

Edifícios de balanço energético nulo; Uma síntese das características principais

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os edifícios de balanço energético nulo têm recebido uma atenção crescente desde a publicação da nova Directiva sobre o Desempenho Energético dos Edifícios em 2010 (EPBD, 2010). A nova EPBD, vai obrigar todos os edifícios novos construídos a partir de 2020 serem caracterizados por níveis mais elevados de desempenho energético, procurando explorar mais as fontes de energia renováveis disponíveis localmente numa base economicamente equilibrada e sem prejuízo para o conforto dos ocupantes. Para este fim, a partir 2020 todos os novos edifícios deverão ser caracterizados por um balanço energético “quase nulo”. Um edifício de balanço energético quase nulo, ou nearly-zero, refere-se a um edifício com necessidades energéticas muito baixas, devido à adopção de medidas de eficiência, em que as necessidades serão supridas por fontes renováveis de energia.

De acordo com referências bibliográficas recentes, vários Estados-Membros da UE já definiram os seus objectivos nacionais com base nas exigências da nova EPBD, enquanto estratégias semelhantes são consideradas pelos governos dos EUA e do Japão (Yokoo, 2009). A partir de 2020, todos os novos edifícios serão caracterizados por um balanço energético positivo em França (ECEEE, 2011) ao passo que o governo Britânico aponta na direcção duma estratégia baseada num balanço em termos de emissões de CO2 nulo (zero-carbon) (DSL, 2009). Ainda o governo dos EUA promove “casas comercializáveis” e edifícios não residenciais de balanço energético nulo a partir de 2020 e de 2025, respectivamente (DOE, 2008). Com cada vez mais países a apontar na direcção deste novo padrão, em todo o mundo são conhecidos a volta de 300 edifícios que alegam um desempenho energético nulo ou perto do nulo (Musall et al., 2010).

O que são edifícios de balanço energético nulo? Quão eficientes são os edifícios de balanço energético nulo e quais são ferramentas necessárias para avaliar o seu desempenho energético? Que componentes devem ser consideradas na definição do balanço energético e que procedimentos são necessários para avaliar a conformidade destes edifícios? Estas são perguntas de resposta complexa que ensombram este domínio, e que são, correntemente, alvo de atenção por um grande número de profissionais em todo o mundo. Com base na experiência dos autores no âmbito do grupo de trabalho Task SHC 40 - ECBCS Anexo 52 “Towards Net Zero Energy Solar Buildings” da Agência Internacional de Energia - (IEA,



2008), este trabalho pretende clarificar alguns dos aspectos-chave relacionados com estas questões, com particular incidência sobre as características específicas ao mercado de construção Português.

1.2. ESTADO DO CONHECIMENTO

Algumas das primeiras tentativas documentadas para desenvolver edifícios de balanço energético nulo incluem a “MIT Solar House I”, que integrou um colector solar de grandes dimensões em conjunto com armazenamento de água (Butti et al., 1980), e a “Casa Bliss” que utilizou colectores solares a ar em conjunto com armazenamento térmico em pedra (Bliss, 1955). Exemplos mais recentes incluem a “Vagn Korsgaard Zero Energy House” na Dinamarca (Esbensen e Korsgaard, 1977) e Saskatchewan Conservation House (Bessant et al., 1979), ambos com colectores solares e depósitos de água para armazenamento, concebidos para aquecimento ambiente e água quente sanitária. Estas tentativas iniciais, que na realidade apontavam como estratégia um balanço nulo do ponto de vista térmico e não energético, criaram as bases para o arquitectura solar passiva. Embora não haja nenhuma abordagem exata para a concepção e realização de edifícios de balanço energético nulo (ainda existe a necessidade de uma definição mais clara e de um consenso ao nível da normalização internacional), há certo consenso que esta meta pode apenas ser alcançada na sequência da implementação de um design passivo (Aelenei et al., 2012, Aelenei et al., 2011, Kolokotsa et al., 2010, Sartori et al., 2010). É na linha deste princípio que a maior parte dos edifícios de balanço energético nulo são hoje concebidos.

Existe, até à data, um número muito limitado de estudos relativos a edifícios de balanço energético nulo em Portugal. Carrilho da Graça et al. (2012) identificaram uma estratégia viável para alcançar um balanço energético nulo no caso duma moradia, estimando um custo moderado para os equipamentos necessários. Outro estudo demonstrou que os edifícios correntes que fizeram alvo de reabilitação são susceptíveis de atingir um desempenho energético nulo quando beneficiam de instalação de sistemas fotovoltaicos e solares térmicos em quantidade suficiente (Aelenei et al., 2010).

