



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais  
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

## EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO DE ACORDO COM O MÉTODO DE SIMULAÇÃO DA INI-C – ESTUDO DE CASO NO MS<sup>1</sup>

**MARQUES, Grayce Moreira (1); SILVA, Arthur Santos (2)**

**(1)** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, grayce.marques@ufms.br

**(2)** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, arthur.silva@ufms.br

### RESUMO

*O atual regulamento que avalia o nível de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas no Brasil (RTQ-C), em vigor desde 2010, está passando por uma atualização metodológica na forma de uma Instrução Normativa do INMETRO (INI-C). Tendo em vista a relevância da INI-C para o contexto brasileiro e a ausência de estudos aplicando este novo regulamento, este trabalho avaliou a eficiência energética da envoltória de um edifício de serviço público no MS de acordo com a INI-C, com análise de variação de parâmetros. O método contemplou a simulação computacional para realizar a análise termoenergética, conforme os procedimentos da INI-C. Como o modelo real possui grandes áreas envidraçadas em suas fachadas, obteve-se uma etiqueta nível C para a eficiência energética da envoltória. As propostas de melhoramento da envoltória propiciaram a elevação para o nível B, especialmente devido ao uso de vidro de controle solar, o que demonstrou a viabilidade do uso da INI-C para tais análises.*

**Palavras-chave:** eficiência energética, envoltória, INI-C, simulação computacional.

### ABSTRACT

*The current regulation that evaluates the energy efficiency level of commercial, service and public buildings (RTQ-C), in force since 2010, is undergoing an update in the form of a Normative Instruction by INMETRO (INI-C). In view of the relevance of this Normative Instruction for the Brazilian context and the absence of studies applying this new regulation, this work evaluated the energy efficiency of the envelope of a public building according to INI-C, along with the variation of parameters. The method included computer simulation to perform the thermoenergetic analysis, by following the instructions of INI-C. As the building has large glass areas on its façades, a level C label was obtained for energy efficiency of the envelope. The proposals for improving the envelope enabled the level B classification, especially due to the use solar control glass, which demonstrates the feasibility of using the INI-C for such analyses.*

**Keywords:** energy efficiency, envelope, INI-C, computer simulation.

---

<sup>1</sup> MARQUES, Grayce Moreira; SILVA, Arthur Santos. Avaliação da eficiência energética da envoltória de um edifício público de acordo com método de simulação da INI-C. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos desafios que a humanidade tem enfrentado é a crescente demanda de energia, sendo que alguns dos principais fatores para o aumento dessa demanda é o desenvolvimento tecnológico e o aumento populacional dos grandes centros urbanos. Para atender a essa demanda é necessário o aumento da matriz energética, bem como ações no sentido da conservação e uso racional de energia, especialmente nas edificações (HONG et al., 2017).

De acordo com o Balanço Energético Nacional (EPE, 2019a), o consumo de energia elétrica pelos setores residencial, comercial e público correspondeu à 42,6% do consumo total em 2018. Deste total, alguns usos finais são mais representativos, como o consumo de energia com ar-condicionado e ventiladores que representam cerca de 20% do total utilizada em edificações em todo mundo (IEA, 2018). No Brasil em 2017, o consumo estimado com ar-condicionado foi de 18TWh apenas nas residências e as projeções apontam para um crescimento de aproximadamente 40% nos próximos 10 anos (EPE, 2018). Diante da necessidade mundial de minimizar o consumo de energia, a concepção de edifícios eficientes energeticamente se faz imprescindível (IEA, 2019).

No Brasil, está vigente o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) (INMETRO, 2010), publicado pela Portaria do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) Nº 372, de 17 de setembro de 2010. O RTQ-C permite a avaliação do nível de eficiência energética da edificação, sendo que, para obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação da Energia (ENCE) é necessário avaliar três sistemas parciais, sendo a envoltória, a iluminação e o ar-condicionado.

Atualmente há uma proposta de atualização do RTQ-C publicada por meio da Portaria nº 248 de 10 e julho de 2018 na forma de uma Instrução Normativa do INMETRO para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) (INMETRO, 2018). Esta proposta modifica muitos procedimentos de avaliação, níveis mínimos de desempenho de sistemas e até mesmo as particularidades dos métodos prescritivo e de simulação vigentes.

