

## **IMPACTO DE ESTRATÉGIAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CUSTO DE UM EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Mayara Soares de Souza  
Thalita Gorban Ferreira Giglio

*Universidade Estadual de Londrina*

### **RESUMO**

Os edifícios residenciais consomem grande parte da energia elétrica produzida no país. Neste contexto, a priorização de estratégias de eficiência energética é fundamental na concepção de empreendimentos residenciais. Neste trabalho é apresentado um estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar localizado em Londrina, Paraná. O objetivo foi analisar o impacto das estratégias de eficiência energética no custo do empreendimento, tomando como base os critérios da Regulamentação Brasileira para Etiquetagem do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais. O enfoque se direciona para as implicações ao empreendedor diante das medidas propostas neste estudo. Para isso, as doze variações de unidades habitacionais existentes no edifício foram analisadas quanto ao desempenho da envoltória e do sistema de aquecimento de água. Obteve-se que as decisões projetuais tomadas no empreendimento afetaram o desempenho da ventilação e iluminação natural. Aliado à instalação incompleta de um sistema de aquecimento de água a gás, a edificação apresentou nível “D” de eficiência energética. Com a inserção de estratégias de eficiência, o nível aumenta para “B” com acréscimo de apenas 2,09% no custo de execução. Demonstrou-se que o investimento inicial foi pouco significativo diante dos benefícios ao usuário final e ao sistema de geração de energia elétrica do país.

Palavras-chave: Edificação Residencial Multifamiliar, Nível de Eficiência Energética, Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações, Custo de Execução.

### **ABSTRACT**

Residential buildings consume a considerable part of electricity produced in the country. In this context, the prioritization of energy efficiency strategies is important in the design of residential developments. In this paper a case study is presented in a multi-family residential building located in Londrina, Paraná. The aim was to analyze the impact of energy

efficiency strategies in the cost of the project, based on the criteria of the Brazilian regulations for labeling of Residential Buildings. The focus is directed to the implications of the entrepreneur on the measures proposed in this study. For this, twelve variations of housing units were analyzed for performance envelope and water heating system. It was found that the decisions taken in the project affected the performance of ventilation and day lighting. Allied to incomplete installation of a gas water heating system, the building had level “D” efficiency. With the inclusion of energy efficiency strategies, the level rises to “B” with an increase of only 2.09% in the cost of implementation. It is shown that the initial investment is negligible on the benefits to the end user and the power generation system of the country.

Keywords: Residential Multifamily Building, Energy Efficiency Level, Brazilian Labeling Program for Buildings, Cost of Execution.

## 1. INTRODUÇÃO

No ano de 2015 as famílias brasileiras consumiram 131,3 TWh de energia elétrica para atender às necessidades de aquecimento, refrigeração e funcionamento de equipamentos eletroeletrônicos de suas residências. O montante equivale a 25% de toda energia elétrica consumida no país e representa o segundo maior percentual de consumo, estando atrás apenas do setor industrial, com 38% (BRASIL, 2015). Embora o setor residencial tenha registrado uma queda no consumo de energia devido ao alto valor da tarifa de energia elétrica, comparando os anos de 2014 e 2015, esta queda foi de apenas de 0,4% (BRASIL, 2016). Desta forma, demonstra-se que as necessidades domésticas sempre demandarão grande quantidade de energia. Neste contexto, não somente os usuários possuem um papel fundamental para a conservação de energia do país, mas também o desempenho termoenergético das edificações residenciais, o qual deve favorecer um menor consumo de energia.

Os edifícios residenciais multifamiliares representam grande parte das habitações construídas no país. As características tipológicas do tipo de pavimento e dos componentes construtivos, a setorização dos ambientes internos e o dimensionamento e tipologia das aberturas, influenciam no nível de eficiência energética da envoltória e requerem uma análise mais aprofundada.

Em CB3E (2015) a partir do levantamento de tipologias de unidades habitacionais de edificações multifamiliares, recém-construídas no Brasil, percebe-se que dois dos quatro modelos padrões de planta mais adotado no país não possibilitam a ventilação cruzada. A ausência de proteção solar para sombreamento de aberturas de ambiente de permanência prolongada, permitida pela NBR 15575-4 (ABNT, 2013)

e o predomínio do chuveiro elétrico como sistema de aquecimento de água (ELETROBRÁS/PROCEL, 2007), também são aspectos negativos presentes nas edificações residenciais multifamiliares. Tais condições favorecem o alto consumo de energia elétrica, dentre outros usos, para condicionamento de ar e aquecimento de água.

Por outro lado, no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações, tem-se a Regulamentação da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (BRASIL, 2012) a qual expõe critérios para classificar o nível de eficiência energética da envoltória e sistema de aquecimento de água de unidades habitacionais. Atualmente, apenas 44 Etiquetas Nacionais de Conservação de Energia – ENCEs foram emitidas para edificações residenciais multifamiliares, com cerca de 4400 unidades de apartamentos etiquetadas (INMETRO, 2016). O número de edificações pode ser considerado muito baixo diante da representatividade do setor residencial.

Neste cenário, estudos que analisam a economia de energia, proporcionada devido ao emprego de estratégias de eficiência energética, são cada vez mais frequentes, principalmente com o maior domínio de ferramentas de simulação para antecipação de resultados de desempenho termoenergético. Entretanto, poucos estudos concentram avaliações que relacionam o benefício do aumento do nível de eficiência energética e o seu impacto direto no custo do imóvel. Do ponto de vista do empreendedor, o investimento inicial para a adoção de estratégias de eficiência energética é uma incógnita, onde muitas vezes estabelece-se um preconceito de que as soluções são caras e inviabilizam a venda do empreendimento.

Em SEBRAE (2014) aponta-se a eficiência energética nas edificações como um diferencial competitivo no mercado, indicando que as estratégias de eficiência representam, em média, um aumento de 5% no custo das construções. Kats (2014) realizou um estudo em 170 edifícios com adoção de medidas de sustentabilidade e concluiu que o aumento no custo para executa-las foi, em média, de 2% quando comparadas às construções convencionais. Em ITIC (2008), afirma-se que o emprego de estratégias passivas de climatização que permitem a melhoria do desempenho energético na construção de edifícios novos traz um aumento de 2 a 4% no custo da construção. Já Trevisani (2012) cita o aumento de apenas 0,4% no custo, para a obtenção do nível A de eficiência energética por uma incorporadora do Estado de São Paulo. Os percentuais levantados nestes estudos são relativamente baixos e compreendem práticas de eficiência energética que beneficiam diretamente o usuário final durante a fase de uso do edifício. Porém, sob o ponto de vista do empreendedor, os benefícios não são claros e precisam ser evidenciados.

Sendo assim, o objetivo deste estudo é avaliar o percentual de aumento no custo de uma edificação residencial multifamiliar após a

implementação de medidas de eficiência energética, tomando como base, os critérios de eficiência energética da Regulamentação para Etiquetagem de Edificações Residenciais.

