

INTEGRAÇÃO DE SISTEMA ENERGÉTICO DE BASE RENOVÁVEL, MICRO-REDE E SOLUÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIO PÚBLICO

O Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) está a desenvolver, no âmbito do projecto europeu *IMPROVEMENT*, um piloto para testar a requalificação de um edifício público para a meta nZEB.

A NEUTRALIDADE CARBÓNICA NOS EDIFÍCIOS PÚBLICOS

A promoção da eficiência energética e da integração das energias renováveis e a mitigação dos efeitos das alterações climáticas foram definidas pela União Europeia (UE) como objetivos prioritários no âmbito do programa *Horizonte Europa* (2010) e fazem parte integrante do *Pacto Ecológico Europeu* (2050). Alcançar os objetivos de 32,5% para a incorporação das energias renováveis e de 32,5% para o aumento de eficiência energética inspiraram a redação dos *Planos Nacionais de Energia e Clima* (PNEC) de cada Estado-Membro, como no caso de Portugal, através do *PNEC 2030*, com uma trajetória nítida de progressão em direção à neutralidade carbónica.

O projeto *IMPROVEMENT - Integration of combined cooling, heating and power microgrids in zero-energy public buildings under high power quality and continuity of service requirements* é um projeto financiado pelo Programa *INTERREG SUDOE* de cooperação transnacional. Conta com parceiros de Portugal, Espanha e França para desenvolver, aplicar e validar abordagens inovadoras na renovação de edifícios públicos, alinhada com os objetivos europeus para o setor da construção e, particularmente, com as medidas inscritas no *PNEC 2030*. De natureza marcadamente multidisciplinar, concilia as competências da área de integração e modelação de sistemas energéticos, como a gestão de consumo e de energia em edifícios, com a integração de sistemas de energia de base renovável, de micro-redes inteligentes e de sistemas de monitorização e controlo energético.

As principais ações do projeto estão centradas na contribuição das equipas multinacionais, na investigação e no desenvolvimento de soluções tecnológicas que

sejam aplicáveis na conversão de edifícios públicos – de tipologia de serviços – em edifícios de elevada eficiência energética, tendencialmente de balanço de energia quase nulo (nZEB), tendo em vista a investigação de metodologias replicáveis nos países do Sul da Europa, com requisitos que sejam económica e ambientalmente sustentáveis.

As próprias instalações situadas no LNEG são utilizadas no desenvolvimento, teste e demonstração de uma área piloto como parte de um edifício público, integrando micro-redes com fontes renováveis e geração combinada de calor, frio e eletricidade, equipadas com sistemas de armazenamento híbrido – térmico e elétrico.

CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO PORTUGUÊS

O edifício público selecionado pelo LNEG e pelo IST para constituir a área piloto e o estudo de caso português situa-se em Lisboa e foi construído na década de 1980 no “Campus do Lumiar”, sendo identificado internamente como “Edifício C”.

Parde lona com isolamento por janelas exteriores e interiores em contraponto de 5 cm, isolada com 50 mm de lã mineral	0,45 W/m ² K
Parde dupla de vidro, para exterior de 617 m e para interior de 537 m e 50 mm de lã mineral	0,53 W/m ² K
Cobertura com lã de vidro mineral (0,10 m), isolada externamente com EPS de 45 mm de espessura e revestida externamente com lã mineral de 50 mm, lã fibra com uma espessura de 100 mm	0,16 W/m ² K
Vidro duplo insulado 4 mm + 0,08 m	1,2 W/m ² K
Fator solar do vidro	0,76
Fator solar com dispositivos de sombreamento	0,073

Tabela 1 - Coeficientes de transmissão térmica do envelope para exterior e vidro envidraçado.

OS AUTORES

D. Loureiro, J. Correia, L. Arlenei, J. Facão, C. Rodrigues e A. Estanqueiro
LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Estrada do Paço do Lumiar, 1649 - 038 Lisboa, PORTUGAL,
E-mail: ana.estanqueiro@lNEG.pt

Uma das preocupações iniciais foi mitigar necessidades de energia através da implementação de soluções passivas e de medidas de melhoria do conforto térmico sem que este seja influenciado por variações de temperatura do exterior. Das soluções implementadas destacam-se, ao nível do envolvente, envidraçados, ventilação, sombreamento solar, bem como a aplicação de materiais de mudança de fase (PCM) minimizando as influências externas.

A caracterização térmica do envolvente do edifício (Tabela 1) baseou-se na legislação nacional referente aos edifícios e bibliografia técnica (Pina dos Santos e Matias, 2006).

A área piloto (Fig. 1) tem uma ocupação total de 170 m² divididos por três gabinetes, sala de reuniões e auditório

O LNEG tem por missão promover a inovação tecnológica no desenvolvimento da economia portuguesa, contribuindo para o aumento da competitividade nacional. [Neste projecto] pretende a requalificação para a meta nZEB.



