

ROTULAGEM DE EDIFÍCIOS NO BRASIL

UM ENFOQUE NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Roberta Vieira Gonçalves de Souza

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental (EPA, 2017), os edifícios em que vivemos, trabalhamos e nos entretemos protegem-nos dos extremos da natureza, mas também afetam a nossa saúde e ambiente de inúmeras formas. À medida que o impacto ambiental dos edifícios se torna mais aparente, um campo chamado “edifícios verdes” ganhou ímpeto nas últimas duas décadas. A Agência define edifícios verdes, ou sustentáveis, como sendo a prática de criar e utilizar modelos de construção, renovação, operação, manutenção e demolição mais saudáveis e mais eficientes em termos de recursos.

A questão que surgiu a partir deste novo conceito foi como reconhecer um edifício verde ou mais eficiente. Consumidores não deveriam confiar somente na definição do produtor de sustentabilidade ou eficiência. O INMETRO (2017) afirma que, em geral, consumidores não possuem conhecimento especializado sobre produtos ou edifícios que eles pretendem adquirir de forma a identificar quais são melhor custo-benefício, sustentável ou econômico. Em contrapartida, o Instituto afirma que os fornecedores precisam diferenciar os seus produtos justificando o investimento feito.

A rotulagem de produtos e edifícios pretende então fornecer aos consumidores informações úteis e comparativas de desempenho. Permite que os consumidores

considerem investir em aparelhos ou edifícios de melhor desempenho que tenham impactos reduzidos, custos de funcionamento reduzidos e que permitam realizar economias que compensem a diferença de preço. Estimulam também a competitividade da indústria, que deve apresentar produtos mais eficientes (REHVA, 2017; INMETRO, 2017). A aplicação de rótulos pode ser obrigatória, parcialmente obrigatória ou voluntária. Quando se trata de edifícios, essa rotulagem pode ser parcialmente obrigatória apenas para um setor específico ou para venda (não sendo obrigatória para locação). O site Building Rating traz informações úteis sobre os sistemas de rotulagem existentes (BUILDING RATING, 2017).

ROTULAGEM DE EDIFÍCIO ENERGÉTICO

A implementação de estratégias de eficiência energética em edifícios não só contribui para uma menor demanda de energia nos horários de pico, como também pode reduzir a utilização global de energia e o impacto dos edifícios no meio ambiente (KNEIFEL, 2010; NIKOLAOU et al., 2015). O princípio básico para melhorar a eficiência energética de um edifício é utilizar menos energia para aquecimento, refrigeração e iluminação sem prejudicar a saúde e o conforto dos seus ocupantes (KOLOKOTSA, D.; NIKOLAOU, T.; STRAVRAKAKIS, 2011; PÉREZ-LOMBARD et al., 2009).

No caso específico da rotulagem da eficiência energética dos edifícios, o foco tende a estar ligado aos objetivos do país na área de economia de energia.

A rotulagem de eficiência energética de edifícios considera geralmente as características construtivas do edifício (tipos de parede e cobertura, características dos envidraçados, absorção solar de superfícies externas) que são responsáveis pelas trocas de calor do edifício com o clima exterior juntamente com os equipamentos e sistemas elétricos instalados, tais como refrigeração, aquecimento, iluminação e aquecimento de água. Os edifícios podem ser classificados antes ou após a construção recebendo uma etiqueta que representa a classificação dos seus sistemas e características de construção. As classificações são divididas em tipos de edificações e podem ser estabelecidas para edifícios comerciais (escritórios, hotéis, centros comerciais), públicos (sedes administrativas, escolas etc.), institucionais (escolas, hospitais etc.), ou para edifícios residenciais unifamiliares e multifamiliares.