## 2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA VERSUS CUSTO

Segundo Ganhão (2011) a viabilidade da aplicação de soluções sustentáveis nas edificações residenciais, tanto para o empreendedor, quanto para o usuário final, depende em grande parte do seu custo. Uma solução com bom desempenho ambiental, mas em que o custo de construção ultrapasse de forma significativa o custo da solução construtiva convencional, torna-se uma barreira à sua inserção. O autor complementa que embora o acréscimo do custo de produção não seja muito significativo, o emprego de melhorias depende também da percepção que o empreendedor e o usuário final têm das vantagens desse investimento.

Avaliar as estratégias de eficiência energética tanto pelo lado do consumo quanto pelo lado do investimento é importante para entender quais são os benefícios e quem são os beneficiados (CARLO, 2008). Pelo lado do consumo, vários estudos apontam benefícios da inclusão de uma medida de eficiência energética, com impacto direto na economia de energia proporcionada ao usuário final e ao sistema de geração de energia elétrica do país. Em Diulio *et. al.* (2016), tais benefícios podem ser demonstrados.

De acordo com Ganhão (2011), para o empreendedor, o investimento em eficiência energética é atrativo se:

- a) A venda do edifício for mais rápida, por se diferenciar do padrão de mercado;
- b) Conseguir ter retorno financeiro, incluindo o aumento do custo no preço de venda e podendo contribuir para aumentar a sua margem de lucro.

Do ponto de vista do usuário final, adquirir um imóvel energeticamente mais eficiente é atrativo quando:

- a) Houver uma diminuição significativa da conta de energia que lhe permita um retorno financeiro do investimento inicial em um período de tempo que considere razoável;
- b) Tiver a convicção de que, em caso de venda ou aluguel, o imóvel poderá ser colocado no mercado com um valor superior.

Em CBCS (2015) ressaltam-se os benefícios da etiquetagem de energia em edificações, dentre eles, a valorização do imóvel, a potencialização da redução do consumo, a possibilidade da melhoria contínua e o incentivo à economia de energia. Neste enfoque, as certi-

ficações para etiquetagem de edificações levam informação ao usuário final e possibilitam a mudança de visão na escolha de uma moradia, tendo como critério o desempenho termoenergético.

A regulamentação do Programa Brasileiro de Etiquetagem para edificações residenciais (RTQ-R) direciona uma avaliação de eficiência energética para duas categorias de análise: envoltória e sistema de aquecimento de água. Considerando as pesquisas de posse e hábitos de consumo de energia, realizada por Eletrobrás/Procel (2007), sabe-se que, em média brasileira, a energia elétrica consumida para o condicionamento de ar e iluminação artificial representam juntas 34% do consumo de energia total de uma unidade residencial, e o sistema de aquecimento de água contribui com 24%, conforme Figura 1 (a). Para a região Sul do país, região onde foi aplicada o presente estudo de caso, os percentuais são de 40% e 25% (Figura 1 (b)), respectivamente, demonstrando a relevância econômica na aplicação dos procedimentos definidos em RTQ-R. Considerando ainda que a vida útil de um edifício é de 40 anos, a economia de energia para o usuário final se torna expressiva.

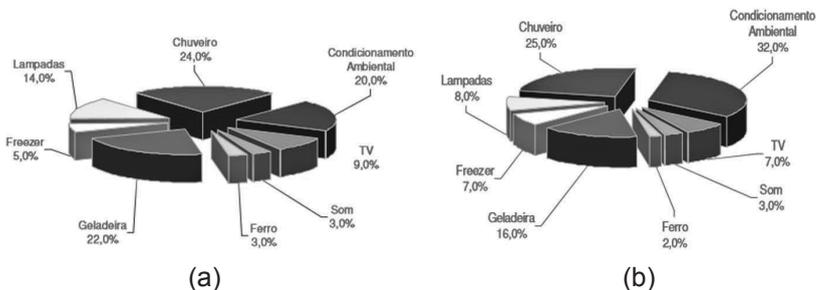


Figura 1 - Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial (a) no Brasil (b) na região Sul

### 3. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Para atender o objetivo desta pesquisa, foi desenvolvido um estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar localizado na cidade de Londrina – norte do Paraná, pertencente à zona bioclimática 3 (ABNT, 2005b). A edificação foi executada por um empreendedor de grande experiência no mercado da construção civil da região. O edifício possui 23 andares, com seis unidades habitacionais por andar, de 78m<sup>2</sup> de área construída cada uma. As 138 unidades contêm três dormitórios, dois banheiros e sala integrada com a cozinha. A Figura 2 ilustra em (a) uma perspectiva do edifício residencial, com fachada principal orientada para o norte geográfico, e em (b) a planta do pavi-

mento tipo com o posicionamento das seis unidades habitacionais.

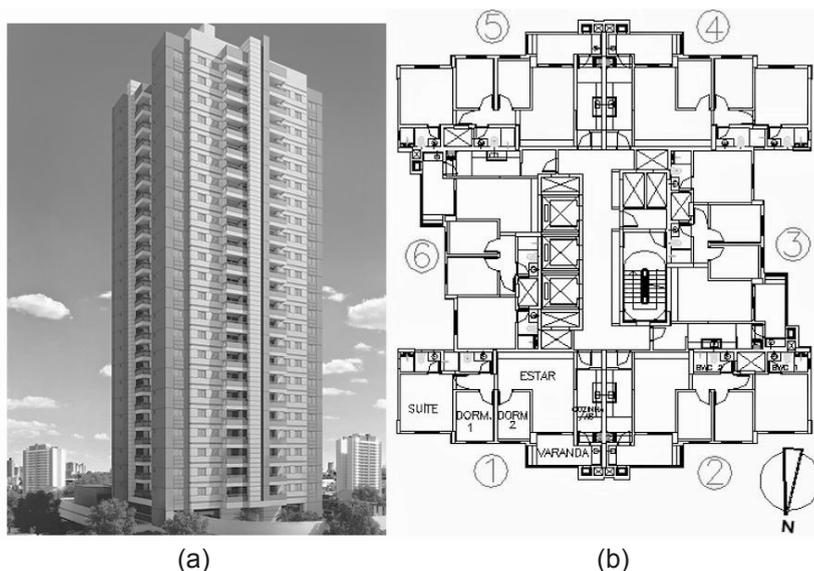


Figura 2 - (a) Edifício residencial analisado (b) Planta baixa do pavimento tipo com a numeração das unidades habitacionais

Percebe-se que a tipologia do pavimento tipo bem como a setorização dos ambientes internos não permitem o emprego da ventilação cruzada nas unidades 3 e 6.

O fechamento vertical é constituído por blocos cerâmicos com dimensões de 20cm x 20cm x 10cm de espessura, argamassados interna e externamente com espessura de 2,5 cm. As paredes possuem transmitância térmica (U) de 2,24 W/m<sup>2</sup>·K e capacidade térmica (CT) de 167 kJ/m<sup>2</sup>·K. As paredes da superfície externa são claras, pintadas com cor bege clara.

