

Technical solutions for the thermal rehabilitation of buildings incorporating cork

Soluções técnicas para a reabilitação térmica de edifícios incorporando cortiça

Carlos Filipe Ferreira de Oliveira; carlosf.ferreiraoliveira@gmail.com

Universidade da Beira Interior

João Carlos Gonçalves Lanzinha - João.lanzinha@ubi.pt

C-made, LABSED, Dep. Eng. Civil e Arquitectura, Univ. Beira Interior, Covilhã

Abstract

Nowadays we live in a technological, emerged and innovative world, where every day new discoveries and simplified forms of solving our comfort needs are presented. This evolution has counterparts, since energy dependence has been growing in a progressive way, leading to an elevated consumption of non-renewable energies, which is causing resource scarcity and climate changes. The building sector, mostly the existents before the first thermal regulation (RCCTE, 1990), is one of the major energy consumers mainly because of the lack of thermal insulation of its surroundings. In this article, and being based on the current regulation, the REH, we present proposals of improvements of thermal insulation for the main typologies of building envelops of the portuguese buildings, consisting at the application of black agglomerate of cork a material of excellence that is abundant in Portugal and strongly promotes sustainability. This information is available in a catalog, with the possibility of using a mobile app named "Pocket Engineer", which was designed to guide the user at the process of decision making regarding the cork thickness needed. This information considers the area where the dwelling is built in order to guarantee a comfortable inside temperature and reduce the cost associated to the use of non-renewable energies.

Resumo

Atualmente presenciamos um mundo tecnológico e inovador, em que a cada dia nos são apresentadas novas descobertas e formas simplificadas de resolver as nossas necessidades de conforto. Esta evolução tem contrapartidas, uma vez que a dependência energética tem aumentado de forma progressiva e contribuído, deste modo, para um elevado consumo de energias não renováveis que provocam a escassez de recursos e potenciam as alterações climáticas. O setor dos edifícios, principalmente os existentes antes da criação do primeiro regulamento térmico, o RCCTE (1990), apresenta-se como um dos principais consumidores de energia, maioritariamente devido à falta de isolamento térmico ao nível da sua envolvente. Neste artigo, tendo como base o regulamento atualmente em vigor, o REH, são apresentadas propostas de melhoria do isolamento térmico para as principais tipologias da envolvente dos edifícios portugueses que consistem na aplicação de aglomerado negro de cortiça, um material de excelência que é abundante em Portugal e que potencia a sustentabilidade. Esta informação encontra-se reunida num catálogo, com possibilidade de integração numa aplicação móvel denominada "Pocket Engineer", orientando o utilizador no processo de decisão da espessura necessária de cortiça. Esta informação considera a zona onde a habitação se encontra construída de forma a garantir a temperatura interior de conforto e reduzir o custo associado à utilização de energias não renováveis.

Keywords

Sustainability; Energy; Rehabilitation; Thermal insulation; Thermal insulation



Soluções técnicas para a reabilitação térmica de edifícios incorporando cortiça

1. Introdução

Presentemente assistimos a uma constante alteração das características naturais da Terra, em muito potenciada pela ação desgovernada do Homem com vista à obtenção de recursos não naturais. Devido ao crescente e facilitado acesso a informação e formação, a sociedade detém atualmente uma maior consciência do impacto das suas ações sobre o meio ambiente. Urge, portanto, a modificação de comportamentos e atitudes, apelando a práticas em maior harmonia e equilíbrio com o meio ambiente para resguardar a qualidade de vida de gerações presentes e futuras. Importa, por isso, o investimento em técnicas que sejam capazes de ir ao encontro das exigências atuais da humanidade e que, simultaneamente, promovam a sustentabilidade e evolução.

Todos os tipos de energias são indispensáveis para o crescimento económico e social da população, conduzindo inevitavelmente a elevadas necessidades energéticas. Portugal apresenta um parque edificado envelhecido no qual a envolvente dos edifícios construídos anteriormente a 1990, data da criação do Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), não apresentava qualquer solução de isolamento térmico. Desta forma, os edifícios com mais de 30 anos apresentam elevados consumos de energia para garantir o conforto exigido pela população, uma vez que para o efeito recorrem à utilização de equipamentos de climatização. Com isto, a reabilitação térmica destes edifícios é de total interesse, constituindo uma prioridade de intervenção com vista à promoção de melhores condições de habitabilidade e de sustentabilidade.

