SIMPLES + PERSIANA INTEGRADA	JANELA ALUMÍNIO DE CORRER COM PERSIANA INTEGRADA 1,50 X 1,50 M	1	R\$ 618.70	R\$ 645.53
	JANELA ALUMINIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M (cozinha)	1	R\$ 58.69	
	VIDRO SIMPLES	1	R\$ 26.83	
JANELA MÉDIA + VIDRO SIMPLES + PERSIANA INTEGRADA	JANELA ALUMÍNIO DE CORRER COM PERSIANA INTEGRADA 1,20 X 1,20 M	1	R\$ 395.97	R\$ 422.79
	JANELA ALUMINIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M (cozinha)	1	R\$ 58.69	
	VIDRO SIMPLES	1	R\$ 26.83	
JANELA GRANDE + VIDRO ESPECIAL	JANELA ALUMINIO DE CORRER 1,50 X 1,50 M	1	R\$ 275.09	R\$ 381.10
	JANELA ALUMINIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M (cozinha)	1	R\$ 48.31	
	VIDRO COOL LITE 120 ST 6 MM	1	R\$ 106.01	
JANELA MÉDIA + VIDRO ESPECIAL	JANELA ALUMINIO DE CORRER 1,20 X 1,20 M	1	R\$ 234.74	R\$ 309.30
	VIDRO COOL LITE 120 ST 6 MM	1	R\$ 74.56	

CONDICIONADORES DE AR				
Composição	Descrição	Nº de reposições ao longo da vida útil da edificação	Custo de manutenção anualizado	Custo total de manutenção anualizado (Custo de manutenção - CM)
COP 3,24	CONDICIONADOR DE AR SPLIT 9.000 BTUh - COP 3,24	3	R\$ 1,861.51	R\$ 1,861.51
	CONDICIONADOR DE AR SPLIT 12.000 BTUh - COP 3,24	3		
COP 3,60	CONDICIONADOR DE AR SPLIT 9.000 BTUh - COP 3,60	3	R\$ 2,047.66	R\$ 2,047.66
	CONDICIONADOR DE AR SPLIT 9.000 BTUh - COP 3,60	3		

APÊNDICE D – COMPOSIÇÃO DOS CASOS

1. Medidas de eficiência energética isoladas

CASO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
CASO BASE	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
MEE01	3.60	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
MEE02	3.24	0.35	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
MEE03	3.24	0.60	0.30	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
MEE04	3.24	0.60	0.60	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
MEE05	3.24	0.60	0.60	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
MEE06	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
MEE07	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.
MEE08	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.
MEE09	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
MEE10	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.
MEE11	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.
MEE12	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha cerâm.
MEE13	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje pré-mold. + telha fibroc.
MEE14	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje pré-mold. + telha cerâm.
MEE15	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje maciça + telha fibroc.
MEE16	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje maciça + telha cerâm.

2. Conjuntos de medidas – completos

CASO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM001	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.
PM002	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.
PM003	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM004	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM005	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.
PM006	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.
PM007	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM008	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM009	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM010	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM011	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM012	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM013	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM014	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.
PM015	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM016	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.

CASO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM017	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.
PM018	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.
PM019	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM020	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM021	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM022	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM023	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM024	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM025	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM026	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM027	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM028	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM029	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM030	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM031	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.
PM032	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.
CASO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM033	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM034	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM035	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.
PM036	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.
PM037	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM038	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM039	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM040	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM041	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM042	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM043	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM044	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.
PM045	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM046	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM047	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.
PM048	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.

CASO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM049	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM050	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM051	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM052	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM053	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM054	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM055	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM056	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM057	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM058	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM059	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM060	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM061	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.
PM062	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.
PM063	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM064	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.
CASO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM065	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.
PM066	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.
PM067	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM068	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM069	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM070	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM071	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM072	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM073	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM074	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.
PM075	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM076	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM077	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.
PM078	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.
PM079	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM080	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.
CASO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM065	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.
PM066	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.
PM067	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM068	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM069	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM070	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM071	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM072	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM073	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM074	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.
PM075	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM076	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM077	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.
PM078	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.
PM079	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM080	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.

CASO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM081	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM082	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM083	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM084	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM085	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM086	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM087	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM088	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM089	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM090	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM091	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.
PM092	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.
PM093	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM094	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM095	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.
PM096	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.
CASO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM098	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM099	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM100	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM101	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM102	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM103	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM104	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.
PM105	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM106	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM107	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.
PM108	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.
PM109	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM110	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM111	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM112	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
CASO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM113	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM114	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.
PM115	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.
PM116	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.
PM117	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM118	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM119	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.
PM120	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.

3. Conjuntos de medidas – parciais tipo I – variam-se as absorptâncias, as aberturas , COP e um tipo de parede (bloco cerâmico)

CASO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM121	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM122	3.24	0.60	0.30	Vidro esp.	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM123	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM124	3.24	0.35	0.60	Vidro esp.	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM125	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM126	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM127	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM128	3.60	0.60	0.30	Vidro esp.	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM129	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM130	3.60	0.35	0.60	Vidro esp.	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM131	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM132	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM133	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM134	3.24	0.60	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM135	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM136	3.24	0.35	0.60	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.

CASO	TIPO	COP COND. DE AR	ABSORTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM137	parciais tipo 1	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM138	parciais tipo 1	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM139	parciais tipo 1	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM140	parciais tipo 1	3.60	0.60	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM141	parciais tipo 1	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM142	parciais tipo 1	3.60	0.35	0.60	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM143	parciais tipo 1	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM144	parciais tipo 1	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.

4. Conjuntos de medidas – parciais tipo II – variam-se as absorptâncias, as aberturas e o COP

CASO	COP COND. DE AR	ABSORPTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORPTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM145	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM146	3.24	0.60	0.30	Vidro esp.	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM147	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM148	3.24	0.35	0.60	Vidro esp.	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM149	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM150	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM151	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM152	3.60	0.60	0.30	Vidro esp.	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM153	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM154	3.60	0.35	0.60	Vidro esp.	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM155	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM156	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM157	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM158	3.24	0.60	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM159	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM160	3.24	0.35	0.60	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.

CASO	COP COND. DE AR	ABSORPTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORPTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM161	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM162	3.24	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM163	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM164	3.60	0.60	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM165	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM166	3.60	0.35	0.60	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM167	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.

5. Conjuntos de medidas – parciais tipo III – variam-se um tipo de parede (bloco cerâmico) e apenas um dos demais tipos de MEEs

CASO	COP COND. DE AR	ABSORPTÂNCIA PAREDES EXTERNAS	ABSORPTÂNCIA COBERTURA	SOMBREAMENTO DOS VIDROS	ÁREA DE VÃO DAS ABERTURAS	PAREDE	COBERTURA
PM168	3.60	0.35	0.30	Vidro esp.	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.
PM169	3.60	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM170	3.24	0.35	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM171	3.24	0.60	0.30	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM172	3.24	0.60	0.60	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM173	3.24	0.60	0.60	Vidro esp.	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM174	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.
PM175	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.
PM176	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.
PM177	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.
PM178	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.
PM179	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.

APÊNDICE E – CONSUMOS E PERCENTUAIS DE REDUÇÃO DOS CONSUMOS DOS CASOS SIMULADOS

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	CONSUMO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]
CASO BASE	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	471.76	23588.00	0.0%
MEE01	3.60	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	382.04	19102.00	19.0%
MEE02	3.24	0.35	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	332.39	16619.50	29.5%
MEE03	3.24	0.60	0.30	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	424.81	21240.50	10.0%
MEE04	3.24	0.60	0.60	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	406.82	20341.00	13.8%
MEE05	3.24	0.60	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	386.10	19305.00	18.2%
MEE06	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	261.70	13085.00	44.5%
MEE07	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.	419.17	20958.50	11.1%
MEE08	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.	340.44	17022.00	27.8%
MEE09	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	438.58	21929.00	7.0%
MEE10	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.	371.99	18599.50	21.1%
MEE11	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.	297.16	14858.00	37.0%
MEE12	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha cerâm.	425.44	21272.00	9.8%
MEE13	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje pré-mold. + telha fibroc.	448.00	22400.00	5.0%
MEE14	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje pré-mold. + telha cerâm.	410.59	20529.50	13.0%
MEE15	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje maciça + telha fibroc.	364.32	18216.00	22.8%
MEE16	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje maciça + telha cerâm.	332.35	16617.50	29.6%
PM001	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.	189.23	9461.50	59.9%
PM002	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.	192.70	9635.00	59.2%
PM003	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.	167.84	8392.00	64.4%
PM004	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.	167.49	8374.50	64.5%
PM005	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.	120.43	6021.50	74.5%
PM006	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.	120.25	6012.50	74.5%

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	CONSUMO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]
PM007	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.	126.07	6303.50	73.3%
PM008	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.	126.57	6328.50	73.2%
PM009	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	109.84	5492.00	76.7%
PM010	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	109.68	5484.00	76.8%
PM011	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.	79.78	3989.00	83.1%
PM012	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.	72.67	3633.50	84.6%
PM013	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	192.08	9604.00	59.3%
PM014	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.	192.32	9616.00	59.2%
PM015	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.	173.41	8670.50	63.2%
PM016	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.	173.31	8665.50	63.3%
PM017	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.	118.93	5946.50	74.8%
PM018	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.	118.79	5939.50	74.8%
PM019	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.	150.96	7548.00	68.0%
PM020	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.	151.06	7553.00	68.0%
PM021	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	128.04	6402.00	72.9%
PM022	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	123.95	6197.50	73.7%
PM023	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.	88.35	4417.50	81.3%
PM024	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.	88.25	4412.50	81.3%
PM025	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.	214.36	10718.00	54.6%
PM026	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.	214.61	10730.50	54.5%
PM027	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	184.32	9216.00	60.9%
PM028	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	184.01	9200.50	61.0%
PM029	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.	125.60	6280.00	73.4%
PM030	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.	125.42	6271.00	73.4%
PM031	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.	187.78	9389.00	60.2%
PM032	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.	190.61	9530.50	59.6%
PM033	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.	161.27	8063.50	65.8%
PM034	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.	161.12	8056.00	65.8%