Uma das questões levantadas pelo Conselho Mundial da Energia (2008) é que as medidas para edifícios tendem a concentrar-se em edifícios novos. Dado que os novos edifícios representam uma pequena parte do lote existente, as normas de construção só podem ter um impacto lento no curto prazo, que, no entanto,

se torna significativo a longo prazo. Uma tendência mais recente é estender a regulamentação aos edifícios existentes e impor a apresentação de certificados de eficiência energética para os edifícios existentes a cada vez que há uma mudança de inquilino ou uma venda (CME, 2008).

A rotulagem da eficiência energética de um novo edifício geralmente não avalia o real desempenho energético do edifício em uso. Nesta questão, o Conselho Mundial da Energia (2008) discute que parece que o desempenho energético real dos novos edifícios está abaixo do que se poderia esperar pelos regulamentos de construção. Segundo o Conselho, isto pode ser explicado por fatores comportamentais e por um não cumprimento dos regulamentos de construção.

Neste caso, a avaliação comparativa parece ser um caminho para dar informações mais confiáveis aos consumidores, partes interessadas e proprietários sobre a real performance de um edifício em uso.

Enquanto os sistemas de avaliação comparativa são desenvolvidos utilizando o desempenho energético de um número significativo de edifícios de referência, os resultados da avaliação comparativa podem ser utilizados para encorajar as baixas performances (em relação aos edifícios de referência) a melhorar o seu desempenho (CHUNG, 2011).

A avaliação comparativa do consumo de energia em edifícios em uso é importante, uma vez que permite determinar que metas e estratégias de economia de energia podem ser estabelecidas para edifícios existentes e também verificar como se comporta a concepção energética estimada em relação a edifícios semelhantes existentes.

O CASO DO BRASIL

No Brasil, a matriz energética dos edifícios é composta principalmente por energia elétrica e os edifícios residenciais, comerciais e governamentais representaram 50% do consumo total de eletricidade em 2016 (BEN, 2016).

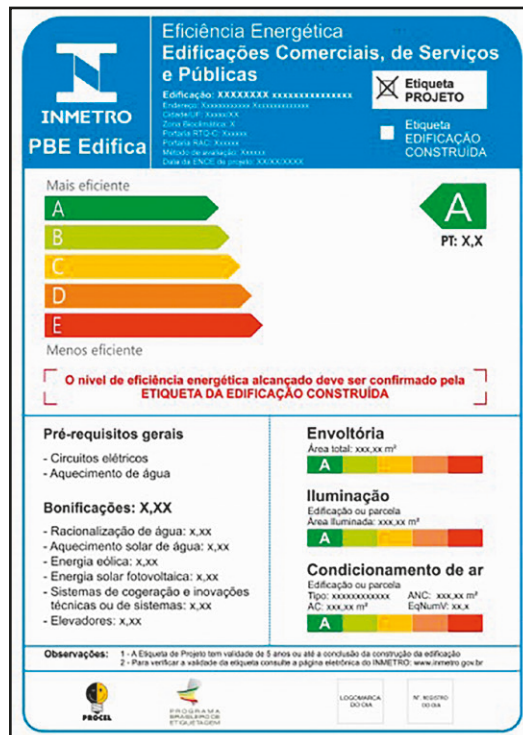
Em 2009, como resultado das ações que tiveram lugar após a crise de fornecimento de energia elétrica em 2001, foram publicados os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética para Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos - RTQ-C, seguido da publicação do Regulamento Residencial em 2010. Estes regulamentos foram revistos e complementados em 2010, 2012 e 2013 (Brasil, 2010; Brasil, 2012). São voluntários, com exceção dos Edifícios Públicos Federais para os quais a rotulagem pelo RTQ-C é obrigatória desde 2014 (Brasil, 2014).

A Etiqueta Brasileira de Eficiência Energética para edificações, pode ser obtida em duas fases: Projeto e Edifício Construído; e para os edifícios Comerciais, de serviços e públicos, pode analisar toda a construção de uma parte do edifício. Os edifícios novos e existentes podem ser avaliados - no último caso, o edifício não necessita de obter a etiqueta de projeto. No RTQ-C são avaliados o envelope, o sistema de iluminação, o sistema de ar condicionado e os bônus. Os bônus estão relacionados com a eficiência de sistemas, tais como elevadores, energia renovável ou redução do consumo de água. Quando todos os sistemas são avaliados, uma etiqueta Global é emitida, mas uma etiqueta Parcial também pode ser emitida desde que o envelope da edificação seja analisado. Só quando a Etiqueta Global é emitida é que os bônus podem ser contabilizados.