Desde que o RTQ-C entrou em vigor, pesquisas de análises do regulamento vêm sendo realizadas a fim de identificar tanto os pontos positivos quanto os pontos que precisam ser aprimorados. O estudo de Batista, Rovere e Aguiar (2010) analisou a envoltória de uma escola pelo RTQ-C e observou pontos que podem ser melhorados no regulamento. Os autores afirmaram que alguns requisitos deveriam ser exigidos para a classificação do nível A, tais como, a redução do consumo de eletricidade e da emissão de CO<sub>2</sub>, bem como o conforto relacionado ao calor que um edifício eficiente deve fornecer. Os impactos que resultam em reduções significativas do consumo de eletricidade não foram alcançados pelo RTQ-C.

Um estudo realizado por Nakamura, Maciel e Carlo (2013) avaliando a eficiência energética de um edifício naturalmente ventilado por meio do RTQ-C demonstrou limitações na avaliação com o método prescritivo, sendo necessário avaliar através de simulação. Os autores concluíram que o atual método de cálculo do RTQ-C implica em menor precisão do nível de eficiência de uma edificação naturalmente ventilada.

Em um estudo realizado por Wong e Krüger (2017) comparando os programas de etiquetagem do Brasil e da União Europeia, algumas observações foram apontadas para que o Brasil possa avançar na implementação do seu regulamento e superar os

desafios existentes. As observações implicam na necessidade de: realizar campanhas para conscientização do público; facilitar e aumentar o treinamento a fim de aumentar o número de avaliadores; garantir a aplicação do RTQ-C através de sanções em caso de descumprimento e medidas de monitoramento a avaliação pós-certificação. Este estudo pode contribuir para melhor compreensão da implementação do sistema de eficiência energética no Brasil.

Tendo em vista a ausência de publicações técnicas aplicando a INI-C em um estudo de caso no Brasil, este trabalho tem o objetivo de avaliar a eficiência energética da envoltória de um edifício de serviço público através da INI-C, e analisar o desempenho da envoltória resultante da variação de alguns parâmetros.

## 2 MÉTODO

O método utilizado para avaliação da envoltória foi a simulação computacional, sendo que, para a modelagem utilizou-se o plugin Open Studio<sup>2</sup> para o programa Sketchup<sup>3</sup>, e para a avaliação utilizou-se o programa EnergyPlus<sup>4</sup> (chamado de E+), o qual atende as exigências da INI-C.

O estudo de caso é um edifício que abriga a Secretaria de Estado de Saúde do Estado do MS e está situado na latitude 20°27'07"S e longitude 54°33'23"O, com aproximadamente 29° do norte, localizada na cidade de Campo Grande, capital do Mato Grosso do Sul. A edificação possui dois pavimentos de 1.742,04 m<sup>2</sup>, totalizando uma área construída de 3.484,07 m<sup>2</sup>. A INI-C dividiu o território brasileiro em 24 grupos climáticos, sendo que a cidade de Campo Grande pertence ao grupo climático 10. Para a simulação, utilizou-se um arquivo climático INMET, obtido no sítio eletrônico do E+.

### 2.1 Modelo real e de referência

A modelagem do edifício real resultou em 139 zonas térmicas (ver Figura 1 (a)). As propriedades térmicas dos elementos construtivos foram obtidas da NBR 15520 partes 2 (ABNT, 2008a) e 3 (ABNT, 2008b) e do Anexo V-RAC (INMETRO, 2013). Na Tabela 1 constam as propriedades térmicas dos elementos construtivos considerados no modelo real. Para realizar a avaliação parcial da envoltória foi necessário especificar os sistemas de iluminação e de condicionamento de ar para condição de referência, de acordo com os dados da Tabela A1 do anexo A e das Tabelas C1, C2 e C3 do anexo C da INI-C. Para a determinação da vazão do ar externo foi consultada a NBR 16401-3 (ABNT, 2008c).