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	CONSUMO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]
PM035	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.	116.31	5815.50	75.3%
PM036	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.	115.94	5797.00	75.4%
PM037	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.	118.24	5912.00	74.9%
PM038	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.	120.18	6009.00	74.5%
PM039	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	107.60	5380.00	77.2%
PM040	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	107.48	5374.00	77.2%
PM041	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.	72.33	3616.50	84.7%
PM042	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.	67.69	3384.50	85.7%
PM043	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	189.66	9483.00	59.8%
PM044	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.	185.33	9266.50	60.7%
PM045	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.	164.65	8232.50	65.1%
PM046	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.	164.43	8221.50	65.1%
PM047	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.	115.08	5754.00	75.6%
PM048	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.	114.88	5744.00	75.6%
PM049	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.	141.15	7057.50	70.1%
PM050	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.	141.24	7062.00	70.1%
PM051	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	118.33	5916.50	74.9%
PM052	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	118.25	5912.50	74.9%
PM053	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.	79.79	3989.50	83.1%
PM054	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.	79.29	3964.50	83.2%
PM055	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.	205.15	10257.50	56.5%
PM056	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.	205.50	10275.00	56.4%
PM057	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	176.60	8830.00	62.6%
PM058	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	176.25	8812.50	62.6%
PM059	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.	118.92	5946.00	74.8%
PM060	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.	118.69	5934.50	74.8%
PM061	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.	170.30	8515.00	63.9%
PM062	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.	173.43	8671.50	63.2%

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	CONSUMO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]
PM063	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.	151.05	7552.50	68.0%
PM064	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.	150.74	7537.00	68.0%
PM065	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.	108.39	5419.50	77.0%
PM066	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.	108.22	5411.00	77.1%
PM067	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.	113.46	5673.00	75.9%
PM068	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.	113.91	5695.50	75.9%
PM069	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	98.86	4943.00	79.0%
PM070	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	98.71	4935.50	79.1%
PM071	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.	71.80	3590.00	84.8%
PM072	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.	65.41	3270.50	86.1%
PM073	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	172.87	8643.50	63.4%
PM074	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.	173.09	8654.50	63.3%
PM075	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.	156.07	7803.50	66.9%
PM076	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.	155.98	7799.00	66.9%
PM077	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.	107.03	5351.50	77.3%
PM078	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.	106.91	5345.50	77.3%
PM079	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.	135.87	6793.50	71.2%
PM080	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.	135.95	6797.50	71.2%
PM081	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	115.23	5761.50	75.6%
PM082	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	111.55	5577.50	76.4%
PM083	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.	79.51	3975.50	83.1%
PM084	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.	79.43	3971.50	83.2%
PM085	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.	192.93	9646.50	59.1%
PM086	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.	193.15	9657.50	59.1%
PM087	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	165.89	8294.50	64.8%
PM088	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	165.61	8280.50	64.9%
PM089	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.	113.04	5652.00	76.0%
PM090	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.	112.88	5644.00	76.1%

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	CONSUMO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]
PM091	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.	169.00	8450.00	64.2%
PM092	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.	171.55	8577.50	63.6%
PM093	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.	145.14	7257.00	69.2%
PM094	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.	145.01	7250.50	69.3%
PM095	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.	104.68	5234.00	77.8%
PM096	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.	104.35	5217.50	77.9%
PM097	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.	106.42	5321.00	77.4%
PM098	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.	108.16	5408.00	77.1%
PM099	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	96.84	4842.00	79.5%
PM101	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.	65.09	3254.50	86.2%
PM102	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.	60.92	3046.00	87.1%
PM103	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	170.70	8535.00	63.8%
PM104	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.	166.80	8340.00	64.6%
PM105	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.	148.18	7409.00	68.6%
PM106	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.	147.98	7399.00	68.6%
PM107	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.	103.57	5178.50	78.0%
PM108	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.	103.39	5169.50	78.1%
PM109	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.	127.04	6352.00	73.1%
PM110	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.	127.12	6356.00	73.1%
PM111	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	106.49	5324.50	77.4%
PM112	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	106.43	5321.50	77.4%
PM113	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.	71.81	3590.50	84.8%
PM114	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.	71.36	3568.00	84.9%
PM115	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.	184.64	9232.00	60.9%
PM116	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.	184.95	9247.50	60.8%
PM117	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	158.94	7947.00	66.3%
PM118	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	158.62	7931.00	66.4%

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	CONSUMO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]
PM119	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.	107.02	5351.00	77.3%
PM120	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.	106.82	5341.00	77.4%
PM121	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	178.81	8940.50	62.1%
PM122	3.24	0.60	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	174.56	8728.00	63.0%
PM123	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	234.12	11706.00	50.4%
PM124	3.24	0.35	0.60	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	226.56	11328.00	52.0%
PM125	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	178.81	8940.50	62.1%
PM126	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	182.23	9111.50	61.4%
PM127	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	160.93	8046.50	65.9%
PM128	3.60	0.60	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	157.10	7855.00	66.7%
PM129	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	210.70	10535.00	55.3%
PM130	3.60	0.35	0.60	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	203.91	10195.50	56.8%
PM131	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	160.93	8046.50	65.9%
PM132	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	164.00	8200.00	65.2%
PM133	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	313.33	15666.50	33.6%
PM134	3.24	0.60	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	290.51	14525.50	38.4%
PM135	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	401.33	20066.50	14.9%
PM136	3.24	0.35	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	385.02	19251.00	18.4%
PM137	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	313.33	15666.50	33.6%
PM138	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	290.51	14525.50	38.4%
PM139	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	282.00	14100.00	40.2%
PM140	3.60	0.60	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	261.46	13073.00	44.6%
PM141	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	361.20	18060.00	23.4%
PM142	3.60	0.35	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	346.52	17326.00	26.5%
PM143	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	282.00	14100.00	40.2%
PM144	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	261.46	13073.00	44.6%
PM145	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	296.30	14815.00	37.2%
PM146	3.24	0.60	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	296.61	14830.50	37.1%

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	CONSUMO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]
PM147	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	266.67	13333.50	43.5%
PM148	3.24	0.35	0.60	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	266.95	13347.50	43.4%
PM149	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	179.64	8982.00	61.9%
PM150	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	183.13	9156.50	61.2%
PM151	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	161.68	8084.00	65.7%
PM152	3.60	0.60	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	157.89	7894.50	66.5%
PM153	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	213.70	10685.00	54.7%
PM154	3.60	0.35	0.60	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	204.80	10240.00	56.6%
PM155	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	161.68	8084.00	65.7%
PM156	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	164.82	8241.00	65.1%
PM157	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	314.26	15713.00	33.4%
PM158	3.24	0.60	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	291.44	14572.00	38.2%
PM159	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	406.82	20341.00	13.8%
PM160	3.24	0.35	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	386.10	19305.00	18.2%
PM161	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	314.26	15713.00	33.4%
PM162	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	291.44	14572.00	38.2%
PM163	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	282.84	14142.00	40.0%
PM164	3.60	0.60	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	262.30	13115.00	44.4%
PM165	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	366.14	18307.00	22.4%
PM166	3.60	0.35	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	347.49	17374.50	26.3%
PM167	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	282.84	14142.00	40.0%
PM168	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	262.30	13115.00	44.4%
PM169	3.60	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	362.36	18118.00	23.2%
PM170	3.24	0.35	0.60	Sem somb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	402.62	20131.00	14.7%
PM171	3.24	0.60	0.30	Sem somb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	403.06	20153.00	14.6%
PM172	3.24	0.60	0.60	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	383.90	19195.00	18.6%

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	CONSUMO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]
PM173	3.24	0.60	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	357.69	17884.50	24.2%
PM174	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	264.01	13200.50	44.0%
PM175	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.	403.52	20176.00	14.5%
PM176	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.	432.47	21623.50	8.3%
PM177	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.	383.79	19189.50	18.6%
PM178	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.	333.97	16698.50	29.2%
PM179	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.	308.76	15438.00	34.6%

APÊNDICE F – GERAÇÃO FOTOVOLTAICA, CONSUMOS E PERCENTUAIS DE REDUÇÃO DOS CONSUMOS

	CONSUMO CASO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [B = A x 50 anos]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CONSUMO ESTIMADO DE EQUIPAMENTOS [kWh/ano] [C]	GERAÇÃO [kWh/ano] [D]	GERAÇÃO AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO [kWh] [E = D x 25 anos]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [F = B + (C x 50 anos)]	CONS. - GER. AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [G = F - E]	ECONOMIA ANUAL DE ENERGIA DA REDE (DURANTE VIDA ÚTIL DO SISTEMA - 25 ANOS) [%]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE, COM GERAÇÃO, AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO - 50 ANOS [%]
CASO BASE	471.76	23588.00	0.0%	1124.76	1394.62	34865.50	79826.00	44960.50	87.35%	43.68%
MEE01	382.04	19102.00	19.0%	1124.76	1394.62	34865.50	75340.00	40474.50	92.56%	49.30%
MEE02	332.39	16619.50	29.5%	1124.76	1394.62	34865.50	72857.50	37992.00	95.71%	52.41%
MEE03	424.81	21240.50	10.0%	1124.76	1394.62	34865.50	77478.50	42613.00	90.00%	46.62%
MEE04	406.82	20341.00	13.8%	1124.76	1394.62	34865.50	76579.00	41713.50	91.06%	47.74%
MEE05	386.10	19305.00	18.2%	1124.76	1394.62	34865.50	75543.00	40677.50	92.31%	49.04%
MEE06	261.70	13085.00	44.5%	1124.76	1394.62	34865.50	69323.00	34457.50	100.59%	56.83%
MEE07	419.17	20958.50	11.1%	1124.76	1394.62	34865.50	77196.50	42331.00	90.33%	46.97%
MEE08	340.44	17022.00	27.8%	1124.76	1394.62	34865.50	73260.00	38394.50	95.18%	51.90%
MEE09	438.58	21929.00	7.0%	1124.76	1394.62	34865.50	78167.00	43301.50	89.21%	45.76%
MEE10	371.99	18599.50	21.1%	1124.76	1394.62	34865.50	74837.50	39972.00	93.18%	49.93%
MEE11	297.16	14858.00	37.0%	1124.76	1394.62	34865.50	71096.00	36230.50	98.08%	54.61%
MEE12	425.44	21272.00	9.8%	1124.76	1394.62	34865.50	77510.00	42644.50	89.96%	46.58%
MEE13	448.00	22400.00	5.0%	1124.76	1394.62	34865.50	78638.00	43772.50	88.67%	45.17%
MEE14	410.59	20529.50	13.0%	1124.76	1394.62	34865.50	76767.50	41902.00	90.83%	47.51%
MEE15	364.32	18216.00	22.8%	1124.76	1394.62	34865.50	74454.00	39588.50	93.66%	50.41%
MEE16	332.35	16617.50	29.6%	1124.76	1394.62	34865.50	72855.50	37990.00	95.71%	52.41%
PM001	189.23	9461.50	59.9%	1124.76	1394.62	34865.50	65699.50	30834.00	106.14%	61.37%
PM002	192.70	9635.00	59.2%	1124.76	1394.62	34865.50	65873.00	31007.50	105.86%	61.16%
PM003	167.84	8392.00	64.4%	1124.76	1394.62	34865.50	64630.00	29764.50	107.89%	62.71%
PM004	167.49	8374.50	64.5%	1124.76	1394.62	34865.50	64612.50	29747.00	107.92%	62.74%
PM005	120.43	6021.50	74.5%	1124.76	1394.62	34865.50	62259.50	27394.00	112.00%	65.68%
PM006	120.25	6012.50	74.5%	1124.76	1394.62	34865.50	62250.50	27385.00	112.02%	65.69%

