

DENSIDADE DE POTÊNCIA INSTALADA LIMITE DO RTQ-C: ANÁLISE DE AMBIENTES COM CLASSIFICAÇÃO D E E¹

PEIXOTO, L. B., Universidade Federal de Minas Gerais, email: luizabarro@gmail.com; VELOSO, A. C. O., Universidade Federal de Minas Gerais, email: acoveloso@gmail.com; SOUZA, R. V. G., Universidade Federal de Minas Gerais, email: robertavgs2@gmail.com

ABSTRACT

The energy conscious consumption is a recurrent subject in many sectors and countries. The concern about buildings energy efficiency in Brazil became a reality with RTQ-C (Regulamento Técnico da Qualidade do nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos). The artificial lighting system corresponds to 30% of the maximum score in this method. With the application of this method it was verified that activities in small areas get low ratings, D and E. This work has the main objective to search in the sample of buildings with same laboratory consultancy to get the PBE Edifica Tag which are the activities with low ratings, D and E and if the LPD limits are adequate with its realities. The study showed that bathrooms were the most problematic activity with 85,8% of the sample with low rating, E. It was verified, compared to ASHARE 90.1 that the limits on RTQ-C are very restrictive for some activities given the reality of used technologies. Therefore, the limits should be reviewed based on the areas and lighting system most commons at the buildings.

Keywords: Artificial lighting. RTQ-c. LPD limit.

1 INTRODUÇÃO

O consumo consciente de energia é assunto recorrente em diversos setores e países. No Brasil, as edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas correspondem a 42,5% do consumo de energia elétrica (BEN2017) e demonstram grande potencial de economia de energia. A preocupação com a eficiência energética das edificações no país se materializou em proposta com a implantação do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos - RTQ-C (BRASIL, 2010), através da Portaria INMETRO n.º 53, de 27 de fevereiro de 2009. Para que os edifícios sejam avaliados e certificados, são necessárias informações da sua envoltória, sistema de ar condicionado e sistema de iluminação artificial.

O sistema de iluminação artificial representa 30% da pontuação total a ser atingida e para atingir a pontuação máxima, deve possuir um projeto eficiente. A avaliação da iluminação pelo RTQ-C possui dois métodos de análise: o das áreas e o das atividades. O método das áreas deve ser utilizado para edifícios com até três atividades principais, ou que tenham atividades que ocupem mais de 30% da área do edifício. No método das atividades, os ambientes recebem notas individuais em relação ao sistema de iluminação e, por último, o sistema ganha nota final correspondente ao edifício. As

¹ PEIXOTO, L. B., VELOSO, A. C. O., SOUZA, R. V. G. Densidade de Potência Instalada Limite do RTQ-C: Análise de Ambientes com classificação D e E. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

classificações são dadas a partir da comparação entre a densidade de potência instalada (DPI) no ambiente, com a DPI limite estabelecido pelo RTQ-C para atividade correspondente àquele ambiente. Este DPI limite foi proposto partir de uma análise complexa, feita através de simulações em diferentes ambientes, dotados de diferentes sistemas de iluminação e dimensões (LABEEE, 2013).

Segundo o estudo realizado por Leite (2013), que buscou avaliar os sistemas de iluminação artificial dentro de processos de etiquetagem, incluindo o RTQ-C, os edifícios analisados possuíam ambientes potenciais e críticos em relação à classificação final do sistema. Os ambientes da amostra, composta por 8 edificações, foram listados em quatro grupos. O último deles se referia às atividades críticas, aquelas que possuíam baixa eficiência segundo os processos de etiquetagem. No estudo feito esses ambientes foram os banheiros e circulação.

A eficiência de cada ambiente se refere ao sistema de iluminação artificial instalado. As tecnologias disponíveis se modificam constantemente e são incorporadas ou não pelo mercado de acordo com flexibilidade de uso, custo e durabilidade, além das questões de toxicidade da produção. Hoje os LEDs - diodos emissores de luz - são a aposta do futuro por possuir eficiência muito elevada em comparação com outras tecnologias (GARCIA, 2015).

