

Zero Energy Laboratory – Um Projeto Piloto para Apoio ao Ensino Superior

Manuel C. Felgueiras, PhD

ISEP

mcf@isep.ipp.pt

José M. Sousa, MSc

ISEP

jso@isep.ipp.pt

Nídia Caetano, PhD

ISEP

nsc@isep.ipp.pt

RESUMO

Os novos edifícios são sistemas complexos e sob intensa investigação. As normas mais recentes exigem que os edifícios sejam altamente eficientes e estão a colocar pressão na sua implementação alargada. As instituições de ensino superior têm assim que incluir laboratórios para a prática multidisciplinar deste tipo de edificações. O presente trabalho faz o enquadramento e um resumo das características de um Zero Energy Laboratory (ZELab), desenvolvido especificamente para apoiar o ensino e investigação de Engenharia em edifícios no Ensino Superior.

INTRODUÇÃO

A experiência tem mostrado que o desenvolvimento das nações depende e tem tido como resultado um aumento do consumo de energia. Desta, uma parte significativa é produzida através de combustíveis fósseis cujos impactos negativos são amplamente conhecidos. Vários são os relatórios que revelam que existem consequências irreversíveis desta situação, pelo que têm sido tomadas medidas com o objectivo de inverter esta tendência (ex. WCED, 1987). A União Europeia (UE) tem demonstrado um forte comprometimento para com a mitigação e prevenção dos problemas associados ao desenvolvimento dos seus Estados-Membros. Como exemplo, refiram-se as medidas antipoluição do sector automóvel, que se tornaram sucessos visíveis. O próximo grande passo refere-se aos edifícios modernos que terão que ser sistemas muito mais eficientes, no que concerne ao nível de utilização de energia. Com efeito, os edifícios são responsáveis pelo consumo de quase metade da energia global produzida, numa altura em que já foi demonstrada a possibilidade de se terem edifícios com balanço energético zero ou mesmo negativo. Estes novos edifícios serão muito complexos nas suas várias fases, desde a concepção arquitetónica até à respectiva implementação nos seus vários *layers*. Ainda mais: os vários *layers* destas novas construções deixaram de ser independentes, para passarem a ser interdependentes. Tal significa que os novos profissionais, para além de possuírem elevados níveis de especialização, necessitam também de possuir conhecimentos das áreas adjacentes, para além de elevadas características pessoais de trabalho em equipa. Inversamente, a UE pretende formar profissionais focados numa área muito específica do conhecimento, através de cursos mais curtos e direccionados.

Tendo em vista compatibilizar aqueles objectivos antagónicos, este trabalho apresenta uma proposta de laboratório sustentável (*Zero Energy Laboratory - ZELab*), que funcionará como espaço integrador das várias engenharias, no qual se podem desenvolver soluções multidisciplinares, através da aplicação concreta de conhecimentos de várias especialidades, numa perspectiva de trabalho colaborativo.

ENSINO DE ENGENHARIA

O ensino superior é um assunto muito relevante nas sociedades modernas, e é considerado como fator determinante para o sucesso futuro. Assume custos significativos para cada país, uma vez que o número de pessoas que procuram este nível de qualificação subiu consideravelmente durante o último meio século. Este crescimento, no entanto, tem vindo a acarretar novos desafios para a economia dos países bem como também para o ensino (Schofer & Meyer, 2005). Com efeito os métodos de ensino, que tradicionalmente se centravam no professor, revelaram-se pouco eficientes quando utilizados de forma mais abrangente (Biggs, 1999), levando ao aparecimento de novas e diversas estratégias de ensino tendencialmente mais centradas no aluno e nas quais se dá crescente atenção aos métodos de ensino/aprendizagem (Ramsden, 1987; Felder, 1999).

Na EU, a reforma de Bologna levou as Universidades a reestruturar e otimizar os respectivos recursos educativos (Shearman, 2007), mas num formato que reduz os seus cursos através de uma especialização numa determinada área muito particular do conhecimento (Heitmann, 2005; Klemes et al., 2013). Os novos cursos revelaram-se por um lado muito específicos e com elevado nível de especialização, mas por outro lado, com reduzida abrangência. Esta situação apresenta vantagens e inconvenientes no caso particular do ensino em engenharia (Williams, 2007). Esta nova estrutura apresenta de facto várias vantagens para o estudante, tais como a redução do custo e tempo necessários para a entrada no mercado de trabalho. No entanto, apresenta também algumas importantes limitações, uma das quais se refere ao baixo nível de competências nalgumas áreas importantes do conhecimento e que habitualmente se situam na fronteira das chamadas *áreas tradicionais do conhecimento*. Ao nível da automação, por exemplo, em vez de desenvolver sólidas competências de programação e das componentes de electricidade e electrónica, aos alunos apenas são apresentados *modelos de interface*, i.e., caixas pretas electrónicas. Numa fase posterior, quando os novos profissionais são confrontados com problemas específicos, revelam que estão menos aptos a apontar soluções devido à falta de características de interdisciplinaridade. Com efeito os novos cursos, a par da vantagem económica e de uma maior rapidez com que se colocam novos profissionais no mercado de trabalho, têm agora a desvantagem da diminuição das competências necessárias para lidar com problemas multidisciplinares.