A cobertura é composta por telha de fibrocimento de espessura de 6 mm sobre estrutura em madeira, manta aluminizada fixada sobre as terças e laje maciça de concreto, de 10 cm de espessura. A presença da manta aluminizada visando reduzir a emissão de calor para o ambiente interno é uma prática padronizada pelo empreendedor na execução de todos os empreendimentos de médio e alto padrão. Com base nos procedimentos de cálculo descritos na NBR 15220 (ABNT, 2005a) a cobertura possui transmitância térmica (U) de 1,12 W/m<sup>2</sup>·K e capacidade térmica (CT) de 231,42 kJ/m<sup>2</sup>·K. A absorptância da cobertura foi adotada para a telha suja, o que resulta em  $\alpha=0,85$ .

As aberturas nos dormitórios possuem esquadrias de alumínio com folhas de correr, e venezianas de correr como elemento de som-

breamento. As aberturas dos dois banheiros das unidades 3 e 6 estão voltadas para um duto de ventilação. As aberturas dos dois banheiros das unidades 1 e 4 recebem ventilação e iluminação natural. Já as aberturas das unidades 2 e 5, recebem ventilação e iluminação natural em apenas um dos banheiros. A abertura da sala é composta por uma porta/janela de correr com 4 folhas, sem elemento de sombreamento, porém voltada para uma sacada. Os vidros das aberturas são incolores, de 4 mm de espessura.

O empreendimento possui tubulação de água quente em polietileno reticulado (PEX) para os pontos de consumo das duchas e torneira da cozinha. Possui também um sistema de espera para futura instalação de um aquecedor de água a gás instantâneo. De acordo com o engenheiro responsável pela obra, as tubulações em PEX possuem isolamento em polietileno de baixa densidade. A partir de informações de fabricantes, o coeficiente de condutividade térmica é de 0,04 W/m·K

Mesmo com a presença de toda infraestrutura para sistema de aquecimento de água, o aquecedor a gás não é entregue pela construtora. Com isso, deixa-se a decisão de escolha do sistema pelo usuário, o qual pode optar por instalar apenas o chuveiro elétrico convencional, de menor custo inicial, mesmo com as tubulações de água quente entregues pela construtora.

Cada unidade possui infraestrutura para ar condicionado em todos os ambientes de permanência prolongada. Porém, os aparelhos não são entregues.

#### **4. MÉTODO DE PESQUISA**

Para avaliar o impacto de estratégias de eficiência energética no custo da unidade habitacional e da edificação residencial como um todo, foi utilizado o método simplificado do regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais - RTQ-R (BRASIL, 2012). Para isso, foram analisadas a eficiência energética da envoltória e do sistema de aquecimento de água das unidades habitacionais entregues pelo empreendedor, compondo o primeiro cenário de estudo. Posteriormente, estratégias de eficiência energética foram combinadas visando o melhor resultado do equivalente numérico de resfriamento e aquecimento da envoltória, e do sistema de aquecimento de água, compondo o segundo cenário de análise.

A seguir, tem-se as etapas de desenvolvimento do estudo.

#### 4.1 Análise da eficiência da envoltória das unidades habitacionais entregues pelo empreendedor

A envoltória das unidades habitacionais autônomas foi inicialmente analisada com base nos pré-requisitos relacionados às propriedades térmicas de absorvência à radiação solar, transmitância térmica e capacidade térmica de paredes e coberturas. Posteriormente, os percentuais de área mínima de abertura para ventilação e iluminação natural foram levantados de acordo com dados constantes em projeto e verificações na obra. Para a avaliação da ventilação e iluminação natural foram utilizados os percentuais de redução da área de abertura da esquadria constantes no Brasil (2012).

O desempenho térmico da envoltória deve ser determinado por meio de um equivalente numérico específico para análise do verão (resfriamento) e outro equivalente numérico para análise do inverno (aquecimento). De acordo com os procedimentos definidos na regulamentação para etiquetagem de edificações residenciais (BRASIL, 2012), os equivalentes numéricos devem ser obtidos por meio do cálculo de dois indicadores: o indicador de graus-hora de resfriamento (GHR) para avaliar o desempenho térmico no verão; e o consumo relativo anual para aquecimento (CA) para avaliação no inverno, ambos referentes à envoltória de cada ambiente de permanência prolongada, e de acordo com as equações e constantes estabelecidas no método simplificado. Os equivalentes numéricos de resfriamento e de aquecimento da unidade habitacional são resultantes da ponderação dos equivalentes numéricos de cada ambiente por sua área útil. Para a obtenção do equivalente numérico final da unidade habitacional atribui-se os pesos de 0,64 e 0,36, para o equivalente numérico de resfriamento e aquecimento, respectivamente, segundo a zona bioclimática 3.

De acordo com Brasil (2012), a conversão do nível de eficiência energética para o equivalente numérico segue a pontuação da Tabela 1, assim como a conversão dos equivalentes numéricos (ou pontuação) em escala.

Tabela 1 – Conversão do nível de eficiência energética para equivalente numérico, e de equivalente numérico (ou pontuação) em escala para nível de eficiência

Nível de Eficiência	EqNum	Pontuação (PT)
A	5	$PT \geq 4,5$
B	4	$3,5 \leq PT < 4,5$
C	3	$2,5 \leq PT < 3,5$
D	2	$1,5 \leq PT < 2,5$
E	1	$PT < 1,5$

Todos os dados de entrada referentes à geometria da unidade habitacional foram obtidos no projeto arquitetônico disponibilizado pelo empreendedor. Foram etiquetadas as doze variações de unidades habitacionais autônomas contidas na edificação multifamiliar em estudo, sendo seis unidades habitacionais do pavimento tipo intermediário (1, 2, 3, 4, 5, e 6) e seis unidades habitacionais do último pavimento (1 cob, 2 cob, 3 cob, 4 cob, 5 cob, e 6 cob), tendo a cobertura como componente da envoltória. O primeiro pavimento de apartamentos posiciona-se sobre o pavimento térreo fechado, composto por áreas comuns do edifício. Desta forma, o primeiro pavimento de apartamentos foi considerado como um pavimento intermediário, sem a cobertura e piso como componentes da envoltória.

O sombreamento decorrente dos elementos de proteção das aberturas é quantificado por meio de uma variável que define a presença de dispositivos de proteção solar externos às aberturas (sacadas, beirais). Já o sombreamento devido aos edifícios do entorno não é considerado no método simplificado do RTQ-R. Estudos mais aprofundados da influência do sombreamento do entorno devem ser realizados por simulação computacional. No caso da edificação analisada, o entorno é composto por edificações baixas.

O nível de eficiência energética da edificação multifamiliar representa a média aritmética da pontuação obtida para os níveis de eficiência das 138 unidades habitacionais, de áreas idênticas. As áreas comuns não foram avaliadas neste estudo assim como as bonificações.

#### **4.2 Análise da eficiência do sistema de aquecimento de água**

Nas unidades habitacionais em estudo, embora exista tubulação de água quente nos banheiros e cozinha, e sistema de espera para futura instalação de aquecedor a gás instantâneo, este não é entregue pelo empreendedor. Desta forma, a regulamentação estabelece para a zona bioclimática 3 que caso não exista sistema de aquecimento de água instalado de maneira integral, o equivalente numérico atribuído ao requisito deve ser igual a 1 ou nível E de eficiência. Neste trabalho, foi avaliado o impacto no custo para a inclusão do aquecedor a gás instantâneo, já com a tubulação e sistema de espera entregue, avaliando a relação entre o equivalente numérico e custo para sua implementação.