Após finalizada a modelagem e simulação do modelo real foi realizada a modelagem de referência que consta na Figura 1 (b). O modelo de referência foi configurado para que sua carga térmica de resfriamento total anual seja igual ao limite inferior da classe D de eficiência energética da envoltória. Para tanto, foram alteradas as propriedades térmicas das paredes externas e da cobertura de acordo com a Tabela 1, também das aberturas das fachadas. As características de

---

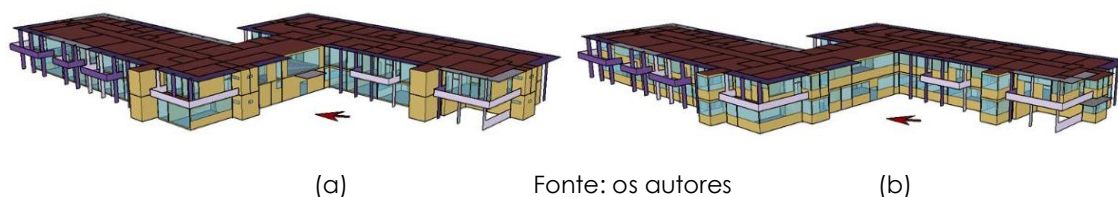
<sup>2</sup> OpenStudio é uma ferramenta de modelagem de energia de um edifício utilizando o EnergyPlus <<https://www.openstudio.net/>>.

<sup>3</sup> Sketchup é um software de desenvolvimento de projetos desenvolvido pela Trimble <<https://www.sketchup.com/pt-BR>>.

<sup>4</sup> EnergyPlus é um programa de simulação de energia de um edifício, mantido pelo Departamento de Energia dos EUA <<https://energyplus.net/>>.

iluminação, ganhos internos e de condicionamento de ar foram mantidas as mesmas para ambos os modelos, conforme a Tabela 2.

Figura 1 – Modelo real (a) e de referência (b) no plugin Open Studio



(a)

Fonte: os autores

(b)

Tabela 1 – Propriedades térmicas do modelo real e de referência

		e (m)	$\lambda$ (W/m.K)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	c (kJ/kg.K)	$\alpha$
<b>Modelo real</b>						
Parede interna/piso/laje	Concreto aparente	0,150	1,75	2400	1,00	0,7
Parede externa	Concreto aparente	0,150	1,75	2400	1,00	0,7
Cobertura	Concreto	0,150	1,75	2400	1,00	0,7
	Membrana betuminosa c/ superfície metálica	0,001	0,23	1100	1,46	0,1
Divisória/porta interna	Compensado	0,035	0,12	450	2,30	0,5
Porta interna	Madeira	0,030	0,12	450	2,30	0,5
Porta externa de ferro	Aço, ferro fundido	0,0008	55,0	7800	0,46	0,25
<b>Modelo de referência</b>						
Parede externa	Argamassa externa	0,025	1,15	1000	1,00	0,5
	Bloco cerâmico	0,013	0,90	1600	0,92	
	Câmara de ar	0,063	0,36	-	-	
	Bloco cerâmico	0,013	0,90	1600	0,92	
	Argamassa interna	0,025	1,15	2000	1,00	
Cobertura	Telha fibrocimento	0,008	0,95	1900	0,84	0,8
	Câmara de ar (>5cm)	0,25	1,19	-	-	
	Concreto	0,10	1,75	2200	1,00	

Fonte: os autores

Tabela 2 - Características dos sistemas para o modelo real e de referência

Iluminação e ganhos	DPI - densidade de potência de iluminação (W/m <sup>2</sup> )		14,1
	Ocupação (m <sup>2</sup> /pessoa)		10
	DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m <sup>2</sup> )		9,7
	Horas de ocupação (horas)		10
	Dias de ocupação (N <sub>ano</sub> )		260
Condicionamento de ar	COP - Coeficiente de performance (W/W)		2,6
	Temperatura setpoint (°C)		24
	Renovação do ar (m <sup>3</sup> /s por pessoa)		0,0038
	Potência de ventilação	Ventiladores de pressão estática (Pa)	250
Eficiência (%)		65	

Fonte: INI-C adaptado pelos autores

## 2.2 Indicadores de desempenho

A simulação gerou como dados de saída a carga térmica de resfriamento total anual da edificação real ( $C_{gT_{REAL}}$ ) e de referência ( $C_{gT_{REF}}$ ). Para se obter o nível de eficiência energética da envoltória foi necessário realizar os seguintes cálculos.

O fator de forma (FF) é o índice que representa as proporções da edificação, sendo calculada através da razão entre a área da envoltória pelo volume total da edificação, conforme a Equação (1). A partir do valor do fator de forma (FF), foi consultado o valor do coeficiente de redução da carga térmica total anual da classe D para a classe A ( $CRGg_{T_{D-A}}$ ).

$$FF = A_{env}/V_{tot} \tag{1}$$

Onde:

FF: fator de forma da edificação ( $m^2/m^3$ );

$A_{env}$ : área da envoltória ( $m^2$ );

$V_{tot}$ : volume total construído da edificação ( $m^3$ ).