Por não existir quantidade significativa de trabalhos referentes aos limites de DPI propostos pelo RTQ-C, julga-se necessário a melhor análise dos ambientes com recorrência de baixas classificações bem como dos próprios limites do regulamento. Diante do exposto, o presente estudo buscou investigar dentro da amostra de edificações que tiveram consultoria para obtenção da Etiqueta PBE Edifica feitas por um laboratório no Brasil, quais ambientes receberam as menores classificações, ou seja, D e E, e se os valores limites de DPI propostos condizem com a realidade desses ambientes.

2 METODOLOGIA

O estudo foi feito com base em uma amostra de 23 edificações que receberam a consultoria de mesmo laboratório no país. Dessas, 17 receberam a etiqueta PBE Edifica pelo método prescritivo e 6 apresentam análises completas dos seus sistemas mas não finalizaram o processo e assim, não receberam a etiqueta. No Brasil, até janeiro de 2018, 152 edificações receberam a etiqueta PBE Edifica, sendo a amostra deste trabalho composta por 11% desse total.

A partir da amostra selecionada a primeira etapa foi levantar, em todas as edificações, os tipos de ambientes que receberam as menores classificações, ou seja, D e E. Em cada edificação verificou-se as atividades que apresentavam baixas classificações. Os ambientes que apareceram com maior frequência foram selecionados para análise posterior.

A segunda etapa consistiu na análise das áreas dos ambientes. Levantou-se a área iluminada total de cada edifício e a área de cada ambiente das tipologias selecionadas na primeira etapa, verificando qual o percentual de área ocupada por esses ambientes. Em seguida foram calculadas a significância das áreas desses ambientes, identificando qual a faixa de predominância desses valores. As classificações dos sistemas de iluminação de cada um dos edifícios da amostra também foram identificadas.

A terceira etapa foi a análise de DPI. Os tipos de ambientes de todas as edificações foram separados por classificação e foi levantada a quantidade de cada tipo de ambiente, a área total por classificação e a maior DPI encontrada na menor classificação, ou seja, E. Além disso, foram calculadas as frequências das DPIs desses ambientes, identificando qual a faixa de predominância desses valores. Para análise posterior utilizou-se, para uma comparação, os limites propostos pela ASHRAE 90.1 para os mesmos ambientes.

Por fim, foram analisadas as lâmpadas utilizadas nos projetos de iluminação do ambiente mais problemático, nas edificações onde foram disponibilizados esses dados.

3 RESULTADOS

Na primeira etapa foram encontrados os ambientes com maior frequência de menores classificações, ou seja, D e E. Dentro da amostra do estudo esses ambientes foram: banheiros, casas de máquinas, circulação, depósitos, escadas e salas de espera e convivência se caracterizando, com exceção deste último, como ambientes de permanência transitória.

Dentro da análise de iluminação feita, encontrou-se o percentual de área que esses ambientes ocupam na edificação. Além disso, foram listadas as classificações gerais dos sistemas de iluminação de cada uma das edificações da amostra. A tabela 1 mostra a síntese dessa análise.

Tabela 1 – Área dos ambientes nas edificações

	Área Iluminada (m ²)	Classificação Final Iluminação	% da Área Iluminada					
			BA	CM	CI	DP	ES	SE
P01	1.208,70	B*	3,91%	11,94%	10,91%	64,62%	-	-
P02	9.592,62	A	2,23%	3,43%	7,62%	1,10%	3,01%	0,14%