Os pré-requisitos gerais do sistema de aquecimento de água estabelecem espessura mínima de 1,0 cm de isolamento da tubulação de água quente em PEX, e condutividade térmica do material isolante entre 0,032 e 0,04 W/m·K Também foram verificados os pré-requisitos específicos para o sistema de aquecimento de água a gás instantâneo

tal como:

- a) O posicionamento do aquecedor em local protegido e ventilado;
- b) A adequação do equipamento às normas brasileiras de aquecimento a gás;
- c) A limitação da potência do aquecedor a gás indicada pelo projetista a uma variação de  $\pm 20\%$  da potência calculada conforme equação definida pela regulamentação.

Para este último pré-requisito, a potência do aquecedor a gás adotado deve ser comparada com a potência útil calculada de acordo com (1).

$$Q = \frac{m_{MÁXIMA} * c * (T_{CONSUMO} - T_{FRIA})}{860} \quad (1)$$

Onde:

Q - potência útil do aquecedor (kW);

$m_{máxima}$  - vazão máxima de água demandada simultaneamente (litros/h);

c - calor específico da água (igual a 1,00 cal/(g°C));

$T_{CONSUMO}$  - temperatura de consumo de utilização (°C);

$T_{ÁGUA FRIA}$  - temperatura da água fria do local de instalação (°C).

Para o cálculo, adotou-se a temperatura máxima de consumo de 43°C e temperatura mínima de água fria da rede de 18,5°C, ambas obtidas por medição em Giglio (2015), para o mês de julho, na cidade de Londrina. A vazão máxima para este caso em estudo deve considerar o uso simultâneo de dois pontos de ducha e um ponto de torneira da cozinha. Ressalta-se que as torneiras dos lavatórios dos banheiros não possuem pontos de água quente. De acordo com o engenheiro responsável pela obra, a vazão máxima de projeto é de 25 l/min, adotando o respectivo valor em (1). A potência resultante foi comparada com a potência do aquecedor escolhido neste estudo, avaliando o intervalo de valores definidos pela regulamentação.

O nível de eficiência do aquecedor a gás adotado foi obtido em INMETRO (2016) a partir da sua Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), identificando, posteriormente seu respectivo equivalente numérico.

A combinação de estratégias ligadas à envoltória e ao sistema de aquecimento de água foi consolidada por meio da classificação final da etiqueta de eficiência energética para a unidade habitacional. Para isso, atribui-se o peso de 0,65 para o equivalente numérico da envoltória e 0,35 para o equivalente numérico do sistema de aquecimento de

água, de modo a encontrar a pontuação final da unidade habitacional autônoma. A Tabela 1, ilustrada anteriormente, apresenta a conversão da pontuação final para o nível de eficiência energética da unidade.

### **4.3 Critério para avaliar a relação entre custo e medidas de eficiência energética propostas**

Existem vários tipos de indicadores que permitem avaliar os custos para adoção de medidas que economizam energia nas edificações. Carlo (2008) cita o *pay-back* simples, o custo da energia conservada, e o custo do ciclo de vida. No presente trabalho o percentual de aumento no custo para execução do empreendimento é o grande foco de análise deste estudo, direcionado ao empreendedor. Para isso, analisa-se a relação entre o aumento do nível de eficiência energética da edificação multifamiliar com as suas implicações no custo para o empreendedor do imóvel.

Os orçamentos do empreendimento estão estruturados em etapas executivas. A partir desses orçamentos foram feitas as modificações no custo, de acordo com as estratégias propostas. Os resultados buscam destacar quais são os percentuais de aumento no custo para que uma edificação residencial multifamiliar seja mais eficiente, e discutir os benefícios da etiqueta nacional de conservação de energia, pelo lado do empreendedor.

As medidas de eficiência energética foram propostas com o enfoque para a adequação da unidade habitacional aos níveis máximos de eficiência. Salienta-se que alterações de tipologia de pavimento tipo e de setorização dos ambientes internos não foram propostas, visto que estas se desempenham melhor quando efetuadas nas etapas iniciais de desenvolvimento do projeto. Foram propostas tanto estratégias ligadas à envoltória quanto ao sistema de aquecimento de água.

## **5. RESULTADOS E ANÁLISES**

### **5.1 Pré-requisitos da envoltória das unidades habitacionais entregues**

Os resultados iniciais referem-se ao atendimento dos pré-requisitos ligados às propriedades térmicas de absorvância, transmitância térmica e capacidade térmica da envoltória. A Tabela 2 indica o atendimento a todos os pré-requisitos ligados às propriedades térmicas da envoltória.

A análise dos pré-requisitos referentes à ventilação e iluminação natural pode ser observada na Tabela 3. Percebe-se que as esquadrias dos dormitórios e suíte não atendem ao pré-requisito relacionado à área de iluminação natural estabelecido pelo RTQ-R, o qual deve ser igual ou superior a 12,5% da área do piso. As esquadrias dos dormitórios e suíte, compostas por 3 folhas de correr, apresentam o percentual de 45% de área para ventilação e iluminação natural. No caso da ventilação natural, somente a suíte não atende às exigências do regulamento, sendo seu percentual de área de abertura para ventilação natural em relação à área do piso do ambiente inferior a 8%. Para os banheiros, não há um percentual mínimo de abertura exigido. Porém, a solução adotada nas unidades habitacionais 3 e 6 (ver planta da Figura 1(b)) com dois banheiros com ventilação mecânica, restringe a eficiência da envoltória ao nível máximo “B”. Com relação à ventilação cruzada o pré-requisito não é atendido em nenhuma das unidades habitacionais. Nas unidades 3 e 6 todas as aberturas se localizam em uma única fachada da unidade habitacional. Nas unidades 1, 2, 4 e 5, a ventilação cruzada proporcionada pelas aberturas nos banheiros não permitem atingir o coeficiente mínimo de 0,25 para a relação entre área de saída e entrada de ar exigida pela regulamentação. Neste caso, as unidades habitacionais podem atingir no máximo o nível “C” de eficiência no equivalente numérico de resfriamento da envoltória.

