

Avaliação do custo vs benefício na introdução de medidas de sustentabilidade na reabilitação de edifícios antigos – estudo de caso

Ricardo Mateus¹ • Luís Bragança² • Rui J. G. Costa³ • João Carlos Bezerra⁴

Universidade do Minho, Centro de Investigação CTAC, Departamento de Engenharia Civil 4800-058 Guimarães, Portugal

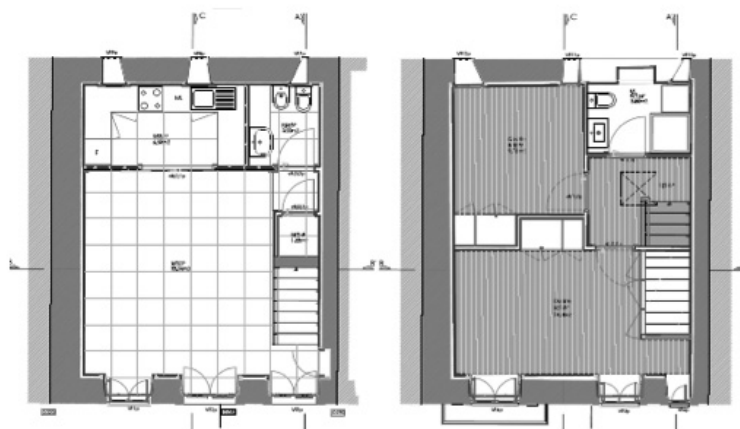
RESUMO

Tendo por base os novos desafios com que o sector da construção, nomeadamente o *cluster* da reabilitação dos edifícios, se confronta, este artigo tem como objetivo a avaliação dos custos económicos e dos benefícios em termos energéticos e de sustentabilidade decorrentes da implementação de três cenários de reabilitação (básica, energética e sustentável) num edifício unifamiliar situado no centro histórico de Viana do Castelo.

INTRODUÇÃO

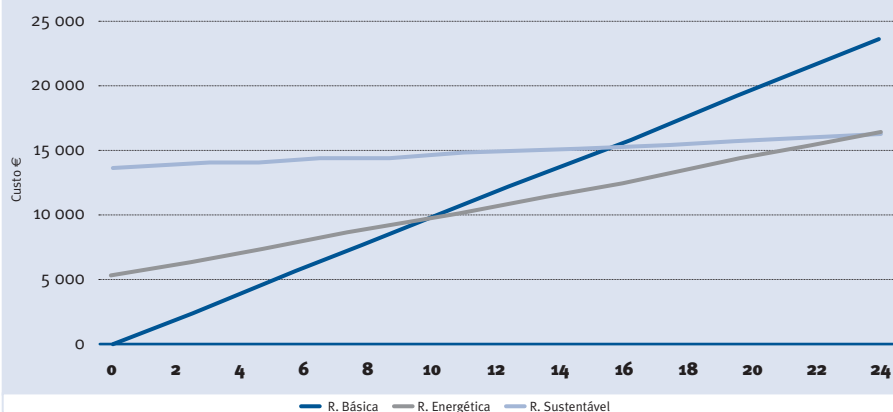
Para minimizar o problema dos impactos ambientais resultantes da utilização de energias renováveis e o *deficit* energético da UE foi publicada em 2010 uma nova diretiva europeia, a EPBD *recast*, que estabelece a meta de todos os edifícios novos e grandes reabilitações serem caracterizados, a partir de 2020, por um balanço energético quase nulo. Em Portugal, a transposição desta diretiva deu-se através do Decreto-Lei n.º 118/201. Atendendo à interligação da construção com as diferentes dimensões do Desenvolvimento Sustentável, várias organizações encontram-se a discutir um conjunto de parâmetros mais abrangentes do que as questões energéticas, na avaliação do desempenho do edifícios. Esta situação está a alterar tanto a natureza do ambiente construído como o atual modo de conceber e implementar uma construção [1]. Em Portugal, a maior parte dos impactos do ambiente construído no Desenvolvimento Sustentável resultam do sector residencial [2]. Tendo por base esta realidade é necessário reabilitar os edifícios residenciais existentes de forma sustentável de modo a que o resultado permita satisfazer as perspetivas

PLANTAS DO EDIFÍCIO EM ESTUDO



INVESTIMENTO E CUSTO DE CICLO DE VIDA

CÁLCULO DO PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO ADICIONAL NOS CENÁRIOS DE RE E RS



de conforto e requisitos de saúde dos seus utilizadores, a um nível mínimo de custos de utilização e de impactos ambientais.