	CONSUMO CASO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [B = A x 50 anos]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CONSUMO ESTIMADO DE EQUIPAMENTOS [kWh/ano] [C]	GERAÇÃO [kWh/ano] [D]	GERAÇÃO AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO [kWh] [E = D x 25 anos]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [F = B + (C x 50 anos)]	CONS. - GER. AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [G = F - E]	ECONOMIA ANUAL DE ENERGIA DA REDE (DURANTE VIDA ÚTIL DO SISTEMA - 25 ANOS) [%]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE, COM GERAÇÃO, AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO - 50 ANOS [%]
PM007	126.07	6303.50	73.3%	1124.76	1394.62	34865.50	62541.50	27676.00	111.50%	65.33%
PM008	126.57	6328.50	73.2%	1124.76	1394.62	34865.50	62566.50	27701.00	111.45%	65.30%
PM009	109.84	5492.00	76.7%	1124.76	1394.62	34865.50	61730.00	26864.50	112.96%	66.35%
PM010	109.68	5484.00	76.8%	1124.76	1394.62	34865.50	61722.00	26856.50	112.98%	66.36%
PM011	79.78	3989.00	83.1%	1124.76	1394.62	34865.50	60227.00	25361.50	115.78%	68.23%
PM012	72.67	3633.50	84.6%	1124.76	1394.62	34865.50	59871.50	25006.00	116.47%	68.67%
PM013	192.08	9604.00	59.3%	1124.76	1394.62	34865.50	65842.00	30976.50	105.91%	61.19%
PM014	192.32	9616.00	59.2%	1124.76	1394.62	34865.50	65854.00	30988.50	105.89%	61.18%
PM015	173.41	8670.50	63.2%	1124.76	1394.62	34865.50	64908.50	30043.00	107.43%	62.36%
PM016	173.31	8665.50	63.3%	1124.76	1394.62	34865.50	64903.50	30038.00	107.44%	62.37%
PM017	118.93	5946.50	74.8%	1124.76	1394.62	34865.50	62184.50	27319.00	112.14%	65.78%
PM018	118.79	5939.50	74.8%	1124.76	1394.62	34865.50	62177.50	27312.00	112.15%	65.79%
PM019	150.96	7548.00	68.0%	1124.76	1394.62	34865.50	63786.00	28920.50	109.32%	63.77%
PM020	151.06	7553.00	68.0%	1124.76	1394.62	34865.50	63791.00	28925.50	109.31%	63.76%
PM021	128.04	6402.00	72.9%	1124.76	1394.62	34865.50	62640.00	27774.50	111.32%	65.21%
PM022	123.95	6197.50	73.7%	1124.76	1394.62	34865.50	62435.50	27570.00	111.68%	65.46%
PM023	88.35	4417.50	81.3%	1124.76	1394.62	34865.50	60655.50	25790.00	114.96%	67.69%
PM024	88.25	4412.50	81.3%	1124.76	1394.62	34865.50	60650.50	25785.00	114.97%	67.70%
PM025	214.36	10718.00	54.6%	1124.76	1394.62	34865.50	66956.00	32090.50	104.14%	59.80%
PM026	214.61	10730.50	54.5%	1124.76	1394.62	34865.50	66968.50	32103.00	104.13%	59.78%
PM027	184.32	9216.00	60.9%	1124.76	1394.62	34865.50	65454.00	30588.50	106.53%	61.68%
PM028	184.01	9200.50	61.0%	1124.76	1394.62	34865.50	65438.50	30573.00	106.56%	61.70%
PM029	125.60	6280.00	73.4%	1124.76	1394.62	34865.50	62518.00	27652.50	111.54%	65.36%
PM030	125.42	6271.00	73.4%	1124.76	1394.62	34865.50	62509.00	27643.50	111.55%	65.37%
PM031	187.78	9389.00	60.2%	1124.76	1394.62	34865.50	65627.00	30761.50	106.25%	61.46%
PM032	190.61	9530.50	59.6%	1124.76	1394.62	34865.50	65768.50	30903.00	106.02%	61.29%
PM033	161.27	8063.50	65.8%	1124.76	1394.62	34865.50	64301.50	29436.00	108.44%	63.12%
PM034	161.12	8056.00	65.8%	1124.76	1394.62	34865.50	64294.00	29428.50	108.46%	63.13%

	CONSUMO CASO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [B = A x 50 anos]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CONSUMO ESTIMADO DE EQUIPAMENTOS [kWh/ano] [C]	GERAÇÃO [kWh/ano] [D]	GERAÇÃO AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO [kWh] [E = D x 25 anos]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [F = B + (C x 50 anos)]	CONS. - GER. AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [G = F - E]	ECONOMIA ANUAL DE ENERGIA DA REDE (DURANTE VIDA ÚTIL DO SISTEMA - 25 ANOS) [%]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE, COM GERAÇÃO, AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO - 50 ANOS [%]
PM035	116.31	5815.50	75.3%	1124.76	1394.62	34865.50	62053.50	27188.00	112.37%	65.94%
PM036	115.94	5797.00	75.4%	1124.76	1394.62	34865.50	62035.00	27169.50	112.41%	65.96%
PM037	118.24	5912.00	74.9%	1124.76	1394.62	34865.50	62150.00	27284.50	112.20%	65.82%
PM038	120.18	6009.00	74.5%	1124.76	1394.62	34865.50	62247.00	27381.50	112.02%	65.70%
PM039	107.60	5380.00	77.2%	1124.76	1394.62	34865.50	61618.00	26752.50	113.17%	66.49%
PM040	107.48	5374.00	77.2%	1124.76	1394.62	34865.50	61612.00	26746.50	113.18%	66.49%
PM041	72.33	3616.50	84.7%	1124.76	1394.62	34865.50	59854.50	24989.00	116.50%	68.70%
PM042	67.69	3384.50	85.7%	1124.76	1394.62	34865.50	59622.50	24757.00	116.95%	68.99%
PM043	189.66	9483.00	59.8%	1124.76	1394.62	34865.50	65721.00	30855.50	106.10%	61.35%
PM044	185.33	9266.50	60.7%	1124.76	1394.62	34865.50	65504.50	30639.00	106.45%	61.62%
PM045	164.65	8232.50	65.1%	1124.76	1394.62	34865.50	64470.50	29605.00	108.16%	62.91%
PM046	164.43	8221.50	65.1%	1124.76	1394.62	34865.50	64459.50	29594.00	108.18%	62.93%
PM047	115.08	5754.00	75.6%	1124.76	1394.62	34865.50	61992.00	27126.50	112.48%	66.02%
PM048	114.88	5744.00	75.6%	1124.76	1394.62	34865.50	61982.00	27116.50	112.50%	66.03%
PM049	141.15	7057.50	70.1%	1124.76	1394.62	34865.50	63295.50	28430.00	110.17%	64.39%
PM050	141.24	7062.00	70.1%	1124.76	1394.62	34865.50	63300.00	28434.50	110.16%	64.38%
PM051	118.33	5916.50	74.9%	1124.76	1394.62	34865.50	62154.50	27289.00	112.19%	65.81%
PM052	118.25	5912.50	74.9%	1124.76	1394.62	34865.50	62150.50	27285.00	112.20%	65.82%
PM053	79.79	3989.50	83.1%	1124.76	1394.62	34865.50	60227.50	25362.00	115.78%	68.23%
PM054	79.29	3964.50	83.2%	1124.76	1394.62	34865.50	60202.50	25337.00	115.83%	68.26%
PM055	205.15	10257.50	56.5%	1124.76	1394.62	34865.50	66495.50	31630.00	104.87%	60.38%
PM056	205.50	10275.00	56.4%	1124.76	1394.62	34865.50	66513.00	31647.50	104.84%	60.35%
PM057	176.60	8830.00	62.6%	1124.76	1394.62	34865.50	65068.00	30202.50	107.17%	62.16%
PM058	176.25	8812.50	62.6%	1124.76	1394.62	34865.50	65050.50	30185.00	107.20%	62.19%
PM059	118.92	5946.00	74.8%	1124.76	1394.62	34865.50	62184.00	27318.50	112.14%	65.78%
PM060	118.69	5934.50	74.8%	1124.76	1394.62	34865.50	62172.50	27307.00	112.16%	65.79%
PM061	170.30	8515.00	63.9%	1124.76	1394.62	34865.50	64753.00	29887.50	107.69%	62.56%
PM062	173.43	8671.50	63.2%	1124.76	1394.62	34865.50	64909.50	30044.00	107.43%	62.36%