Objetivando esta redução de custos estabeleceu-se como principal foco de atenção do presente estudo o isolamento térmico de fachadas, pavimentos e coberturas, uma vez que é através destes que ocorre maior dissipação de energia. Tendo como base o Regulamento Energético de Edifícios de Habitação (REH), atualmente em vigor, promove-se o isolamento térmico através da aplicação de aglomerado negro de cortiça devido às suas propriedades: material 100% natural; reciclável; contribui para a redução das emissões de CO₂; suporta temperaturas entre -180°C e + 120°C; resistente a roedores; permeável ao vapor de água; grande disponibilidade em território nacional (Portugal é líder destacado na sua produção e exportação mundial).

O presente artigo apresenta a proposta de um catálogo de soluções técnicas para a reabilitação térmica de edifícios com recurso à cortiça, complementado com um protótipo de uma aplicação móvel, denominada “Pocket Engineer”. Ambos o catálogo e a aplicação móvel, sendo esta última de acesso global e de fácil obtenção, possibilitam a determinação da espessura ótima de cortiça com vista à garantia do nível de qualidade térmica pretendido pelo utilizador consoante a zona climática em que se encontra a habitação. Permite, então, o aumento dos padrões de conforto para as três diferentes zonas climáticas de inverno (I1, I2, I3) estabelecidas pelo REH consoante as necessidades nominais de energia. Numa interligação entre sustentabilidade, reabilitação térmica e evolução tecnológica, pretende-se consciencializar as entidades responsáveis para a prática de metodologias que vão ao encontro das exigências populacionais aliando a cortiça como material natural e sustentável. Como objetivo último, aponta-se a necessidade de adaptação à mudança e acompanhamento tecnológico pelo setor de Engenharia Civil, permitindo a redução do uso de energias não renováveis nos edifícios e, conseqüentemente, das alterações climáticas.

2. Edifícios e sustentabilidade

O aumento do consumo energético exponencial reportado na atualidade encontra-se diretamente relacionado com o crescimento da população mundial. De acordo com “*World Population Prospects: The 2015 Revision*”, publicado pelas Nações Unidas, em 2015 a população



mundial totalizava 7,4 mil milhões de pessoas, demonstrando um crescimento de 1,8% entre os anos 2010 e 2015. De acordo com as estimativas, em 2030 a população mundial deve chegar aos 8,5 mil milhões e continuará a aumentar nos anos seguintes [1].

Este aumento populacional é diretamente proporcional ao aumento do consumo de energia. Segundo dados disponibilizados pelo Eurostat, os setores que mais consomem energia final são os dos transportes, da indústria e dos edifícios residenciais. Efetuando a média dos consumos registados entre 1990 e 2014, conclui-se que o setor dos transportes representa 30% dos consumos de energia final equivalente de petróleo, o setor da indústria representa 28% e o setor dos edifícios residenciais 26%, enquanto os de serviços (não residenciais) representam 12% dos consumos, contribuindo para que os edifícios na UE consumam, na totalidade, cerca de 40% de energia e 36% das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) [2].

Estando o consumo de energia fortemente correlacionado com o aumento das alterações climáticas, pressupondo-se que a temperatura global irá subir 1,4°C - 5,8°C durante o séc. XXI, urge adotar medidas sustentáveis que respondam às necessidades populacionais sem colocar em risco as necessidades das gerações futuras, intervindo nos principais consumidores de energia. Para isso, é de extrema relevância a adoção de medidas e práticas regulamentares que garantam o conforto das pessoas sem a exigência de elevados gastos energéticos, através do uso de energias renováveis e técnicas sustentáveis [3].

2.1. Idade do parque edificado

Observando os dados constatados na Tabela 2.1, relativamente ao número de edifícios de acordo com a época de construção, constata-se que a maior parte do parque habitacional português (+ de 50%) foi construído antes da criação do RCCTE, que marcou o surgimento da preocupação das perdas térmicas ao nível da envolvente opaca dos edifícios.

Tabela 2.1 - Número de edifícios existentes, por época de construção, de acordo com os Censos 2011 [4]

Número de Edifícios	Época de Construção						Total
	Antes de 1946	1946 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 2000	Depois de 2000	
	512.039	387.340	408.831	588.858	1.137.316	510.005	3.544.389
Percentagem do número de edifícios (%)	14,45	10,93	11,53	16,61	32,09	14,39	100,00

Desta forma, são estes os edifícios que mais requerem atenção ao nível da sua reabilitação, uma vez que são os principais contribuintes para os elevados consumos energéticos no setor habitacional. Sabendo a constituição dos elementos da envolvente destes edifícios, maioritariamente constituídos por alvenaria de pedra, tabique, bloco normal e tijolo normal, e tendo como base as boas práticas do REH é possível definir as perdas térmicas provocadas por:

- Isolamento térmico insuficiente nos elementos opacos;
- Presença de humidade;
- Existência de pontes térmicas na envolvente dos edifícios;
- Baixo desempenho térmico de vãos envidraçados e portas, etc;

O REH faz a divisão do território nacional de forma a prever as necessidades de aquecimento/arrefecimento e respetivo dimensionamento dos sistemas de climatização. O regulamento divide o país em 3 zonas de inverno (I1, I2, I3) e 3 zonas de verão (V1, V2, V3), como se pode ver na Figura 2.1, de forma a identificar o tipo de clima para aplicação de requisitos de qualidade térmica, onde (I1-V1) representa um clima mais ameno e (I3-V3) representa um clima mais agreste [5].

