

INGRID CHAGAS LEITE DA FONSECA, LUIZ PINGUELLI ROSA, DANIEL FELDMAN,
MARCOS AURÉLIO V. DE FREITAS, ADRIANA LORENZO E CLAUDIA BARROSO-KRAUSE

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

Ingrid Chagas Leite da Fonseca é Arquiteta e Urbanista, concluiu Doutorado e Mestrado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, PROARQ/FAU/UFRJ e Especialização em RTQ-C, RAC-C, RTQ-R e RAC-R pela Eletrobrás. É pesquisadora do AMBEE FAU/UFRJ. Fez pós-doutorado na FAU/UFRJ e foi bolsista CAPES PNPd no Programa de Planejamento Energético PPE/COPPE/UFRJ. É Professora Substituta do DTC/FAU/UFRJ e colabora no GPAS PROARQ/FAU/UFRJ.

E-mail: ingrid.c.l.fonseca@gmail.com.

Luiz Pinguelli Rosa é graduado em Física pela UFRJ, Mestre em Engenharia Nuclear pela COPPE/UFRJ, Doutor em Física pela PUC-Rio. Foi Diretor da COPPE/UFRJ e é ex-Presidente da Eletrobrás. Atualmente é Diretor da COPPE/UFRJ, Professor Titular do PPE COPPE/UFRJ, Professor do Programa de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da UFRJ e Secretário Executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas.

e-mail: lpr@adc.coppe.ufrj.br.

Daniel Feldman é graduado em Engenharia Elétrica – Eletrotécnica pela UFRJ. Concluiu pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho CEFET/RJ, Mestrado e Doutorado em Arquitetura pela UFRJ. Cursa pós-graduação em Iluminação pelo IPOG e trabalha na Philips do Brasil.

e-mail: daniel.feldman@philips.com.

Marcos Aurélio V. de Freitas é graduado em Geografia pela UERJ, Mestrado em Engenharia Nuclear e Planejamento Energético pela UFRJ e Doutorado em Economie de l'Environnement na Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales de Paris. Atualmente é Professor e Coordenador do PPE COPPE/UFRJ e Coordenador Executivo do IVIG/COPPE/UFRJ. Assessor Hidrológico Brasileiro junto a Organização Mundial de Meteorologia e Adviser da Comissão de Hidrologia da Organização Mundial de Meteorologia.

e-mail: mfreitas@ppe.ufrj.br.

Adriana Lorenzo é graduanda em Arquitetura e Urbanismo da FAU UFRJ, com interesse pela área de sustentabilidade, eficiência energética e edificações comerciais. Foi bolsista de Iniciação Científica da Faperj de 2012 a 2013.

e-mail: adrianalorenzoo@gmail.com.

Claudia Barroso-Krause é Arquiteta e Urbanista, concluiu Mestrado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, PROARQ/FAU/UFRJ e Doutorado em Energétique des Bâtiments na Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris. É Professora Associada da UFRJ, consultora eventual do IBAM, consultor ad-hoc da CAPES, FAPESP, Scielo, coordenadora brasileira de convênio CAPES COFECUB 2010, consultora Procel Eletrobrás, consultora membro da secretaria técnica do GTE do MME, parecerista da ANTAC e consultora para questões de eficiência energética do MME.

e-mail: bkrause@globo.com.