	CONSUMO CASO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [B = A x 50 anos]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CONSUMO ESTIMADO DE EQUIPAMENTOS [kWh/ano] [C]	GERAÇÃO [kWh/ano] [D]	GERAÇÃO AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO [kWh] [E = D x 25 anos]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [F = B + (C x 50 anos)]	CONS. - GER. AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [G = F - E]	ECONOMIA ANUAL DE ENERGIA DA REDE (DURANTE VIDA ÚTIL DO SISTEMA - 25 ANOS) [%]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE, COM GERAÇÃO, AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO - 50 ANOS [%]
PM063	151.05	7552.50	68.0%	1124.76	1394.62	34865.50	63790.50	28925.00	109.31%	63.76%
PM064	150.74	7537.00	68.0%	1124.76	1394.62	34865.50	63775.00	28909.50	109.34%	63.78%
PM065	108.39	5419.50	77.0%	1124.76	1394.62	34865.50	61657.50	26792.00	113.09%	66.44%
PM066	108.22	5411.00	77.1%	1124.76	1394.62	34865.50	61649.00	26783.50	113.11%	66.45%
PM067	113.46	5673.00	75.9%	1124.76	1394.62	34865.50	61911.00	27045.50	112.63%	66.12%
PM068	113.91	5695.50	75.9%	1124.76	1394.62	34865.50	61933.50	27068.00	112.59%	66.09%
PM069	98.86	4943.00	79.0%	1124.76	1394.62	34865.50	61181.00	26315.50	113.97%	67.03%
PM070	98.71	4935.50	79.1%	1124.76	1394.62	34865.50	61173.50	26308.00	113.99%	67.04%
PM071	71.80	3590.00	84.8%	1124.76	1394.62	34865.50	59828.00	24962.50	116.55%	68.73%
PM072	65.41	3270.50	86.1%	1124.76	1394.62	34865.50	59508.50	24643.00	117.18%	69.13%
PM073	172.87	8643.50	63.4%	1124.76	1394.62	34865.50	64881.50	30016.00	107.47%	62.40%
PM074	173.09	8654.50	63.3%	1124.76	1394.62	34865.50	64892.50	30027.00	107.46%	62.38%
PM075	156.07	7803.50	66.9%	1124.76	1394.62	34865.50	64041.50	29176.00	108.88%	63.45%
PM076	155.98	7799.00	66.9%	1124.76	1394.62	34865.50	64037.00	29171.50	108.89%	63.46%
PM077	107.03	5351.50	77.3%	1124.76	1394.62	34865.50	61589.50	26724.00	113.22%	66.52%
PM078	106.91	5345.50	77.3%	1124.76	1394.62	34865.50	61583.50	26718.00	113.23%	66.53%
PM079	135.87	6793.50	71.2%	1124.76	1394.62	34865.50	63031.50	28166.00	110.63%	64.72%
PM080	135.95	6797.50	71.2%	1124.76	1394.62	34865.50	63035.50	28170.00	110.62%	64.71%
PM081	115.23	5761.50	75.6%	1124.76	1394.62	34865.50	61999.50	27134.00	112.47%	66.01%
PM082	111.55	5577.50	76.4%	1124.76	1394.62	34865.50	61815.50	26950.00	112.81%	66.24%
PM083	79.51	3975.50	83.1%	1124.76	1394.62	34865.50	60213.50	25348.00	115.81%	68.25%
PM084	79.43	3971.50	83.2%	1124.76	1394.62	34865.50	60209.50	25344.00	115.81%	68.25%
PM085	192.93	9646.50	59.1%	1124.76	1394.62	34865.50	65884.50	31019.00	105.84%	61.14%
PM086	193.15	9657.50	59.1%	1124.76	1394.62	34865.50	65895.50	31030.00	105.82%	61.13%
PM087	165.89	8294.50	64.8%	1124.76	1394.62	34865.50	64532.50	29667.00	108.06%	62.84%
PM088	165.61	8280.50	64.9%	1124.76	1394.62	34865.50	64518.50	29653.00	108.08%	62.85%
PM089	113.04	5652.00	76.0%	1124.76	1394.62	34865.50	61890.00	27024.50	112.67%	66.15%
PM090	112.88	5644.00	76.1%	1124.76	1394.62	34865.50	61882.00	27016.50	112.68%	66.16%

	CONSUMO CASO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [B = A x 50 anos]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CONSUMO ESTIMADO DE EQUIPAMENTOS [kWh/ano] [C]	GERAÇÃO [kWh/ano] [D]	GERAÇÃO AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO [kWh] [E = D x 25 anos]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [F = B + (C x 50 anos)]	CONS. - GER. AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [G = F - E]	ECONOMIA ANUAL DE ENERGIA DA REDE (DURANTE VIDA ÚTIL DO SISTEMA - 25 ANOS) [%]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE, COM GERAÇÃO, AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO - 50 ANOS [%]
PM091	169.00	8450.00	64.2%	1124.76	1394.62	34865.50	64688.00	29822.50	107.80%	62.64%
PM092	171.55	8577.50	63.6%	1124.76	1394.62	34865.50	64815.50	29950.00	107.58%	62.48%
PM093	145.14	7257.00	69.2%	1124.76	1394.62	34865.50	63495.00	28629.50	109.82%	64.14%
PM094	145.01	7250.50	69.3%	1124.76	1394.62	34865.50	63488.50	28623.00	109.83%	64.14%
PM095	104.68	5234.00	77.8%	1124.76	1394.62	34865.50	61472.00	26606.50	113.44%	66.67%
PM096	104.35	5217.50	77.9%	1124.76	1394.62	34865.50	61455.50	26590.00	113.47%	66.69%
PM097	106.42	5321.00	77.4%	1124.76	1394.62	34865.50	61559.00	26693.50	113.28%	66.56%
PM098	108.16	5408.00	77.1%	1124.76	1394.62	34865.50	61646.00	26780.50	113.12%	66.45%
PM099	96.84	4842.00	79.5%	1124.76	1394.62	34865.50	61080.00	26214.50	114.16%	67.16%
PM101	65.09	3254.50	86.2%	1124.76	1394.62	34865.50	59492.50	24627.00	117.21%	69.15%
PM102	60.92	3046.00	87.1%	1124.76	1394.62	34865.50	59284.00	24418.50	117.62%	69.41%
PM103	170.70	8535.00	63.8%	1124.76	1394.62	34865.50	64773.00	29907.50	107.65%	62.53%
PM104	166.80	8340.00	64.6%	1124.76	1394.62	34865.50	64578.00	29712.50	107.98%	62.78%
PM105	148.18	7409.00	68.6%	1124.76	1394.62	34865.50	63647.00	28781.50	109.56%	63.94%
PM106	147.98	7399.00	68.6%	1124.76	1394.62	34865.50	63637.00	28771.50	109.58%	63.96%
PM107	103.57	5178.50	78.0%	1124.76	1394.62	34865.50	61416.50	26551.00	113.54%	66.74%
PM108	103.39	5169.50	78.1%	1124.76	1394.62	34865.50	61407.50	26542.00	113.55%	66.75%
PM109	127.04	6352.00	73.1%	1124.76	1394.62	34865.50	62590.00	27724.50	111.41%	65.27%
PM110	127.12	6356.00	73.1%	1124.76	1394.62	34865.50	62594.00	27728.50	111.40%	65.26%
PM111	106.49	5324.50	77.4%	1124.76	1394.62	34865.50	61562.50	26697.00	113.27%	66.56%
PM112	106.43	5321.50	77.4%	1124.76	1394.62	34865.50	61559.50	26694.00	113.27%	66.56%
PM113	71.81	3590.50	84.8%	1124.76	1394.62	34865.50	59828.50	24963.00	116.55%	68.73%
PM114	71.36	3568.00	84.9%	1124.76	1394.62	34865.50	59806.00	24940.50	116.60%	68.76%
PM115	184.64	9232.00	60.9%	1124.76	1394.62	34865.50	65470.00	30604.50	106.51%	61.66%
PM116	184.95	9247.50	60.8%	1124.76	1394.62	34865.50	65485.50	30620.00	106.48%	61.64%
PM117	158.94	7947.00	66.3%	1124.76	1394.62	34865.50	64185.00	29319.50	108.64%	63.27%
PM118	158.62	7931.00	66.4%	1124.76	1394.62	34865.50	64169.00	29303.50	108.67%	63.29%

	CONSUMO CASO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [B = A x 50 anos]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CONSUMO ESTIMADO DE EQUIPAMENTOS [kWh/ano] [C]	GERAÇÃO [kWh/ano] [D]	GERAÇÃO AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO [kWh] [E = D x 25 anos]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [F = B + (C x 50 anos)]	CONS. - GER. AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [G = F - E]	ECONOMIA ANUAL DE ENERGIA DA REDE (DURANTE VIDA ÚTIL DO SISTEMA - 25 ANOS) [%]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE, COM GERAÇÃO, AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO - 50 ANOS [%]
PM119	107.02	5351.00	77.3%	1124.76	1394.62	34865.50	61589.00	26723.50	113.22%	66.52%
PM120	106.82	5341.00	77.4%	1124.76	1394.62	34865.50	61579.00	26713.50	113.24%	66.54%
PM121	178.81	8940.50	62.1%	1124.76	1394.62	34865.50	65178.50	30313.00	106.98%	62.03%
PM122	174.56	8728.00	63.0%	1124.76	1394.62	34865.50	64966.00	30100.50	107.33%	62.29%
PM123	234.12	11706.00	50.4%	1124.76	1394.62	34865.50	67944.00	33078.50	102.63%	58.56%
PM124	226.56	11328.00	52.0%	1124.76	1394.62	34865.50	67566.00	32700.50	103.20%	59.04%
PM125	178.81	8940.50	62.1%	1124.76	1394.62	34865.50	65178.50	30313.00	106.98%	62.03%
PM126	182.23	9111.50	61.4%	1124.76	1394.62	34865.50	65349.50	30484.00	106.70%	61.81%
PM127	160.93	8046.50	65.9%	1124.76	1394.62	34865.50	64284.50	29419.00	108.47%	63.15%
PM128	157.10	7855.00	66.7%	1124.76	1394.62	34865.50	64093.00	29227.50	108.80%	63.39%
PM129	210.70	10535.00	55.3%	1124.76	1394.62	34865.50	66773.00	31907.50	104.43%	60.03%
PM130	203.91	10195.50	56.8%	1124.76	1394.62	34865.50	66433.50	31568.00	104.96%	60.45%
PM131	160.93	8046.50	65.9%	1124.76	1394.62	34865.50	64284.50	29419.00	108.47%	63.15%
PM132	164.00	8200.00	65.2%	1124.76	1394.62	34865.50	64438.00	29572.50	108.21%	62.95%
PM133	313.33	15666.50	33.6%	1124.76	1394.62	34865.50	71904.50	37039.00	96.98%	53.60%
PM134	290.51	14525.50	38.4%	1124.76	1394.62	34865.50	70763.50	35898.00	98.54%	55.03%
PM135	401.33	20066.50	14.9%	1124.76	1394.62	34865.50	76304.50	41439.00	91.39%	48.09%
PM136	385.02	19251.00	18.4%	1124.76	1394.62	34865.50	75489.00	40623.50	92.37%	49.11%
PM137	313.33	15666.50	33.6%	1124.76	1394.62	34865.50	71904.50	37039.00	96.98%	53.60%
PM138	290.51	14525.50	38.4%	1124.76	1394.62	34865.50	70763.50	35898.00	98.54%	55.03%
PM139	282.00	14100.00	40.2%	1124.76	1394.62	34865.50	70338.00	35472.50	99.14%	55.56%
PM140	261.46	13073.00	44.6%	1124.76	1394.62	34865.50	69311.00	34445.50	100.61%	56.85%
PM141	361.20	18060.00	23.4%	1124.76	1394.62	34865.50	74298.00	39432.50	93.85%	50.60%
PM142	346.52	17326.00	26.5%	1124.76	1394.62	34865.50	73564.00	38698.50	94.79%	51.52%
PM143	282.00	14100.00	40.2%	1124.76	1394.62	34865.50	70338.00	35472.50	99.14%	55.56%
PM144	261.46	13073.00	44.6%	1124.76	1394.62	34865.50	69311.00	34445.50	100.61%	56.85%
PM145	296.30	14815.00	37.2%	1124.76	1394.62	34865.50	71053.00	36187.50	98.14%	54.67%
PM146	296.61	14830.50	37.1%	1124.76	1394.62	34865.50	71068.50	36203.00	98.12%	54.65%