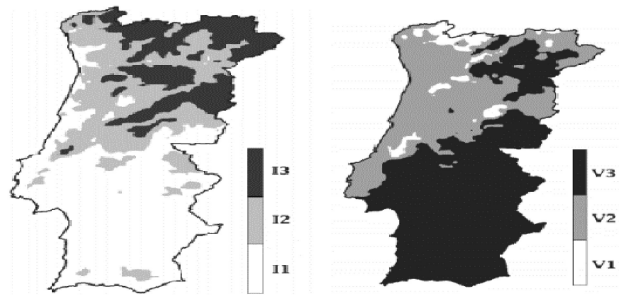


Figura 2.1 - Zonas climáticas de Inverno e Verão segundo o REH [5]

Sabendo o zonamento climático do município em estudo, o REH apresenta valores máximos e de referência para os coeficientes de transmissão térmica (U) dos elementos opacos (paredes, pavimentos e coberturas). Utilizando estes coeficientes como referência, é possível garantir o cumprimento das exigências mínimas e determinar opções de reabilitação mais favoráveis através de uma comparação com os coeficientes de transmissão térmica da envolvente dos edifícios existentes, criando para tal níveis de qualidade térmica.

2.2. Níveis de qualidade

O trabalho desenvolvido na tese “*Reabilitação de Edifícios - Metodologia de Diagnóstico e Intervenção*” [6] apoia este conceito através da definição de níveis de qualidade através de uma escala “*negativa*” (desde N-1 até N-5) e uma escala “*positiva*” (desde N1 até N5). A escala “*negativa*” é obtida pela multiplicação do $U_{máx}$ por uma percentagem, enquanto a escala “*positiva*” é caracterizada por todos os valores que sejam inferiores ao valor do coeficiente de transmissão térmica ($U_{máx}$) regulamentar. O procedimento de cálculo para obtenção dos níveis de qualidade sofreram alterações uma vez que a atualização dos regulamentos apresenta valores de U cada vez mais exigentes. Considerou-se que o valor máximo de N0 corresponde aos valores de $U_{máx}$ para os diferentes elementos, garantindo assim o mínimo regulamentar. Como forma de melhoria da qualidade térmica considerou-se que o valor máximo de N4 corresponde aos valores de U_{ref} e os níveis N1, N2, N3 e N5 obtiveram-se através da seguinte relação [7]:

$$K = \frac{(U_{máx} - U_{ref})}{4} \quad (2.1)$$

$$N1 = U_{máx} - K \quad (2.2)$$

$$N2 = N1 - K \quad (2.3)$$

$$N3 = N2 - K \quad (2.4)$$

$$N4 = U_{ref} \quad (2.5)$$

$$N5 = U_{ref} \times 0,9 \quad (2.6)$$

Com o intuito de melhor compreender estes níveis foi atribuída uma classificação, para a escala positiva, conforme ilustra a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Classificação dos níveis de qualidade [7]

Níveis	Requisito e Critérios de avaliação
N5	Solução com um nível de qualidade Excelente
N4	Solução com um nível de qualidade Muito Bom
N3	Solução com um nível de qualidade Bom
N2	Solução com um nível de qualidade Médio bom
N1	Solução com um nível de qualidade Médio
N0	Solução com um nível de qualidade mínimo regulamentar



Na equação (2.1) o valor obtido através da subtração de ($U_{\max} - U_{ref}$) é dividido por 4, que corresponde ao número de intervalos de N0 a N4. O valor máximo de N5 é obtido através da multiplicação de U_{ref} por uma percentagem (2.6), com objetivo de reduzir o valor de U abaixo do nível de referência. A escala negativa tem como objetivo consciencializar o quanto o valor de U das tipologias existentes está afastado dos valores mínimos regulamentares. Efetuados os cálculos para os diferentes elementos obtiveram-se os seguintes valores de U e seus níveis de qualidade correspondentes [7].

