

ESTUDO ECONÓMICO DA IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS NZEB E ZEB NUM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR

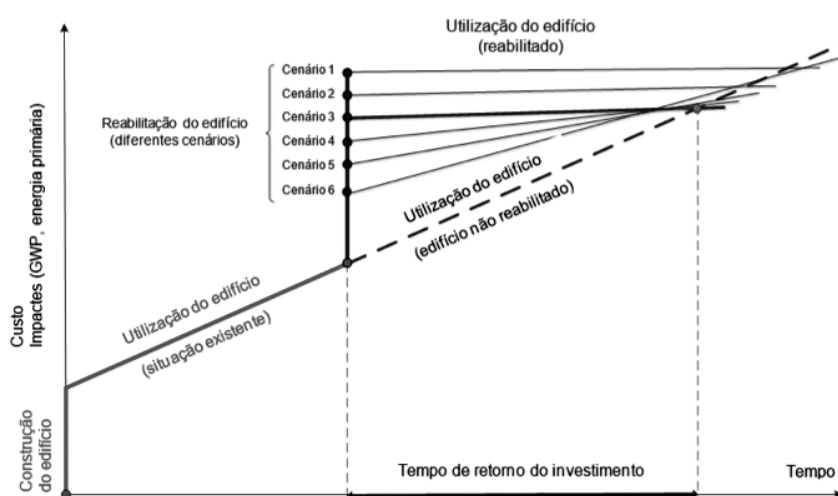
Ricardo Mateus, Sandra Monteiro Silva e Manuela Guedes de Almeida,
Centro de Investigação em Ambiente Território e Construção (CTAC), Universidade do Minho, Guimarães, Portugal

1. INTRODUÇÃO

A EPBD-recast estabelece que todos os edifícios novos devem atingir níveis de necessidades quase nulas de energia (nearly Zero Energy Building - nZEB) até 2020. Por conseguinte, os técnicos envolvidos na conceção, gestão e certificação de edifícios devem ser capazes de compreender e aplicar princípios nZEB, tanto em edifícios novos como na reabilitação dos existentes. Para além deste objetivo, o desafio é conceber edifícios com necessidades nulas de energia (Zero Energy Building - ZEB), isto é edifícios em que, anualmente, as suas necessidades energéticas igualam a quantidade de energia produzida localmente ou nas imediações através de fontes renováveis.

O nível de desempenho nZEB poderá ser atingido através da redução das necessidades energéticas dos edifícios, utilizando princípios de desenho passivo (melhoria dos níveis de isolamento, otimização dos ganhos solares e utilização de sistemas de sombreamento exteriores e arrefecimento noturno, entre outros); seleção de aparelhos e sistemas eficientes (AVAC, iluminação, entre outros); e produção de energia renovável, no local ou nas proximidades, para reduzir a utilização de energia não-renovável restante. No nível de desempenho ZEB, mantém-se os princípios enumerados anteriormente, mas a quantidade remanescente de energia necessária à operação do edifício será produzida no local ou nas proximidades com o recurso a fontes de energia renovável. Os sistemas solares térmicos e fotovoltaicos e os de biomassa são as fontes de energia renovável

FIGURA 1: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO DAS OPERAÇÕES DE REABILITAÇÃO ENERGÉTICA [2]



mais utilizadas nos edifícios. Na reabilitação de edifícios, apesar de todas as limitações existentes na integração de sistemas solares térmicos e fotovoltaicos (p.e. ausência de exposição solar adequada e restrições relacionadas com a proteção do património existente) estes são aqueles que apresentam um maior potencial para serem utilizados como sistemas de energias renováveis [1].

Quaisquer que sejam os indicadores utilizados numa análise deste tipo, o padrão genérico da sua evolução temporal e o tempo de retorno do investimento pode ser esquematizado através da Figura 1.

Tendo por base este contexto e para aumentar a consciencialização dos diferentes

intervenientes do sector da construção, é urgente desenvolver estudos que demonstrem as vantagens do desenvolvimento de edifícios com níveis de eficiência nZEB e ZEB. Para o efeito, este trabalho tem como objetivo a análise dos custos de ciclo de vida de diferentes cenários de reabilitação (básica, nZEB e ZEB) aplicados a um edifício multifamiliar de características correntes em Portugal, de modo a avaliar a viabilidade económica da satisfação dos níveis de desempenho nZEB e ZEB na reabilitação energética de edifícios multifamiliares em Portugal.