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

Resumo

Este artigo apresenta uma proposta para a avaliação da eficiência energética de sistemas de iluminação artificial instalados em edificações residenciais, contemplando o uso de diodos emissores de luz (os LEDs), fontes de luz de menor consumo energético e atualmente com sua avaliação restringida pelo Regulamento Técnico brasileiro (RTQ-R), já que até o momento tais fontes foram incluídas no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do INMETRO e não foram etiquetados pelo PROCEL, apesar de seu comprovado baixo consumo de energia. O Regulamento, publicado em 2010 e com sua versão revisada em 2012, se propõe a avaliar os níveis de eficiência energética de edificações residenciais e hoje é ainda aplicado em caráter voluntário. Para cumprir os objetivos deste artigo, foi utilizado como objeto, o primeiro apartamento a obter o selo Procel Edifica nível A (de maior eficiência) na Zona Bioclimática 8, situado na cidade do Rio de Janeiro e cujo sistema de iluminação artificial não foi bonificado, mesmo utilizando tal tecnologia. A avaliação do sistema foi feita de acordo com a metodologia de densidade de potência instalada (DPI), proposta pelo Regulamento Técnico correspondente para edificações comerciais, de serviços e públicas (RTQ-C), com a determinação de ambientes equivalentes, conforme indicado por este Regulamento, e obteve a classificação máxima de eficiência energética. A aplicação dos pré-requisitos específicos para estes casos foram discutidas, uma vez que não se justificam para essa tipologia de edificação. O artigo é parte integrante da pesquisa intitulada “Potencial de redução do consumo energético de edificações, frente às regulamentações técnicas brasileiras para níveis mínimos de eficiência energética do setor”, em desenvolvimento no Programa de Planejamento Energético PPE COPPE UFRJ em cooperação com o Grupo de Estudos em Arquitetura, Conforto Ambiental e Eficiência Energética AMBEE DTC FAU UFRJ.

Palavras-chave: Edificações residenciais. Eficiência energética. Iluminação artificial. LEDs. RTQ.

Abstract

This article presents a proposal for the evaluation of energy efficiency of installed artificial lighting systems in residential buildings, contemplating the use of LEDs, light sources with low power consumption that and currently with its assessment restricted by Brazilian Technical Regulation (RTQ-R), since to date these sources have not been included in the Brazilian Labeling Program (PBE) by INMETRO and not tagged by PROCEL, despite of yours proven low power consumption. The Regulation, published in 2010 and with its revised version in 2012, sets out to assess the levels of energy efficiency of residential buildings and is nowadays still applied in voluntary character. To fulfill the objectives of this article, it was used as an object, the first apartment to get the seal Procel Edifica level A (of greater efficiency) in Bioclimatic Zone 8, located in the city of Rio de Janeiro and whose artificial lighting system has not been subsidized even using such technology. The assessment of the system was made in accordance with the methodology of installed power density (DPI), proposed by the corresponded technical regulation for commercial, public and services buildings (RTQ-C), with the determination of equivalent environments, as indicated by this regulation, and got the maximum energy efficiency rating. The specific prerequisites for these cases were discussed, since it's not justified for this type of building. The article is part of the research entitled “potential to reduce energy consumption of buildings, facing the Brazilian technical regulations for minimum levels of energy efficiency in the industry”, in development in Energy Planning Program PPE COPPE UFRJ in cooperation with the Group of Studies in Architecture, Environmental Comfort and Energy Efficiency AMBEE DTC FAU UFRJ.

Keywords: Artificial lighting. Energetic efficiency. LEDs. Residential edifications. RTQ.

Introdução

A qualidade da iluminação residencial requer atenção a aspectos que transcendem àqueles de caráter objetivo, relacionados à eficiência visual essenciais de serem atendidos nos projetos luminotécnicos específicos para ambientes de trabalho, em que a quantidade de luz é fator condicionante para o bom desempenho visual e produtividade (HOPKINSON et al, 1966; BARON et al, 1992).

De acordo com Fonseca (2000), a luz tem influência no bem-estar, estado de ânimo, saúde, produtividade e desempenho do usuário. Diferentes tipos de fontes, naturais ou artificiais, variáveis em suas características de: temperatura de cor correlata (variando entre fontes de aparência de cor morna a fria); índice de reprodução de cor (a capacidade de reprodução de cores com fidelidade que varia de 0 a 100); direcionalidade e distribuição espacial são capazes de gerar diversas ambiências (determinadas de acordo com as diferentes funções e usos do espaço residencial), e de provocar diferentes condições de estado de ânimo dos usuários, favorecendo comportamentos.

Ambientes festivos, ambientes de reclusão, de relaxamento ou mesmo de atividade ou de agregação podem ser favorecidos de acordo com a iluminação projetada. Para isso, devem ser utilizadas fontes de luz com características e funções diversas às especificadas para os ambientes exclusivamente de trabalho. Complementando, circuitos devem ser distribuídos de modo a possibilitar a criação de diferentes cenas de iluminação, criadas de acordo com a intenção de uso do espaço (FONSECA, 2000; FELDMAN, 2001).

