

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ESCOLA MUNICIPAL DOM HÉLDER CÂMARA NO CRITÉRIO DE CONDICIONAMENTO DE AR

JUCYARA SIMPLICIO DOS SANTOS¹, DOMINGOS ROBSON SILVA COSTA² e JOSÉ DE OLIVEIRA BRITO NETO³

¹B.ela. em Engenharia Elétrica, UESPI, Teresina-PI, jucyarasimplicio@gmail.com;

²Msc. em Engenharia Elétrica, Prof. Assistente, FACIMP, Imperatriz-MA, domingos.costa@facimp.edu.br;

³Msc. em Engenharia Elétrica, Prof. Efetivo, UESPI, Teresina-PI, jbritoneto@ctu.uespi.br.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: Este trabalho objetivou avaliar a eficiência energética predial da escola municipal Dom Helder Câmara, localizada na cidade de Teresina-PI, no âmbito de refrigeração. Na metodologia foi utilizada o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) seguindo os critérios do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) visando mensurar numericamente a eficiência energética do sistema de condicionamento de ar da escola em estudo. Os resultados demonstraram que a escola apresenta um sistema de refrigeração abaixo dos níveis desejados.

PALAVRAS-CHAVE: Refrigeração, conservação de energia, desenvolvimento sustentável.

EVALUATION OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE MUNICIPAL SCHOOL DOM HÉLDER CÂMARA IN THE AIR CONDITIONING CRITERIA

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the energy efficiency of municipal school Dom Helder Câmara, located in the city of Teresina-PI, in the refrigeration field. In the methodology, the Technical Regulation of the Quality of Energy Efficiency Level of Commercial, Services and Public Buildings (RTQ-C) was used, following the criteria of the National Electric Energy Conservation Program (PROCEL), aiming to numerically measure the energy efficiency of the conditioning of the school under study. The results showed that the school has a cooling system below the desired levels.

KEYWORDS: Refrigeration, energy conservation, sustainable development.

INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) foi elaborado pelo governo federal em 1985, com o propósito de orientar o consumidor informando quais os equipamentos apresentam níveis de eficiência energética adequados de acordo com sua categoria, refletindo assim na economia da conta de energia elétrica (PROCEL, 2018). Entretanto, com o objetivo de oferecer condições para o uso eficiente da energia elétrica em edificações foi elaborado o programa PROCEL Edifica, responsável pela publicação de regulamentos, aspirando avaliar a eficiência energética em edificações comerciais, públicas e residenciais, juntando o melhor uso de recursos energéticos naturais e ao conforto ambiental (Rezende, 2014).

As edificações escolares municipais que apresentam dificuldades referentes à eficiência energética implicam diretamente nas condições de aprendizagem dos alunos, no qual os principais problemas são ventilação insuficiente ou em excesso, existência de ruídos e temperatura ineficaz (Bortolli & Caldera, 2014).

Considerando-se a importância da eficiência energética para o desenvolvimento sustentável, fez-se necessário avaliar o sistema de condicionamento de ar dos ambientes da escola municipal Dom

Hélder Câmara, localizada na cidade de Teresina, de acordo o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) com o objetivo de melhorar o aproveitamento dos seus dispositivos e economia na conta de energia elétrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

A etiquetagem em edificações é classificada de acordo com os setores comerciais, residenciais, de serviços e públicos. A etiqueta é dada na fase de projeto e após a construção do edifício. A metodologia para a classificação do nível de eficiência energética em edificações foi elaborada em 2009, pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) (PROCEL, 2014).

Neste trabalho, a ordenação principal é o regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos, apresentando os requisitos de desempenho quanto à eficácia da energia para os tipos de edificações.

Os ambientes estudados na escola Municipal Dom Hélder Câmara foram 23 salas de aulas, uma sala dos professores, uma biblioteca, uma sala de instrumentos, um laboratório de informática, uma secretaria e uma diretoria.

Conforme a metodologia do INMETRO as classificações da eficácia energética da edificação são avaliadas a partir de pesos, isto é, equivalentes numéricos, que concedidos para cada requisito é obtida uma classificação que varia de A a E, ou seja, de mais eficaz a para menos eficaz. (PROCEL, 2010). A classificação do sistema de condicionamento de ar permite classificações parciais. Isto significa que se pode certificar somente uma sala, um conjunto de salas, um piso ou parte de um edifício (PROCEL, 2016).