Para a satisfação do referido objetivo, foram considerados os seguintes cenários de reabilitação energética:

- Situação existente: caso de referência, com o qual foram comparados os benefícios de cada cenário de reabilitação energética. Este cenário corresponde à manutenção do edifício dentro das condições atuais de funcionalidade;

- Reabilitação básica: cenário que cumpre os requisitos mínimos imposto pelo Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH);

- Reabilitação nZEB: cenário correspondente à solução de reabilitação de custo ótimo em Portugal, que é equivalente a uma redução no consumo de energia primária de 80%, em relação ao consumo existente antes da reabilitação;

- Reabilitação ZEB: cenário equivalente ao cenário nZEB, onde se utilizam as mesmas soluções de isolamento térmico da envolvente e os equipamentos para a climatização e preparação das Águas Quentes Sanitárias (AQS), mas que difere do anterior devido à utilização de um sistema fotovoltaico para anular as necessidades energéticas remanescentes.

2. APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

O caso de estudo é um edifício multifamiliar, construído em 1997 e situado na área metropolitana do Porto. Este edifício partilha a maior parte das soluções construtivas adoptadas nos edifícios construídos entre 1990 e 2000 e representa cerca de 41% do parque de edifícios multifamiliares Portugueses. O edifício é composto por 3 pisos, 18 apartamentos e apresenta uma área útil total de 1280 m².

TABELA 1: CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DO EDIFÍCIO NA SITUAÇÃO EXISTENTE E DE CADA CENÁRIO DE REABILITAÇÃO

Características do edifício	Situação existente / manutenção	Reabilitação básica	Reabilitação nZEB	Reabilitação ZEB
Transmissão térmica, W/(m²·K)				
Uparede	0,96	0,54	0,47	0,47
Ucobertura	1,01	0,45	0,31	0,31
Upavimento	0,86	0,60	0,29	0,29
Ujanela (vidro/caixilharia)	3,10	2,70	2,40	2,40
Uporta	3,10	3,10	2,40	2,40
Transmissão térmica linear, W/(m·K)				
parede/parede	0,55	0,50	0,50	0,50
cobertura/parede	1,00	1,00	1,00	1,00
pavimento/parede	0,75	0,50	0,50	0,50
janela/parede	0,25	0,25	0,25	0,25
janela/caixa de estore	0,30	0,30	0,30	0,30
porta/parede	0,25	0,25	0,25	0,25
varanda/parede	-	-	-	-
Ganhos de calor internos (ocupantes, equipamento e iluminação)	4,0 W/m ²			
Ventilação (renovações por hora - rph)	0,94 rph	0,79 rph	Inverno: 0,55 rph Verão: 0,60 rph	Inverno: 0,55 rph Verão: 0,60 rph
Sistema de aquecimento e eficiência	Radiador elétrico (1,0)	Radiador elétrico (1,0)	Bomba de calor (4,1)	Bomba de calor (4,1)
Sistema de arrefecimento e eficiência	Bomba de calor (3,5)	Bomba de calor (3,5)	Bomba de calor (3,5)	Bomba de calor (3,5)
Sistema de preparação das AQS e eficiência	Esquentador a gás natural (0,75)	Coletor solar térmico auxiliado por esquentador a gás natural (0,75)	Coletor solar térmico auxiliado por caldeira gás natural (0,87)	Coletor solar térmico auxiliado por caldeira gás natural (0,87)
• Fontes de energia renovável	-			
• Coletores solares para AQS, m ²	-	40	80	80
• Painéis solares fotovoltaicos para a produção de energia, m ²	-	-	0	135

Tendo em conta a situação existente e os objetivos definidos anteriormente para cada cenário de reabilitação, a Tabela 1 resume as características térmicas do edifício que foram consideradas em cada cenário.