Tabela 2 - Análise dos pré-requisitos ligados às propriedades térmicas

PRÉ- REQUISITOS		AMBIENTES			
		Suíte	Dorm. 1	Dorm. 2	Sala/Cozinha
<b>PAREDES EXTERNAS</b>	Absortância( $\alpha$ )	0,40	0,40	0,40	0,40
	Transmitância Térmica	2,24	2,24	2,24	2,24
	Atende?	SIM	SIM	SIM	SIM
	Capacidade Térmica	167	167	167	167
	Atende?	SIM	SIM	SIM	SIM
	Nível Máximo Para Resfriamento	A	A	A	A
	Nível Máximo Para Aquecimento	A	A	A	A
<b>COBERTURA</b>	Absortância( $\alpha$ )	0,85	0,85	0,85	0,85
	Transmitância Térmica	1,12	1,12	1,12	1,12
	Atende?	SIM	SIM	SIM	SIM
	Nível Máximo Para Resfriamento	A	A	A	A
	Nível Máximo Para Aquecimento	A	A	A	A

Tabela 3 - Análise dos pré-requisitos ligados à ventilação e iluminação natural

PRÉ- REQUISITOS		AMBIENTES			
		Suíte	Dorm. 1	Dorm. 2	Sala/ Cozinha
ILUMINAÇÃO NATURAL	Área Efetiva de Abertura (M <sup>2</sup> )	0,81	0,65	0,65	4,67
	Área Do Piso (M <sup>2</sup> )	12,2	7,17	6,10	24,23
	% de Abertura Em Relação Ao Piso	6,64	9,04	10,62	19,27
	Atende?	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
VENTILAÇÃO NATURAL	Área Efetiva de Abertura (M <sup>2</sup> )	0,81	0,65	0,65	2,67
	Área Do Piso (M <sup>2</sup> )	12,2	7,17	6,10	24,23
	% de Abertura em Relação Ao Piso	6,64	9,04	10,62	11,01
	Atende?	NÃO	SIM	SIM	SIM

Salienta-se que o empreendimento atende aos parâmetros de desempenho térmico definidos pela NBR 15575-4 (ABNT, 2013) quanto à área de abertura para ventilação natural. A referida norma define o percentual mínimo de 7% para ventilação natural, porém não especifica percentual mínimo de abertura para iluminação natural e ventilação cruzada. Desta forma, do ponto de vista legal, o empreendedor cumpre a normalização compulsória vigente no país.

## 5.2 Eficiência da edificação multifamiliar entregue pelo empreendedor

Os resultados de desempenho térmico obtido para a envoltória nas doze variações de unidades habitacionais autônomas e para a edificação multifamiliar, em conjunto com o requisito sistema de aquecimento de água, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Nível de eficiência energética das unidades habitacionais autônomas e edificação multifamiliar – primeiro cenário

Unidade Habitacional Autônoma	Resfriamento		Aquecimento		Envoltória final para verão		Envoltória final para inverno		Sistema de aquecimento de água		Nível de eficiência final da unidade	
	EqNum	Nível	EqNum	Nível	EqNum	Nível	EqNum	Nível	EqNum	Nível	Eq Num	Nível
<b>1</b>	3,50	B	4,26	B	3,00	C	3,50	B	1,00	E	2,42	D
<b>2</b>	3,53	B	4,28	B	3,00	C	3,47	C	1,00	E	2,41	D
<b>3</b>	3,76	B	4,27	B	3,00	C	3,49	C	1,00	E	2,41	D
<b>4</b>	4,00	B	4,12	B	3,00	C	3,50	B	1,00	E	2,42	D
<b>5</b>	3,53	B	4,13	B	3,00	C	3,47	C	1,00	E	2,41	D
<b>6</b>	3,76	B	4,27	B	3,00	C	3,49	C	1,00	E	2,41	D
<b>1cob</b>	2,77	C	4,26	B	2,77	C	3,50	B	1,00	E	2,32	D
<b>2cob</b>	3,00	C	4,28	B	3,00	C	3,47	C	1,00	E	2,41	D
<b>3cob</b>	2,51	C	4,12	B	2,51	C	3,49	C	1,00	E	2,21	D
<b>4cob</b>	3,00	C	4,00	B	3,00	C	3,50	B	1,00	E	2,42	D
<b>5cob</b>	3,0	C	4,00	B	3,00	C	3,47	C	1,00	E	2,41	D
<b>6cob</b>	2,51	C	4,12	B	2,51	C	3,49	C	1,00	E	2,41	D
Edificação Multifamiliar											PT=2,41	<b>D</b>

Obeve-se que a edificação residencial multifamiliar entregue pelo empreendedor apresenta nível de eficiência energética “D”, com pontuação final igual a 2,41. A envoltória para verão apresenta nível “C” de eficiência em todas as unidades. A envoltória para inverno apresenta nível “C” de eficiência em oito das doze unidades avaliadas.

O nível “C” de eficiência energética da envoltória para verão resultou da falta de ventilação natural, iluminação natural, e ventilação cruzada, em todas as unidades habitacionais, e da alta absorção solar da cobertura das unidades do último pavimento. Já a ausência de um sistema de aquecimento de água entregue integralmente pelo empreendedor classificou o requisito do sistema de aquecimento de água com nível “E” de eficiência.

### 5.3 Propostas de medidas de eficiência energética

Percebe-se que quatro decisões tomadas pelo empreendedor afetaram significativamente o desempenho térmico das unidades habitacionais, sendo elas:

a) A escolha de esquadrias que não atendem aos critérios mínimos de ventilação e iluminação natural da regulamentação de eficiência energética;

b) A falta e/ou insuficiência de ventilação cruzada nas unidades habitacionais;

c) A escolha por uma telha que apresenta alto valor de absor-

tância quando suja (neste caso, afetou apenas as unidades do último pavimento);

d) A entrega incompleta do sistema de aquecimento de água devido à ausência do aquecedor a gás.

A ventilação cruzada é uma estratégia passiva de climatização eficaz na maioria das regiões do Brasil. Porém, sua implementação deve ser assegurada na etapa de desenvolvimento de projeto. A decisão pela priorização da ventilação cruzada afeta diretamente a tipologia do pavimento tipo adotada, o aproveitamento do terreno, e financeiramente, o empreendimento como um todo. No caso do empreendimento analisado, apenas as unidades habitacionais 1, 2, 4 e 5 possibilitam o posicionamento de aberturas em duas fachadas. Já nas unidades habitacionais 3 e 6, tal possibilidade inexiste. Da mesma forma, para essas unidades, a adequação das aberturas dos banheiros visando a ventilação natural só é possível com alteração substancial do projeto arquitetônico. Sendo assim, as estratégias propostas compreendem:

a) Troca das esquadrias com alteração na tipologia e dimensionamento: visa a melhoria da ventilação e iluminação natural nos ambientes de permanência prolongada de todas as doze variações de unidades habitacionais;

b) Alteração do posicionamento das aberturas das suítes das unidades habitacionais 1, 2, 4 e 5, reposicionando-as na fachada adjacente: visa a obtenção da ventilação cruzada com relação entre área de saída e entrada de ar maior do que 0,25;

c) Pintura da cobertura: visa a redução da absorção solar nas seis unidades habitacionais do último pavimento;

d) Instalação do aquecedor a gás para consolidação do sistema de aquecimento de água entregue pelo empreendedor.

A alteração da tipologia das esquadrias dos dormitórios ocorreu de forma a substituir a esquadria de correr com venezianas de 3 folhas, conforme Figura 3 (a), por esquadrias de correr com 2 folhas de vidro e veneziana integrada (Figura 3 (b)). A alteração da dimensão das esquadrias ocorreu de forma a ampliar as esquadrias dos dormitórios 1 e 2 para 1,50 m x 1,20 m (alt.) e a esquadria da suíte para 1,80 m x 1,20 m (alt.). Tal solução proporcionou 75% de área para iluminação natural, favoreceu o atendimento dos pré-requisitos de iluminação e ventilação natural, e também afetou os equivalentes numéricos de resfriamento e aquecimento.