	Paredes exteriores		
	I1	I2	I3
N5	0,36	0,32	0,27
N4	0,36	0,32	0,27
	0,40	0,35	0,30
N3	0,40	0,35	0,30
	0,74	0,66	0,59
N2	0,74	0,66	0,59
	1,08	0,98	0,88
N1	1,08	0,98	0,88
	1,41	1,29	1,16
N0	1,41	1,29	1,16
	1,75	1,60	1,45
N-1	1,75	1,60	1,45
	1,93	1,76	1,60
N-2	1,93	1,76	1,60
	2,10	1,92	1,74
N-3	2,10	1,92	1,74
	2,28	2,08	1,89
N-4	2,28	2,08	1,89
	2,45	2,24	2,03
N-5	2,45	2,24	2,03

	Pavimentos e coberturas		
	I1	I2	I3
N5	0,32	0,27	0,23
N4	0,32	0,27	0,23
	0,35	0,30	0,25
N3	0,35	0,30	0,25
	0,58	0,48	0,41
N2	0,58	0,48	0,41
	0,80	0,65	0,58
N1	0,80	0,65	0,58
	1,03	0,83	0,74
N0	1,03	0,83	0,74
	1,25	1,00	0,90
N-1	1,25	1,00	0,90
	1,38	1,10	0,99
N-2	1,38	1,10	0,99
	1,50	1,20	1,08
N-3	1,50	1,20	1,08
	1,63	1,30	1,17
N-4	1,63	1,30	1,17
	1,75	1,40	1,26
N-5	1,75	1,40	1,26

Figura 2.2 - Valores de U [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$] em função dos níveis de qualidade [7]

Todos os restantes níveis (N-1 a N-5) traduzem grandes défices de isolamento térmico, não garantindo o mínimo regulamentar e exigindo o recurso a sistemas de climatização para garantir os níveis de conforto considerados aceitáveis.

3. A cortiça como material de construção

Numa sociedade em que se procura o desenvolvimento sustentável através da aplicação de materiais ecológicos na construção, e se verifica um exponencial crescimento na procura de técnicas de isolamento térmico com vista à diminuição dos custos das necessidades energéticas e, conseqüentemente, o cumprimento da regulamentação em vigor, a cortiça apresenta-se como um forte aliado no combate à redução de GEE, com características ideais e únicas para integrar o desenvolvimento de sistemas construtivos.

Emblemáticos do clima quente e da terra árida, os montados (floresta de sobreiros) protegem o solo contra a erosão e a conseqüente desertificação. Constituem uma barreira anti-incêndios devido à fraca capacidade de combustão da cortiça e assumem um papel relevante na regulação do ciclo hidrológico. Oferecem, ainda, um contributo fundamental no que respeita à qualidade do ar porque retêm o dióxido de carbono, impedindo a sua libertação para a atmosfera. Calcula-se que todos os anos as florestas de sobreiro retenham cerca de 14 milhões de toneladas de CO_2 , aumentando a sua capacidade de retenção destes gases durante o processo de regeneração natural que sucede após o descortçamento. Constitui-se, assim, um actor imprescindível na redução dos gases com efeito de estufa, a principal origem das alterações climáticas [8].



A cortiça apresenta-se uma mais-valia para a economia portuguesa, uma vez que Portugal mantém o primeiro lugar como produtor destacado ao possuir um terço da área global mundial de sobreiros, que constitui 23% da área florestal do país, e ao ser responsável por 49,6% da transformação mundial [9].

Segundo dados do comércio externo do Instituto Nacional de Estatística (INE) relativos a 2015, Portugal exportou 177,4 milhares de toneladas de cortiça, o equivalente a 899,3 milhões de euros (Figura 3.4), representando um crescimento de 6% quando comparado a 2014.

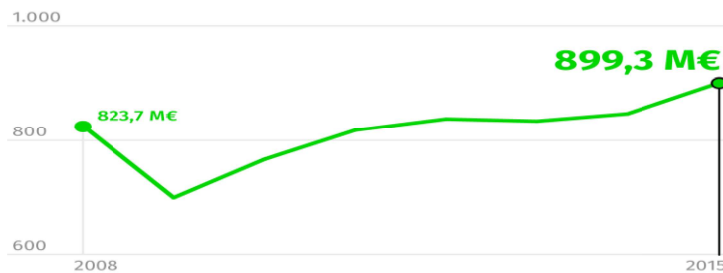


Figura 3.1 - Evolução das Exportações portuguesas de cortiça [10]

3.1. Propriedades da cortiça

A composição química da cortiça confere-lhe características ótimas para a criação de isolantes térmicos, acústicos e anti vibratórios. A suberina confere à cortiça a sua elasticidade e compressibilidade, sendo a componente com maior presença na composição das paredes das células (45%). Esta componente permite à cortiça ter a propriedade de ser o único sólido que ao sofrer compressão de um dos lados não aumenta o volume no outro [11].