3. METODOLOGIA

A análise do desempenho económico de cada cenário de reabilitação baseia-se nos custos dos materiais e equipamentos utilizados, no custo das operações periódicas de manutenção e no custo da energia consumida para climatizar o edifício e preparar as AQS. O consumo de energia foi estimado através da aplicação da metodologia prevista no REH [3]. Os custos de cada cenário de renovação e da respetiva manutenção foram definidos através de uma consulta de mercado. Os custos com energia baseiam-se no valor médio de mercado para os utilizadores domésticos (0,22 €/kWh para a eletricidade e 0,08 €/kWh para o gás natural, IVA incluído) e para a evolução de preços da energia durante o período em estudo, foi considerado o cenário definido pela Comissão Europeia [4].

Tendo por base as recomendações de estudos anteriores (p.e. [1]), considerou-se uma vida útil de 30 anos para o edifício depois de reabilitado. A norma EN 15459:2007 foi utilizada na definição da vida útil dos sistemas e avaliação dos respectivos custos de operação, reparação e manutenção preventiva. Em resultado, admitiu-se a substituição, a cada 20 anos, dos radiadores, ventiladores, esquentadores e bombas de calor e a cada 25 anos dos painéis fotovoltaicos.

No cenário de manutenção, os custos incluem a reparação de fissuras, a limpeza e pintura das paredes exteriores e a substituição

TABELA 2: RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES ENERGÉTICAS REALIZADAS PARA OS DIFERENTES CENÁRIOS

Características do edifício	Situação existente / manutenção	Reabilitação básica	Reabilitação nZEB	Reabilitação ZEB
Necessidades energéticas do edifício (energia útil, sem perdas nos sistemas), kWh/(m²·year)				
Aquecimento	57,3	37,1	27,2	27,2
Arrefecimento	2,2	2,8	3,7	3,7
Águas quentes sanitárias	29,3	29,3	29,3	29,3
Energia fornecida (utilização de energia útil nos sistemas técnicos, incluindo perdas nos sistemas), kWh/(m²·year)				
Aquecimento	57,3	37,1	6,6	6,6
Arrefecimento	0,6	0,8	1,1	1,1
Águas quentes sanitárias	39,1	33,7	33,7	33,7
Energia produzida no local, kWh/(m²·ano)				
Coletores solares térmicos (calor)	0,0	19,4	27,5	27,5
Painéis fotovoltaicos (eletricidade)	0,0	0,0	0,0	14,3
Consumo de energia primária, kWhPE/(m²·ano)				
Necessidades anuais globais estimadas de energia primária, kWhPE/(m ² ·ano)	184,0	125,4	48,4	0,0

TABELA 3: CUSTO INICIAL DE CADA CENÁRIO ESTUDADO

Situação existente / manutenção	Reabilitação básica	Reabilitação nZEB	Reabilitação ZEB
€204 867	€339 912	€527 581	€584 721

ção das telhas da cobertura. Adicionalmente, consideram-se os custos correspondentes à substituição dos radiadores, ventiladores e esquentadores por outros equivalentes. Na reabilitação básica, incluem-se os custos com materiais e mão de obra, mencionados no cenário de manutenção, aplicação de ETICS na fachada, aplicação de isolamento no teto da garagem e sobre a cobertura, substituição das janelas e instalação dos diferentes sistemas (radiadores, bomba de calor, depósitos de armazenamento de água quente sanitária

e coletores solares térmicos). Nos cenários nZEB e ZEB consideram-se os custos de materiais e mão de obra apresentados no cenário anterior e a instalação dos equipamentos com as características apresentadas na Tabela 1. No cenário ZEB incluem-se os custos do sistema fotovoltaico.

4. RESULTADOS

Os resultados das simulações energéticas realizadas para cada um dos diferentes ce-

nários encontram-se apresentados na Tabela 2.

Os custos associados à manutenção do cenário existente e a cada operação de reabilitação encontram-se apresentados na Tabela 3.

Através da análise da Tabela 3, constata-se que os custos de investimento de cada cenário de reabilitação e da substituição dos sistemas no final da sua vida útil são bastante elevados, pelo que importa analisar o tempo de retorno do investimento adicional associado a cada cenário (Figura 2).