SUSTENTABILIDADE E ZEB

A definição de sustentabilidade mais frequentemente utilizada é a que decorre do relatório de Brundtland e que refere (WCED, 1987):

“Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.”

Uma interpretação livre e mais restritiva para o domínio da engenharia poderia ser a seguinte (Felgueiras et al., 2017):

“A sustainable system is one that consumes the resources strictly necessary to obtain the desired effect.”

Esta definição tem especial importância quando aplicada a edifícios, dado que estes são responsáveis pelo consumo de cerca de 49% da energia produzida mundialmente, numa altura em que já existem várias edifícios com balanço energético nulo (Felgueiras et al., 2017). Com efeito, a Europa é altamente dependente em termos energéticos, tendo que importar cerca de 50% da energia que consome. O panorama nalguns países, dentre os quais Portugal, apresenta uma situação ainda mais preocupante. Para fazer face a esta situação, a UE estabeleceu que, a partir de 2020, todos os edifícios novos deverão ser muito eficientes e ter um balanço energético aproximadamente nulo. Este conceito já existe desde há algum tempo no mundo científico e as suas características vão passar a ser obrigatórias muito em breve,

tendo cada Estado-Membro que definir e encontrar as metodologias para as atingir. Não está estabelecida, no entanto, a percentagem que as energias renováveis terão que representar nestes novos edifícios. Assim a partir de 2020, os edifícios novos terão de ser *Nearly Zero Energy buildings (NZEB)* sendo que nos edifícios do Estado esta obrigatoriedade começa dois anos antes, i.e., em 2018. A última revisão da Directiva para os edifícios (European Commission, 2010) refere um edifício:

“...com um desempenho energético muito elevado em que as necessidades de energia, quase nulas ou muito pequenas, deverão ser cobertas por fontes renováveis.”

De facto, os *desempenhos energéticos elevados* não estão definidos, nem a contribuição das renováveis, mas a definição comunitária aponta para edifícios de balanço quase zero, ou seja, nos quais o consumo e a oferta energéticos sejam praticamente equivalentes. Uma parte substancial da energia consumida tem que ser compensada pela produzida localmente ou nas proximidades.

Repare-se que estes novos edifícios serão sistemas altamente complexos e multidisciplinares (Torgal et al., 2013) para os quais o ensino superior tem que dar resposta.

O ZELab

Os laboratórios constituem espaços especialmente importantes no ensino de engenharia. De acordo com (Feysel e Rosa, 2005) as competências adquiridas nos laboratórios são não apenas técnicas, mas também sociais. De acordo com (Ernst, 1983), os laboratórios servem essencialmente três objectivos:

“In my examination of the undergraduate engineering laboratory, I have identified three roles or objectives as major ones. First, the student should learn how to be an experimenter. Second, the laboratory can be a place for the student to learn new and developing subject matter. Third, laboratory courses help the student to gain insight and understanding of the real world.”

Este novo *mundo real* inclui agora *NZEBs*, pelo que é agora necessário proceder às alterações necessárias no ensino superior de modo a que esta nova realidade fique também abrangida. É nesse sentido que está a ser desenvolvido o *ZELab*, um projecto integrador de todas as vertentes de ensino do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), e que tem por objectivo constituir um espaço dedicado à realização de trabalhos que visem estimular o desenvolvimento de uma atitude sustentável nos futuros profissionais dos diversos domínios científicos da Engenharia. O desenvolvimento deste novo espaço deve ser transversal à escola desde a sua fase embrionária, pelo que desde o início se conta com a colaboração de estudantes. Algumas das características deste laboratório inovador encontram-se resumidas na Tabela 1.