Em edifícios novos, 5 anos após a publicação da etiqueta de projeto, esta é considerada inválida se a etiqueta de edifício construído não for obtida.

A figura 1 mostra a etiqueta para os edifícios comerciais, públicos e de serviços onde se pode ver que os edifícios são classificados de A a E, sendo A os de melhor desempenho.

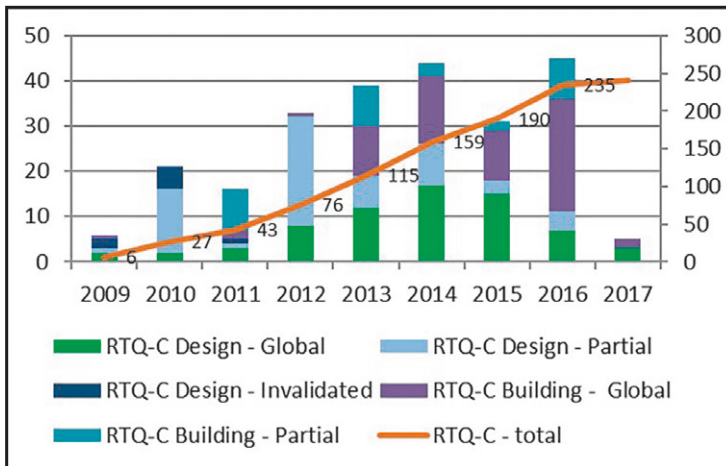
Figura 1- Etiqueta para edifícios comerciais, públicos e de serviços emitida no Brasil



Fonte: Brasil, 2010.

A figura 2 apresenta o número de etiquetas de edifícios comerciais, públicos e de serviços (RTQ-C) emitidas no Brasil entre 2009 e Julho de 2017, mostrando a distribuição entre as etiquetas de Projeto e de Edificação Construída.

Figura 2- Número de etiquetas de edifícios comerciais, públicos e de serviços emitidas no Brasil



Fonte: Dados do INMETRO, 2017a.

Desde a implementação da regulamentação, a emissão de etiquetas apresentou uma tendência de crescimento, mas que começou a diminuir a partir de 2015 e isto pode estar relacionado com a crise econômica brasileira. Apesar do crescimento do número de etiquetas de construção emitidas em 2016, a situação geral mostra uma desaceleração do processo.

Outro número importante a salientar é que o número total de edifícios etiquetados é ainda muito pequeno se comparado com o cenário construído no país e que apenas dois dos edifícios etiquetados poderiam ser considerados como edifícios preexistentes antes do processo de etiquetagem, sendo, portanto, a grande maioria dos que receberam as etiquetas, edifícios novos.

O pequeno número de etiquetas emitidas mostra que parece haver ainda uma pequena penetração dos conceitos de eficiência energética na indústria da construção. Isto pode ser confirmado pelo encerramento de dois dos cinco Organismos de Inspeção Acreditados para a emissão das etiquetas brasileiras (INMETRO, 2017 b).

A situação é preocupante quando alguns estudos mostram uma tendência de crescimento da Intensidade de Uso de Energia (EUI - W/m^2) em novos edifícios

no Brasil. Isto pode ser devido à falta de sensibilização dos consumidores e das partes interessadas.

Dos 76 edifícios que receberam uma etiqueta Global de Projeto, 87% apresentaram um nível A e os níveis B e C apresentaram 5% das etiquetas cada um. Não há, na fase de projeto, edifícios classificados nos níveis D ou E. Para as 68 etiquetas de edifícios construídos existem edifícios classificados de A a D sendo 84% dos edifícios classificados como A e apenas 3% dos edifícios receberam uma classificação D. Este grande número de classificações A é esperado enquanto a rotulagem for voluntária para a maioria dos edifícios pois os interessados tenderão a investir na obtenção da etiqueta apenas quando for possível obter boas classificações.

ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA DE TORRES DE ESCRITÓRIOS EM BELO HORIZONTE

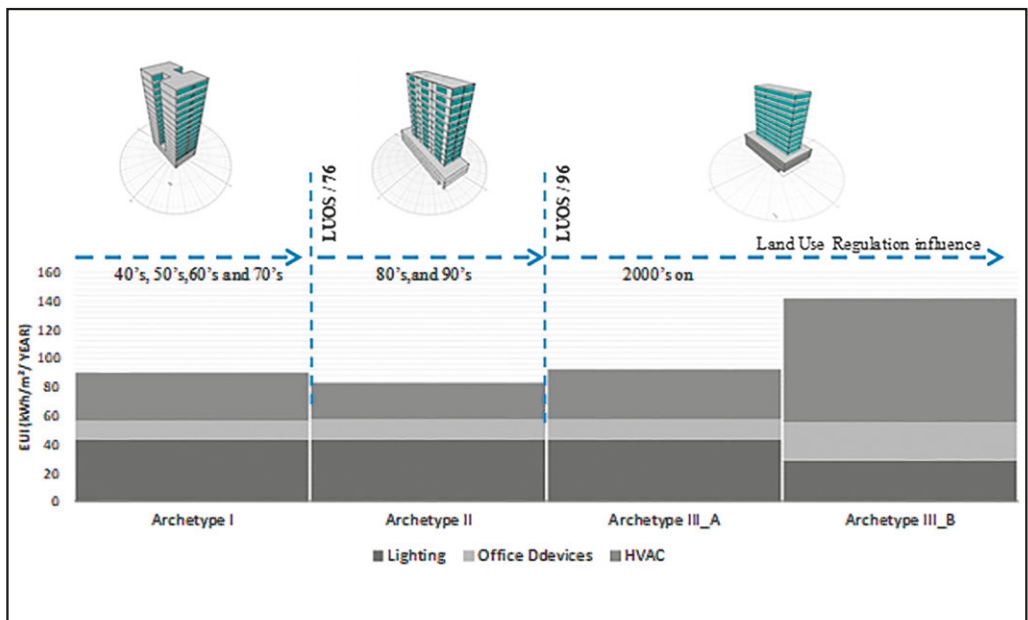
Alves et al. (2017), num estudo teórico realizado para Belo Horizonte, determinaram características típicas de edifícios de escritórios na cidade de acordo com o desenvolvimento da legislação urbana desde a década de 1940 aos anos 2010 com base em levantamentos do Google Maps e em visitas in loco. Os autores propuseram uma divisão das torres de edifícios de escritórios em três arquétipos de acordo com a época de construção dos edifícios (anos 1940 a 1970; anos 1980 a 1990; e a partir de 2000) definindo as principais características construtivas e sistemas instalados de cada arquétipo. Para cada um destes, foram criados modelos energéticos a fim de avaliar sua intensidade de utilização de energia, EUI (kWh/m²/ano). A análise das linhas de base EUI evidenciou diferenças entre os arquétipos, explicando o impacto da concepção do projeto baseada na legislação do uso do solo e das escolhas técnicas no consumo global de energia elétrica destas edificações.

A figura 3 mostra o consumo médio de energia elétrica resultante dos três Arquétipos em kWh/m²/ano. O estudo mostrou que os novos edifícios de escritórios na cidade, representados pelo Arquétipo III tendem a ser condicionados por meio de sistemas centrais com um consumo médio de 140 kWh/m²/ano e consomem até 40% mais energia do que os edifícios das décadas anteriores que funcionam em modo de condicionamento de ar misto. Os autores identificaram o Arquétipo III como sendo uma tendência para os novos edifícios de escritórios na cidade o que é preocupante uma vez que, como Belo Horizonte apresenta um clima temperado ameno, com verões quentes e invernos amenos, a maior parte

do ano os edifícios poderiam usar a ventilação natural como principal modo de condicionamento o que não é possível em edificações do Arquétipo III.