Com relação aos edifícios não-residenciais, é importante referir o “Solar XXI”, edifício de demonstração construído em 2002 em Lisboa pelos esforços do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) (Gonçalves, 2009). O edifício “Solar XXI” é um dos principais projectos pioneiros no uso de energias

renováveis na região do sul da Europa e está atualmente sob actualização para alcançar um desempenho energético nulo (Gonçalves et al., 2011, Aelenei et al., 2010).

2. DEFINIÇÕES E BALANÇO ENERGÉTICO

2.1. DEFINIÇÕES

De acordo com diferentes fontes (Torcellini et al., 2006, Sartori et al., 2010), há diferentes abordagens para a definição dos edifícios de balanço energético nulo. As definições mais citadas / utilizadas, no entanto, são zero-site energy e zero-source energy. Zero-site energy significa que o balanço anual baseia-se no balanço calculado ao nível do limite do local de construção, isto é, a energia total fornecida ao edifício a partir da rede energética tem de ser compensada pela produção de energia pelo edifício. Na definição zero-site energy, que corresponde ao usado atualmente pela EPBD reformulada no contexto do balanço quase nulo (EPBD, 2010), a energia fornecida a rede e retirada à rede deve considerar os factores de conversão de energia primária. Mais pormenores sobre definições de edifícios de balanço energético nulo podem ser encontrados em Torcellini et al. (2006) e Marszal et al. (2011).

2.2. FRONTEIRA E BALANÇO ENERGÉTICO

O balanço energético em torno dum edifício pode ser esquematicamente representado como na Figura 1. De acordo com a Figura 1, os edifícios de balanço de energia zero trocam energia com a rede na forma de combustíveis (e.g., electricidade), que são convertidos em energia primária utilizando para o efeito factores de conversão. Consequentemente, o equilíbrio entre a energia fornecida ao edifício e a produzida pelo edifício pode ser escrita como: balanço energético = energia produzida × factor conversão - energia utilizada × factor conversão (1) em que os factores de conversão são utilizados para converter as unidades físicas em outras métricas, como a energia primária ou de emissão de carbono equivalente. A utilização de energia primária como indicador levanta uma questão sobre os factores de conversão que devem ser aplicados (Voss et al., 2011). Os factores de conversão médios tanto podem ser derivados a partir de estatísticas nacionais ou europeias. Podem ainda basear-se em factores de ponderação

estrategicamente determinados, a fim de dar prioridade a uma determinada categoria de combustível.

Analisando a Equação 1, pode-se tirar a conclusão de que os três diferentes cenários são possíveis, dependendo do valor do balanço energético. No caso de um balanço de energia anual nulo (produção igual ao consumo), o edifício é normalmente designado

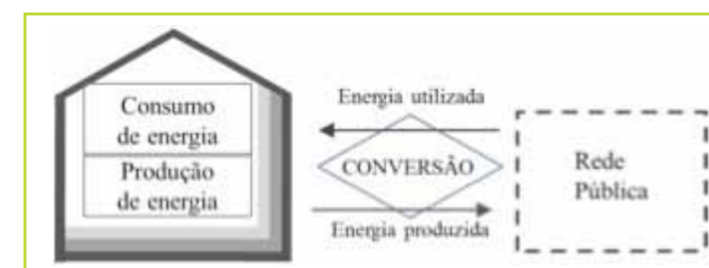


Figura 1 – Representação esquemática do balanço energético nulo

como de “balanço nulo” ou “net zero”. Um cenário em que o balanço é positivo (quando o edifício produz mais energia do que a que utiliza) o edifício é classificado como de “balanço positivo” ou “plus energy”. Finalmente, se o edifício cai ligeiramente abaixo do equilíbrio neutro, então neste caso pode ser referido como um edifício de “balanço quase nulo” ou “nearly zero”. O significado de “quase”, no entanto, é um assunto sob investigação (BPIE, 2011). A expressão simples de balanço energético pode torna-se rapidamente complexa se forem consideradas outras características. Por exemplo, se a fronteira é traçada em torno de um grupo de edifícios (zero energy community), além das preocupações inerentes às redes de abastecimento e factores de conversão (tipicamente rede elétrica e de gás, em Portugal), bem como a energia necessária às infra-estruturas e indústria da comunidade. Outras análises críticas sobre o balanço energético revelam que, na abordagem acima, não são caracterizadas as formas de energia fornecidas ao edifício, nem a sua distribuição. A contabilização de energia incorporada nos materiais constituintes e sistemas, pode efetivamente servir como uma forma de análise da “energia líquida” quando comparada com a energia utilizada pelo edifício ao longo do ciclo de vida (Hernandez & Kenny, 2010). É de referir que, neste momento, em Portugal ainda não existe uma definição padrão para a classificação de edifícios de balanço energético quase nulo.