Refira-se ainda que, como se trata de um espaço de investigação, a flexibilidade é especialmente importante para a experimentação de novas soluções ou o cumprimento de normas mais exigentes. E porque o *ZELab* se integra numa Instituição de Ensino Superior Politécnico, é essencial que este laboratório sirva de interface entre a comunidade académica, a população em geral e o tecido empresarial da zona geográfica em que o ISEP se insere. Nesse sentido, para além de se pretender que o edifício seja moderno e visualmente agradável, ele deve estar visualmente aberto à comunidade envolvente, o que será conseguido através da extensa área envidraçada nas fachadas sul e poente (Figura 1). Justamente para tirar partido da grande exposição solar, sem, contudo, aumentar os custos com a climatização, estas fachadas serão constituídas por “aquários” verticais modulares (os fotobiorreatores), que receberão microalgas de distintas estirpes com diferentes cores, através dos quais a radiação solar será filtrada, reduzindo-se assim significativamente os ganhos térmicos. No entanto, as próprias microalgas são também sensíveis aos excessos de radiação solar, pelo que o vidro exterior deverá ser substituído por uma célula solar fotovoltaica colorida e semitransparente, que permitirá assim captar uma parte significativa da radiação solar (justamente a que é nociva para as microalgas).

Tabela 1. Resumo de características do ZELab.

Requisito	Estratégia
Minimização dos consumos energéticos	Materiais construtivos eficientes Integração energética Orientação solar Iluminação natural
Qualidade do ar interior	Renovação de ar natural Renovação de ar forçado controlada
Rede de ar comprimido/vapor	Pré-instalação em pontos-chave do ZELab
Temperatura da água dos fotobiorreatores e do ar	Uso de permutadores de calor e sistema de controlo
Instalação elétrica	Instalação adaptável
Sustentabilidade Energética	Utilização do máximo de sistemas de energias renováveis
Sustentabilidade Hídrica	Aproveitamento de águas pluviais Utilização de sistemas sanitários eficientes
Certificação estrutural	Cumprimento de normas mais avançadas
Impacto visual	Coberturas verdes Fachadas “transparentes”
Facilidade de aumento da área de implantação	Modularidade
Segurança dos utilizadores	Controlo de acessos e zonas restritas
Inovação ao serviço da comunidade	Partilha de espaços e ensaio de novas tecnologias

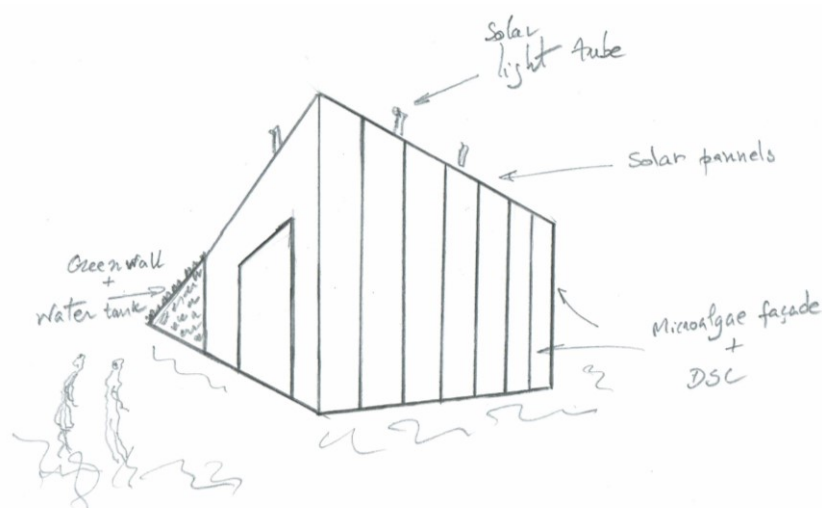


Figura 1 Esboço do ZELab@ISEP, um espaço laboratorial inovador, multidisciplinar, integrador e sustentável.

A fachada nascente, por estar virada para um edifício já existente, e para cujos utilizadores se pretende também minimizar o impacto visual, deverá constituir uma cobertura verde, que se prolonga até à placa de cobertura do ZELab.

No que respeita à iluminação, também será privilegiada a utilização de dispositivos de iluminação natural (ex. tubos de luz), iluminação ecoeficiente e iluminação inteligente. A cobertura também poderá ser utilizada como espaço de captação de energia solar.

Sendo a climatização dos edifícios um dos maiores consumidores de energia nos edifícios, serão privilegiados os sistemas de climatização natural, climatização eficiente e inteligente, em detrimento dos vulgares sistemas de climatização centralizada. Será também dada especial atenção à alocação interna dos espaços às diversas atividades. As máquinas frigoríficas e outras que libertam calor para o exterior, deverão estar localizadas fora das salas que requerem temperatura controlada, para minimizar os custos energéticos de climatização.