Desta forma, com o consentimento de que o ambiente residencial é uma área predominantemente não laborativa, mas também de prazer e contemplação, é permitido que a iluminação artificial seja projetada de maneira não uniforme, em que contrastes podem ser bem-vindos, com diferenças de intensidade entre pontos de luz, facilmente obtidas com a exploração da característica de direcionalidade de luz das lâmpadas ou luminárias. E, para isso, é frequente a especificação, em residências, de fontes com fecho controlado e/ou mesmo de caráter estritamente decorativo (FELDMAN, 2001).

Neste contexto, os diodos emissores de luz (LEDs) vêm assumindo papel de destaque. Eles possuem baixa emissão de calor, baixo consumo energético, além de apresentar variações em seus índices de reprodução de cor e temperatura de cor correlata, atendendo às diversas necessidades de acordo com o resultado desejado.

Porém, cabe ressaltar que cada tipo de LED tem um espectro característico, assim como a luz do dia, e nenhum deles possui a mesma quantidade de energia para toda faixa de comprimentos de onda da luz. Nesse caso, seria necessário sobrepor à faixa de comprimentos de onda abrangida pela luz, as curvas espectrais (energia x comprimento de onda) para as fontes luminosas em estudo.

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

Este espectro se diferencia do espectro contínuo produzido pelas fontes incandescentes, as quais favorecem a reprodução de cores em tons quentes e também do espectro produzido pelas lâmpadas fluorescentes que, uma vez descontínuos, tendem a valorizar a reprodução de cores privilegiada segundo o espectro de cada uma (PHILIPS, 1975).

Segundo Feldman (2001), em grande parte dos ambientes residenciais é instalada lâmpada incandescente ou fluorescente. Quanto à eficiência luminosa dessas fontes, as lâmpadas incandescentes – comuns ou halógenas – atingem apenas 25 lm/W, enquanto a das fluorescentes compactas integradas (conhecidas como lâmpadas eletrônicas) atinge 74 lm/W nos modelos mais eficientes. As fluorescentes tubulares T5 atingem até 116 lm/W, porém, suas maiores dimensões, quando comparadas às incandescentes, limitam o uso generalizado dessas lâmpadas em muitos ambientes residenciais, até mesmo por um sentido estético a ser considerado.

Quanto à eficiência das fontes de fecho concentrado, frequentemente utilizadas em ambientes residenciais, há pouca informação. Fabricantes costumam informar apenas seus valores de intensidade luminosa, dada em candelas (cd). Porém, o valor de fluxo luminoso também deveria ser fornecido.

Uma vez que o Regulamento para avaliação da eficiência energética dos sistemas de iluminação residencial avalia a utilização de fontes de acordo com a eficiência luminosa (em lm/W), o uso de fontes de fecho concentrado representa atualmente uma dificuldade para tal.

Paralelamente a isso, sabe-se da importância da promoção de níveis suficientes para a realização de tarefas específicas, como locais de leitura e de trabalho, em que é necessário o complemento dos níveis dados pela iluminação geral, mas de forma localizada.

Por outro lado, em abril de 2013 foi publicada a ISO NBR 8995-1 (Iluminação de ambientes internos de trabalho. Parte 1: Interior) (ABNT, 2013), em substituição da antiga NBR 5413 (Iluminância de interiores). Nela, os ambientes residenciais não estão contemplados. Estarão futuramente?

Este artigo é parte integrante da pesquisa intitulada “Potencial de redução do consumo energético de edificações, frente às regulamentações técnicas brasileiras para níveis mínimos de eficiência energética do setor”, desenvolvida no Programa de Planejamento Energético PPE COPPE UFRJ em cooperação com o Grupo de Estudos em Arquitetura, Conforto Ambiental e Eficiência Energética AMBEE DTC FAU UFRJ.

Tem como objetivo avaliar um sistema de iluminação artificial – sua grande maioria em LEDs, fontes de luz de menor consumo energético da atualidade – instalado em residência no Rio de Janeiro que obteve classificação A na avaliação de eficiência energética, segundo o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais – RTQ-R (BRASIL,

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

2011), mas que não obteve a bonificação referente ao sistema de iluminação artificial instalado.