Os autores identificaram ainda que os edifícios mais antigos tendem a ter uma EUI mais elevada devido à utilização de equipamentos para iluminação e ar condicionado não eficientes. É importante salientar que neste estudo ao simular o Arquétipo I e II os edifícios foram definidos para funcionar utilizando HVAC quando a temperatura estava acima dos níveis de conforto.

Figura 3- Intensidade de uso de energia das torres de edifícios de escritórios em Belo Horizonte, Brasil



Fonte: Alves et al., 2017.

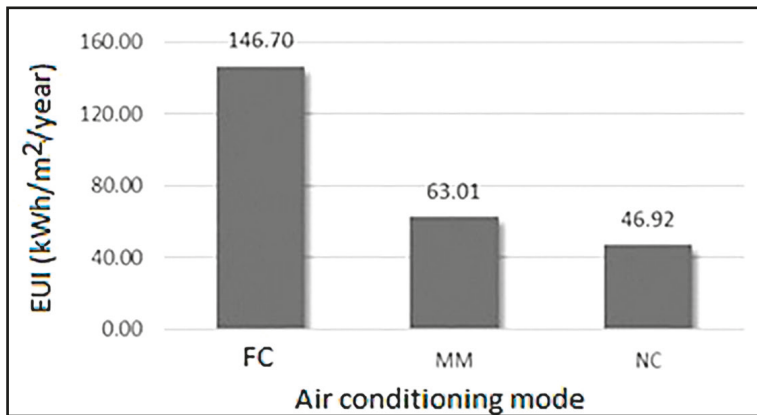
AVALIAÇÃO ENERGÉTICA COMPARATIVA DE TORRES DE ESCRITÓRIOS EM BELO HORIZONTE

O estudo anterior foi corroborado por Veloso (2017) que propôs um *benchmarking* para 78 torres de edifícios de escritórios em Belo Horizonte, de acordo com o seu consumo medido de energia. Enquanto Alves et al. (2017) produziram protótipos para as torres de escritórios da cidade, Veloso (2017) utilizou dados de consumo de energia medida obtidos da Concessionária de Eletricidade e projetos obtidos da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte para obter dados de EUI.

Veloso, Souza e Koury (2017) tinham previamente identificado que o modo de condicionamento de ar é a característica mais relevante na determinação da intensidade do uso de energia de um edifício na cidade. No estudo de Veloso, portanto, as torres de edifícios foram divididas em três categorias, de acordo com o seu tipo de condicionamento de ar: FC - totalmente condicionada; MM - condicionada em modo misto e NC - não condicionada.

A figura 4 apresenta o consumo médio anual de energia elétrica medido (EUI) das 78 torres, de acordo com o seu modo de condicionamento de ar.

Figura 4- EUI médio (kWh/m²/ano) de 78 torres de escritório em Belo Horizonte dividido de acordo com o seu modo de condicionamento de ar



Fonte: Adaptado de Veloso, 2017.

Pode-se ver na figura 4 que os valores encontrados por Alves et al. (2017) para o Arquétipo III (torres condicionadas centralmente) apresentam uma estreita correlação com o consumo de energia elétrica das torres totalmente climatizadas com um consumo medido de 146 kWh/m²/ano contra um consumo previsto de 140 kWh/m²/ano.