Em relação ao sistema de condicionamento de ar da escola foram feitos levantamentos de acordo com o tipo de aparelho em cada ambiente. Existem dois tipos de sistema de condicionamento de ar, os não regulamentados pelo INMETRO e que os que já possuem sua classificação, através da etiqueta. No entanto, para descobrir a classificação do sistema, é necessário seguir os requisitos apresentadas no RTQ-C e as tabelas do INMETRO (PROCEL, 2010).

Na tabela 1 são apresentados os ambientes que possuem ares condicionados e a quantidade de troca de calor realizada pelo aparelho no intervalo de uma hora, BTU/h, referente a cada recinto.

Tabela 1. Ambientes com ares condicionados da escola

Ambiente	BTU/h
Salas de aula 1 e 2	13.000
Salas de aula 3 a 23	30.000
Sala dos professores	7.500 e 13.000
Biblioteca	24.000
Laboratório de informática	24.000
Secretaria	24.000
Sala de instrumentos	13.000
Diretoria	13.000

A etapa inicial para determinar a eficiência dos sistemas dos condicionadores de ar consistiu em consultar a tabela do INMETRO, tabela de eficiência energética de condicionadores de ar do ano de 2018, onde especifica a eficiência energética de cada unidade (INMETRO, 2018). Caso o modelo consultado não esteja presente na tabela estabelecida o nível de eficiência da unidade não classificada pelo INMETRO é definido como E (PROCEL, 2010).

A escola possui condicionadores de ar classificados pelo INMETRO das marcas *Springer*, *Gree* e *Consul*. A biblioteca, a secretaria, a sala de instrumentos e diretoria fazem parte dos ambientes que possuem condicionadores de ar com nível de classificação A. Porém, os ares condicionados das salas de aula possuem classificações A e E. Um dos condicionadores de ar da sala dos professores possui nível de eficiência energética A. Já a unidade da marca *Consul*, localizada na sala dos professores, possui nível E, pois a mesma não está presente na tabela definida pelo INMETRO.

A classificação final da sala dos professores será calculada de modo distinto, de acordo com o RTQ-C, por possuir uma zona com dois ares condicionados. Diante disso, a eficiência de cada unidade será ponderada pela potência (PROCEL, 2016).

De acordo com o pré-requisito do sistema, condicionadores de ar do tipo janela ou unidades condensadoras do tipo *split* devem estar permanentemente sombreados. A escola municipal Dom Hélder Câmara apresenta as unidades condensadoras não sombreadas, ou seja, as classificações dos aparelhos mudam de acordo com a tabela 2 (PROCEL, 2010).

Tabela 2. Alteração da classificação dos aparelhos devido o não cumprimento do pré-requisito

Ambiente	BTU/h	Marca	Modelo	Classificação
Salas de aula 1 e 2	13.000	Gree	GWC12MB – D1NNA3C – I/O	B
Salas de aula 3 a 23	30.000	Springer	38XCB030515MS	E
Sala dos professores	7.500 e 13.000	Consul e Springer	CCX07 e GWC12MB – D1NNA3C – I/O	C
Biblioteca	24.000	Gree	GWC24MD – D1NNA3C – I/O	B
Laboratório de informática	24.000	Gree	GWC24MD – D1NNA3C – I/O	B
Secretaria	24.000	Gree	GWC24MD – D1NNA3C – I/O	B
Sala de instrumentos	13.000	Gree	GWC12MB – D1NNA3C – I/O	B
Diretoria	13.000	Gree	GWC12MB – D1NNA3C – I/O	B

De acordo com a área de cada ambiente da instituição escolar, e os níveis de classificação dos ambientes, a tabela 3 mostra os resultados da classificação final dos recintos.

Tabela 3. Área dos ambientes e eficiência energética das unidades

Ambiente	Área (m²)	Eficiência da unidade	Equivalente numérico
Salas de aula 1 e 2	11,39	B	4
Salas de aula 3 e 4	23,26	E	1
Salas de aula 5 a 23	49,35	E	1
Sala dos professores	28,50	C	3
Biblioteca	47,95	B	4
Laboratório de informática	49,35	B	4
Secretaria	24,15	B	4
Sala de instrumentos	24,15	B	4
Diretoria	11,90	B	4

O cálculo da classificação geral é feito com a ponderação das eficiências de cada ambiente por área. Primeiramente, somam-se as áreas dos ambientes onde possui sistema de condicionamento de ar. Em seguida, a tabela 4 mostra a divisão da área de cada ambiente pela área total, obtemos o coeficiente de ponderação de cada ambiente. O coeficiente de ponderação de cada ambiente é multiplicado pelo equivalente numérico de eficiência (PROCEL, 2010).