A energia renovável captada do sol deverá ser injetada na rede interna e o excesso de produção armazenado em baterias. Para suprir a insuficiência de energia solar, o *ZELab* deve estar dotado de caldeira a biomassa e/ou biogás.

A água da chuva deve ser recolhida, tratada e armazenada para utilização sanitária e/ou rega da cobertura verde. A instalação elétrica e de rede de dados devem ser flexíveis e permitir evolução, com calhas técnicas versáteis.

Ora a integração destes sistemas energéticos, de dados e de águas, deve ser feita através de uma rede inteligente, que será também responsável por monitorizar todo o edifício no que respeita a utentes e espaços em uso, garantindo assim o acesso a uns espaços e impedindo-o aos espaços restritos, limitando a disponibilização de energia aos elementos essenciais, reduzindo as perdas e a ineficiência energéticas.

CONCLUSÃO

Os edifícios que respeitam as mais recentes normas são sistemas de elevada eficiência, de elevada complexidade e multidisciplinares. O ensino superior necessita de ter espaços laboratoriais para apoio ao ensino destas matérias, e que permitam uma fácil interação com a comunidade envolvente. O estreitamento da gama de competências atribuídas aos estudantes das diversas áreas da engenharia, resultante das alterações curriculares introduzidas por força das reformas decorrentes do acordo de Bolonha pode ser minimizado através da realização de trabalhos colaborativos em ambiente laboratorial orientado para a multidisciplinaridade. O presente trabalho apresenta sucintamente a metodologia de desenvolvimento e as características fundamentais de um *Zero Energy Laboratory (ZELab)* para apoio à docência, aprendizagem e investigação na área dos NZEB.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro através dos projetos POCI-01-0145-FEDER-006939 (Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia, UID/EQU/00511/2013) financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do COMPETE2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI) e por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia I.P.; NORTE-01-0145-FEDER-000005 – LEPABE-2-ECO-INNOVATION, cofinanciado pelo Programa Operacional Regional do Norte (NORTE 2020), através do Portugal 2020 e do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) e Centro de Inovação em Engenharia e Tecnologia Industrial, UID/EQU/00305/2013.

REFERÊNCIAS

- Biggs, J. 1999. *Teaching for Quality Learning at University*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Ernst, E.W. 1983. A New Role for the Undergraduate Engineering Laboratory. *IEEE Transactions on Education*, E-26(2): 49–51.
- European Commission. 2010. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings (recast). *Official Journal of the European Communities*.
- Feisel, L.D., Rosa, A.J. 2005. The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 94 (1): 121-130.
- Felder, R. 1999. How to Improve Teaching Quality. *Quality Management Journal*, 6(2): 9-21.
- Felgueiras, M.C., Rocha, J.S., Caetano, N. 2017. Engineering Education Towards Sustainability. *Energy Procedia*. (in press)
- Heitmann, G. 2005. Challenges of Engineering Education and Curriculum Development in the Context of the Bologna Process. *European Journal of Engineering Education*, 30(4): 447-458.
- Klemeš, J.J., Kravanja, Z., Varbanov, P.S., Lam, H.L. 2013. Advanced Multimedia Engineering Education in Energy. *Applied Energy*, 101: 33-40.
- Ramsden, P. 1987. Improving Teaching and Learning in Higher Education: the case for a relational perspective. *Studies in Higher Education*, 12(3): 275-286.
- Schofer, E., Meyer, J. W. 2005. The Worldwide Expansion of Higher Education in the Twentieth Century. *American Sociological Review*, 70 (6): 898-920.

- Shearman, R. 2007. Bologna: Engineering the Right Outcomes. *International Journal of Electric Engineering Education*, 44(2): 97-100.
- Torgal, F.P., Mistretta, M., Kaklauskas, A., Granqvist, C.G., Cabeza, L.F. (Editors). 2013. *Nearly Zero Energy Building Refurbishment: A Multidisciplinary Approach*. Springer-Verlag London. <https://dx.doi.org/10.1007/978-1-4471-5523-2>.
- WCED. 1987. *World Commission on Environment and Development. Our common future*. Oxford, Oxford University Press.
- Williams, B. R. 2007. Engineering Education, Accreditation and the Bologna Declaration: a New Zealand View. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 44(2): 124-128.