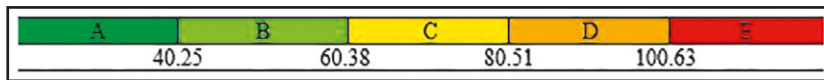
As outras categorias, não apresentam uma correlação tão estreita com os arquétipos I e II, uma vez que o consumo de arquétipos de edifícios dos anos 40 a 90 é relativamente superior ao que Veloso encontrou para as torres que funcionam em modo misto (utilizando sistemas split ou aparelhos de janela apenas em períodos quentes) ou em edifícios com ventilação natural. É importante salientar que as torres MM consomem 20% menos energia do que as torres do Tipo II que representariam edifícios que operam em modo misto. A diferença na previsão pode dever-se a um fator de simultaneidade (ou seja, espera-se que nem todos

os sistemas individuais de condicionamento de ar funcionem ao mesmo tempo) que não foi utilizado na investigação de Alves e que aparece nos dados obtidos por Veloso.

Para a proposta de *benchmarking*, Veloso (2017) utilizou uma classificação apresentada na Figura 5 baseada na metodologia europeia apresentada na EN 15217: Desempenho energético dos edifícios - Métodos para expressar o desempenho energético e para a certificação energética dos edifícios (EN, 2007). Esta norma apresenta indicadores de desempenho energético e a metodologia para o estabelecimento de classes energéticas em uma classificação de A a G. Para se adequar à metodologia usada pelo PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), esta escala apresenta níveis de classificação de A a E.

O *benchmarking* proposto na EN15217, é definido como a relação entre o valor típico do consumo energético dos edifícios (EUIr - Benchmark Performance Index) e o desempenho energético alcançado por 50% do *stock* imobiliário (EUIs). Uma vez que não existe EUIr definido para o Brasil, o valor utilizado neste ranking foi de 0,50, em acordo com o Plano Nacional de Eficiência Energética (Brasil, 2007) que estima um potencial de redução no consumo de eletricidade de aproximadamente 50% com a implementação de ações de eficiência. O valor do EUIs foi estimado como sendo a mediana do consumo anual de energia por área das torres de amostragem correspondente a 80,51 kWh/m²/ano. Os limites do *benckmarking* proposto são então apresentados na figura 5.

Figura 5- Limites de avaliação comparativa do consumo de energia elétrica para edifícios de escritórios em Belo Horizonte, Brasil



Fonte: Veloso, 2017.

Com esta classificação encontrou-se que os edifícios completamente condicionados seriam classificados dentro do nível E. Isto pode desencorajar os projetistas e as partes interessadas a melhorar a eficiência energética desses edifícios. Portanto, quando se pretende propor à cidade uma classificação comparativa de edifícios de escritórios, há que discutir se devem ser estabelecidas diferentes escalas para diferentes modos de condicionamento de ar.

REFLEXÃO

Os estudos aqui apresentados levam a uma discussão interessante sobre como estabelecer índices e intervalos que podem representar a eficiência energética de um edifício.

Se for utilizada, por exemplo, a proposta de avaliação comparativa de Veloso (2017) para torres de edifícios de escritórios, as torres com ar condicionado central tendem a apresentar classificações mais baixas uma vez que a sua intensidade de utilização energética é maior do que nas torres que funcionam em modo misto ou que são naturalmente ventiladas, uma condição que é possível na cidade de Belo Horizonte para onde foi feito o estudo, uma vez que o seu clima é bastante ameno (Cwa de Koppen).

É o caso de um edifício na cidade que apresenta condicionamento central e que recebeu uma classificação A no sistema brasileiro de etiquetagem. Como este edifício consome 119 kWh/m²/ano, receberia a classificação E na avaliação de *benchmarking* proposta.

Isto pode vir a ser uma situação embaraçosa e uma solução seria separar os edifícios de acordo com o seu sistema de condicionamento, mas neste caso os consumidores, os intervenientes e especialmente os projetistas poderiam não ter plena consciência do impacto que a escolha do modo de ar condicionado tem no consumo final de um edifício.

Esta não é uma discussão que possa ser finalizada aqui, mas espera-se que possa abrir um tema interessante para debate. Será que os edifícios totalmente climatizados recebem rótulos de edifícios verdes tão eficientes como poderiam ser? Serão estes os edifícios a serem apresentados como exemplares?