	CONSUMO CASO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [B = A x 50 anos]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CONSUMO ESTIMADO DE EQUIPAMENTOS [kWh/ano] [C]	GERAÇÃO [kWh/ano] [D]	GERAÇÃO AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO [kWh] [E = D x 25 anos]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [F = B + (C x 50 anos)]	CONS. - GER. AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [G = F - E]	ECONOMIA ANUAL DE ENERGIA DA REDE (DURANTE VIDA ÚTIL DO SISTEMA - 25 ANOS) [%]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE, COM GERAÇÃO, AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO - 50 ANOS [%]
PM147	266.67	13333.50	43.5%	1124.76	1394.62	34865.50	69571.50	34706.00	100.23%	56.52%
PM148	266.95	13347.50	43.4%	1124.76	1394.62	34865.50	69585.50	34720.00	100.21%	56.51%
PM149	179.64	8982.00	61.9%	1124.76	1394.62	34865.50	65220.00	30354.50	106.92%	61.97%
PM150	183.13	9156.50	61.2%	1124.76	1394.62	34865.50	65394.50	30529.00	106.63%	61.76%
PM151	161.68	8084.00	65.7%	1124.76	1394.62	34865.50	64322.00	29456.50	108.41%	63.10%
PM152	157.89	7894.50	66.5%	1124.76	1394.62	34865.50	64132.50	29267.00	108.73%	63.34%
PM153	213.70	10685.00	54.7%	1124.76	1394.62	34865.50	66923.00	32057.50	104.20%	59.84%
PM154	204.80	10240.00	56.6%	1124.76	1394.62	34865.50	66478.00	31612.50	104.89%	60.40%
PM155	161.68	8084.00	65.7%	1124.76	1394.62	34865.50	64322.00	29456.50	108.41%	63.10%
PM156	164.82	8241.00	65.1%	1124.76	1394.62	34865.50	64479.00	29613.50	108.15%	62.90%
PM157	314.26	15713.00	33.4%	1124.76	1394.62	34865.50	71951.00	37085.50	96.91%	53.54%
PM158	291.44	14572.00	38.2%	1124.76	1394.62	34865.50	70810.00	35944.50	98.48%	54.97%
PM159	406.82	20341.00	13.8%	1124.76	1394.62	34865.50	76579.00	41713.50	91.06%	47.74%
PM160	386.10	19305.00	18.2%	1124.76	1394.62	34865.50	75543.00	40677.50	92.31%	49.04%
PM161	314.26	15713.00	33.4%	1124.76	1394.62	34865.50	71951.00	37085.50	96.91%	53.54%
PM162	291.44	14572.00	38.2%	1124.76	1394.62	34865.50	70810.00	35944.50	98.48%	54.97%
PM163	282.84	14142.00	40.0%	1124.76	1394.62	34865.50	70380.00	35514.50	99.08%	55.51%
PM164	262.30	13115.00	44.4%	1124.76	1394.62	34865.50	69353.00	34487.50	100.55%	56.80%
PM165	366.14	18307.00	22.4%	1124.76	1394.62	34865.50	74545.00	39679.50	93.54%	50.29%
PM166	347.49	17374.50	26.3%	1124.76	1394.62	34865.50	73612.50	38747.00	94.73%	51.46%
PM167	282.84	14142.00	40.0%	1124.76	1394.62	34865.50	70380.00	35514.50	99.08%	55.51%
PM168	262.30	13115.00	44.4%	1124.76	1394.62	34865.50	69353.00	34487.50	100.55%	56.80%
PM169	362.36	18118.00	23.2%	1124.76	1394.62	34865.50	74356.00	39490.50	93.78%	50.53%
PM170	402.62	20131.00	14.7%	1124.76	1394.62	34865.50	76369.00	41503.50	91.31%	48.01%
PM171	403.06	20153.00	14.6%	1124.76	1394.62	34865.50	76391.00	41525.50	91.28%	47.98%
PM172	383.90	19195.00	18.6%	1124.76	1394.62	34865.50	75433.00	40567.50	92.44%	49.18%

	CONSUMO CASO [kWh/ano] [A]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [B = A x 50 anos]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CONSUMO ESTIMADO DE EQUIPAMENTOS [kWh/ano] [C]	GERAÇÃO [kWh/ano] [D]	GERAÇÃO AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO [kWh] [E = D x 25 anos]	CONSUMO AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [F = B + (C x 50 anos)]	CONS. - GER. AO LONGO DA VIDA ÚTIL [kWh] [G = F - E]	ECONOMIA ANUAL DE ENERGIA DA REDE (DURANTE VIDA ÚTIL DO SISTEMA - 25 ANOS) [%]	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE, COM GERAÇÃO, AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO - 50 ANOS [%]
PM173	357.69	17884.50	24.2%	1124.76	1394.62	34865.50	74122.50	39257.00	94.08%	50.82%
PM174	264.01	13200.50	44.0%	1124.76	1394.62	34865.50	69438.50	34573.00	100.42%	56.69%
PM175	403.52	20176.00	14.5%	1124.76	1394.62	34865.50	76414.00	41548.50	91.25%	47.95%
PM176	432.47	21623.50	8.3%	1124.76	1394.62	34865.50	77861.50	42996.00	89.56%	46.14%
PM177	383.79	19189.50	18.6%	1124.76	1394.62	34865.50	75427.50	40562.00	92.45%	49.19%
PM178	333.97	16698.50	29.2%	1124.76	1394.62	34865.50	72936.50	38071.00	95.61%	52.31%
PM179	308.76	15438.00	34.6%	1124.76	1394.62	34865.50	71676.00	36810.50	97.29%	53.89%

APÊNDICE G – CUSTO DA ENERGIA CONSERVADA, CUSTO LÍQUIDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E OUTROS

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DE REPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DA ENERGIA CONSERVADA - CEC	CUSTO LÍQUIDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA - CLCE
C. BASE	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	0.0%	R\$ 15,937.79	R\$ -	R\$ -	R\$ 4,660.49	-	-
MEE01	3.60	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	19.0%	R\$ 16,403.34	R\$ 465.55	R\$ 30.74	R\$ 186.15	R\$ 216.89	-R\$ 0.47
MEE02	3.24	0.35	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	29.5%	R\$ 15,937.79	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	-R\$ 0.51
MEE03	3.24	0.60	0.30	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	10.0%	R\$ 15,937.79	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	-R\$ 0.51
MEE04	3.24	0.60	0.60	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	13.8%	R\$ 18,469.69	R\$ 2,531.89	R\$ 167.17	R\$ 340.90	R\$ 508.08	-R\$ 0.36
MEE05	3.24	0.60	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	18.2%	R\$ 16,540.49	R\$ 602.69	R\$ 39.79	R\$ 76.48	R\$ 116.28	-R\$ 0.49
MEE06	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	44.5%	R\$ 17,145.60	R\$ 1,207.81	R\$ 79.75	-R\$ 49.11	R\$ 30.64	-R\$ 0.51
MEE07	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.	11.1%	R\$ 17,986.09	R\$ 2,048.30	R\$ 135.24	R\$ -	R\$ 135.24	-R\$ 0.46
MEE08	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.	27.8%	R\$ 18,885.36	R\$ 2,947.57	R\$ 194.62	R\$ 72.30	R\$ 266.92	-R\$ 0.47
MEE09	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	7.0%	R\$ 21,167.80	R\$ 5,230.00	R\$ 345.32	R\$ -	R\$ 345.32	-R\$ 0.31
MEE10	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.	21.1%	R\$ 22,067.06	R\$ 6,129.27	R\$ 404.70	R\$ 72.30	R\$ 476.99	-R\$ 0.42
MEE11	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.	37.0%	R\$ 16,836.75	R\$ 898.95	R\$ 59.35	R\$ 72.30	R\$ 131.65	-R\$ 0.50
MEE12	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha cerâm.	9.8%	R\$ 15,534.00	-R\$ 403.79	-R\$ 26.66	-R\$ 85.87	-R\$ 112.53	-R\$ 0.56
MEE13	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje pré-mold. + telha fibroc.	5.0%	R\$ 16,927.02	R\$ 989.23	R\$ 65.32	-R\$ 328.57	-R\$ 263.26	-R\$ 0.74
MEE14	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje pré-mold. + telha cerâm.	13.0%	R\$ 16,523.23	R\$ 585.44	R\$ 38.65	-R\$ 414.44	-R\$ 375.79	-R\$ 0.64
MEE15	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje maciça + telha fibroc.	22.8%	R\$ 16,239.69	R\$ 301.90	R\$ 19.93	-R\$ 328.57	-R\$ 308.64	-R\$ 0.57
MEE16	3.24	0.60	0.60	Sem somb	1.20x1.20	concreto	laje maciça + telha cerâm.	29.6%	R\$ 15,835.90	-R\$ 101.89	-R\$ 6.73	-R\$ 414.44	-R\$ 421.17	-R\$ 0.57
PM001	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.	59.9%	R\$ 20,517.99	R\$ 4,580.19	R\$ 302.42	R\$ 340.90	R\$ 643.32	-R\$ 0.47
PM002	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.	59.2%	R\$ 20,114.19	R\$ 4,176.40	R\$ 275.75	R\$ 255.03	R\$ 530.79	-R\$ 0.48
PM003	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.	64.4%	R\$ 21,507.21	R\$ 5,569.42	R\$ 367.73	R\$ 12.33	R\$ 380.06	-R\$ 0.49
PM004	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.	64.5%	R\$ 21,103.42	R\$ 5,165.63	R\$ 341.07	-R\$ 73.54	R\$ 267.53	-R\$ 0.50
PM005	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.	74.5%	R\$ 20,819.88	R\$ 4,882.09	R\$ 322.35	R\$ 12.33	R\$ 334.68	-R\$ 0.49
PM006	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.	74.5%	R\$ 20,416.09	R\$ 4,478.30	R\$ 295.69	-R\$ 73.54	R\$ 222.15	-R\$ 0.50
PM007	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.	73.3%	R\$ 21,417.25	R\$ 5,479.46	R\$ 361.79	R\$ 413.20	R\$ 774.99	-R\$ 0.47
PM008	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.	73.2%	R\$ 21,013.46	R\$ 5,075.67	R\$ 335.13	R\$ 327.33	R\$ 662.46	-R\$ 0.48

