

## CÁLCULO DA CLASSE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL SEGUNDO A INI-C

LUDIMILA MALLMANN SCHMALFUSS<sup>1</sup>; ISABEL TOURINHO  
SALAMONI<sup>2</sup>; EDUARDO GRALA DA CUNHA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [ludimila.engcivil@hotmail.com](mailto:ludimila.engcivil@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [isalamoni@gmail.com](mailto:isalamoni@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [eduardogralacunha@yahoo.com.br](mailto:eduardogralacunha@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

No contexto brasileiro, cerca de 42,3% da energia elétrica do país é consumida pelo setor de edificações, sendo os setores que apresentaram os maiores consumos de energia no ano de 2018, os industriais (37,5%), residenciais (25,4%) e comerciais (16,9%), respectivamente (EMPRESA..., 2019). Portanto, pode-se considerar que os edifícios são uma das peças-chave para um futuro sustentável. Devido a esse fator, a busca por eficiência energética nas edificações, visando a redução de energia, tem se tornado crescente nos últimos anos. Assim, projetos energeticamente eficientes, que integrem a arquitetura bioclimática com eficiência de equipamentos e sistemas tornam-se essenciais.

No que diz respeito as edificações comerciais, o consumo de energia está diretamente relacionada à quantidade de calor gerado no interior do edifício, devido à maior densidade de usuários, equipamentos e iluminação, que tende, a sobreaquecer os ambientes (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Uma das maneiras de se alcançar edifícios mais eficientes, com o maior nível de conforto e menor consumo de energia possível, ocorre através da inserção de conceitos de eficiência energética durante as etapas iniciais do processo de projeto, portanto, uma importante ferramenta que pode auxiliar o projetista nesta fase é a simulação computacional.

O desempenho energético das edificações está diretamente ligado ao comportamento do perfil de consumo de energia e seus sistemas (iluminação, climatização e equipamentos) durante um período de tempo (dias, meses ou anos) (GONÇALVES e BODE, 2015).

Ainda, existem diversos instrumentos e diretrizes a serem seguidos que balizam a busca por edificações eficientes. Dentre eles, se destaca o Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), ou ainda mais recente, a INI-C (Instrução Normativa do Inmetro).

Através da Portaria n.º 372, de 17 de setembro de 2010, foi instituído o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas - RTQ-C, com o objetivo de estabelecer requisitos mínimos de desempenho e determinando as metodologias a serem adotadas para a etiquetagem de edificações quanto à sua eficiência.

Em 2017, após desenvolvimento de diversos estudos e identificação de possíveis melhorias no método RTQ-C, é então lançada a proposta de novo método de avaliação energética de edificações comerciais, a INI-C, para substituição do antigo. Dentre as mudanças, se destaca a melhoria do indicador de desempenho, visando auxiliar o consumidor na tomada de decisão quando escolher o seu imóvel (CENTRO..., 2017).

Esse novo método indica o consumo estimado dos equipamentos que serão utilizados na edificação, além de permitir identificar a classificação

energética de um edifício, utilizando um indicador de consumo de energia primária, que é expresso por uma letra, em uma escala que varia de “A” (maior eficiência) até “E” (menor eficiência). A avaliação pode ser tanto pelo método simplificado, quanto o de simulação. Na última opção, se utilizam ferramentas de simulação computacional como o *software EnergyPlus*, através de configuração de parâmetros da edificação.

Este resumo apresenta parte da metodologia aplicada na dissertação de mestrado que está sendo desenvolvida pela autora. Neste sentido, essa pesquisa tem por objetivo geral identificar a classe de Eficiência Energética de uma edificação comercial, segundo a INI-C.

## 2. METODOLOGIA

O método utilizado nesta pesquisa será através do estudo de caso de uma edificação comercial de uso de escritórios, situado no Grupo Climático 5 (GCL5), conforme a INI-C. Será utilizada a simulação computacional como ferramenta auxiliar, através do *software EnergyPlus*.

Conforme recomendação da INI-C, a edificação será avaliada sob duas condições: condição real, com às características reais da edificação, e através de um modelo na condição de referência, com características que equivalem a classe D de eficiência energética. Ambas serão modeladas no *software Sketchup Make 15* com *plugin Euclid* e a simulação computacional foi realizada no *software EnergyPlus* versão 8.7.0. Na Figura 01 pode-se observar o modelo tridimensional do caso real (a) e do caso referência (b), modelados e configurados, conforme recomendações da INI-C. Os modelos serão configurados para a cidade de Pelotas, RS.

Figura 01 – Modelo tridimensional do caso real (a) e caso referência (b)



Fonte: Autores (2020).

A partir das simulações, será obtido através dos dados de saída do *EnergyPlus*, os valores do consumo final por uso dos sistemas individuais em energia elétrica. Esses resultados serão utilizados para calcular o consumo de energia primária (CEP) da condição real ( $CEP_{REAL}$ ) e condição de referência ( $CEP_{REF}$ ), que são determinados a partir das equações (i) e (ii) onde ( $CTE_E$ ) se refere ao consumo total de energia elétrica. Para o fator de conversão ( $fcE$ ), foi utilizado o valor de 1,6.

Tabela 01 – Equações para determinação da classe de eficiência energética

i)	$CEP_{REAL} \text{ OU } CEP_{REF} = (CTE_E \cdot fcE)$	iv)	$FF = A_{env}/V_{tot}$
ii)	$CTE_E = CIL + CCA_E + CEQ$	v)	$i = (CEP_{REF} \cdot CRCEP_{D-A})/3$
iii)	$PRCEP_{REAL-D} = 1 - (CEP/CEP_{REF}) * 100$		

Fonte: Adaptado (CENTRO..., 2017).