Schlüter®-BEKOTEC-THERM

O pavimento cerâmico climatizado







* O sistema BEKOTEC-THERM contém as seguintes componentes:

- Peças de módulos
- Tubo de climatização
- Lâmina de desacoplamento
- Conectores
- Eletroválvulas
- Módulo de controlo
- Terminais
- Armário de distribuição

- ✓ Baixa altura de construção.
- ✓ Betonilhas sem juntas.
- ✓ Pavimento radiante de rápida reacção.

- ✓ Distribuição homogénea de calor.
- ✓ Baixas temperaturas de impulsão.
- ✓ Baixos custos de climatização.





Figura 1 – Integração da área piloto no Edifício C. Exterior e Interior



Figura 2 – Controlo de iluminação natural, sombreamento solar e fornecimento de electricidade ao espaço (PNE).



Figura 3 – Controlo de isolamento térmico e acústico do teto falso e de iluminação elétrica e climatização.

(90 m²) – este último muito utilizado para sessões técnicas e apresentações científicas. O projeto pretende a requalificação para a meta nZEB com a implementação de medidas passivas, como o aproveitamento de iluminação natural, a incorporação eficiente de iluminação artificial, a utilização de PCM para regulação da inércia térmica das áreas envidraçadas (Fig. 2) e substituição do teto falso por painéis de elevada eficiência de isolamento térmico e acústico (Fig. 3).

Ainda durante a fase de estudo da área piloto, foi construído um modelo dinâmico considerando o enquadramento deste espaço no edifício, tendo em conta a arquitetura base, o que permitiu consolidar algumas das intervenções efetuadas. Na criação deste modelo foram considerados, além da envolvente opaca exterior, a potência de iluminação instalada, características dos equipamentos existentes, perfis de utilização e de ocupação, o que permitiu avaliar individualmente o desempenho energético neste caso de estudo.

A INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS ENERGÉTICOS RENOVÁVEIS

A produção de energia renovável é assegurada por módulos fotovoltaicos (4,6 kW) e uma micro-turbina

É fundamental a existência de sistemas dedicados que permitam medir e monitorizar climatização, produção e consumo de energia dos diferentes componentes, níveis de conforto e outros que permitam interpretar de forma clara comportamentos relevantes para maximizar o conforto, enquanto se maximiza a eficiência energética.



Figura 4 – Sistema de produção e gestão de energia.

eólica urbana (T.Urban 2,5 kW). Devido às boas condições existentes, estes elementos produtores foram montados na cobertura do edifício e ligados à rede de distribuição de energia, utilizando inversores específicos. Foi ainda instalado um inversor bidirecional de 4,2 kW, assegurando a gestão do balanço de energia produzida (eólica e fotovoltaica) com a energia armazenada. O armazenamento é assegurado por um conjunto de baterias ácido-chumbo C100 de 660 Ah com tensão

nominal de 48 V. O grupo de inversores utilizados é mostrado na Fig. 4.

O sistema de geração de energia térmica (Fig. 5) é composto por bomba de calor ar/água, de elevada eficiência com potência de 14,5 kW, para aquecimento ou refrigeração ambiente, assistida por energia solar, por intermédio de coletores solares com tubos de vácuo com área de abertura de 4,8 m² e acumulador térmico de 300 L que transfere energia térmica para um depósito de



VENDA ON-TIME

O SEU PEDIDO COM ENTREGA NA HORA
OU ENVIO NO PRÓPRIO DIA

▶ LINHA DE APOIO DIRETA:
+351 220 146 086

www.arfit.pt

MAIA - PORTUGAL
T. +351 223 797 831
info@arfit.pt







Figura 5 - Sistema de produção de energia térmica.

água de inércia de 1000L. O depósito de inércia possui controlo termostático para fornecer água quente ou fria, num anel de circulação para os ventilo-convetores instalados nas divisões da área piloto. O projeto possui também um segundo sistema solar composto por coletores híbridos PV-T, com área de abertura de 4,2 m² e acumulador térmico de 300L, para preparação de água quente no edifício.

Na proximidade da área piloto, existe ainda o Laboratório de Sistemas Inteligentes. Neste espaço, começou por ser implementada uma micro-rede monofásica 220 V/50 Hz, cujo fornecimento de energia elétrica é assegurado pelas fontes renováveis já descritas e instaladas na cobertura do edifício.

Toda a instalação elétrica da área piloto sofreu modificações assinaláveis face à sua implementação inicial. Esta nova implementação teve por objetivo alargar a micro-rede existente no Laboratório de Sistemas Inteligentes a todo o espaço da zona piloto, no qual o fornecimento de energia é igualmente assegurado pela produção renovável no edifício. É importante referir que os dispositivos elétricos consumidores existentes nesta área piloto são computadores de mesa, iluminação LED regulável, projetor de vídeo, laptops para visitantes em reuniões e ventilo-convetores em gabinetes e salas de reuniões.