P03	6.694,99	B*	3,23%	0,80%	20,31%	3,61%	3,86%	6,03%
P04	6.821,66	A*	2,82%	4,35%	21,30%	1,24%	3,09%	5,71%
P05	7.168,28	A	2,69%	4,47%	24,21%	1,68%	2,85%	4,64%
P06	7.656,61	A*	2,52%	5,22%	26,28%	1,65%	2,75%	5,13%
P07	7.220,17	A*	2,67%	4,47%	24,84%	1,69%	2,92%	5,56%
P08	6.990,99	A*	2,76%	3,51%	21,82%	2,46%	2,99%	5,74%
P09	564,68	A	6,78%	39,84%	16,86%	22,62%	2,96%	7,82%
P10	7.195,60	A	3,23%	1,83%	3,32%	0,25%	2,84%	0,75%
P11	8.425,71	B	2,45%	-	15,24%	6,92%	1,68%	2,56%
P12	14.505,18	A	1,80%	4,12%	4,33%	1,75%	3,65%	3,66%
P13	12.519,72	B	3,25%	1,11%	8,41%	1,97%	2,79%	3,38%
P14	36.668,28	A	3,29%	7,25%	16,55%	1,04%	-	0,06%
P15	4.799,13	C	1,48%	1,35%	8,07%	-	3,11%	-
P16	1.339,52	A	3,30%	1,29%	26,23%	0,95%	10,62%	-
P17	12.492,38	D	0,54%	8,57%	12,67%	0,59%	3,41%	2,15%
P18	4.240,03	B	4,90%	1,52%	12,97%	0,52%	1,85%	-
P19	815,9	A	5,27%	-	7,92%	59,61%	-	3,66%
P20	62,86	B	55,89%	-	2,66%	25,01%	-	-
P21	4.846,01	A	5,47%	2,70%	19,42%	7,21%	2,89%	3,94%
P22	293,25	A	-	-	-	100%	-	-
P23	19.751,63	A	0,93%	0,99%	9,35%	0,56%	2,42%	-

***Edificações não etiquetadas**

LEGENDA: BA (Banheiros); CM (Casa de Máquinas); CI (Circulação); DP (Depósitos); ES (Escadas); SE (Sala de Espera e Convivência)

Fonte: As autoras

Tem-se que 65,2% das edificações apresentam sistemas de iluminação com classificação A, 26,1% com classificação B, 4,4% com classificação C e 4,4% com classificação D. Isso demonstra que a maioria dos ambientes das edificações possuem, no geral, classificações elevadas, ou seja, A. Já os ambientes analisados ocupam, em geral, pequena parcela da área total iluminada e, por isso, interferem pouco na classificação final da edificação.

Para melhor entendimento da geometria dos ambientes com menores classificações, foi feito um histograma com as frequências das áreas dos ambientes por intervalos de 5 m². A tabela 2 resume os números encontrados. Percebe-se que a maioria desses ambientes apresenta pequenas áreas, com exceção de ambientes como sala de espera, convivência.

Tabela 2 – Faixa predominante de área do ambiente

AMBIENTE	FAIXA PREDOMINANTE	%
Banheiros	0 - 5 m ²	46,95
Casa de Máquinas	0 - 5 m ²	67,61
Circulação	0 - 5 m ²	56,17
Depósitos	0 - 5 m ²	59,04
Escadas	10 - 15 m ²	56,41
Sala de espera, convivência	55 - 65 m ²	51,22

Fonte: As autoras

O terceiro passo foi a análise das DPls dos ambientes. A tabela 3 contém as informações obtidas a partir da análise das planilhas. Nela também mostra a quantidade de ambientes por tipo encontrados em todas as edificações, separados pelas classificações. Além disso, foi quantificada a área que esses ambientes representam no total da amostra e também foram encontradas as maiores e menores DPls na classificação E. Nos ambientes que correspondem aos banheiros, apenas 20 conseguiram a classificação A, enquanto 594 obtiveram classificação E, se tornando o ambiente mais problemático dos analisados.

As maiores e menores DPls encontradas se referem somente à classificação E. O intervalo entre esses dois valores mostrou grande variação em todos os ambientes selecionados. Isso demonstra que existem sistemas superdimensionados, representados pelas maiores DPls e existem números pouco maiores e mais frequentes do que o limite proposto pelo RTQ-C. As menores DPls se aproximam do limite mínimo para a classificação E e as maiores têm grande variação.