Para obtenção do consumo total de energia elétrica ( $CTE_E$ ), tanto para o caso real, quanto o caso referência, serão necessários os valores de (CIL)

consumo do sistema de iluminação, ( $CCA_E$ ) consumo de energia elétrica do sistema de condicionamento de ar e ( $CEQ$ ) o consumo de equipamentos/tomadas, ambos valores na unidade kWh/ano.

Em seguida será realizado o cálculo do percentual de redução do consumo de energia primária ( $PRCEP_{REAL-D}$ ) das edificações na sua condição real e de referência, por meio da equação (iii).

O valor do Fator de Forma (FF), será obtido através da equação (iv) e a identificação do coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A ( $CRCEP_{D-A}$ ), será possível através do valor recomendado da INI-C. Este valor será igual a 0,29.

Ainda, se definirá o coeficiente “i”, que define o intervalo dentro do qual a edificação proposta será classificada, conforme equação (v) e por fim, será possível realizar o preenchimento da Tabela 02, para então identificar o nível de eficiência energética da edificação em estudo.

Tabela 02 - Intervalos relativos a cada uma das classes de eficiência energética

Classe de eficiência	A	B	C	D	E
Limite superior	-	$>CEP_{REF} - 3i$	$>CEP_{REF} - 2i$	$>CEP_{REF} - i$	$>CEP_{REF}$
Limite inferior	$<CEP_{REF} - 3i$	$\leq CEP_{REF} - 2i$	$\leq CEP_{REF} - i$	$\leq CEP_{REF}$	-

Fonte: Adaptado (CENTRO..., 2017).

Esta será a última etapa, onde ocorre a comparação do consumo de energia primária da edificação ( $CEP_{REAL-D}$ ) encontrado por meio dos limites da Tabela 02, identificando a classe de eficiência da edificação em avaliação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados das simulações do modelos caso real e condição de referência, identificou-se os consumos energéticos finais por uso e então, após aplicação de todas as equações que a INI-C determina e explicadas na metodologia, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 03.

Tabela 03 – Principais resultados de simulação e aplicação de equações

ENERGIA TOTAL CONSUMIDA (kWh/ano)	EDIFÍCIO REAL	EDIFÍCIO REFERÊNCIA (Classe D)
Aquecimento	4.811,27	3.241,59
Resfriamento	13.171,54	28.964,03
Iluminação	33.216,63	67.514,17
Equipamentos	33.590,57	33.590,57
Outros	441,87	760,96
Total	85.231,88	134.071,32
APLICAÇÃO DAS EQUAÇÕES		
	$CTE_E = 84.790,01 \text{ kWh/ano}$	$CTE_E = 133.310,36 \text{ kWh/ano}$
	$CEP_{REAL} = 135.664,02 \text{ kWh/ano}$	$CEP_{REF} = 213.296,58 \text{ kWh/ano}$
$PRCEP_{REAL-D} = 36,40\%$	$FF = 0,17$	$i = 20.618,67$

Fonte: Autores (2020).

Com os valores calculados, foram obtidos os resultados da Tabela 04.

Tabela 04 - Intervalos de cada classe de eficiência energética calculado.

Classe de eficiência	A	B	C	D	E
Limite superior	-	$>151.440,57$	$>172.059,24$	$>192.677,91$	$>213.296,58$
Limite inferior	$<151.440,57$	$\leq 172.059,24$	$\leq 192.677,91$	$\leq 213.296,58$	-

Fonte: Autores (2020).



Portanto, com o valor calculado de  $CEP_{REAL}$  igual a 135.664,02 kWh/ano, o mesmo é menor que 151.440,57 kWh/ano, verifica-se que o caso base possui classe de eficiência energética A, segundo a INI-C.

#### 4. CONCLUSÕES

Este estudo possibilitou descrever o procedimento de cálculo para identificação da classe de eficiência energética de um edifício comercial de uso de escritórios, localizado no Grupo Climático 5, a partir da proposta de novo método de avaliação de edificações comerciais, denominada INI-C, através do método de simulação.

A partir das simulações computacionais, foram obtidos os consumos finais por uso dos sistemas individuais de energia elétrica, e então esses resultados foram utilizados para calcular o consumo de energia primária (CEP) da condição real e condição de referência, e por fim, possibilitando a identificação da classe A de eficiência energética do objeto em estudo.

Deste modo, o presente trabalho demonstra a importância das avaliações de eficiência energética das edificações comerciais, para o estabelecimento de estratégias eficazes que visam a redução do consumo de energia de tais edificações.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES E PROCEL EDIFICA – CB3E. **Proposta de método para a avaliação da eficiência energética com base em energia primária de edificações comerciais, de serviços e públicas.** Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://cb3e.ufsc.br>. Acesso em: 20 ago. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2019: Ano base 2018.** Brasília: EPE, 2019. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/sites/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN\\_2019\\_Completo\\_WEB.pdf](http://www.epe.gov.br/sites/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN_2019_Completo_WEB.pdf). Acesso em: 11 ago. 2020.

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

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas. Portaria n.º 372, de 17 de setembro de 2010.** Rio de Janeiro: INMETRO, 2010. Disponível em: <http://www.pbenedifica.com.br>. Acesso em: 29 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 248, de 10 de julho de 2018. Aperfeiçoamento do Regulamento Técnico da Qualidade para a Classe de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.** Brasília: Diário Oficial da União, 2018.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** 3a edição ed. 2014.