AGRADECIMENTOS

A autora gostaria de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por Bolsa de Produtividade de Desenvolvimento Tecnológico.

REFERÊNCIAS

BRASIL (2016). Ministério das Minas e Energia. *BEN - Balanço Energético Nacional*. Brasília. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>, Acesso em Novembro/2016.

BRASIL (2007). Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia; colaboração *Empresa de Pesquisa Energética*. Brasília: MME: EPE.

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

BRASIL (2012). Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R). Portaria Nº 18, de 16 de janeiro de 2012. *Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO)*.

BRASIL (2014). INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 2, DE 4 DE JUNHO DE 2014, Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, *DOU – Diário Oficial da União*, Brasília, nº 106, quinta-feira, 5 de junho de 2014.

BUILDING RATING. Disponível em: <http://www.buildingrating.org/>. Acesso em Julho/2017.

CHUNG, W. (2011) Review of building energy-use performance benchmarking methodologies. *Applied Energy*, v. 88, n. 5, p. 1470-1479.

EN 15217. Energy performance of buildings-methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings, 2007.

EPA, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2017). <https://archive.epa.gov/greenbuilding/web/html/>. Acesso em Julho/2017.

INMETRO (2017 a). Tabela de edificações comerciais, de serviços e públicos. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/tabelas-comerciais.pdf>. Acesso em Julho/2017.

INMETRO (2017 b). Organismos de Inspeção Acreditados - Eficiência Energética de Edificações - OIA-EEE. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/organismos/resultado_consulta.asp. Acesso em Julho/2017.

KNEIFEL, J. Life-cycle carbon and cost analysis of energy efficiency measures in new commercial buildings, *Energy and Buildings* 42 (2010) 333-340.

KOLOKOTSA, D.; NIKOLAOU, T.; STRAVRAKAKIS, G. Review on methodologies for energy benchmarking, rating and classification of buildings, *Advances in Building Energy Research* 5 (2011) 53-70.

NIKOLAOU, T.; KOLOKOTSA, D.; STRAVRAKAKIS, G.; APOSTOLOU, A.; MUNTEANU, C. Managing Indoor Environments and Energy in Buildings with Integrated Intelligent Systems, *Green Energy and Technology*, pp. 261, 2015.

PÉREZ-LOMBARD, L.; ORTIZ, J.; GONZALEZ, R.; MAESTRE I. R. A review of benchmarking, rating and labelling concepts within the framework of building energy certification schemes, *Energy and Buildings* 41 (2009) 272-278.

REVHA, FEDERATION OF EUROPEAN HEATING, VENTILATION AND AIR CONDITIONING ASSOCIATIONS (2017). <http://www.rehva.eu/eu-regulations/labelling-of-products-and-buildings.html>. Access in July/2017.

VELOSO, A. C. O. (2017). Avaliação do consumo de energia elétrica de edificações de escritório e sua correlação com as decisões de projeto. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica de Universidade Federal de Minas Gerais.

VELOSO, A.C.O.; SOUZA, R.V.G.; KOURY, R.N.N. (2017). Research of design features that influence energy consumption in office buildings in Belo Horizonte, Brazil. *Energy Procedia* 111 (2017) 101-110.

WORLD ENERGY COUNCIL (2008), *Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation*, Disponível em: <http://www.worldenergy.ch/file/>

Publikationen/Aktuell/Energy_Efficiency_Policies_World_Review_Evaluation.pdf. Acesso em Julho/2017.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Roberta Vieira é arquiteta, professora no Departamento de Tecnologia do Design, Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Doutora em engenharia civil, trabalha com questões ambientais relacionadas com o ambiente construído, especialmente as relacionadas com a legislação de construção no domínio da iluminação natural e da eficiência energética. Foi investigadora de produtividade do Conselho Nacional de Investigação (CNPq) no desenvolvimento tecnológico de 2017 a 2019.

E-mail: roberta@arq.ufmg.br