Tabela 3 – DPI dos ambientes nas classificações

	BANHEIROS							DEPÓSITOS					
	AMBIENTES	ÁREA (m ²)	DPI RTQ (W/m ²)	MENOR DPI (W/m ²)	MAIOR DPI (W/m ²)	DPI ASHRAE (W/m ²)		AMBIENTES	ÁREA (m ²)	DPI RTQ (W/m ²)	MENOR DPI (W/m ²)	MAIOR DPI (W/m ²)	DPI ASHRAE (W/m ²)
A	20	155,13	5			10	A	71	2299,62	5			9
B	4	19,8	6				B	23	594,03	6			
C	40	437,12	7				C	41	959,62	7			
D	34	291,75	8				D	19	307,49	8			
E	594	3831,7	> 8	8,02	40,05		E	77	566,84	> 8	8,09	30,77	
TOTAL	692	4735,56				TOTAL	231	4727,60					
	CASA DE MÁQUINAS							ESCADAS					
	AMBIENTES	ÁREA (m ²)	DPI RTQ (W/m ²)	MENOR DPI (W/m ²)	MAIOR DPI (W/m ²)	DPI ASHRAE (W/m ²)		AMBIENTES	ÁREA (m ²)	DPI RTQ (W/m ²)	MENOR DPI (W/m ²)	MAIOR DPI (W/m ²)	DPI ASHRAE (W/m ²)
A	208	4436,36	6			16	A	137	2486,34	7,4			6
B	92	1227,51	7,2				B	24	513,01	8,88			
C	52	843,9	8,4				C	25	370,86	10,36			
D	60	512,31	9,6				D	29	368,05	11,84			
E	71	413,72	> 9,6	6,85	89,82		E	40	532,34	> 11,84	14,41	41,42	
TOTAL	483	7433,80				TOTAL	255	4270,60					
	CIRCULAÇÃO							SALA DE ESPERA, CONVIVÊNCIA					
	AMBIENTES	ÁREA (m ²)	DPI RTQ (W/m ²)	MENOR DPI (W/m ²)	MAIOR DPI (W/m ²)	DPI ASHRAE (W/m ²)		AMBIENTES	ÁREA (m ²)	DPI RTQ (W/m ²)	MENOR DPI (W/m ²)	MAIOR DPI (W/m ²)	DPI ASHRAE (W/m ²)
A	263	7689,75	7,1			5	A	11	350,71	6			13
B	88	2930,39	8,52				B	2	145,75	7,2			
C	125	7337,15	9,94				C	8	612,04	8,4			
D	54	3893,5	11,4				D	6	19,82	9,6			
E	162	2352,85	> 11,4	11,4	91,79		E	41	2785,67	> 9,6	9,91	47,63	
TOTAL	692	24203,64				TOTAL	68	4091,99					

Fonte: As autoras

Para identificar a faixa predominante das DPIs encontradas na Tabela 3, foram feitos histogramas e os resultados encontram-se na Tabela 4. Além disso, para comparação, foram colocados os limites propostos pelo RTQ-C e pela ASHRAE 90.1, no qual o RTQ-C se baseou (LABEE, 2013).

Tabela 4 – Frequência predominante: DPI

AMBIENTE	FAIXA PREDOMINANTE	LIMITE RTQ-C (class. A)	LIMITE ASHRAE 90.1
Banheiros	10 - 15 W/m ²	5 W/m ²	10 W/m ²
Casa de Máquinas	10 - 15 W/m ²	6 W/m ²	16 W/m ²
Circulação	10 - 15 W/m ²	7,1 W/m ²	5 W/m ²
Depósitos	10 - 15 W/m ²	5 W/m ²	9 W/m ²
Escadas	15 - 20 W/m ²	7,4 W/m ²	6 W/m ²
Sala de espera, convivência	10 - 15 W/m ²	6 W/m ²	13 w/m ²

Fonte: As autoras

A maioria dos ambientes possui, em geral, o dobro de DPI permitida pelo RTQ-C. Esses limites, em comparação com os da norma ASHRAE 90.1, possuem diferenças em todos os casos, sendo mais ou menos permissiva. No caso dos banheiros, ambiente mais problemático dos analisados, o RTQ-C propõe limite de DPI bem menor que o da ASHRAE 90.1, sendo $5\text{W}/\text{m}^2$ e $10\text{W}/\text{m}^2$, respectivamente.