Figura 3 – (a) Esquadria com 3 folhas de correr e (b) Esquadria com veneziana integrada

A mudança de posicionamento da abertura da suíte nas unidades habitacionais 1, 2, 4 e 5, não afeta o custo de execução. Com o posicionamento da abertura da suíte na fachada adjacente, a relação entre a área de saída de ar e área de entrada de ar da unidade habitacional chega a 0,31, superior ao mínimo de 0,25 especificado pelo regulamento. Ressalta-se que tal solução foi proposta neste estudo no sentido de demonstrar a necessidade do emprego da ventilação cruzada e o seu impacto no cálculo do nível de eficiência energética. Soluções concebidas ainda na etapa de projeto garantem melhores propostas para o edifício.

Visando melhorar o desempenho térmico nas unidades habitacionais do último pavimento (1 cob, 2 cob, 3 cob, 4 cob, 5 cob, e 6 cob) foi proposta a pintura das telhas de fibrocimento com tinta acrílica a base d'água na cor branca. Para isso, a absorvância solar reduz de 0,85 para 0,20.

Por fim, a escolha de um aquecedor a gás visando a entrega integral do sistema de aquecimento de água, finaliza o conjunto de medidas de eficiência energética para a edificação. O aquecedor escolhido possui ENCE e está de acordo com as normas técnicas brasileiras para aquecedores a gás. Considerando a última versão publicada pelo INMETRO (2016), o equivalente numérico do sistema de aquecimento de água para esta proposta atinge a pontuação máxima "5", ou seja, o nível de eficiência desse sistema é "A" (INMETRO, 2016).

Para verificação do atendimento do pré-requisito ligado à potência útil do aquecedor, a potência do aquecedor escolhido foi comparada com a potência calculada por meio de (1), verificando os intervalos máximos de variação expostos no método de pesquisa. A

potência de projeto obtida por meio da equação foi de 42,73 kW. O aquecedor adotado para esse estudo possui capacidade de vazão de 23 l/min e potência de 37,8 kW, 11,5% menor do que a potência de projeto, atendendo ao pré-requisito.

O diâmetro da chaminé permite a instalação do aquecedor no ambiente. O local de instalação do aquecedor atende aos pré-requisitos de ventilação e segurança.

Os resultados em acréscimo do nível de eficiência energética das unidades habitacionais são ilustrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Nível de eficiência energética das unidades habitacionais autônomas e edificação multifamiliar – segundo cenário

Unidade Habitacional Autônoma	Resfriamento		Aquecimento		Envoltória final para verão		Envoltória final para inverno		Sistema de aquecimento de água		Nível de eficiência final da unidade	
	EqNum	Nível	EqNum	Nível	EqNum	Nível	EqNum	Nível	EqNum	Nível	Eq Num	Nível
1	3,26	C	4,26	B	3,26	C	4,26	B	5,00	A	2,42	B
2	3,53	B	4,28	B	3,53	B	4,28	B	5,00	A	2,41	B
3	3,76	B	4,27	B	3,00	C	4,27	B	5,00	A	2,41	B
4	4,14	B	4,12	B	4,14	B	4,12	B	5,00	A	2,42	B
5	3,68	B	4,13	B	3,68	B	4,13	B	5,00	A	2,41	B
6	3,76	B	4,27	B	3,00	C	4,27	B	5,00	A	2,41	B
1cob	3,77	B	4,00	B	3,77	B	4,00	B	5,00	A	2,32	B
2cob	3,75	B	4,00	B	3,75	B	4,00	B	5,00	A	2,41	B
3cob	4,25	B	4,00	B	3,00	C	4,00	B	5,00	A	2,21	B
4cob	4,50	B	3,50	B	4,50	B	3,50	B	5,00	A	2,42	B
5cob	4,47	B	3,53	B	4,47	B	3,53	B	5,00	A	2,41	B
6cob	4,00	B	4,00	B	3,00	C	4,00	B	5,00	A	2,21	B
Edificação Multifamiliar											PT=4,17	B

Percebe-se pela Tabela 5, que a redução da absorvância solar da cobertura nivelou a eficiência da envoltória das unidades do último piso com a eficiência obtida para as demais unidades do empreendimento, chegando ao nível “B”. Porém, com a aplicação dos critérios definidos para os pré-requisitos, as unidades 3 e 6, sem ventilação cruzada, permaneceram com nível “C” de eficiência energética da envoltória para verão. As demais unidades, depois de atendidos os pré-requisitos de ventilação e iluminação, assumem o nível “B” de eficiência. Mesmo com o nível “C” obtido para algumas unidades habitacionais, a ponderação entre as unidades classifica a edificação multifamiliar com o nível “B” de eficiência para a envoltória.

A instalação do aquecedor a gás nas unidades habitacionais eleva o nível de eficiência do sistema de aquecimento de água de “E” para “A”. Na classificação final, a edificação residencial multifamiliar

assume nível “B” de eficiência energética. Salienta-se que a entrega do sistema de aquecimento a gás com nível “A” de eficiência ainda no primeiro cenário, já classificaria a edificação com nível “B” de eficiência, mesmo sem a realização das medidas de eficiência energética na envoltória. Porém, a adequação da envoltória é necessária para obtenção de melhores condições de ventilação e iluminação para o usuário final e minimizar o uso de condicionamento artificial. Nestas condições, a transparência na divulgação do nível de eficiência energética para a envoltória em separado do sistema de aquecimento de água é importante para o conhecimento do usuário final.

Ressalta-se que elevar o nível de eficiência energética da envoltória e sistema de aquecimento de água é extremamente satisfatório para o usuário final visto que a representatividade de tais usos finais no consumo doméstico de energia elétrica é elevada. De acordo com Eletrobrás/Procel (2007), para a região Sul, 57% de toda energia elétrica consumida nas residências destina-se ao condicionamento de ar e aquecimento de água. E para o empreendedor, qual o impacto das ações de eficiência energética?

#### **5.4 Relação entre as medidas propostas e seu impacto no custo de execução**

O custo para a implementação de cada uma das quatro medidas de eficiência propostas neste estudo é ilustrado na Tabela 6. Ressalta-se que os custos informados compreendem também a mão de obra para instalação.

A troca das esquadrias da suíte e dormitórios resultou no percentual de aumento de 2,16% no custo da unidade habitacional e de 1,16% no custo do empreendimento. Ressalta-se que a alteração da tipologia da esquadria com cortina integrada obteve o dobro do custo das esquadrias entregues pelo empreendedor.

A mudança no posicionamento das aberturas, desde que efetuada ainda na etapa de projeto, não acarreta impacto no custo. Para a pintura da telha de fibrocimento, o percentual de aumento no custo da unidade foi de apenas 0,01% e de 0,004% no custo do empreendimento. Por fim, a adequação do sistema de aquecimento de água a gás, entregue parcialmente pelo empreendedor, complementado com a instalação de um aquecedor a gás instantâneo nível “A” de eficiência, resultou no acréscimo de 1,73% no custo da unidade habitacional, e 0,93% no custo do empreendimento.