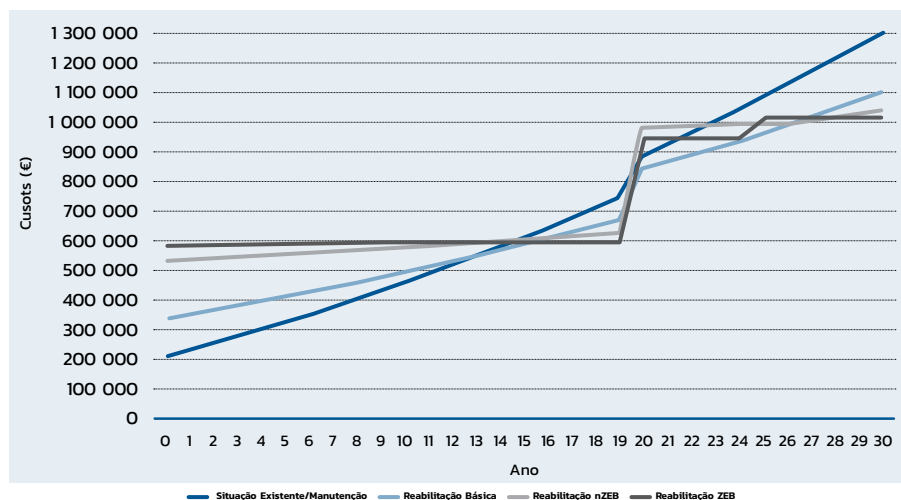
Pela análise da Figura 2 é possível concluir que a reabilitação básica tem o período de retorno do investimento mais reduzido, cerca de 13,5 anos. Os cenários nZEB e ZEB apresentam um tempo de retorno semelhante, ligeiramente superior, cerca de 15 anos.

Da análise da Figura 2 é ainda possível verificar que os trabalhos de reabilitação e a aquisição dos equipamentos (ano 0) apresentam um elevado contributo para os custos totais de ciclo de vida. Outro aspeto a salientar é o elevado contributo da substituição dos sistemas (anos 20 e 25), principalmente nos cenários de reabilitação nZEB e ZEB.

5. CONCLUSÕES

Devido à baixa qualidade do seu ambiente interior, a maioria dos edifícios existentes não se adequa às exigências contemporâneas, principalmente em termos de conforto térmico, pelo que se justifica a reabilitação energética dos edifícios existentes. Uma vez que EPBD-recast veio impor o nível de de-

FIGURA 2: CUSTOS CUMULATIVOS DE CICLO DE VIDA DE CADA CENÁRIO



sempenho nZEB para edifícios novos, num contexto onde a oferta de unidades de habitação supera a procura, importa também analisar a viabilidade económica da aplicação deste conceito nos existentes. Neste contexto, este estudo incidiu sobre a análise da viabilidade económica, nomeadamente do tempo de retorno do investimento, correspondente a três cenários de reabilitação energética de um edifício de habitação multifamiliar.

Pela análise dos resultados obtidos, verifica-se que os cenários de reabilitação nZEB e ZEB são economicamente viáveis e que os custos com a otimização do isolamento térmico da envolvente, aquisição e substituição dos sistemas de climatização, coletores solares térmicos, sistema fotovoltaico e caldeira a gás natural são recuperados em cerca de 15 anos, isto é num período que é aproximadamente metade da vida útil normalmente admitida (30 anos) para uma operação de reabilitação.●

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. Gorgolis and D. Karamanis, "Solar energy materials for glazing technologies," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 144, pp. 559–578, Jan. 2016.
- [2] W. Ott, R. Bolliger, V. Ritter, S. Citherlet, D. Favre, B. Perriset, M. G. de Almeida, and Marco Ferreira, "Methodology for Cost-Effective Energy and Carbon Emissions Optimization in Building Renovation (Annex 56)," Guimarães, 2014.
- [3] Portugal, "Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação [Portuguese Thermal Regulation]. Decreto-Lei no 118/2013 de 20 de Agosto, Portugal, 2013," 2013.
- [4] EC 2012/C 115/01, "Guidelines accompanying Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings by establishing a comparative methodology f," *Off. J. Eur. Union*, p. 28, 2012.