A segunda componente com maior presença nas células da cortiça é a lenhina (27%), correspondendo à estrutura das paredes celulares assim como os polissacáridos (12%), conferindo-lhe rigidez [11].

Os ceroides (6%) repelem a água e contribuem para a impermeabilidade a líquidos e a gases, enquanto os taninos (6%) conferem à cortiça a cor e sua proteção. A sua resistência à humidade permite-lhe envelhecer sem se deteriorar [11].

Estas propriedades químicas, quando em conjunto, tornam a cortiça num material com propriedades físicas e mecânicas de excelência não só para a produção de rolhas, mas também para a produção do aglomerado negro que se revela ótimo para a aplicação no setor da construção, uma vez que [7] **(a)** suporta temperaturas entre -180°C e $+120^{\circ}\text{C}$; **(b)** permite o isolamento térmico e acústico em simultâneo, coeficiente de condutividade térmica de $0,040 \text{ W/mk}$; **(c)** apresenta uma durabilidade ilimitada, mantendo as características técnicas (45 a 50 anos); **(d)** é resistente à água; **(e)** é permeável ao vapor de água, deixando as paredes “respirar”; **(f)** corrige as pontes térmicas das fachadas; **(g)** em caso de incêndio não liberta gases, classe de fogo: Euroclasse E; **(h)** é resistente aos roedores; **(i)** é benéfico para pessoas que sofrem de alergia e de asma, uma vez que normalmente não tem elasticidade estática, não atraindo poeiras, pólen ou fibras pequenas; e **(j)** é resistente ao desgaste (cortiça: $-0,09\text{g}$, madeira: $-0,2\text{g}$, e mármore: $-0,93\text{g}$); **(k)** toda a sua produção é natural, não havendo emissões de CO_2 ; **(l)** 100% reciclável; **(m)** absorção de água $\leq 0,5 \text{ kg/m}^2$; **(n)** massa volúmica aparente $\leq 130 \text{ kg/m}^3$;

Estas características fazem com que a cortiça seja cada vez mais reconhecida enquanto material de revestimento/isolamento nas habitações. Inúmeras são as empresas que promovem a utilização deste material, quando aliado a outros materiais e técnicas inovadoras, desenvolvendo compósitos para a sua utilização na construção civil.

4. Apresentação do catálogo e aplicação móvel “Pocket Engineer”



4.1. Apresentação de um exemplo do catálogo de soluções

O presente catálogo tem a finalidade de ajudar Engenheiros, Projetistas e outros interessados a propor medidas de reabilitação térmica para paredes exteriores, pavimentos e coberturas mais usuais em Portugal. Tendo em conta a zona climática da habitação a reabilitar, são apresentadas tabelas, em que numa fase inicial é apresentado um esquema da constituição do elemento existente sem isolamento, o seu coeficiente de transmissão térmica e nível de qualidade correspondente. Numa segunda fase são apresentadas várias espessuras de isolamento com aglomerado negro de cortiça e seus níveis de qualidade correspondentes, podendo o utilizador definir qual o nível de qualidade desejado. Representam-se no pormenor construtivo, as possibilidades de colocação do isolamento consoante as tipologias a reabilitar. É apresentada de seguida uma solução exemplo para uma parede simples de alvenaria de pedra para melhor compreensão [7].

Tabela 4.1 - Parede simples de alvenaria de pedra [7]

Pormenor construtivo existente				
		Legenda: 1 - Alvenaria de pedra 2 - Reboco tradicional		
		Espessura [m] 0,40 a 0,60 Coeficiente de transmissão térmica [W/(m ² .°C)] 2,74		
Zonamento climático		Zona I1	Zona I2	Zona I3
Nível de qualidade		N - 5	N - 5	N - 5
Solução de isolamento térmico com aglomerado negro de Cortiça				
Isolamento pelo interior				
Por razões arquitetónicas adota-se que neste tipo de tipologias o isolamento térmico é feito pelo interior de forma a manter o aspeto exterior da fachada.				
Espessura ICB [mm]	U [W/(m ² .°C)]	Zona I1	Zona I2	Zona I3
10	1,75	N - 1	N - 1	N - 3
20	1,27	N1	N1	N0
30	0,98	N2	N1	N1
40	0,81	N2	N2	N2
60	0,60	N3	N3	N2
80	0,47	N3	N3	N3
100	0,39	N4	N3	N3
120	0,33	N5	N4	N3
140	0,29	N5	N5	N4

Nível de qualidade atual da parede sem isolamento consoante a zona climática.

Possíveis níveis de qualidade térmica consoante as necessidades do utilizador e respetiva espessura de cortiça para obtenção desse mesmo nível.