Os banheiros foram os ambientes mais problemáticos segundo a análise feita. A partir dessa informação, foram analisados os sistemas de iluminação encontrados nesses ambientes, de forma qualitativa. Dentre as 23 edificações da amostra, 17 apresentaram dados suficientes para essa análise. A tabela 5 resume os números encontrados.

Tabela 5 – Tipo de lâmpadas utilizadas

Lâmpada utilizada	
Incandescente	4,80%
Fluorescente Tubular	63,70%
Fluorescente Compacta	6,30%
Fluorescente Tubular + LED	12,60%
Fluorescente Tubular + Dicroica	0,40%
LED	12,20%
17 edificações analisadas	

Fonte: As autoras

Segundo a tabela nota-se que a tecnologia mais utilizada na amostra foi a de lâmpadas fluorescentes tubulares, correspondendo a 63,7% do total dos sistemas. Em segundo lugar aparecem os sistemas combinados de lâmpadas fluorescentes e LED e, em terceiro lugar o LED, apenas.

4 CONCLUSÕES

A certificação de eficiência energética das edificações no Brasil pelo RTQ-C é recente e é passível de revisões e aplicações para constante melhoria do método apresentado. Os resultados obtidos mostram que as potências instaladas são, em geral, maiores que os limites propostos para alguns ambientes e que alguns desses limites podem não estar adequados devido à frequência do problema apresentado.

A partir dos números encontrados é possível notar que os ambientes com as menores classificações, em geral, possuem áreas menores e que os ambientes com maiores dimensões se adequam melhor aos limites propostos. Essa situação indica que o problema relativo à baixa classificação pode estar relacionado com a DPI limite proposta pelo RTQ-C, que dificulta a execução de projetos eficientes em pequenas áreas, como no caso dos banheiros. Tal dificuldade pode se relacionar também a falta de elementos no mercado que atendam a esses limites dados pelo RTQ-C.

As tecnologias utilizadas nos sistemas de iluminação dos banheiros mostrou grande potencial de redução do consumo de energia visto que os LEDs

correspondem a menos de 20% do total enquanto as fluorescentes tubulares correspondem a mais de 60% desse total.

O uso do LED poderia adequar os ambientes com menores classificações, ou seja, D e E, por apresentar potências baixas em comparação com outras tecnologias presentes no mercado. O uso do LED vem se difundindo ao longo dos anos, no entanto, o RTQ-C não deve limitar a eficiência a somente uma tecnologia e, como consequência, nem sempre os projetos apresentam o uso do LED.

Os limites de DPI propostos pelo RTQ-C são muito restritivos para alguns ambientes visto a realidade de aplicação das tecnologias. Sendo assim, esses limites devem ser revistos com base nas áreas dos ambientes e nos sistemas de iluminação mais comuns nas edificações. Análises futuras podem ser feitas em relação aos elementos disponíveis e sobre a difusão da tecnologia LED, ambos no mercado brasileiro.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers. **Standard 90.1-201007: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. Atlanta, 2010.

BRASIL, **Ministério das Minas e Energia**. BEN - Balanço Energético Nacional. Brasília, Disponível em: <http://www.epe.gov.br>, acesso em março de 2018.

BRASIL. Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior**. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria no 372, de 17 de setembro de 2010, 2010.

GARCIA, M.S.; CASTRO, M.L.A.C.; SOUZA, R.V.G. Perspectivas para a difusão da tecnologia LED face à configuração do paradigma da sustentabilidade. **Cadernos PROARQ**, Rio de Janeiro, RJ, v.25, dezembro 2015. ISSN 1679-7604. Disponível em: <http://cadernos.proarq.fau.ufri.br/public/docs/cadernosproarq25.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2018.

LEITE, P. R. Comparação entre os requisitos de iluminação artificial dos sistemas de rotulagem ambiental aplicados no Brasil para edifícios comerciais de serviços e públicos. 2013. 252 f. Dissertação (mestrado) - **Universidade Federal de Minas Gerais**, Escola de Arquitetura.

RAMOS, G., LAMBERTS, R. Relatório Técnico do Método de Iluminação do RTQ-C. **Laboratório de Eficiência Energética em Edificações** – LABEEE, 2013.