Com os dados anteriores ( $Cg_{T_{TREF}}$  e  $CRGg_{T_{D-A}}$ ), foram calculados os intervalos para classificação da edificação com a Equação (2) aplicada na Tabela 3.

$$i = (Cg_{T_{TREF}} \times CRGg_{T_{D-A}}) / 3 \tag{2}$$

Tabela 3 - Faixas de carga térmica anual para a classe de eficiência energética da envoltória

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

Fonte: INI-C adaptado pelos autores

### 2.3 Variação dos parâmetros

A fim de identificar propostas de projetos que pudessem melhorar a eficiência energética da envoltória, foi realizada a combinação de valores de alguns parâmetros: absorvância solar das paredes externas, o tipo de cobertura e o tipo de vidro da fachada, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Proposta de variação dos parâmetros

Absorvância das paredes externas	0,7 (real)
	0,5
	0,2
Cobertura	concreto maciço / membrana betuminosa (real)
	telha de aço galvanizada / câmara de ar / concreto maciço / câmara de ar / forro de gesso
Vidro das fachadas	comum com película insulfilme 3mm (real) (Fator Solar de 0,716)
	controle solar Guardian Silver 32 Clear 6mm (Fator Solar de 0,423)
	controle solar Guardian Neutral 14 Green 6mm (Fator Solar de 0,243)

Fonte: os autores

Os vidros escolhidos para variação dos parâmetros são de controle solar e foram selecionados a partir de consulta do Anexo V-RAC e do catálogo do fabricante. As características de bloqueio de calor, entrada de luz e reflexão externa dos vidros Guardian Light Blue Clear e Guardian Neutral 14 Green; são 60%, 32%, 24% e 78%, 14%, 32% respectivamente (GUARDIAN GLASS).

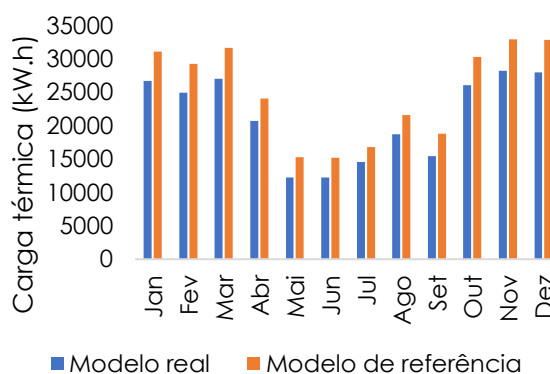
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Eficiência energética da envoltória

A Tabela 5 e a Figura 2 mostram os valores das cargas térmicas mensal e anual do modelo real ( $C_{gT_{REAL}}$ ) e de referência ( $C_{gT_{REF}}$ ). Percebe-se que a carga térmica de resfriamento do modelo de referência foi cerca de 15,0% maior do que no modelo real. Os cálculos da Equação 1 e da Equação 2 aplicados na Tabela 3 resultaram nos intervalos das classes de eficiência energética da envoltória que constam na Tabela 6.

Tabela 5 e Figura 2 - Carga térmica de resfriamento mensal e anual do modelo real e de referência

Mês	Real	Referência
	(kWh/mês)	
Jan	26.641,00	31.080,24
Fev	24.919,23	29.201,68
Mar	26.960,32	31.609,28
Abr	20.698,67	24.065,69
Mai	12.204,22	15.272,19
Jun	12.199,35	15.156,52
Jul	14.521,65	16.794,67
Ago	18.692,86	21.569,01
Set	15.438,10	18.780,02
Out	26.074,72	30.300,08
Nov	28.185,19	32.874,18
Dez	27.950,85	32.783,80
<b>(kWh/ano)</b>	<b>254.486,10</b>	<b>299.487,40</b>



Fonte: os autores

Tabela 6 – Faixas de carga térmica anual para a classe de eficiência energética da envoltória

Classe de eficiência	A	B	C	D	E
Limite superior	-	> 218.625,80	> 245.579,67	> 272.533,53	> 299.487,40
Limite inferior	< 218.625,80	≤ 245.579,67	≤ 272.533,53	≤ 299.487,40	-

Fonte: INI-C adaptado pelos autores

De acordo com a carga térmica de resfriamento anual do modelo real ( $C_{gT_{REAL}}$ ), o edifício obteve classificação C de eficiência energética da envoltória. Algumas características do modelo real podem indicar uma necessidade de maior carga para resfriamento, tais como o alto percentual de aberturas nas fachadas (variando de 19,8% na fachada Norte a 64,9% na fachada Oeste no modelo real, enquanto foi de 50% nas fachadas do modelo de referência) e a cobertura de laje impermeabilizada.