Tal sistema foi projetado de forma a garantir a satisfação dos usuários, atendendo às suas necessidades laborativas.

Uma vez que a metodologia proposta pelo RTQ-R não contempla tais fontes, quando de fecho concentrado e amplamente utilizada em residências, a avaliação do sistema de iluminação artificial aqui apresentada propõe uma forma de avaliação diferente, apoiada na metodologia proposta pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C (BRASIL, 2009), que se baseia no cálculo da densidade de potência instalada por ambiente (DPI) para determinação da eficiência do sistema.

Método

De forma a cumprir o objetivo do artigo – a avaliação do sistema de iluminação artificial da residência, segundo a metodologia proposta pelo RTQ-C – inicialmente, foi elaborada planta de teto refletido com localização e identificação das fontes de luz.

Na sequência, a eficiência do sistema de iluminação instalado foi avaliada, com base no cálculo da densidade de potência instalada por ambiente (DPI), proposto pelo Regulamento equivalente para edificações comerciais, de serviços e públicas (RTQ-C).

Para isso, foi feita uma equivalência dos ambientes listados no referido Regulamento com os ambientes residenciais, como recomendado, e realizados os cálculos que indicaram o nível máximo de eficiência energética do sistema.

Por fim, foi discutida a aplicação dos pré-requisitos para este tipo de instalação – residencial –, uma vez que não se justificam para essa tipologia de edificação.

Avaliação do Sistema de Iluminação Artificial de Unidade Habitacional autônoma através do método de Densidade de Potência Instalada

Na versão atual do RTQ-R, a eficiência energética do sistema de iluminação artificial é computada em forma de bonificação, totalizando no máximo 0,10 pontos que podem ser somados à pontuação final que é obtida pelo resultado da avaliação da eficiência da envoltória e do sistema de aquecimento de água.

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

A metodologia para a avaliação da eficiência do sistema de iluminação artificial se baseia na eficiência luminosa das lâmpadas instaladas que deve ser no mínimo de 75 lm/W ou que devem possuir selo Procel.

Para somar 0,05 pontos de bonificação, a UH deve possuir 50% das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel em todos os ambientes.

Para somar os 0,10 pontos, a UH deve possuir 100% das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel em todos os ambientes.

Foi feito um levantamento da eficiência luminosa das lâmpadas do mercado de produtos de iluminação e foi consultada a última versão da Tabela Programa Brasileiro de Etiquetagem do Inmetro (BRASIL, 2013). Verificou-se que as lâmpadas que atendem a tais requisitos atualmente são, em sua maioria, as fluorescentes compactas integradas, ainda alguns tipos de fluorescentes tubulares e algumas fluorescentes compactas não integradas. As lâmpadas de descarga de alta intensidade (vapor de metálico e vapor de sódio) também atendem às exigências, porém possuem acendimento e reacendimento demorado, o que descarta seu uso em residências.

Paralelamente a isso, foi realizada uma avaliação sobre o sistema de iluminação artificial de unidade residencial situada no Rio de Janeiro que obteve selo A Procel e possui instaladas fontes de luz em LEDs, de baixo consumo energético, em grande parte dos ambientes. Lâmpadas fluorescentes foram utilizadas apenas junto aos espelhos dos banheiros e do quarto do casal. As áreas de caráter laborativo, como cozinha e escritório, foram providas com iluminação suficiente para tal, também em LEDs.

Diferentemente da avaliação de edificações residenciais, o método de avaliação de edificações comerciais, de serviços e públicas determinado no RTQ-C, avalia o sistema de iluminação artificial das edificações através do cálculo de densidade de potência instalada (DPI).

O RTQ-C define que a avaliação pode ser feita pelo método da área do edifício ou pelo método das atividades do edifício. Foi aplicado o método das atividades, que avalia separadamente os ambientes.