4.2. Modelo da aplicação móvel “Pocket Engineer”



Em complemento do catálogo anteriormente proposto, foi criado um protótipo de uma aplicação móvel com o objetivo de facilitar o trabalho aos intervenientes na ação de reabilitação térmica dos elementos opacos da envolvente dos edifícios de habitação, evitando-se a implementação de soluções não fundamentadas no cálculo.

Seguindo um conjunto de opções interativas será fornecida ao utilizador a solução de espessura ideal proposta para o reforço de isolamento térmico com cortiça, consoante o nível de qualidade pretendido. Para o efeito, o utilizador terá de seguir os procedimentos descritos (complementados por imagens da aplicação móvel em funcionamento) [7]:

1. Escolha do município onde está implementado o edifício a reabilitar de forma a obter o zonamento climático correspondente;
2. Escolha do elemento da envolvente opaca a reabilitar termicamente (parede, pavimento e/ou cobertura);
3. Escolha da opção do elemento construtivo existente que permitirá obter o coeficiente de transmissão térmica (U) de forma automática, essencial para a classificação do nível de qualidade térmica atual;
4. Escolha do nível de qualidade pretendido pelo utilizador, disponibilizando a aplicação a solução construtiva aconselhada com a indicação da espessura de isolamento térmico a aplicar;

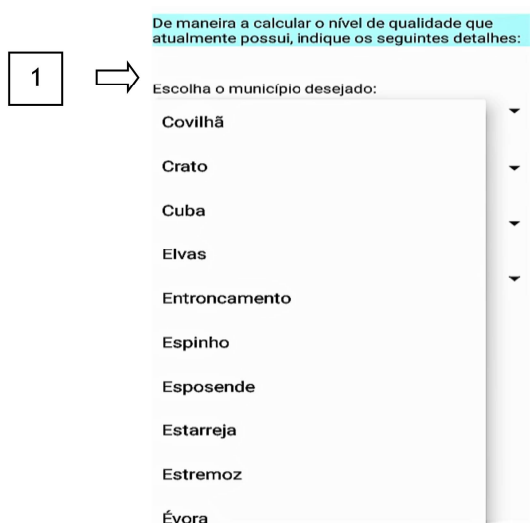


Figura 4.1 - Opção nº 1 da aplicação móvel [7]

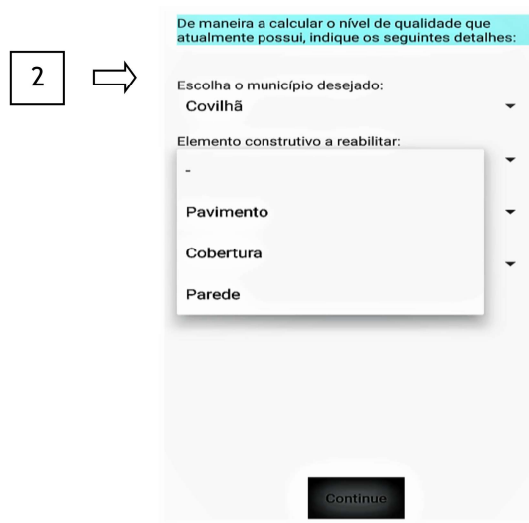


Figura 4.2 - Opção nº 2 da aplicação móvel [7]

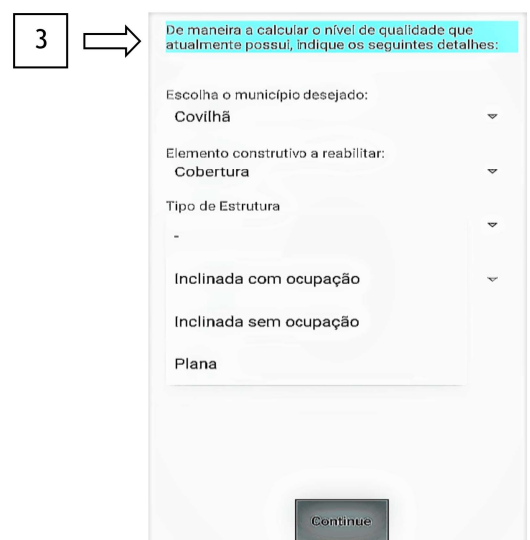


Figura 4.3 - Opção nº 3 da aplicação móvel [7]