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DE REPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DA ENERGIA CONSERVADA - CEC	CUSTO LÍQUIDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA - CLCE
PM009	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	76.7%	R\$ 22,406.48	R\$ 6,468.69	R\$ 427.11	R\$ 84.63	R\$ 511.74	-R\$ 0.49
PM010	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	76.8%	R\$ 22,002.69	R\$ 6,064.90	R\$ 400.45	-R\$ 1.24	R\$ 399.20	-R\$ 0.49
PM011	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.	83.1%	R\$ 21,719.15	R\$ 5,781.36	R\$ 381.72	R\$ 84.63	R\$ 466.35	-R\$ 0.49
PM012	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.	84.6%	R\$ 21,315.36	R\$ 5,377.57	R\$ 355.06	-R\$ 1.24	R\$ 353.82	-R\$ 0.50
PM013	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	59.3%	R\$ 23,699.69	R\$ 7,761.90	R\$ 512.49	R\$ 340.90	R\$ 853.40	-R\$ 0.45
PM014	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.	59.2%	R\$ 23,295.90	R\$ 7,358.10	R\$ 485.83	R\$ 255.03	R\$ 740.87	-R\$ 0.46
PM015	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.	63.2%	R\$ 24,688.92	R\$ 8,751.12	R\$ 577.81	R\$ 12.33	R\$ 590.14	-R\$ 0.47
PM016	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.	63.3%	R\$ 24,285.13	R\$ 8,347.33	R\$ 551.15	-R\$ 73.54	R\$ 477.61	-R\$ 0.48
PM017	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.	74.8%	R\$ 24,001.59	R\$ 8,063.79	R\$ 532.43	R\$ 12.33	R\$ 544.76	-R\$ 0.48
PM018	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.	74.8%	R\$ 23,597.80	R\$ 7,660.00	R\$ 505.77	-R\$ 73.54	R\$ 432.23	-R\$ 0.49
PM019	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.	68.0%	R\$ 24,598.96	R\$ 8,661.16	R\$ 571.87	R\$ 413.20	R\$ 985.07	-R\$ 0.45
PM020	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.	68.0%	R\$ 24,195.17	R\$ 8,257.37	R\$ 545.21	R\$ 327.33	R\$ 872.54	-R\$ 0.46
PM021	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	72.9%	R\$ 25,588.19	R\$ 9,650.39	R\$ 637.18	R\$ 84.63	R\$ 721.81	-R\$ 0.47
PM022	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	73.7%	R\$ 25,184.40	R\$ 9,246.60	R\$ 610.52	-R\$ 1.24	R\$ 609.28	-R\$ 0.48
PM023	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.	81.3%	R\$ 24,900.86	R\$ 8,963.06	R\$ 591.80	R\$ 84.63	R\$ 676.43	-R\$ 0.48
PM024	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.	81.3%	R\$ 24,497.06	R\$ 8,559.27	R\$ 565.14	-R\$ 1.24	R\$ 563.90	-R\$ 0.48
PM025	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.	54.6%	R\$ 19,368.64	R\$ 3,430.85	R\$ 226.53	R\$ 413.20	R\$ 639.73	-R\$ 0.46
PM026	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.	54.5%	R\$ 18,964.85	R\$ 3,027.05	R\$ 199.87	R\$ 327.33	R\$ 527.20	-R\$ 0.47
PM027	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	60.9%	R\$ 20,357.87	R\$ 4,420.07	R\$ 291.84	R\$ 84.63	R\$ 376.47	-R\$ 0.49
PM028	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	61.0%	R\$ 19,954.08	R\$ 4,016.28	R\$ 265.18	-R\$ 1.24	R\$ 263.94	-R\$ 0.50
PM029	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.	73.4%	R\$ 19,670.54	R\$ 3,732.74	R\$ 246.46	R\$ 84.63	R\$ 331.09	-R\$ 0.49
PM030	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.	73.4%	R\$ 19,266.75	R\$ 3,328.95	R\$ 219.80	-R\$ 1.24	R\$ 218.56	-R\$ 0.50
PM031	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.	60.2%	R\$ 18,588.78	R\$ 2,650.99	R\$ 175.04	R\$ 76.48	R\$ 251.52	-R\$ 0.50
PM032	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.	59.6%	R\$ 18,184.99	R\$ 2,247.20	R\$ 148.38	-R\$ 9.39	R\$ 138.99	-R\$ 0.50
PM033	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.	65.8%	R\$ 19,578.01	R\$ 3,640.22	R\$ 240.35	-R\$ 252.09	-R\$ 11.74	-R\$ 0.51
PM034	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.	65.8%	R\$ 19,174.22	R\$ 3,236.43	R\$ 213.69	-R\$ 337.96	-R\$ 124.27	-R\$ 0.52

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DE REPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DA ENERGIA CONSERVADA - CEC	CUSTO LÍQUIDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA - CLCE
PM035	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.	75.3%	R\$ 18,890.68	R\$ 2,952.89	R\$ 194.97	-R\$ 252.09	-R\$ 57.12	-R\$ 0.52
PM036	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.	75.4%	R\$ 18,486.89	R\$ 2,549.10	R\$ 168.31	-R\$ 337.96	-R\$ 169.65	-R\$ 0.52
PM037	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.	74.9%	R\$ 19,488.05	R\$ 3,550.26	R\$ 234.41	R\$ 148.78	R\$ 383.19	-R\$ 0.49
PM038	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.	74.5%	R\$ 19,084.26	R\$ 3,146.47	R\$ 207.75	R\$ 62.91	R\$ 270.66	-R\$ 0.50
PM039	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	77.2%	R\$ 20,477.28	R\$ 4,539.49	R\$ 299.73	-R\$ 179.79	R\$ 119.93	-R\$ 0.51
PM040	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	77.2%	R\$ 20,073.49	R\$ 4,135.70	R\$ 273.07	-R\$ 265.66	R\$ 7.40	-R\$ 0.51
PM041	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.	84.7%	R\$ 19,789.95	R\$ 3,852.16	R\$ 254.35	-R\$ 179.79	R\$ 74.55	-R\$ 0.51
PM042	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.	85.7%	R\$ 19,386.16	R\$ 3,448.36	R\$ 227.68	-R\$ 265.66	-R\$ 37.98	-R\$ 0.52
PM043	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	59.8%	R\$ 21,770.49	R\$ 5,832.69	R\$ 385.11	R\$ 76.48	R\$ 461.60	-R\$ 0.48
PM044	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.	60.7%	R\$ 21,366.70	R\$ 5,428.90	R\$ 358.45	-R\$ 9.39	R\$ 349.07	-R\$ 0.49
PM045	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.	65.1%	R\$ 22,759.72	R\$ 6,821.92	R\$ 450.43	-R\$ 252.09	R\$ 198.34	-R\$ 0.50
PM046	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.	65.1%	R\$ 22,355.93	R\$ 6,418.13	R\$ 423.77	-R\$ 337.96	R\$ 85.81	-R\$ 0.51
PM047	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.	75.6%	R\$ 22,072.39	R\$ 6,134.59	R\$ 405.05	-R\$ 252.09	R\$ 152.96	-R\$ 0.51
PM048	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.	75.6%	R\$ 21,668.59	R\$ 5,730.80	R\$ 378.39	-R\$ 337.96	R\$ 40.43	-R\$ 0.51
PM049	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.	70.1%	R\$ 22,669.76	R\$ 6,731.96	R\$ 444.49	R\$ 148.78	R\$ 593.27	-R\$ 0.48
PM050	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.	70.1%	R\$ 22,265.96	R\$ 6,328.17	R\$ 417.83	R\$ 62.91	R\$ 480.74	-R\$ 0.48
PM051	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	74.9%	R\$ 23,658.98	R\$ 7,721.19	R\$ 509.81	-R\$ 179.79	R\$ 330.01	-R\$ 0.50
PM052	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	74.9%	R\$ 23,255.19	R\$ 7,317.40	R\$ 483.14	-R\$ 265.66	R\$ 217.48	-R\$ 0.50
PM053	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.	83.1%	R\$ 22,971.65	R\$ 7,033.86	R\$ 464.42	-R\$ 179.79	R\$ 284.63	-R\$ 0.50
PM054	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.	83.2%	R\$ 22,567.86	R\$ 6,630.07	R\$ 437.76	-R\$ 265.66	R\$ 172.10	-R\$ 0.51
PM055	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.	56.5%	R\$ 17,439.44	R\$ 1,501.64	R\$ 99.15	R\$ 148.78	R\$ 247.93	-R\$ 0.50
PM056	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.	56.4%	R\$ 17,035.65	R\$ 1,097.85	R\$ 72.49	R\$ 62.91	R\$ 135.40	-R\$ 0.50
PM057	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	62.6%	R\$ 18,428.67	R\$ 2,490.87	R\$ 164.46	-R\$ 179.79	-R\$ 15.33	-R\$ 0.52
PM058	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	62.6%	R\$ 18,024.88	R\$ 2,087.08	R\$ 137.80	-R\$ 265.66	-R\$ 127.86	-R\$ 0.52
PM059	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.	74.8%	R\$ 17,741.34	R\$ 1,803.54	R\$ 119.08	-R\$ 179.79	-R\$ 60.71	-R\$ 0.52
PM060	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.	74.8%	R\$ 17,337.54	R\$ 1,399.75	R\$ 92.42	-R\$ 265.66	-R\$ 173.24	-R\$ 0.52
PM061	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.	63.9%	R\$ 20,983.53	R\$ 5,045.74	R\$ 333.15	R\$ 527.06	R\$ 860.21	-R\$ 0.46
PM062	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.	63.2%	R\$ 20,579.74	R\$ 4,641.95	R\$ 306.49	R\$ 441.19	R\$ 747.68	-R\$ 0.46