Para isso, foram seguidos os passos definidos no RTQ-C, sendo eles:

- identificação das atividades encontradas no edifício;
- consulta da densidade de potência de iluminação limite (DPIL – W/m²) para cada nível de eficiência para cada atividade;
- multiplicação da área iluminada de cada atividade pela DPIL, para determinação da potência limite para cada atividade, sendo a potência limite para o edifício a soma das potências limites das atividades;

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

- cálculo da potência instalada no edifício para comparação com a potência limite do edifício, identificando o EqNum (equivalente numérico) do sistema de iluminação;

- existindo ambientes que não atendam aos pré-requisitos, o EqNum deve ser corrigido através da ponderação entre os níveis de eficiência e potência instalada dos ambientes que não atenderam aos pré-requisitos e a potência instalada e o nível de eficiência encontrado para o sistema de iluminação.

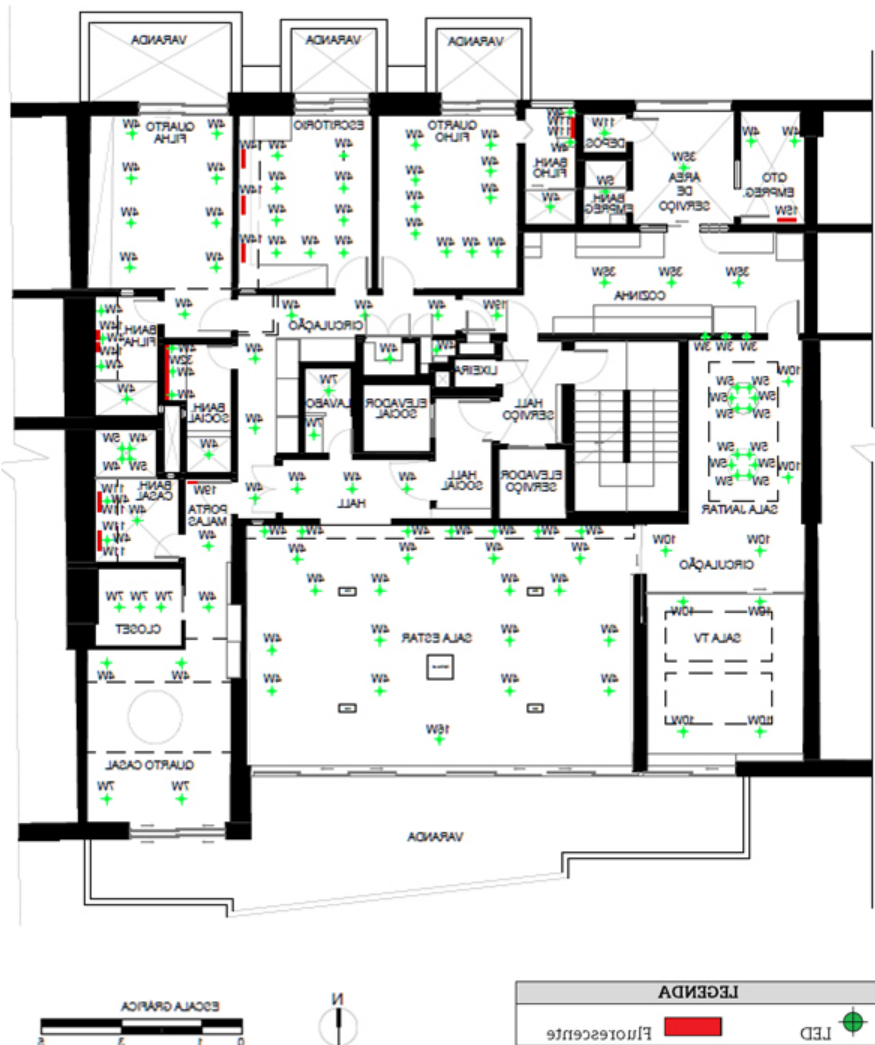
A aplicação dos pré-requisitos em ambientes residenciais foi discutida ao final.

Para dar início ao processo de avaliação foi elaborada a planta de teto com a indicação da especificação das fontes instaladas, conforme a Figura 1.

Figura 1

Planta de teto refletido da unidade habitacional avaliada.

Fonte: Elaboração dos próprios autores.



Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

Assim, foi aplicada a metodologia de avaliação baseada em densidade de potência instalada, definida no RTQ-C para verificação dos níveis de eficiência energética do sistema.