#### 3.2 Análise das variações dos parâmetros

O experimento proposto resultou em 18 modelos de combinações paramétricas, como consta na Tabela 7. Os modelos 2, 3, 8, 9, 14 e 15 foram capazes de elevar o nível de eficiência energética da envoltória de C para B. Estes modelos utilizaram de alguma forma vidros de controle solar em sua fachada, o que mostra a relevância da área de abertura da fachada no desempenho da envoltória.

A partir da análise dos resultados da carga térmica anual, observou-se que o modelo 15 obteve o melhor desempenho. Este modelo combinou a absorvância solar das

paredes externas de 0,2, a cobertura do edifício real e o vidro de controle solar Guardian Neutral 14 Green na fachada. Com isso, sua carga térmica foi 224.436,91 kWh/ano, cerca de 12% menor que no modelo real.

Apesar do modelo 15 apresentar o melhor desempenho, ele não apresenta o melhor custo/benefício. Nesse sentido, considerando a viabilidade de um *retrofit* e a elevação do nível de desempenho da envoltória da edificação, o modelo 3 apresenta o melhor custo/benefício, uma vez que seria necessário apenas a troca dos vidros da fachada de vidro comum por vidro Guardian Neutral 14 Green, mantendo a absorvância das paredes externas e a cobertura do edifício real. A carga térmica do modelo 3 foi 231.297,66 kWh/ano, cerca de 9% menor que no modelo real, e cerca de 3% maior que no modelo 15, que apresentou melhor desempenho.

Tabela 7 – Carga térmica anual dos 18 modelos

Modelo	Absortância solar da parede externa	Tipo de cobertura	Vidro das aberturas na fachada	Carga térmica anual (kWh)
1	0,7 (real)	real	comum com película (real)	254.487,42
2	0,7 (real)	real	controle solar GS 32 Clear	236.354,12
3	0,7 (real)	real	controle solar GN 14 Green	231.297,66
4	0,7 (real)	modificada	comum com película (real)	295.514,91
5	0,7 (real)	modificada	controle solar GS 32 Clear	273.793,99
6	0,7 (real)	modificada	controle solar GN 14 Green	267.293,87
7	0,5	real	comum com película (real)	251.687,20
8	0,5	real	controle solar GS 32 Clear	233.565,86
9	0,5	real	controle solar GN 14 Green	228.511,86
10	0,5	modificada	comum com película (real)	292.296,83
11	0,5	modificada	controle solar GS 32 Clear	270.574,85
12	0,5	modificada	controle solar GN 14 Green	264.008,78
13	0,2	real	comum com película (real)	247.619,75
14	0,2	real	controle solar GS 32 Clear	229.522,04
15	0,2	real	controle solar GN 14 green	<b>224.436,91</b>
16	0,2	modificada	comum com película (real)	287.608,09
17	0,2	modificada	controle solar GS 32 Clear	265.864,99
18	0,2	modificada	controle solar GN 14 Green	259.203,19

Fonte: os autores

## 4 CONCLUSÕES

Este trabalho avaliou a eficiência energética da envoltória de um edifício público de acordo com a INI-C utilizando o método da simulação, e como resultado a classificação da etiqueta para a eficiência energética da envoltória foi C. Diante disso, foi possível realizar algumas intervenções para melhorar o nível da eficiência energética da envoltória da edificação. Nesse sentido, foi realizada a avaliação de alguns modelos que resultaram da variação de alguns parâmetros importantes da envoltória.