3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS VERSUS NECESSIDADES ENERGÉTICAS

3.1. PASSOS FUNDAMENTAIS

O primeiro passo fundamental para atingir a meta do balanço energético nulo é diminuir as necessidades energéticas através da implementação de medidas de eficiência energética, que por sua vez começa pela integração do design solar passivo e continua com a utilização de sistemas energeticamente eficientes. O segundo passo fundamental é a produção de energia através de sistemas de captação das energias renováveis. Considerando estes dois passos dizer-se que

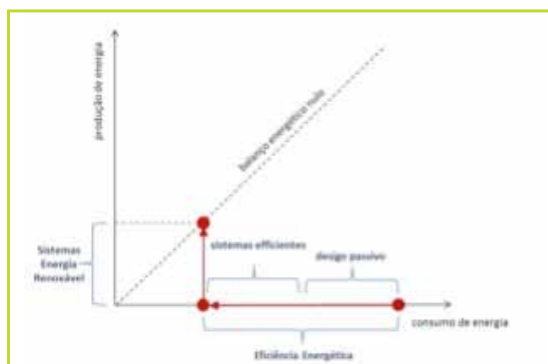


Figura 2 – Representação esquemática dos passos fundamentais para atingir um balanço energético nulo

o sucesso para alcançar um balanço energético nulo depende principalmente das necessidades energéticas do edifício, de um design inteligente do edifício baseado principalmente em técnicas e estratégias passivas, e das condições climáticas do local.

3.2. PASSOS FUNDAMENTAIS

As condições climáticas têm um papel fundamental na definição de edifícios de balanço energético nulo, em particular em edifícios residenciais, já que condicionam as necessidades de aquecimento e arrefecimento, mas também o potencial de produção de energia renovável. Equilibrar as necessidades energéticas dependentes do clima com o potencial de produção de energia renovável é, em Portugal, possível por várias razões. O clima Português é Mediterrânico parcialmente influenciado pelo Oceano Atlântico, com verões quentes e secos e Invernos amenos, sendo a maioria do território português caracterizado por condições climáticas que resultam em necessidades quer de aquecimento quer de arrefecimento.

Apesar do fraco desempenho energético dos edifícios existentes, Portugal é um dos países da EU com um menor consumo energético habitacional, em parte devido às suas condições climáticas. Neste contexto, Aelenei et al. (2010) mostraram que os edifícios correntes não reabilitados têm o potencial de alcançar um balanço energético nulo usando apenas um número suficiente de painéis solares fotovoltaicos e colectores solares. No entanto, esta estratégia não é adequada, já que não responde ao primeiro objectivo (Figura 2) de introdução de medidas que reduzam as necessidades energéticas do edifício. Tomando em consideração que a classificação energética máxima, “A+” de acordo com Sistema de Certificação Energética (ADENE-SCE, 2006) para edifícios novos e existentes não oferece suficientes garantias de consumos de energia baixos, é necessário definir uma estratégia clara para identificar os passos a tomar no sentido de desenvolver um desempenho que corresponda, verdadeiramente, a um consumo energético nulo, considerando o custo-benefício de cada solução e sem prejudicar o conforto dos utilizadores.

Além das condições ambientais, a eficiência energética dos edifícios também depende do tipo de edifício e da sua utilização. Os edifícios não-residenciais (tipicamente, grandes consumidores de energia) incluem uma grande variedade de edifícios, com necessidades energéticas muito distintas. (edifícios de escritórios, escolas, edifícios de comércio, hospitais, etc.). Na maioria destes, a eficiência energética depende fundamentalmente dos ganhos de energia internos, mais do que das condições climáticas. Avaliar correctamente a eficiência energética de sistemas de edifícios e equipamentos, assim como a definir prioridades de uso dos mesmos durante a utilização