No limite, se o consumo de energia total na micro-rede exceder o fornecimento máximo imposto, este fornecimento passa a ser assegurado pela rede pública, através de um conjunto de circuitos de comutação automática, geridos por um sistema de monitorização e controlo.

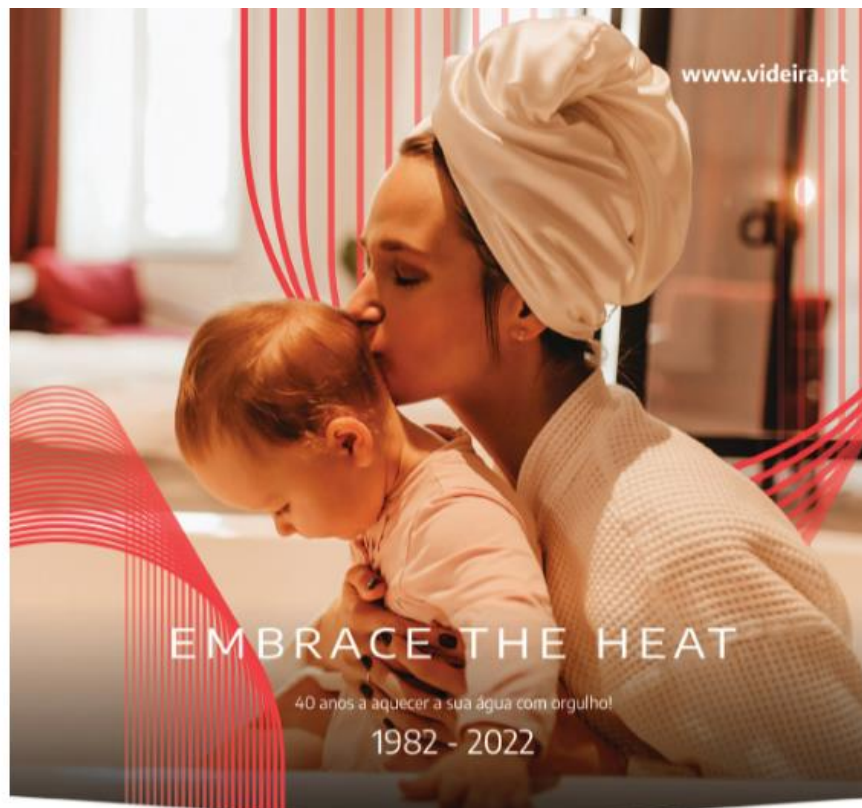
Relativamente ao consumo de energia pela climatização, a bomba de calor (trifásica) e o sistema de ventilação com recuperação de calor estão igualmente instalados no topo do edifício. Devido à sua elevada potência, estes dois dispositivos não foram incluídos na

micro-rede, concebida com reduzida capacidade, tendo sido assumidos como equipamentos infraestruturais do edifício. É de sublinhar que estes dois dispositivos terão períodos de funcionamento desejavelmente curtos, especialmente durante o período de inverno, podendo esses assumir valores mais relevantes durante o verão. Prioritariamente, o aquecimento ambiente deverá ser assegurado pela circulação de água aquecida pelo sistema de geração solar térmica e não pela bomba de calor, alimentada pela rede elétrica.

Quando a micro-rede está a operar em modo isolado, está definida uma hierarquia de alimentação de cargas pelas unidades geradoras renováveis e baterias, de acordo com critérios de prioridades de consumo, por exemplo: em cargas prioritárias, lâmpadas LED reguláveis e tomadas *schuko* identificadas; e, em cargas não prioritárias, ventilo-convetores e tomadas *schuko* extra. Para efeitos de projeto, especialmente no que diz respeito à caracterização da eficiência térmica e do conforto do piloto, o LNEG instalou um controlo de supervisão, sistema de aquisição de dados e funcionamento do edifício com interfaces de monitorização web.

MONITORIZAÇÃO E GESTÃO DO SISTEMA ENERGÉTICO

No decurso deste projeto, é fundamental a existência de sistemas dedicados que permitam medir e monitorizar as suas diferentes vertentes, como sejam climatização, produção e consumo de energia dos diferentes componentes, níveis de conforto e outros que permitam interpretar de forma clara comportamentos relevantes para maximizar o conforto, enquanto se maximiza a eficiência energética. A monitorização é uma peça fundamental para o bom desempenho como um todo. Ao longo das diversas fases do projeto, foi sendo desenvolvida uma infraestrutura de medida e controlo, capaz de acompanhar os diferentes desenvolvimentos, nas



EMBRACE THE HEAT

40 anos a aquecer a sua água com orgulho!

1982 - 2022



VIDEIRA 40 ANOS YEARS

TERMOACUMULADORES | SOLAR | CALDEIRA | ELÉCTRICO | BOMBA DE CALOR A.Q.S. | DEPÓSITOS INDUSTRIAIS | DEPÓSITOS DE INÉRCIA