O Regulamento determina que para atividades não listadas deve-se escolher uma atividade equivalente. Desta forma, buscou-se uma correspondência entre os ambientes listados no RTQ-C e os ambientes residenciais, seguindo a metodologia proposta pelo Regulamento. Os resultados são apresentados nas Tabelas representadas pelas Figuras 2 a 4 a seguir.

Figura 2

Relação de produtos instalados na unidade residencial, de ambientes e carga instalada.

Fonte: RTQ-C, 2010 – adaptada pelos autores.

Legenda	Quant.	Produto	Potência (W)	Potência Total (W)	Ambiente	Correspondência com atividade listada no RTQ-C	Potência do conjunto (W)	Área (m²)
--	1	Auto-transformador 100W 127-220V	8	8	Área de Serviço	Lavanderia	43	6,95
●	1	Luxspace Compact 35W 4000K	35	35	Área de Serviço			
■	1	Fluorescente tubular 1x32W com reator eletrônico	34	34	Banheiro Social	Banheiro	217	20,43
●	4	Lâmpada MR16 4W masterled	4	16	Banheiro Social			
--	1	Transformador 20W 127-12V magnético	2	2	Banheiro Social			
■	4	Lâmpada Eletrônica 11W 840 para JD3003	11	44	Banheiro Casal			
●	2	Lâmpada MR16 5W RGB	5	10	Banheiro Casal			
●	5	Lâmpada MR16 4W masterled	4	20	Banheiro Casal			
--	2	Transformador 20W 127-12V magnético	2	4	Banheiro Casal			
●	1	Lâmpada LED Ecomic 5W	5	5	Banheiro Empregada			
■	2	Lâmpada Eletrônica 11W 840 para JD3003	11	22	Banheiro Filho			
●	3	Lâmpada MR16 4W masterled	4	12	Banheiro Filho			
--	1	Transformador 20W 127-12V magnético	2	2	Banheiro Filho			
■	2	Lâmpada Eletrônica 14W 840 para JD3003	14	28	Banheiro Filha			
●	4	Lâmpada MR16 4W masterled	4	16	Banheiro Filha			
--	1	Transformador 20W 127-12V magnético	2	2	Banheiro Filha			
●	3	Lâmpada LED MLED7WA55 WWR	7	21	Closet	Depósito	21	4,11

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

●	1	Lâmpada MR16 4W masterled	4	4	Corredor armário A	Circulação (< 2,4m de largura)	36	12,27
●	1	Lâmpada MR16 4W masterled	4	4	Corredor armário B			
●	6	Lâmpada MR16 4W masterled	4	24	Corredor entre quartos			
--	2	Transformad or 20W 127-12V magnético	2	4	Corredor entre quartos			
--	2	Auto-transformad or 100W 127-220V	8	16	Cozinha	Cozinha	140	18,81
●	1	Luxspace Compact 19W 3000K	19	19	Cozinha			
●	3	Luxspace Compact 35W 4000K	35	105	Cozinha			
●	1	Lâmpada PAR30 LED 11W	11	11	Depósito	Depósito	11	1,03
●	9	Lâmpada MR16 4W masterled	4	36	Escritório	Escritório	84	14,04
--	3	Transformad or 20W 127-12V magnético	2	6	Escritório			
■	3	Luminária Vector 14W	14	42	Escritório (bancada)			
●	3	Lâmpada MR16 4W masterled	4	12	Hall de Entrada	Hall de Entrada - Vestibulo	14	5,38
--	1	Transformad or 20W 127-12V magnético	2	2	Hall de Entrada			
●	2	Lâmp. LED Endura 7W 2700K MR16 24D	7	14	Lavabo	Banheiro	16	2,38
--	1	Transformad or 20W 127-12V magnético	2	2	Lavabo			
●	2	Lâmp. LED Accentled 4W 10gr 12V	4	8	Quarto Casal (porta-malas teto)	Quarto de Hotel	168	56,65
--	1	Transformad or 20W 127-12V magnético	2	2	Quarto Casal (porta-malas teto)			
●	2	Lâmpada MR16 4W masterled	4	8	Quarto Casal			
●	2	Lâmpada MR16 7W masterled	7	14	Quarto Casal			
--	2	Transformad or 20W 127-12V magnético	2	4	Quarto Casal			
■	1	Fluorescente Tubular T8 18W 840 e reator	19	19	Quarto Casal (sanca)			
■	1	Lâmpada FCI 15W 127V 840	15	15	Quarto Empregada			
●	2	Lâmpada MR16 4W masterled	4	8	Quarto Empregada			
--	1	Transformad or 20W 127-12V magnético	2	2	Quarto Empregada			