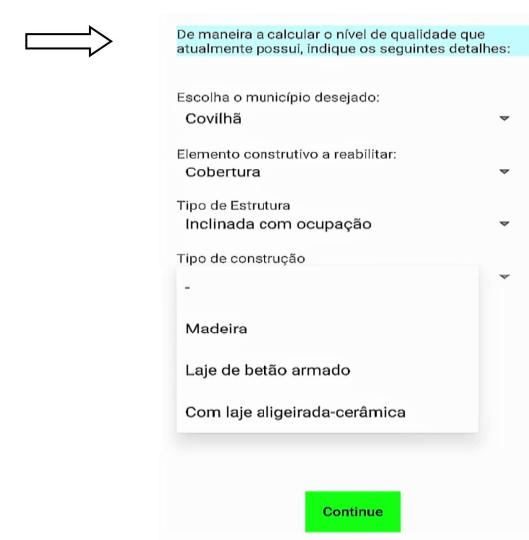


Figura 4.4 - Opção nº 3 da aplicação móvel [7]

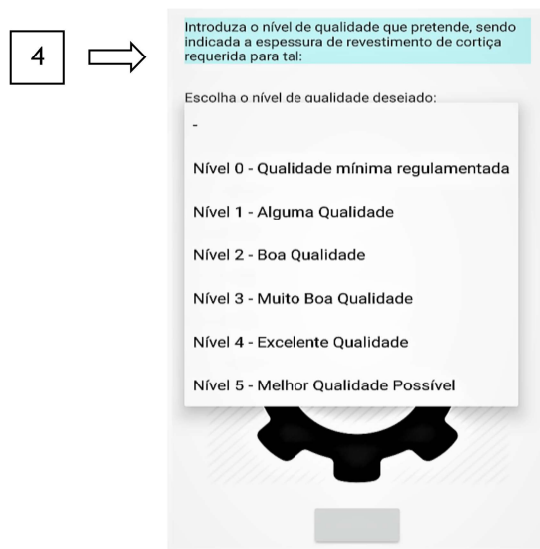


Figura 4.5 - Opção nº 4 da aplicação móvel [7]



Figura 4.6 - Opção nº 4 da aplicação móvel [7]

Estes procedimentos podem ser repetidos para todos os restantes elementos da envolvente opaca do edifício a reabilitar. No final é possível a extração de um ficheiro PDF do qual consta a descrição e pormenores construtivos da solução a implementar.

6. Conclusões e propostas de trabalhos futuros

Na última década, a evolução tecnológica e melhoria de vida das populações, aliada a um maior grau de exigência de conforto, levou a um crescimento da procura de sistemas de climatização no nosso país. Desta forma, o setor dos edifícios passou a apresentar a mais elevada taxa de consumo energético de entre os setores da economia nacional. O consumo de energia não renovável pelos edifícios corresponde assim a um fator cada vez mais preocupante quando o objetivo se traduz na obtenção de um futuro sustentável. Através da caracterização do parque habitacional português realizada com base na literatura existente, concluiu-se que o elevado consumo energético provocado pela utilização dos edifícios é, em grande parte, resultado da ausência de linhas de atuação de qualidade, nomeadamente térmica, uma vez que todos os edifícios construídos previamente a 1990 e que não tenham sido sujeitos a obras de requalificação apresentam um défice significativo ao nível do isolamento térmico. Posto isto, a reabilitação dos edifícios é um tema atual e compreendido pelos especialistas da área como um fator essencial para o impulsionamento da economia construtiva e eficiência energética. A continuação da aplicação e estudo da temática será um fator decisivo para a redução dos consumos energéticos e contribuição para a redução dos GEE. Pelas razões apontadas sugerem-se algumas propostas para trabalhos futuros [7]:

- Implementação prática da aplicação móvel “*Pocket Engineer*” e validação da sua aplicabilidade;
- Obtenção de custos aproximados de intervenção e período estimado para o retorno do investimento;
- Complemento da aplicação com a consideração de outros elementos da envolvente, nomeadamente pontes térmicas planas e lineares;
- Relacionar as intervenções de reforço do isolamento térmico utilizando cortiça com a melhoria do desempenho acústico;
- Incluir no catálogo e aplicação móvel a utilização de outros materiais naturais de isolamento térmico, de preferência disponíveis no local e com emissões reduzidas na sua extração, produção e transporte.