para atingir níveis de eficiência compatíveis com “zero-energy performance” no caso dos edifícios não-residenciais é uma tarefa extremamente complexa. Exemplos de casos de estudo de edifícios de balanço energético nulo correctamente dimensionados, quer residenciais quer não residenciais, estão disponíveis na base de dados da Agência Internacional de Energia, SHC Task 40 - ECBCS Annex 52 (IEA, 2008) e do U.S. Department of Energy, no contexto da “Net-Zero Energy Commercial Building Initiative” (NZEBCI, 2011). Como referido anteriormente, no que respeita a edifícios não-residenciais, deve citar-se o edifício de demonstração português “Solar XXI” (Gonçalves, 2009). “Solar XXI” combina, de modo harmonioso, um conjunto vasto de medidas de aumento de eficiência energética e sistemas fotovoltaicos instalados na fachada principal e no parque de estacionamento como sombreamento para alcançar níveis de performance energética notáveis (Aelenei et al., 2010). Voltando à questão do clima como factor chave na produção de energias renováveis, Portugal goza de condições muito favoráveis para o aproveitamento de energia solar, como resultado de um enorme potencial de irradiação solar, cerca de 40% superior ao presente na Europa Central.

3.3. PROJECTO, OPERAÇÃO E VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE

A concepção dos edifícios de balanço energético nulo não pode ser considerada uma tarefa trivial. Com efeito, são necessários estudos que caracterizem as necessidades nacionais específicas, que podem ser decisivos na definição de uma estratégia óptima para atingir a sustentabilidade e a performance energética desejada. Uma vez definido um enquadramento legal para os edifícios de energia zero, a implementação com sucesso deste objectivo ambicioso consiste na definição de uma metodologia para avaliar o balanço energético. Como se pode imaginar, a combinação de medidas de poupança, sistemas de eficiência energética e de sistemas de energia renováveis (i.e., conjunto de soluções) que são mais propensas a conduzir a um verdadeiro desempenho “energia zero” em diferentes zonas climáticas de Portugal, deve resultar de um acurado de investigação e experiência passada, e não de princípios inconsubstanciados e opiniões avulsas.

Os estudos existentes indicam que a modelação de edifícios “energia zero” é um desafio maior que a modelação de edifícios comuns, já que é necessário dar maior ênfase na avaliação da massa térmica e na necessidade de integrar tecnologias solares activas, que nem sempre estão disponíveis. (Charron

& Athienitis, 2006). Enquanto diversas ferramentas de simulação permitem esta modelação (TRNSYS, ESP-r, EnergyPlus, etc.), há factores fundamentais que devem ser avaliados antecipadamente:

- Que cargas devem ser consideradas na avaliação do balanço energético? Deem ser consideradas as cargas presentes em edifícios comuns (aquecimento, arrefecimento, aquecimento de águas ventilação e iluminação), ou devem considerar-se também as cargas auxiliares (e.g. cozinha, plug loads, elevators, etc.)?
- Que condições climáticas de referência devem ser consideradas na análise? Devem os edifícios serem alvo de uma análise que vai para além dos anos climáticos de referência?

No que se refere à verificação do cumprimento dos requisitos regulamentares, a questão fundamental que preocupa os membros da IEA SHC Task 40 - ECBCS Annex 52 é saber se os procedimentos de monitoriza-

ção devem ser obrigatórios, no sentido de verificar o balanço energético efectivo (Sartori et al. 2010). Mais ainda, se esta monitorização for obrigatória, qual é o período durante o qual deve ser considerado?

CONCLUSÕES

Ao contrário de ter como objectivo principal deste trabalho, divulgar os resultados específicos de um estudo de investigação, os autores querem partilhar e evidenciar alguns aspectos críticos relacionados ao conceito de edifícios de balanço energético nulo. Talvez a conclusão mais importante a ser tirada é que, embora os estudos realizados indicam que é possível alcançar o desempenho de balanço energético nulo através do design inteligente sustentável e técnicas de combinação com tecnologias de energia renovável, a implementação bem sucedida das políticas da EPBD em larga escala precisam ser diligentemente planeadas. ■