Objetivos

Este trabalho enquadra-se num projeto de investigação da Universidade do Minho

onde se pretendem identificar medidas e soluções construtivas para a reabilitação de edifícios antigos (construídos até 1951), que conduzam a edifícios de balanço energético quase nulo (*nZEB*) e a níveis de sustentabilidade elevados, tendo em conta a melhor relação custo/benefício. Neste artigo apre-

TABELA 1
MEDIDAS CONSIDERADAS NOS CENÁRIOS DE RE E RS

Elemento construtivo/ sistema	Reabilitação energética (RE)	Reabilitação sustentável (RS)
Paredes exteriores	Aplicação de isolamento térmico colocado pelo interior em lâ de rocha com 5 cm de espessura e painel de gesso cartonado.	Igual à energética
Paredes interiores em contacto com espaço não útil	Parede em gesso cartonado com 5 cm de lâ de rocha no interior	Igual à energética
Paredes interiores em contacto com edifícios adjacentes	Aplicação de isolamento térmico colocado pelo interior em lâ de rocha com 5 cm de espessura e painel de gesso cartonado.	Igual à energética
Cobertura	Lã de Rocha com 5 cm de espessura sobre teto em painel de gesso cartonado;	Igual à energética
Envidraçados	Substituição dos envidraçados simples por duplos.	Substituição da caixilharia de madeira por uma de classe 3, introdução de um vidro duplo com 16 mm de lâmina de ar. Substituição dos sistemas de oclusão interiores por exteriores.
Sistema de aquecimento	Resistência elétrica ($\eta = 1$)	Recuperador a Pellets com rendimento 0.91 e potência 14kW
Sistema de arrefecimento	Bomba de calor (COP = 3)	Bomba de calor (COP=3), fornecida a 100% por energia proveniente de telhas fotovoltaicas;
Sistema de preparação de águas quentes sanitárias	Painéis solares com apoio a esquentador a gás com rendimento 0.75.	Painéis solares com apoio a caldeira a gás com rendimento 1.01. A energia consumida pela caldeira é compensada pelas telhas fotovoltaicas.
Outras soluções introduzidas para a melhoria da sustentabilidade		Utilização de madeiras certificadas. Colocação de contentores de resíduos recicláveis. Introdução de redutores de caudal nos dispositivos de utilização de água, máquinas de baixo consumo e autoclismos com dupla descarga de 4/2 l. Aplicação de materiais com baixo teor em compostos orgânicos voláteis. Desenvolvimento do Manual do Utilizador do Edifício.

sentam-se os resultados obtidos na análise de um caso de estudo situado em Viana do Castelo.

Na avaliação do comportamento térmico dos casos de estudo é utilizada a metodologia do REH (DL 118/201). O SBTool^{PT}-H [2] é utilizado na avaliação da sustentabilidade.

Para a análise de diferentes medidas, foram definidos três níveis de Reabilitação: Reabilitação Básica (RB), Reabilitação Energética (RE) e Reabilitação Sustentável (RS). O primeiro assegura apenas a estabilidade estrutural e salubridade do edifício. A RE tem como objetivo a introdução de medidas de modo a que se satisfaçam os requisitos

regulamentares impostos pelo REH. O último resulta da introdução de medidas de melhoria de modo a que o edifício se torne num edifício nZEB e que obtenha um bom nível de sustentabilidade (B ou superior na escala do SBTool^{PT} - H).

CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

O edifício em análise foi construído no século XIX e localiza-se no Centro Histórico de Viana do Castelo.