A avaliação dos 18 modelos mostrou que a medida comum que possibilitou elevar o nível de eficiência energética da envoltória de C para B foi a substituição dos vidros da fachada de vidros comuns por vidros de controle solar. Também foi possível observar a influência das grandes áreas envidraçadas da fachada no desempenho térmico da envoltória. O modelo que apresentou melhor desempenho combina a absorvância das paredes externas de 0,2; a cobertura de concreto com membrana betuminosa reflexiva e o vidro de controle solar Guardian Neutral 14 Green na

fachada. Com isso, observou-se que a substituição da cobertura do edifício real por uma cobertura com telha e câmaras de ar não estava na melhor solução como era esperado.

O estudo em questão não contemplou uma análise de viabilidade financeira para aplicação das medidas propostas. No entanto, foi possível observar que o modelo 3 apresentou melhor custo/benefício. Apenas com a troca dos vidros da fachada de vidro comum por vidro Guardian Neutral 14 Green, mantendo a absorvância das paredes externas e a cobertura do edifício real, foi possível elevar o nível de desempenho da envoltória e C para B. Outra medida que poderia diminuir o ganho de calor da edificação é a utilização de elementos de sombreamento, como brises, ou a redução do percentual de abertura na fachada. Para tanto, são necessários novos trabalhos para avaliar estas medidas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações, Parte 2. Rio de Janeiro, 2008a.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações, Parte 3. Rio de Janeiro, 2008b.
- \_\_\_\_\_. **NBR 16401-3**: Instalação de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários, Parte 3 Qualidade do ar interior. Rio de Janeiro, 2008c.
- BATISTA, N. DO N.; ROVERE, E. L. LA; AGUIAR, J. C. R. Energy efficiency labeling of buildings: An assessment of the Brazilian case. **Energy and Buildings**, v. 43, p. 1179–1188, 2010.
- EPE EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2019**. Relatório síntese/Ano base 2018. Rio de Janeiro, 2019a. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>>. Acesso em: 27 abr. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Nota Técnica 030/2018, Uso de Ar Condicionado no Setor Residencial Brasileiro: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/nota-tecnica-epe-030-2018>>. Acesso em: 27 abr. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Previsão de carga para o Planejamento Anual da Operação Energética Ciclo 2020 (2020-2024)**. Rio de Janeiro, 2019b. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/revisoes-quadrimestrais-da-carga>>. Acesso em: 27 abr. 2020.
- GUARDIAN GLASS. **Catálogo SunGuardian Comercial**. Disponível em: <<https://guardian.assetbank-server.com/assetbank-guardian/assetfile/31042.pdf>>. Acesso em: 5 mai. 2020.
- HONG, T.; YAN, D.; D'OCA, S.; CHEN, C. FEI. Ten questions concerning occupant behavior in buildings: The big picture. **Building and Environment**, v. 114, p. 518–530, 2017.
- IEA. International Energy Agency. **Energy Efficiency Indicators 2019**, IEA, Paris. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-indicators-2019>>. Acesso em: 1 mai. 2020.
- \_\_\_\_\_. **The Future of Cooling: Opportunities for Energy-Efficient Air Conditioning**, IEA, Paris, 2018. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/the-future-of-cooling>>.
- INMETRO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **INI-C - Instrução Normativa para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas**, Portaria Nº 248, de 10 de julho de 2018. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002520.pdf>>



\_\_\_\_\_. **RAC - Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética das Edificações.**

Portaria Nº 50, de 01 de fevereiro de 2013. Brasília, DF. Disponível em:

<[http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/RTAC001961\\_2.pdf](http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/RTAC001961_2.pdf)>

\_\_\_\_\_. **RTQ-C - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas.** Portaria Nº 372, de 17 de setembro de 2010. Brasília, DF.

Disponível em:

<[http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/RTAC001961\\_2.pdf](http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/RTAC001961_2.pdf)>

\_\_\_\_\_. **RTQ-R - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética Edificações Residenciais.** Portaria Nº 18, de 16 de janeiro de 2012. Brasília, DF. Disponível em:

<<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/download/RTQR.pdf>>

NAKAMURA, N. K.; MACIEL, L. F.; CARLO, J. C. Impactos de medidas de conservação de energia propostas no PBE Edifica para o nível de eficiência energética de envoltórias de um edifício naturalmente condicionado. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 4, p. 105–119, 2013.

WONG, I. L.; KRÜGER, E. Comparing energy efficiency labelling systems in the EU and Brazil: Implications, challenges, barriers and opportunities. **Energy Policy**, v. 109, p. 310–323, 2017.