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

●	10	Lâmpada MR16 4W masterled	4	40	QuartoFilho			
--	3	Transformad or 20W 127-12V magnético	2	6	QuartoFilho			
●	9	Lâmpada MR16 4W masterled	4	36	QuartoFilha			
--	3	Transformad or 20W 127-12V magnético	2	6	QuartoFilha			
●	23	Lâmpada MR16 4W masterled	4	92	SalaEstar	Sala de Convivência	132	58,32
●	1	Módulo EvDOWNLIG HT 16W 127V	16	16	SalaEstar			
--	12	Transformad or 20W 127-12V magnético	2	24	SalaEstar			
●	2	Spotled2 25graus quadrado 220V 10W	10	20	Sala de Jantar (circulação)	Circulação (< 2,4m de largura)	20	6,62
--	1	Auto-transformad or 100W 127-220V	8	8	SalaJantar	Refeitório	97	12,68
●	12	Econic 5W E27 3000K 100-240V A60 1PP/6	5	60	SalaJantar			
●	2	Spotled2 25graus quadrado 220V 10W	10	20	SalaJantar			
●	3	Mini embutido LED para seteiras 3W	3	9	SalaJantar (seteiras)			
--	1	Auto-transformad or 100W 127-220V	8	8	SalaTV	Sala de Convivência	48	16,13
●	4	Spotled2 10graus quadrado 220V 10W	10	40	SalaTV			
Potência total instalada						1047		

A Tabela da Figura 3 concentra a relação das atividades listadas no RTQ-C e na Tabela da Figura 2 anterior com valores de potência instalada e área de cada atividade, seguindo a metodologia proposta pelo Regulamento. Ao final, o somatório da potência total instalada na residência (valor utilizado para comparativo que determina a eficiência do sistema).

Figura 3

Área e potência instalada por atividade.

Fonte: RTQ-C, 2010 – adaptada pelos autores.

Atividade	Potência do conjunto (W)	Área (m²)
Lavanderia	43	6,95
Banheiro	233	22,81
Depósito	32	5,14
Circulação (<2,4m de largura)	56	18,89
Cozinha	140	18,81
Escritório	84	14,04
Hall de Entrada – Vestíbulo	14	5,38
Quarto de Hotel	168	56,65
Sala de Convivência	180	74,45
Refeitório	97	12,68
Potência total instalada	1047	

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

Por fim, a Tabela da Figura 4 apresenta a potência limite instalada para cada atividade em função de sua área, de acordo com o RTQ-C.

Figura 4

Lista de ambientes e carga instalada.

Fonte: RTQ-C, 2010 – adaptada pelos autores.

Atividade	Área (m ²)	Potência limite – nível A (W)
Lavanderia	6,95	6,50 x 6,95 = 45,175
Banheiro	22,81	5,00 x 22,81 = 114,05
Depósito	5,14	5,00 x 5,14 = 25,70
Circulação (<2,4m de largura)	18,89	7,10 x 18,89 = 134,119
Cozinha	18,81	10,70 x 18,81 = 201,267
Escritório	14,04	11,90 x 14,04 = 167,076
Hall de Entrada – Vestíbulo	5,38	8,00 x 5,38 = 43,04
Quarto de Hotel	56,65	7,50 x 56,65 = 424,875
Sala de Convivência	74,45	6,00 x 74,45 = 446,70
Refeitório	12,68	11,50 x 12,68 = 145,82
Total	235,80	1747,822

Comparando a potência total instalada com a potência limite para nível A em função da área, tem-se que $1047 \text{ W/m}^2 < 1747,82 \text{ W/m}^2$, classificando o sistema com nível máximo de eficiência energética.