O edifício tem dois pisos e é uma habitação de tipologia T2 (Figura 2). Trata-se de um edifício que apresenta um sistema

construtivo tradicional de paredes em alvenaria de granito autoportantes, estrutura de madeira na laje de piso e cobertura inclinada revestida a telha cerâmica e teto forrado a madeira. As paredes interiores são constituídas por taipa de fasquio. Os vãos envidraçados são constituídos por caixilharias em madeira, vidros simples e portadas opacas em madeira.

Cenários de reabilitação

Na Reabilitação Básica (RB) não foi considerado qualquer isolamento térmico e foram considerados os equipamentos (climatização e AQS) definidos por defeito no REH. Em relação aos outros cenários de

Reabilitação, as medidas encontram-se resumidas na Tabela 1.

RESULTADOS

Comportamento energético

Na Tabela 2 apresentam-se as melhorias no consumo de energia resultantes da aplicação de cada cenário de reabilitação. É de salientar que só são contabilizados os consumos correspondentes à climatização e preparação das águas quentes sanitárias (AQS).

Através dos resultados obtidos verifica-se que na RS as necessidades globais de energia primária são nulas. Isto deve-se sobretudo à utilização de equipamentos que produzem energia através de fontes renováveis. As necessidades de energia para aquecimento são colmatadas pelo recuperador a *pellets*, enquanto que as necessidades de energia para arrefecimento e para a preparação de águas quentes sanitárias são colmatadas pela energia fornecida pelas telhas fotovoltaicas.

Avaliação do nível de sustentabilidade

A metodologia de avaliação da sustentabilidade SBTool^{PT-H} permite caracterizar o nível de sustentabilidade dos projetos em seis patamares, de A+ (mais sustentável) a E (menos sustentável). Nas Tabelas 3 e 4 apresentam-se, para cada nível de reabilitação, os resultados obtidos em cada categoria (NC) e dimensão (ND) e o nível sustentabilidade (NS) global do projeto.

Pela análise das Tabelas 3 e 4 é possível constatar que, à exceção da Categoria C1, os níveis de RE e RS apresentam uma sustentabilidade superior à da RB. O pior comportamento na Categoria C1 deve-se à intro-

TABELA 2
MELHORIAS NO CONSUMO DE ENERGIA RESULTANTES DE CADA CENÁRIO DE REABILITAÇÃO

Nível de reabilitação	Necessidades de aquecimento (kWh/m ² .ano)	Necessidades de arrefecimento (kWh/m ² .ano)	Necessidades para AQS (kWh/m ² .ano)	Consumo total de energia primária (kgep/m ² .ano)
Melhoria (%) da RE em relação à RB	66%	-42%	59%	63%
Melhoria (%) da RS em relação à RE	9%	18%	100%	100%

TABELA 3 - DESEMPENHO (NC) DE CADA CENÁRIO DE INTERVENÇÃO AO NÍVEL DE CADA CATEGORIA DE SUSTENTABILIDADE

Dimensão	Dimensão	NC		
		Básica	Energética	Sustentável
Ambiental	C1 - Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	A+	A	A
	C2- Uso do solo e biodiversidade	A	A	A
	C3- Energia	E	C	A+
	C4- Materiais e resíduos sólidos	C	C	B
	C5- Água	E	E	B
Social	C6- Conforto e saúde dos ocupantes	C	B	B
	C7- Acessibilidade	B	B	B
	C8- Sensibilização e educação para a sustentabilidade	E	E	A+
Económica	C9- Custos de ciclo de vida	B	B	B

TABELA 4 - DESEMPENHO (NC) DE CADA CENÁRIO DE INTERVENÇÃO AO NÍVEL DE CADA CATEGORIA DE SUSTENTABILIDADE

Dimensão	ND			NS		
	Básica	Energética	Sustentável	Básica	Energética	Sustentável
Ambiental	C	B	A	C	B	A
Social	C	C	B			
Económica	B	B	B			

dução de novos materiais (p.e. isolamentos térmicos) e equipamentos que agravam o impacto ambiental incorporado no edifício. Os resultados mostram que as soluções

adotadas na RE permitem alcançar um nível de sustentabilidade B, enquanto que as soluções da RS permitem alcançar um nível de sustentabilidade A (nível de melhor prá-