Referências

- [1] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP.241.
- [2] <http://www.eurostat.com/>, consultado em Fevereiro de 2017.
- [3] Pachauri, R.K.; Meyer,L.; “Climate change 2014 Synthesis Report”, IPCC, Geneva, Switzerland.
- [4] Silva, C. S. N.; “Reabilitação de Edifícios Multifamiliares das décadas de 50, 60 e 70” - dissertação de mestrado em Engenharia Civil, UBI - Universidade da Beira Interior, Covilhã, outubro de 2013.
- [5] N. R. De Pena, V. Flor, S. Vouga, “ O zonamento climático - Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS) de nível III , cuja composição por municípios tem por base o Decreto-Lei no 68 / 2008 de 14 de abril de 2008,” no. 26, pp. 26-31, 2013.
- [6] Lanzinha, J. C.; “Reabilitação de edifícios. Metodologia de diagnóstico e intervenção” tese de doutoramento em Engenharia Civil, UBI - Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2006
- [7] Oliveira, C.F.F; “Soluções técnicas para a reabilitação térmica de edifícios incorporando cortiça” Tese de mestrado em Engenharia Civil, UBI - Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2017
- [8] <http://www.amorimisolamentos.com/>, consultado em Março de 2017.
- [9] <http://www.amorim.com/a-cortica/localizacao-do-montado/>, consultado em Março de 2017.
- [10] <https://eco.pt/2017/02/12/cortica-vive-melhor-ano-de-sempre/>, consultado em Março de 2017.
- [11] Natividade, J.V. (1950). Subericultura. Minist. Econ. - Dir. Ger. Serv. Flor. e Aquícolas. Porto.



FACULDADE
ENGENHARIA

ISSN: 2183-9891

FACULTY OF ENGINEERING

COVILHÃ | PORTUGAL

A VISION FOR THE FUTURE

Covilhã | Portugal

December 5 6 7

ICEUBI 2017

International
Congress on Engineering



PROCEEDINGS

www.iceubi.ubi.pt

 UNIVERSIDADE
BEIRA INTERIOR



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS



COVILHÃ
A TECEM O FUTURO

Covilhã | Portugal
December 5 6 7

ICEUBI 2017

International
Congress on Engineering



International Conference on Engineering
University da Beira Interior
“A Vision for the Future”

Conferência Internacional de Engenharia
Universidade da Beira Interior
“Uma Visão para o Futuro”

Conferencia Internacional de Ingeniería
Universidad da Beira Interior
“Una visión para el futuro”

Covilhã (Portugal), December 5-7, 2017

OFFICIAL LANGUAGES: English, Portuguese and Spanish

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
CALÇADA DA FONTE DO LAMEIRO
6200-358 COVILHÃ | PORTUGAL

Tel: +351 275 242 059
E-mail: iceubi2017@ubi.pt
<http://iceubi.ubi.pt>

ICEUBI 2017

INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING UNIVERSITY OF BEIRA INTERIOR - A VISION FOR THE FUTURE

ORGANIZED BY

FACULTY OF ENGINEERING OF UNIVERSITY OF BEIRA INTERIOR
CALÇADA DA FONTE DO LAMEIRO
6200-358 COVILHÃ | PORTUGAL
<http://www.ubi.pt/Entidade/Engenharia>

INSTITUTIONAL SUPPORT



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS



CONFERENCE CHAIRMAN

JOÃO LANZINHA

CONFERENCE VICE-CHAIRMAN

JORGE MIGUEL SILVA

EDITORS

JOÃO CARLOS LANZINHA
JORGE MIGUEL SILVA
ANTÓNIO ESPÍRITO SANTO
CLEMENTE PINTO
HELDER CORREIA
MADALENA PEREIRA
MIGUEL ÂNGELO SILVESTRE
PAULO FAZENDEIRO
PEDRO DOMINGUES DE ALMEIDA
PEDRO GABRIEL ALMEIDA

The editors do not assume any responsibility for the accuracy, completeness or quality of the information provided by any article published.

The information and opinion contained in the publications of are solely those of the individual authors and do not necessarily reflect those of the editors. Therefore, we exclude any claims against the author for the damage caused by use of any kind of the information provided herein, whether incorrect or incomplete. The appearance of advertisements in this Scientific Publications (Abstracts Proceedings - ICEUBI 2017) is not a warranty, endorsement or approval of any products or services advertised or of their safety. The Editors does not claim any responsibility for any type of injury to persons or property resulting from any ideas or products referred to in the articles or advertisements. The sole responsibility to obtain the necessary permission to reproduce any copyright material from other sources lies with the authors and the ICEUBI 2017 Conference cannot be held responsible for any copyright violation by the authors in their article. Any material created and published by ICEUBI 2017 Conference is protected by copyright held exclusively by the referred Congress. Any reproduction or utilization of such material and texts in other electronic, or printed publications is explicitly subjected to prior approval by ICEUBI 2017 Congress.

ISBN: 978-989-654-402-7 (book of abstracts)
ISBN: 978-989-654-403-4 (proceedings)
ISBN: 978-989-654-404-1 (CD)
ISBN: 978-989-654-405-8 (USB Pen drive)
ISSN: 2183-9891

Printed in Portugal by Serviços Gráficos da Universidade da Beira Interior.
Photograph of cover and back cover belongs to University of Beira Interior.