Para manter o nível atingido, a metodologia define a verificação de três pré-requisitos, sendo eles: divisão de circuitos, em que é exigido controle manual para o acionamento independente da iluminação interna de cada ambiente; contribuição da luz natural, em que é exigido controle para o acionamento independente das fileiras de luminárias mais próximas às aberturas; e desligamento automático do sistema de iluminação, nos ambientes maiores de 250m^2 , em que a exigência é para a existência de dispositivo de controle automático para desligamento da iluminação.

Porém, a aplicação destes pré-requisitos em edificações residenciais pode ser discutida. Por serem espaços de uso privativo, muitos deles perdem seus objetivos, como a necessidade de divisão de circuitos para favorecer o controle manual, já que são sempre previstos interruptores instalados em todos os ambientes.

O pré-requisito contribuição da luz natural em determinadas situações também perde sentido devido às distintas configurações e dimensões reduzidas dos ambientes residenciais ao serem comparados aos espaços de trabalho. Mesmo assim, em situações que represente significativa contribuição à economia de energia, seria facilmente atingido em fase de projeto.

Por fim, o desligamento automático também pode ser repensado, uma vez que o acesso ao sistema se faz quase que individualmente e pelos interruptores.

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

Considerações Finais

De acordo com o baixo consumo pelas fontes que atendem às necessidades de iluminação interior residencial, fica a proposta para avaliação pelo método de densidade de potência instalada, conforme atualmente recomendado pelo Regulamento Técnico para Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C). Desta forma, os LEDs de fecho concentrado, amplamente utilizados em ambientes residenciais e que cumprem sua função de atender às necessidades visuais, poderão ter sua reconhecida eficiência considerada em avaliações de eficiência energética.

Considerando que há deficiência na divulgação de informações técnicas dos LEDs por parte dos fabricantes, é importante que os especialistas tenham acesso aos dados de eficiência luminosa destes produtos; econômicos, porém, sem informações importantes ainda não divulgadas.

Assim, será possível atender à urgente necessidade de inclusão de tais fontes no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do INMETRO e serem etiquetados pelo PROCEL.

Agradecimentos

À CAPES pela concessão da bolsa de pós doutoramento no PPE COPPE UFRJ

À Faperj pela concessão da bolsa de Iniciação Científica à aluna de graduação da FAU UFRJ

À Philips pelas informações técnicas prestadas

Ao Grupo de Estudos em Arquitetura, Conforto Ambiental e Eficiência Energética AMBEE DTC FAU UFRJ pela parceria

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 8995-1: 2013. Iluminação de ambientes internos de trabalho.** Parte 1: Interior, 2013.

BARON, R. A. et al. **Effects of indoor lighting (illuminance and spectral distribution) on the performance of cognitive tasks and interpersonal behaviors: the potential mediating role of positive affect.** In: Motivation and Emotion, Vol. 16, No. 1, p. 1-33, March 1992.

Proposta para avaliação do sistema de iluminação artificial de edificações residenciais, em LEDs, segundo o método de densidade de potência instalada proposto pelo RTQ-C

Proposal for evaluation of artificial lighting system on residential buildings, in LEDs, by the method of density power installed proposed from the RTQ-C

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética Edificações Residenciais**. Rio de Janeiro, 2011.

_____. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Rio de Janeiro, 2009.

_____. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Tabela Programa Brasileiro de Etiquetagem**, Rio de Janeiro, Março de 2013. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/eficiencia.asp>

Feldman, D. C.. **Iluminação residencial: ciência e arte na iluminação de ambientes residenciais** (dissertação de mestrado). PROARQ FAU UFRJ. Rio de Janeiro, 2001.

Fonseca, I. **Qualidade da luz e sua influência sobre a saúde, estado de ânimo e comportamento do homem** (dissertação de mestrado). PROARQ FAU UFRJ. Rio de Janeiro, 2000.

Fundação CERTI. **Relatório de Inspeção - Edificações Residenciais - Etapa: Inspeção de Projeto - Método Prescritivo no 1366/12**. Santa Catarina, 2012.

HOPKINSON, R. G. et al. **Daylighting**. William Heinemann, Ltd. Londres, 1966.

Illuminating Engineering Society of North America, **The Lighting Handbook. Reference and Application**, 10a edição, USA, 2011.

PHILIPS, **Manual de Iluminação**. Phillips lighting division. Holanda, 1975.