TABELA 5
ESTUDO ECONÓMICO

Nível de reabilitação	Investimento Inicial (€)	Variação (%)	Energia (€/ano)	Variação (%)	Água (€/ano)	Variação (%)	Custos de utilização (€/ano)	Variação (%)
RB	59878		786		154		940	
RE	65257	9%	291	-63%	154		444	-53%
RS	73506	23%	35	-96%	67	-56%	101	-89%

tica em Portugal). Os resultados mostram ainda que o nível de sustentabilidade da RB já é elevado, uma vez que a metodologia utilizada favorece as operações de reabilitação em relação à construção nova e o bom enquadramento dos imóveis em relação às amenidades urbanas.

Análise económica

Na Tabela 5 são apresentados os custos de investimento estimados e a respetiva variação do investimento em relação à RB. Também são apresentados na mesma tabela os resultados dos custos de utilização referentes aos consumos de energia e de água na fase de utilização do edifício. Nesta análise desprezou-se o efeito das taxas de juro e inflação.

Constata-se assim que as medidas implementadas na RS representam um agravamento no investimento de 23% em relação à RB. No entanto, as mesmas resultam numa redução dos custos anuais de utilização em 89%. O período de retorno do investimento na RS em relação ao investimento na RB é de 16 anos. Verifica-se ainda que a RE apresenta um retorno do investimento mais curto, cerca de 11 anos. Desta forma pode-se concluir que tendo em conta o cenários considerados, a RE é aquela que permite obter um período de retorno mais

curto. Por sua vez, a RS apresenta um período de retorno maior uma vez que também apresenta um valor superior em termos de investimento inicial.

CONCLUSÕES

A maioria dos edifícios antigos localizados nos centros históricos não se adequam às exigências contemporâneas, devido à baixa qualidade do ambiente interior, principalmente em termos de conforto térmico. No entanto, a conservação do património e a reabilitação urbana são setores estratégicos para o futuro das cidades.

Tendo por base os resultados obtidos na análise energética, constata-se que a escolha dos equipamentos de climatização e de AQS é a que mais influencia o valor das necessidades globais de energia. A este nível conclui-se ainda que a obtenção de edifícios de balanço energético nulo implica a opção por sistemas que permitam o aproveitamento de energia renovável.

Na avaliação da sustentabilidade concluiu-se que, em termos ambientais, a reabilitação e a reutilização e escolha criteriosa de materiais garantem um bom desempenho nesta dimensão. Adicionalmente, verifica-se que a redução das necessidades energéticas faz aumentar a

sustentabilidade do edifício, devido à redução do custo de ciclo de vida e à redução do consumo de energia primária não renovável.

Em termos gerais verifica-se que apesar da Reabilitação Sustentável resultar num acréscimo do investimento inicial, a redução substancial dos custos de utilização fazem com que se obtenha um retorno do investimento a médio prazo.

NOTAS

- 1** Ricardo Mateus • Professor Auxiliar
Autor para contacto (ricardomateus@civil.uminho.pt)
- 2** Luís Bragança • Professor Associado
- 3** Rui J. G. Costa • Engenheiro Civil
- 4** João Carlos Bezerra • Engenheiro Civil
Gepep, Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.
Ponte de Lima, P - 4990-114 Viana do Castelo, Portugal

REFERÊNCIAS

- [1] Kibert, Charles. "Sustainable Construction: green building design and delivery". John Wiley & Sons, Inc: New Jersey, 2005.
- [2] Mateus, Ricardo; Bragança, Luís (2011). Sustainability Assessment and Rating of Buildings: Developing the Methodology SBToolPT-H, Building and Environment, Volume 46, Issue 10, October 2011, Pages 1962-1971, ISSN 0360-1323.