Tabela 6 – Custo para implementação das medidas de eficiência propostas

Alterações Propostas	Custo total da estratégia (138 unid.)	Custo por unidade habitacional (R\$)	Percentual de aumento no custo da unidade (%)	Percentual de aumento no custo do empreendimento (%)
a) Troca das esquadrias da suíte e dormitórios de todas as unidades	R\$ 362.548,08	R\$ 2.627,16	2,16%	1,16%
b) Mudança no posicionamento da abertura da suíte nas unidades 1, 2, 4 e 5	0,00	0,00	0%	0%
c) Pintura da telha da cobertura	R\$ 1.200,00	R\$ 8,70	0,01%	0,004%
d) Instalação de aquecedores a gás instantâneo em todas as unidades habitacionais	R\$ 289.800,00	R\$ 2.100,00	1,73%	0,93%
		<b>Total de acréscimo</b>	<b>3,90%</b>	<b>2,09%</b>

Com as estratégias propostas, o impacto no custo final para aumento do nível de eficiência energética das unidades habitacionais foi de 3,9%. Para a execução da edificação residencial multifamiliar com nível B de eficiência o investimento seria de 2,09%.

As Figuras 4 e 5 ilustram as etiquetas finais e o custo envolvido, tanto para uma unidade habitacional autônoma quanto para o edifício multifamiliar.

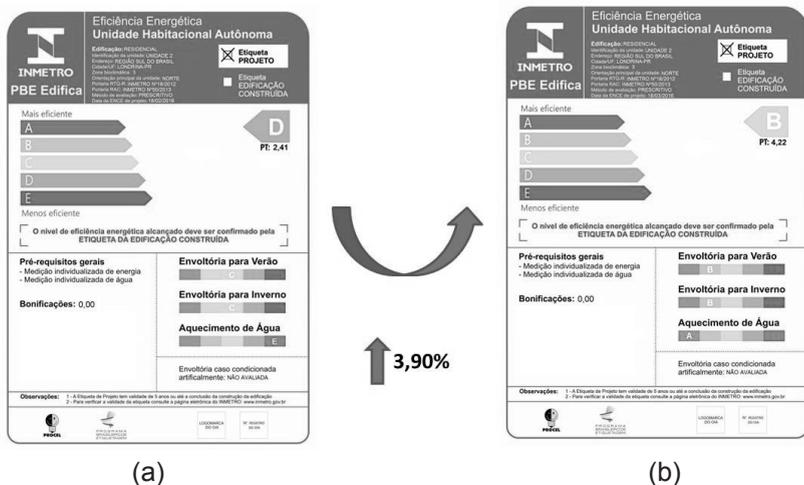


Figura 4 - ENCE da unidade habitacional autônoma (a) condição original entregue pelo empreendedor; (b) com as estratégias de eficiência propostas

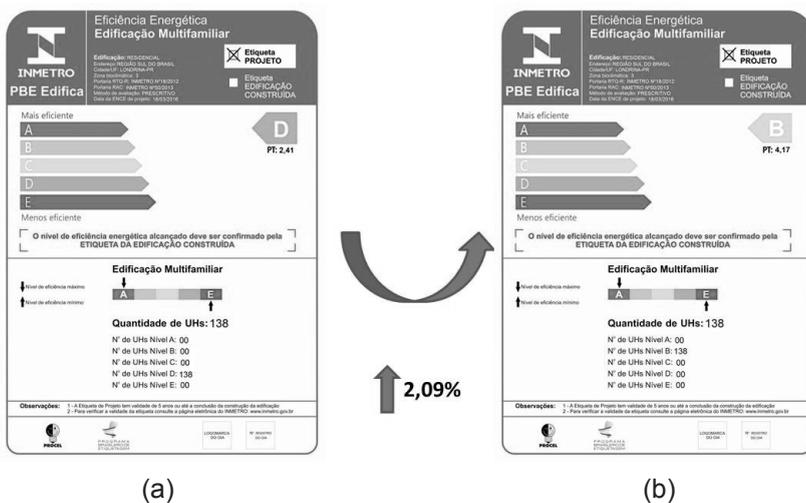


Figura 5 - ENCE da edificação residencial multifamiliar; (a) condição original entregue pelo empreendedor; (b) com as estratégias de eficiência propostas

## 6. CONCLUSÕES

Esta pesquisa analisou a relação entre o nível de eficiência energética de uma edificação residencial multifamiliar e o custo para inclusão de estratégias de eficiência energética. No estudo, as tomadas de decisões efetuadas pelos profissionais envolvidos bem como pelo empreendedor do imóvel de 23 andares resultaram no não atendimento aos requisitos básicos de ventilação e iluminação natural. Assim, coloca-se em discussão se os parâmetros definidos pela norma de desempenho, atendidos neste estudo, são suficientes para garantir o bom desempenho térmico das edificações residenciais multifamiliares executadas no país. Outro ponto importante é a entrega do imóvel sem um sistema de aquecimento de água integralmente instalado. Nestas condições, a possibilidade da escolha do chuveiro elétrico pelo usuário final é alta devido ao baixo custo do produto.

As alterações propostas neste estudo resultaram na melhoria do desempenho térmico da envoltória e do sistema de aquecimento de água. Com isso, a classificação final da edificação eleva o nível de eficiência energética de “D” para “B” com o custo de 2,09% a mais. Salienta-se que quanto maior a experiência do empreendedor na execução de edifícios mais eficientes do ponto de vista térmico e energético, menores são as adequações necessárias. A busca contínua pela eficiência energética promove maior conhecimento e aperfeiçoamento de estratégias de menor custo.

Em termos de economia de energia, entregar um imóvel com nível “B” de eficiência pressupõe menores gastos com a conta de energia elétrica. Uma vez que o usuário final tem conhecimento deste benefício fica evidente a procura por empreendimentos mais eficientes. Com o aumento da demanda por empreendimentos mais eficientes, a formação de arquitetos e engenheiros direcionada ao uso racional de energia se torna o ponto chave. Uma vez que o empreendedor tem o conhecimento do baixo investimento que é necessário, ele precisa ter o suporte de projetistas que executem as estratégias de eficiência energética desde as etapas iniciais do projeto, garantindo um melhor planejamento das ações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15220-2. Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005a.

\_\_\_\_\_. NBR 15220-3. Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005b.

\_\_\_\_\_. NBR 15575-4. Edificações Residenciais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Balanço Energético Nacional 2015 (ano base 2014). 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica. Nº 100. Janeiro de 2016. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/ResenhaMensal/Resenha%20Mensal%20do%20Mercado%20de%20Energia%20EI%C3%A9trica%20-%20Dezembro%202015.pdf>. Acesso em fev./2016.

\_\_\_\_\_. Ministério do desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Meteorologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria nº18, de 16 de janeiro de 2012. Regulamento Técnico de Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R). Brasília, DF, 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério do desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional De Meteorologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria nº50, de 01 de Fevereiro de 2013. Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações (RAC). Rio de Janeiro, RJ, 2013.