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DE REPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DA ENERGIA CONSERVADA - CEC	CUSTO LÍQUIDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA - CLCE
PM063	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.	68.0%	R\$ 21,972.76	R\$ 6,034.97	R\$ 398.47	R\$ 198.48	R\$ 596.95	-R\$ 0.48
PM064	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.	68.0%	R\$ 21,568.97	R\$ 5,631.18	R\$ 371.81	R\$ 112.61	R\$ 484.42	-R\$ 0.48
PM065	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.	77.0%	R\$ 21,285.43	R\$ 5,347.64	R\$ 353.09	R\$ 198.48	R\$ 551.57	-R\$ 0.48
PM066	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.	77.1%	R\$ 20,881.64	R\$ 4,943.84	R\$ 326.43	R\$ 112.61	R\$ 439.04	-R\$ 0.49
PM067	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.	75.9%	R\$ 21,882.80	R\$ 5,945.01	R\$ 392.53	R\$ 599.35	R\$ 991.88	-R\$ 0.46
PM068	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.	75.9%	R\$ 21,479.01	R\$ 5,541.21	R\$ 365.87	R\$ 513.48	R\$ 879.35	-R\$ 0.46
PM069	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	79.0%	R\$ 22,872.03	R\$ 6,934.23	R\$ 457.85	R\$ 270.78	R\$ 728.62	-R\$ 0.47
PM070	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	79.1%	R\$ 22,468.24	R\$ 6,530.44	R\$ 431.18	R\$ 184.91	R\$ 616.09	-R\$ 0.48
PM071	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.	84.8%	R\$ 22,184.70	R\$ 6,246.90	R\$ 412.46	R\$ 270.78	R\$ 683.24	-R\$ 0.48
PM072	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.	86.1%	R\$ 21,780.91	R\$ 5,843.11	R\$ 385.80	R\$ 184.91	R\$ 570.71	-R\$ 0.49
PM073	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	63.4%	R\$ 24,165.24	R\$ 8,227.44	R\$ 543.23	R\$ 527.06	R\$ 1,070.29	-R\$ 0.44
PM074	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.	63.3%	R\$ 23,761.44	R\$ 7,823.65	R\$ 516.57	R\$ 441.19	R\$ 957.76	-R\$ 0.45
PM075	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.	66.9%	R\$ 25,154.46	R\$ 9,216.67	R\$ 608.55	R\$ 198.48	R\$ 807.03	-R\$ 0.46
PM076	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.	66.9%	R\$ 24,750.67	R\$ 8,812.88	R\$ 581.89	R\$ 112.61	R\$ 694.50	-R\$ 0.47
PM077	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.	77.3%	R\$ 24,467.13	R\$ 8,529.34	R\$ 563.16	R\$ 198.48	R\$ 761.65	-R\$ 0.47
PM078	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.	77.3%	R\$ 24,063.34	R\$ 8,125.55	R\$ 536.50	R\$ 112.61	R\$ 649.12	-R\$ 0.48
PM079	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.	71.2%	R\$ 25,064.50	R\$ 9,126.71	R\$ 602.61	R\$ 599.35	R\$ 1,201.96	-R\$ 0.44
PM080	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.	71.2%	R\$ 24,660.71	R\$ 8,722.92	R\$ 575.95	R\$ 513.48	R\$ 1,089.43	-R\$ 0.45
PM081	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	75.6%	R\$ 26,053.73	R\$ 10,115.94	R\$ 667.92	R\$ 270.78	R\$ 938.70	-R\$ 0.46
PM082	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	76.4%	R\$ 25,649.94	R\$ 9,712.15	R\$ 641.26	R\$ 184.91	R\$ 826.17	-R\$ 0.47
PM083	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.	83.1%	R\$ 25,366.40	R\$ 9,428.61	R\$ 622.54	R\$ 270.78	R\$ 893.32	-R\$ 0.47
PM084	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.	83.2%	R\$ 24,962.61	R\$ 9,024.82	R\$ 595.88	R\$ 184.91	R\$ 780.79	-R\$ 0.47
PM085	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.	59.1%	R\$ 19,834.19	R\$ 3,896.39	R\$ 257.27	R\$ 599.35	R\$ 856.62	-R\$ 0.45
PM086	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.	59.1%	R\$ 19,430.39	R\$ 3,492.60	R\$ 230.61	R\$ 513.48	R\$ 744.09	-R\$ 0.46
PM087	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	64.8%	R\$ 20,823.41	R\$ 4,885.62	R\$ 322.58	R\$ 270.78	R\$ 593.36	-R\$ 0.48
PM088	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	64.9%	R\$ 20,419.62	R\$ 4,481.83	R\$ 295.92	R\$ 184.91	R\$ 480.83	-R\$ 0.48
PM089	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.	76.0%	R\$ 20,136.08	R\$ 4,198.29	R\$ 277.20	R\$ 270.78	R\$ 547.98	-R\$ 0.48
PM090	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.	76.1%	R\$ 19,732.29	R\$ 3,794.50	R\$ 250.54	R\$ 184.91	R\$ 435.45	-R\$ 0.49

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DE REPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DA ENERGIA CONSERVADA - CEC	CUSTO LÍQUIDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA - CLCE
PM091	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha fibroc.	64.2%	R\$ 19,054.33	R\$ 3,116.54	R\$ 205.77	R\$ 262.63	R\$ 468.41	-R\$ 0.48
PM092	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	forro PVC + telha cerâm.	63.6%	R\$ 18,650.54	R\$ 2,712.75	R\$ 179.11	R\$ 176.76	R\$ 355.88	-R\$ 0.49
PM093	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha fibroc.	69.2%	R\$ 20,043.56	R\$ 4,105.76	R\$ 271.09	-R\$ 65.94	R\$ 205.15	-R\$ 0.50
PM094	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje pré-mold. + telha cerâm.	69.3%	R\$ 19,639.77	R\$ 3,701.97	R\$ 244.43	-R\$ 151.81	R\$ 92.62	-R\$ 0.51
PM095	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha fibroc.	77.8%	R\$ 19,356.23	R\$ 3,418.43	R\$ 225.71	-R\$ 65.94	R\$ 159.77	-R\$ 0.51
PM096	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço	laje maciça + telha cerâm.	77.9%	R\$ 18,952.44	R\$ 3,014.64	R\$ 199.05	-R\$ 151.81	R\$ 47.24	-R\$ 0.51
PM097	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha fibroc.	77.4%	R\$ 19,953.60	R\$ 4,015.80	R\$ 265.15	R\$ 334.93	R\$ 600.08	-R\$ 0.48
PM098	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	forro PVC + telha cerâm.	77.1%	R\$ 19,549.81	R\$ 3,612.01	R\$ 238.49	R\$ 249.06	R\$ 487.55	-R\$ 0.49
PM099	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	79.5%	R\$ 20,942.83	R\$ 5,005.03	R\$ 330.47	R\$ 6.36	R\$ 336.82	-R\$ 0.50
PM101	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha fibroc.	86.2%	R\$ 20,255.50	R\$ 4,317.70	R\$ 285.08	R\$ 6.36	R\$ 291.44	-R\$ 0.50
PM102	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	tij. maciço + EPS	laje maciça + telha cerâm.	87.1%	R\$ 19,851.70	R\$ 3,913.91	R\$ 258.42	-R\$ 79.51	R\$ 178.91	-R\$ 0.51
PM103	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	63.8%	R\$ 22,236.03	R\$ 6,298.24	R\$ 415.85	R\$ 262.63	R\$ 678.49	-R\$ 0.47
PM104	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.	64.6%	R\$ 21,832.24	R\$ 5,894.45	R\$ 389.19	R\$ 176.76	R\$ 565.95	-R\$ 0.48
PM105	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.	68.6%	R\$ 23,225.26	R\$ 7,287.47	R\$ 481.17	-R\$ 65.94	R\$ 415.23	-R\$ 0.49
PM106	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.	68.6%	R\$ 22,821.47	R\$ 6,883.68	R\$ 454.51	-R\$ 151.81	R\$ 302.70	-R\$ 0.50
PM107	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.	78.0%	R\$ 22,537.93	R\$ 6,600.14	R\$ 435.79	-R\$ 65.94	R\$ 369.85	-R\$ 0.49
PM108	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.	78.1%	R\$ 22,134.14	R\$ 6,196.35	R\$ 409.12	-R\$ 151.81	R\$ 257.32	-R\$ 0.50
PM109	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha fibroc.	73.1%	R\$ 23,135.30	R\$ 7,197.51	R\$ 475.23	R\$ 334.93	R\$ 810.16	-R\$ 0.47
PM110	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	forro PVC + telha cerâm.	73.1%	R\$ 22,731.51	R\$ 6,793.72	R\$ 448.57	R\$ 249.06	R\$ 697.63	-R\$ 0.47
PM111	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	77.4%	R\$ 24,124.53	R\$ 8,186.74	R\$ 540.54	R\$ 6.36	R\$ 546.90	-R\$ 0.48
PM112	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	77.4%	R\$ 23,720.74	R\$ 7,782.95	R\$ 513.88	-R\$ 79.51	R\$ 434.37	-R\$ 0.49
PM113	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha fibroc.	84.8%	R\$ 23,437.20	R\$ 7,499.41	R\$ 495.16	R\$ 6.36	R\$ 501.52	-R\$ 0.49
PM114	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico + EPS	laje maciça + telha cerâm.	84.9%	R\$ 23,033.41	R\$ 7,095.61	R\$ 468.50	-R\$ 79.51	R\$ 388.99	-R\$ 0.49
PM115	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha fibroc.	60.9%	R\$ 17,904.98	R\$ 1,967.19	R\$ 129.89	R\$ 334.93	R\$ 464.82	-R\$ 0.48
PM116	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	forro PVC + telha cerâm.	60.8%	R\$ 17,501.19	R\$ 1,563.40	R\$ 103.23	R\$ 249.06	R\$ 352.29	-R\$ 0.49
PM117	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha fibroc.	66.3%	R\$ 18,894.21	R\$ 2,956.42	R\$ 195.20	R\$ 6.36	R\$ 201.56	-R\$ 0.50
PM118	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje pré-mold. + telha cerâm.	66.4%	R\$ 18,490.42	R\$ 2,552.63	R\$ 168.54	-R\$ 79.51	R\$ 89.03	-R\$ 0.51