BIBLIOGRAFIA

- ADENE, Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, 2006, <http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/Legislacao/Nacional/Paginas/default.aspx>
- Aelenei, D., Aelenei, L. e Santos, F. M. C., 2010. Standard Unretro-fitted Buildings and Net Zero-Energy Concept, Eurosun Conference, Graz, Austria.
- Aelenei, L., Lollini, R., Gonçalves, H., Aelenei, D., Noguchi, M., Donn, M., Grade, F., 2011, Passive cooling approaches in Net-Zero Energy Solar Buildings: Lessons learned from demonstration buildings, Conferência CISBAT2011, Lausanne.
- Aelenei, L., Aelenei, D., Gonçalves, H., Lollini, R., Musall, E., Scognamiglio, A., Cubi, E., Noguchi, M., 2012, Design Issues for Net Zero-Energy Buildings, Conferência ZEMCH2012, Glasgow.
- Aelenei, L., Gonçalves, H., Rodrigues, C., 2010. The Road Towards "Zero Energy" in Buildings: Lessons learned from SolarXXI building in Portugal, Conferência Eurosun, Graz, Austria.
- Gonçalves, H., Aelenei, L., Rodrigues, C., 2011, SOLAR XXI: A Portuguese Office Building towards Net Zero-Energy Building, REHVA Journal, March 2011.
- Besant, R.W., Dumont, R. S. e Schoenau, G., 1979. The Saskatchewan conservation house: some pre-liminary performance results, Energy and Buildings 2 (2):163-174.
- Bliss, R.W., 1955. Design and performance of the nation's only fully solar-heated house. Air conditioning, Heating and Ventilating, (52): 92.
- BPIE, 2011. Principle for nearly zero energy buildings, Paving the way for effective implementation of policy requirements, <http://www.bpie.eu>
- Butti, K., Perlin, J., Golden e Thread, A., 1980. 2500 Years of Solar Architecture and Technology, Van Nostrand Reinhold Company.
- Carilho da Graça, G., Augusto, A., Lerer, M., 2012, Solar powered net zero energy houses for southern Europe: Feasibility study, Solar Energy, 86 (1), 634-646.
- Charron, R., & Athienitis, A., K., 2006. Design and Optimization of Net Zero Energy Solar Homes, ASHRAE Transactions, 112 (2): 285-295.
- EPBD - European Parliament and of the Council, 2010. The Directive 2010/31/EU of the European Parliament on the energy performance of buildings (EPBD recast), Official Journal of the European Union, 53.
- DOE - U.S. Department of Energy, 2008. Building Technologies Program - Planned Program Activities, <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/corporate/my08complete.pdf>
- DSLG - Department for Communities and Local Government 2009. Sustainable New Homes - The Road to Zero Carbon: Consultation on the Code for Sustainable Homes and the Energy Efficiency standard for Zero Carbon Homes, London.
- European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE), 2011. Steering through the maze #2
- Nearly zero energy buildings: achieving the EU 2020 target, <http://www.eceee.org/buildings/>
- Esbensen, T.V. e Korsgaard, V., 1977. Dimensioning of the Solar Heating System in the Zero Energy House in Denmark, United States, 195-199.
- Gonçalves, H., 2009. Solar Building XXI, European Economic and Social Committees, <http://www.eesc.europa.eu/resources/docs/edificio-solar-lisbon-portugal-en.pdf>.
- Hernandez, P., & Kenny, P., 2010. From net energy to zero energy buildings: Defining life cycle zero energy buildings (LC-ZEB), Energy and Buildings, (42): 815-821.
- IEA - International Energy Agency Solar Heating and Cooling Task 40 / ECBCS Annex 52, 2008. To-wards Net Zero Energy Solar Buildings (NZEBS); <http://task40.iea-shc.org/>
- Kolokotsa, D., Rovas, D., Kosmatopolous, E. e Kalaitzakis, K., 2010. A roadmap towards intelligent net zero- and positive-energy buildings, Solar Energy.
- Marszal, A., J., Heiselberg, P., Bourelle, J., S., Musall, E., Voss, K., Sartori, I., e Napolitano A., 2011. Zero Energy Building - A review of definitions and calculation methodologies, Energy and Building, (43): 971-979.
- Musall, E., Weiss, T., Lenoir, A., Voss, K., Gardem F. & Donn, M., 2010. Net Zero energy solar buildings: an overview and analysis on worldwide building projects, EuroSun Conference, Graz, Austria.
- Passive on, IEE research project, <http://www.passive-on.org/en/details.php>
- Sartori, I., Napolitano, A., Marszal, A.J., Pless, S., Torcellini, P. e Voss, K., 2010. Criteria for Definition of Net Zero Energy Buildings, EuroSun conference, Graz, Austria.
- Torcellini, P., Pless, S., Deru, M. e Crawley, D., 2006. Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition, National Renewable Energy Laboratory and Department of Energy, (US).
- U.S. Department of Energy within the Net-Zero Energy Commercial Building Initiative (NZECCI), 2011. <http://www1.eere.energy.gov/buildings/>
- Voss, K., Musall, E., e Lichtmeß, M., 2011. From low-energy to net zero-energy buildings: Status and perspectives, Journal of Green Building, (6) 1.
- Yokoo, N., 2009. Transition of Technology and Belief for Green Buildings in Japan, International Conference on Sustainable Integrated Design Process for Building and Construction, Hong Kong.

PUB oventrop2