Tabela 4. Coeficiente de ponderação total

Ambiente	Equivalente numérico	Coeficiente de ponderação	Resultado ponderado
Salas de aula 1 e 2	4	0,0095	0,0380
Salas de aula 3 e 4	1	0,0195	0,0195
Salas de aula 5 a 23	1	0,0414	0,0414
Sala dos professores	3	0,0240	0,0720
Biblioteca	4	0,0402	0,1608
Laboratório de informática	4	0,0414	0,1656
Secretaria	4	0,0202	0,0808
Sala de instrumentos	4	0,0202	0,0808
Diretoria	4	0,0100	0,0400
TOTAL			1,4636

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi possível calcular ambientes que tiveram aparelhos com eficiências distintas, onde as potências das máquinas foram somadas para se obter posteriormente o equivalente em BTU/h total do local avaliado e logo após determinar o coeficiente de ponderação que determina o coeficiente numérico dos ares condicionados por ambiente. Após se obter o equivalente numérico para cada ambiente, aplicou-se a ponderação de cada ambiente por área, com a finalidade de encontrar a classificação geral.

Os equipamentos de condicionamento de ar da escola não tiveram a mesma eficiência, alguns apresentaram eficiência B como no caso da diretoria, biblioteca, laboratório de informática, secretaria e sala de instrumentos. As salas de aula de números 1 e 2 obtiveram o nível B, as salas de aula 3 a 23 possuem o nível E, devido o modelo do ar condicionado não constar na tabela do INMETRO, e a sala dos professores ficou com nível C.

As potências dos ares condicionados são de uma escala de 7.500 a 30.000BTU/h, nas marcas Consul, *Gree* e *Springer*. No entanto, as classificações de eficiência energética de fábrica não permaneceram devido as condensadoras de ar dos ambientes não estarem localizadas em locais sombreados no decorrer do dia, sofrendo diminuição de eficiência nos padrões de fábrica dos equipamentos classificado como nível A pelo INMETRO.

De acordo com tabela 5 o nível de eficiência geral do sistema de condicionamento de ar da escola Dom Hélder Câmara é E, pois o resultado ponderado é igual a 1,4636.

Tabela 5. Classificação geral (INMETRO, 2010)

Pontuação	Classificação Final
≥4,5 a 5	A
≥3,5 a <4,5	B
≥2,5 a <3,5	C
≥1,5 a <2,5	D
<1,5	E

CONCLUSÃO

Os ambientes estudados na escola municipal Dom Hélder Câmara apresentaram um sistema de refrigeração muito deficiente. Tendo como resultado a eficiência energética nível E com equivalente numérico 1,4636.

Com isso, conclui-se a importância da avaliação dos padrões dos equipamentos de condicionamento de ar, através dos critérios do RTQ-C, para obtenção da economia com a energia elétrica.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas de pesquisa e familiares.

REFERÊNCIAS

- Bortolli, Luana Cristina de; Caldera, Norma do Nascimento Batista. Avaliação qualitativa do conforto térmico e da eficiência energética em edificação escolar de São Miguel do Oeste, SC: estudo de caso. Unoesc & Ciência ACET, Joaçaba, p. 35 – 42. Edição Especial 2014.
- INMETRO. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, Rio de Janeiro, 2010.
- INMETRO. Tabelas de consumo/eficiência energética. 2018. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/>. Acesso: 17 de Junho de 2019.
- PROCEL. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. v. 2. Rio de Janeiro, RJ, 2010.
- PROCEL. Etiquetagem em edificações. 2014. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/>. Acesso: 16 de Junho de 2019.
- PROCEL. Manual para aplicação dos regulamentos do RTQ–C. v. 4. Rio de Janeiro, RJ, 2016.
- PROCEL. Resultados Procel. 2018. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2018/>. Acesso em: 16 de junho de 2019.
- Rezende, Cláudia Sampaio. Avaliação da eficiência energética em edificações residenciais: estudo de caso aplicado a uma edificação multifamiliar. Areia: UNB, 2014. 116f. Monografia (Graduação).