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DE REPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DA ENERGIA CONSERVADA - CEC	CUSTO LÍQUIDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA - CLCE
PM119	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha fibroc.	77.3%	R\$ 18,206.88	R\$ 2,269.09	R\$ 149.82	R\$ 6.36	R\$ 156.18	-R\$ 0.51
PM120	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto + EPS	laje maciça + telha cerâm.	77.4%	R\$ 17,803.09	R\$ 1,865.30	R\$ 123.16	-R\$ 79.51	R\$ 43.65	-R\$ 0.51
PM121	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	62.1%	R\$ 26,195.33	R\$ 10,257.54	R\$ 677.27	R\$ 118.17	R\$ 795.44	-R\$ 0.46
PM122	3.24	0.60	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	63.0%	R\$ 23,116.30	R\$ 7,178.50	R\$ 473.97	R\$ 4.68	R\$ 478.65	-R\$ 0.48
PM123	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	50.4%	R\$ 26,195.33	R\$ 10,257.54	R\$ 677.27	R\$ 118.17	R\$ 795.44	-R\$ 0.45
PM124	3.24	0.35	0.60	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	52.0%	R\$ 23,116.30	R\$ 7,178.50	R\$ 473.97	R\$ 4.68	R\$ 478.65	-R\$ 0.47
PM125	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	62.1%	R\$ 26,195.33	R\$ 10,257.54	R\$ 677.27	R\$ 118.17	R\$ 795.44	-R\$ 0.46
PM126	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	61.4%	R\$ 23,116.30	R\$ 7,178.50	R\$ 473.97	R\$ 4.68	R\$ 478.65	-R\$ 0.48
PM127	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	65.9%	R\$ 26,660.88	R\$ 10,723.09	R\$ 708.01	R\$ 304.32	R\$ 1,012.33	-R\$ 0.45
PM128	3.60	0.60	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	66.7%	R\$ 23,581.84	R\$ 7,644.05	R\$ 504.71	R\$ 190.83	R\$ 695.54	-R\$ 0.47
PM129	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	55.3%	R\$ 26,660.88	R\$ 10,723.09	R\$ 708.01	R\$ 304.32	R\$ 1,012.33	-R\$ 0.44
PM130	3.60	0.35	0.60	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	56.8%	R\$ 23,581.84	R\$ 7,644.05	R\$ 504.71	R\$ 190.83	R\$ 695.54	-R\$ 0.46
PM131	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	65.9%	R\$ 26,660.88	R\$ 10,723.09	R\$ 708.01	R\$ 304.32	R\$ 1,012.33	-R\$ 0.45
PM132	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	65.2%	R\$ 23,581.84	R\$ 7,644.05	R\$ 504.71	R\$ 190.83	R\$ 695.54	-R\$ 0.47
PM133	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	33.6%	R\$ 23,699.69	R\$ 7,761.90	R\$ 512.49	R\$ 340.90	R\$ 853.40	-R\$ 0.41
PM134	3.24	0.60	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	38.4%	R\$ 21,770.49	R\$ 5,832.69	R\$ 385.11	R\$ 76.48	R\$ 461.60	-R\$ 0.46
PM135	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	14.9%	R\$ 23,699.69	R\$ 7,761.90	R\$ 512.49	R\$ 340.90	R\$ 853.40	-R\$ 0.27
PM136	3.24	0.35	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	18.4%	R\$ 21,770.49	R\$ 5,832.69	R\$ 385.11	R\$ 76.48	R\$ 461.60	-R\$ 0.41
PM137	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	33.6%	R\$ 23,699.69	R\$ 7,761.90	R\$ 512.49	R\$ 340.90	R\$ 853.40	-R\$ 0.41
PM138	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	38.4%	R\$ 21,770.49	R\$ 5,832.69	R\$ 385.11	R\$ 76.48	R\$ 461.60	-R\$ 0.46
PM139	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	40.2%	R\$ 24,165.24	R\$ 8,227.44	R\$ 543.23	R\$ 527.06	R\$ 1,070.29	-R\$ 0.40
PM140	3.60	0.60	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	44.6%	R\$ 22,236.03	R\$ 6,298.24	R\$ 415.85	R\$ 262.63	R\$ 678.49	-R\$ 0.45
PM141	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	23.4%	R\$ 24,165.24	R\$ 8,227.44	R\$ 543.23	R\$ 527.06	R\$ 1,070.29	-R\$ 0.32
PM142	3.60	0.35	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	26.5%	R\$ 22,236.03	R\$ 6,298.24	R\$ 415.85	R\$ 262.63	R\$ 678.49	-R\$ 0.41
PM143	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	40.2%	R\$ 24,165.24	R\$ 8,227.44	R\$ 543.23	R\$ 527.06	R\$ 1,070.29	-R\$ 0.40
PM144	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	44.6%	R\$ 22,236.03	R\$ 6,298.24	R\$ 415.85	R\$ 262.63	R\$ 678.49	-R\$ 0.45
PM145	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	37.2%	R\$ 20,965.33	R\$ 5,027.54	R\$ 331.95	R\$ 118.17	R\$ 450.12	-R\$ 0.46
PM146	3.24	0.60	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	37.1%	R\$ 17,886.29	R\$ 1,948.50	R\$ 128.65	R\$ 4.68	R\$ 133.33	-R\$ 0.50

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DE REPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DA ENERGIA CONSERVADA - CEC	CUSTO LÍQUIDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA - CLCE
PM147	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	43.5%	R\$ 20,965.33	R\$ 5,027.54	R\$ 331.95	R\$ 118.17	R\$ 450.12	-R\$ 0.47
PM148	3.24	0.35	0.60	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	43.4%	R\$ 17,886.29	R\$ 1,948.50	R\$ 128.65	R\$ 4.68	R\$ 133.33	-R\$ 0.50
PM149	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	61.9%	R\$ 20,965.33	R\$ 5,027.54	R\$ 331.95	R\$ 118.17	R\$ 450.12	-R\$ 0.48
PM150	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	61.2%	R\$ 17,886.29	R\$ 1,948.50	R\$ 128.65	R\$ 4.68	R\$ 133.33	-R\$ 0.50
PM151	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	65.7%	R\$ 21,430.88	R\$ 5,493.08	R\$ 362.69	R\$ 304.32	R\$ 667.01	-R\$ 0.47
PM152	3.60	0.60	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	66.5%	R\$ 18,351.84	R\$ 2,414.05	R\$ 159.39	R\$ 190.83	R\$ 350.22	-R\$ 0.49
PM153	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	54.7%	R\$ 21,430.88	R\$ 5,493.08	R\$ 362.69	R\$ 304.32	R\$ 667.01	-R\$ 0.46
PM154	3.60	0.35	0.60	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	56.6%	R\$ 18,351.84	R\$ 2,414.05	R\$ 159.39	R\$ 190.83	R\$ 350.22	-R\$ 0.49
PM155	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	65.7%	R\$ 21,430.88	R\$ 5,493.08	R\$ 362.69	R\$ 304.32	R\$ 667.01	-R\$ 0.47
PM156	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.50x1.50	concreto	forro PVC + telha fibroc.	65.1%	R\$ 18,351.84	R\$ 2,414.05	R\$ 159.39	R\$ 190.83	R\$ 350.22	-R\$ 0.49
PM157	3.24	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	33.4%	R\$ 18,469.69	R\$ 2,531.89	R\$ 167.17	R\$ 340.90	R\$ 508.08	-R\$ 0.45
PM158	3.24	0.60	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	38.2%	R\$ 16,540.49	R\$ 602.69	R\$ 39.79	R\$ 76.48	R\$ 116.28	-R\$ 0.50
PM159	3.24	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	13.8%	R\$ 18,469.69	R\$ 2,531.89	R\$ 167.17	R\$ 340.90	R\$ 508.08	-R\$ 0.36
PM160	3.24	0.35	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	18.2%	R\$ 16,540.49	R\$ 602.69	R\$ 39.79	R\$ 76.48	R\$ 116.28	-R\$ 0.49
PM161	3.24	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	33.4%	R\$ 18,469.69	R\$ 2,531.89	R\$ 167.17	R\$ 340.90	R\$ 508.08	-R\$ 0.45
PM162	3.24	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	38.2%	R\$ 16,540.49	R\$ 602.69	R\$ 39.79	R\$ 76.48	R\$ 116.28	-R\$ 0.50
PM163	3.60	0.60	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	40.0%	R\$ 18,935.23	R\$ 2,997.44	R\$ 197.91	R\$ 527.06	R\$ 724.97	-R\$ 0.44
PM164	3.60	0.60	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	44.4%	R\$ 17,006.03	R\$ 1,068.24	R\$ 70.53	R\$ 262.63	R\$ 333.16	-R\$ 0.48
PM165	3.60	0.35	0.60	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	22.4%	R\$ 18,935.23	R\$ 2,997.44	R\$ 197.91	R\$ 527.06	R\$ 724.97	-R\$ 0.38
PM166	3.60	0.35	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	26.3%	R\$ 17,006.03	R\$ 1,068.24	R\$ 70.53	R\$ 262.63	R\$ 333.16	-R\$ 0.46
PM167	3.60	0.35	0.30	Persiana	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	40.0%	R\$ 18,935.23	R\$ 2,997.44	R\$ 197.91	R\$ 527.06	R\$ 724.97	-R\$ 0.44
PM168	3.60	0.35	0.30	Vidro especial	1.20x1.20	concreto	forro PVC + telha fibroc.	44.4%	R\$ 17,006.03	R\$ 1,068.24	R\$ 70.53	R\$ 262.63	R\$ 333.16	-R\$ 0.48
PM169	3.60	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	23.2%	R\$ 22,841.15	R\$ 6,903.36	R\$ 455.81	R\$ 186.15	R\$ 641.96	-R\$ 0.40
PM170	3.24	0.35	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	14.7%	R\$ 22,375.60	R\$ 6,437.81	R\$ 425.07	R\$ -	R\$ 425.07	-R\$ 0.39
PM171	3.24	0.60	0.30	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	14.6%	R\$ 22,375.60	R\$ 6,437.81	R\$ 425.07	R\$ -	R\$ 425.07	-R\$ 0.39
PM172	3.24	0.60	0.60	Persiana	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	18.6%	R\$ 26,195.33	R\$ 10,257.54	R\$ 677.27	R\$ 340.90	R\$ 1,018.18	-R\$ 0.28

CASO	COP	ABS PAR	ABS COB	SOMB	ÁREA ABERTURA	PAREDE	COBERTURA	ECONOMIA EM RELAÇÃO AO CASO BASE [%]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE [R\$]	CUSTO INVESTIMENTO INICIAL EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DE REPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO CASO BASE, ANUALIZADO [R\$]	CUSTO DA ENERGIA CONSERVADA - CEC	CUSTO LÍQUIDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA - CLCE
PM173	3.24	0.60	0.60	Vidro especial	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	24.2%	R\$ 23,116.30	R\$ 7,178.50	R\$ 473.97	R\$ 76.48	R\$ 550.45	-R\$ 0.42
PM174	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.50x1.50	bl. cerâmico	forro PVC + telha fibroc.	44.0%	R\$ 21,167.80	R\$ 5,230.00	R\$ 345.32	-R\$ 49.11	R\$ 296.21	-R\$ 0.49
PM175	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	forro PVC + telha cerâm.	14.5%	R\$ 22,712.50	R\$ 6,774.71	R\$ 447.31	-R\$ 9.39	R\$ 437.92	-R\$ 0.39
PM176	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha fibroc.	8.3%	R\$ 24,105.52	R\$ 8,167.73	R\$ 539.29	-R\$ 252.09	R\$ 287.20	-R\$ 0.37
PM177	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje pré-mold. + telha cerâm.	18.6%	R\$ 23,701.73	R\$ 7,763.94	R\$ 512.63	-R\$ 337.96	R\$ 174.67	-R\$ 0.47
PM178	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha fibroc.	29.2%	R\$ 23,418.19	R\$ 7,480.40	R\$ 493.91	-R\$ 252.09	R\$ 241.82	-R\$ 0.48
PM179	3.24	0.60	0.60	Sem symb	1.20x1.20	bl. cerâmico	laje maciça + telha cerâm.	34.6%	R\$ 23,014.40	R\$ 7,076.61	R\$ 467.25	-R\$ 337.96	R\$ 129.29	-R\$ 0.50