CARLO, J. Relação entre a eficiência estabelecida pela regulamentação para a etiquetagem do nível de eficiência energética de edifícios comerciais e os benefícios econômicos provenientes de investimentos no envoltório. In: INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS NA AMÉRICA LATINA. IDEAL. EcoLógicas: renovar é pensar diferente. Florianópolis: Insular, 2008.

CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES – CB3E. Levantamento das Características de Edifícios Residenciais Brasileiros. Florianópolis, 2015. Disponível em: [http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Relatorio\\_TipologiasResidenciais.pdf](http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Relatorio_TipologiasResidenciais.pdf). Acesso em dez.2015.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS – CBCS. Benchmarking Consumo de Energia nas Edificações. 2015. Disponível em: [http://www.cbcs.org.br/\\_5dotSystem/userFiles/CTE-energia-benchmark/CBCS\\_Benchmarking\\_objetivos.pdf](http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/CTE-energia-benchmark/CBCS_Benchmarking_objetivos.pdf) Acesso em 23/03/2016.

DIULIO, M. et al. Impacto de la Envolvente en la Demanda de Energía en Calefacción de la Región Metropolitana de La Plata, Tomando como Caso Testigo el Reciclado Energético de una Vivienda. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.16, n.1, p.55-70, Jan./Mar. 2016.

ELETROBRÁS/PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Pesquisa de Posse de equipamentos e Hábitos de Uso - Ano base 2005 – Casse Residencial – Relatório Brasil. Rio de Janeiro, 2007.

GANHÃO, A. M. G. D. Construção Sustentável: Proposta de Melhoria da Eficiência Energética em Edifícios de Habitação. Dissertação em Engenharia Civil. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. 2011.

GIGLIO, T. Influência do Usuário na Economia de Energia Obtida por Meio do Uso de Sistema de Aquecimento Solar de Água em Habitação de Interesse Social. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA -INMETRO. Tabela de Edificações Residenciais – Edificações Multifamiliares. Data de atualização: 19/12/2016. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/edificacoes.asp>. Acesso em 25/06/2017.

\_\_\_\_\_. Aquecedores de Água a Gás Instantâneos. Data de atualização: 29/02/2016. Disponível em [http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/aquecedorAgua\\_2015.pdf](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/aquecedorAgua_2015.pdf). Acesso em 09/03/2016.

\_\_\_\_\_. Anexo da Portaria INMETRO nº 50/2013. Anexo Geral V: Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtosPBE/regulamentos/AnexoV.pdf>. Acesso em 10/03/2016.

Instituto Técnico para a Indústria da Construção – ITIC. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios: Oportunidades para o sector da Construção Segmento Residencial. Lisboa, 2008. Disponível em <http://www.itic.pt/files/itic/SumExecutivoSCE.pdf>. Acesso em fev. 2016.

KATS, G. et al. Tornando nosso ambiente construído mais sustentável: Custos, benefícios e estratégias. 1º ed. São Paulo: SECOVI / SP, 2014. p. 279.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS -SEBRAE. Boletim Eficiência Energética: diferencial competitivo. 2014. Disponível em [http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/12/2014\\_02\\_12\\_RT\\_ConstCivil\\_Efic.Energ\\_pdf.pdf](http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/12/2014_02_12_RT_ConstCivil_Efic.Energ_pdf.pdf). Acesso em fev. 2016.

TREVISANI, M. TECNISA atinge melhor nível de eficiência energética, segundo parâmetros do PROCEL, em projeto de São Paulo. Institucional. 2012. Disponível em <http://www.tecnisa.com.br/blog/institucional/tecnisa-atinge-melhor-nivel-de-eficiencia-energetica-segundo-parametros-do-procel-em-projeto-de-sao-paulo>. Acesso em março de 2016.



### **Agradecimento**

O Comitê Editorial da RBE agradece a colaboração dos revisores que muito contribuíram para a qualidade dos trabalhos publicados nesta edição.

Alcantaro Lemes Rodrigues  
Alcy Monteiro Junior  
Alessandro Marques da Silva  
Ana Paula Oening  
Antonio Santos Sánchez  
Cláudio Gonçalves  
Daniel Henrique Marco Detzel  
Danilo Herculano da Silva  
Diogo Lisbona Romeiro  
Eduardo Hahn de Castro  
Elaine Aparecida de Lima Vianna  
Fábio Rubens Soares  
Hirdan Katarina de Medeiros Costa  
Júlia Rambo Hammarstron  
Julian David Hunt  
Maiana Brito de Matos  
Marcos Antonio Tavares Lira  
Mauro Donizeti Berni  
Patrícia Romeiro da Silva Jota  
Paulo Cícero Fritzen  
Paulo Sérgio Vasconcelos  
Priscila Elise Alves Vasconcelos  
Rodolfo Damásio de Castro  
Yuri Reis Rodrigues



### Informações para Autores

Propostas de publicações em consonância com o disposto na missão da Revista Brasileira de Energia (RBE) poderão ser enviadas ao Comitê Editorial para análise, através de link específico existente no site da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético ([www.sbpe.org.br](http://www.sbpe.org.br)).

A formatação final para publicação ficará por conta do departamento de diagramação da RBE, porquanto os artigos deverão ser enviados em formatação simples, conforme o disposto a seguir:

- Os trabalhos devem ser editados e enviados em arquivo Word.
- Papel A4, margens 20 mm, fonte Times New Roman tamanho 12, espaçamento 1,5.
- Figuras com resolução mínima de 300 dpi.
- O nome do autor ou autores, não devem ser abreviados, e as respectivas informações de instituição, endereço, cidade, cep, estado, telefone e e-mail devem ser apresentadas.
- Todos os itens devem ser numerados sequencialmente, exceto Resumo e Abstract. Não usar numeração automática do processador de texto. Serão aceitos no máximo 3 subníveis de numeração, a partir dos quais poderão ser usadas letras como único subnível adicional.
- Títulos de figuras e tabelas, abaixo e acima das mesmas, respectivamente, sem descrição de fonte, a qual deverá ser feita ao longo do texto, muito menos a existência do termo “autoria própria”.
- Referências a trabalhos deverão ser citadas no texto com nome do autor (ou autores) e ano de publicação, entre parêntesis [Ex.: (Autor 1, 1928); (Autor 1 e Autor 2, 1928)]. Na existência de mais de dois autores, escreve-se o nome do primeiro autor seguido da expressão et al. [Ex.: (Autor 1 et al, 1928)].

#### Referências bibliográficas:

- Somente deverão ser citados autores ou trabalhos que estejam incluídos na lista de referências bibliográficas, assim como todos os trabalhos listados nas referências bibliográficas deverão ter sido citados no texto.
- Referências a autor(es) deverão ser citadas no texto com nome do autor (ou autores) sucedida do ano de publicação entre parêntesis [Ex.: Autor 1 (1928); Autor 1 e Autor2(1928)].
- Na existência de mais de dois autores, escreve-se o nome do primeiro autor seguido da expressão et al. [Ex.:Autor 1 et al (1928)].

