ARGAMASSAS TÉRMICAS PRODUZIDAS COM AGREGADO ISOLANTE DE CORTIÇA EXPANDIDA E CONCHA DE OSTRA

Tema: Sustentabilidade, vida útil e meio ambiente.

POLIANA BELLEI[1], ISABEL TORRES[2,3], DANIEL SILVA[4], FERNANDA MAGALHÃES[5], INÊS FLORES-COLEN[6]

[1]Doutoranda, CERIS, Instituto Superior Técnico/ULisboa, poliana.bellei@tecnico.ulisboa.pt
[2] Profª. Drª., Universidade de Coimbra, CERIS, Departamento de Engenharia Civil, Coimbra, Portugal, itorres@dec.uc.pt
[3]Itecons, Coimbra, Portugal
[4] Mestrando, Instituto Superior Técnico/ULisboa, danielandresilva@campus.ul.pt
[5] Mestranda, Instituto Superior Técnico/ULisboa, fernandamagalhaes@tecnico.ulisboa.pt
[6]Profª. Drª., CERIS, Instituto Superior Técnico/ULisboa, ines.flores.colen@ tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

O setor da construção deve procurar, cada vez mais, soluções construtivas que possam contribuir para uma sociedade mais sustentável. Com esse objetivo em mente desenvolveu-se este estudo que pretende analisar o comportamento de argamassas térmicas produzidas com agregado de cortiça expandida (CE) e concha de ostra (CO). As percentagens de substituição de CE por CO foram de 20, 30, 40 e 50 %. Realizaram-se ensaios às argamassas no estado fresco e endurecido. Foi possível observar uma boa contribuição da CO para o equilíbrio entre a condutibilidade térmica e a resistência mecânica (principalmente para a composição de 50% de CE e 50% de CO).

Palavras-chave: argamassa térmica, cortiça expandida, casca de ostra, economia circular azul.

THERMAL MORTAR PRODUCED WITH INSULATING AGGREGATE OF EXPANDED CORK AND OYSTER SHELL

ABSTRACT

The construction industry should increasingly seek constructive solutions that can contribute to a more sustainable society. With this aims in mind, this study was developed to analyze the behavior of thermal mortars produced with expanded cork aggregate (CE) and oyster shell (CO). The percentages of substitution of CE by CO were 20, 30, 40, and 50%. Tests were carried out on the mortars at fresh and hardened states. It was possible to observe a good contribution of CO to the balance between thermal conductivity and mechanical strength (especially for the composition of 50% CE and 50% CO).

Key-words: thermal mortal, expanded cork, oyster shell, blue circular economy.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da preocupação inerente à sustentabilidade, urge repensar o tipo de revestimento a utilizar na edificação, atualizando e inovando os seus componentes, procurando alcançar novos compostos que confiram eficiência térmica, não ignorando a sustentabilidade do processo, assim como a viabilidade funcional, econômica e ambiental.

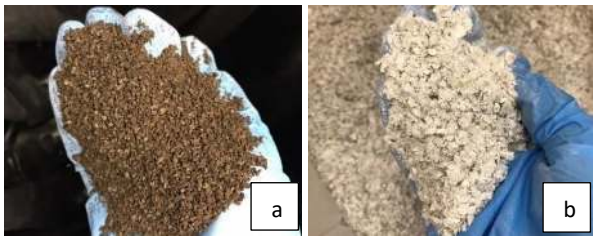
Em relação a argamassas com propriedades isolantes, a cortiça apresenta-se como uma alternativa às areias para a utilização como agregado leve em argamassas de revestimento (rebocos). Outros materiais podem também ser incorporados como agregado, na tentativa de de melhorar, não só o seu comportamento térmico, como também melhorar outras características físicas e mecânicas que as argamassas devem atender. Neste sentido, os resíduos gerados pela indústria da aquacultura, como por exemplo, a concha de ostra, é um resíduo descartado incorretamente todos os anos[1]. Esse tipo de situação causa poluição ambiental e perda da qualidade de vida da população que vive próxima a esses locais[2].

Se for possível, incorporar agregados provenientes de resíduos da indústria da aquacultura, juntamente com subprodutos da indústria corticeira com características térmicas conhecidas, novas soluções de revestimento podem ser desenvolvidas no setor da construção civil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo incide na análise do comportamento de uma argamassa térmica incorporando granulado de cortiça expandida, concha de ostra, ligante e água. O ligante utilizado foi a Cal Hidráulica Natural NHL 3,5 adquirida em uma loja de materiais de construção em Portugal. A água utilizada foi do abastecimento público. Os agregados, nomeadamente a cortiça expandida (Figura 1a) e a concha de ostra (moída com granulometria máxima de 4mm) (Figura 1b) foram obtidas por meio de doações das empresas Amorim, e da Cooperativa de Viveiristas Ria Formosa, respetivamente, ambas em Portugal. A massa unitária encontrada para a cortiça expandida foi de 52kg/m^3 e para a concha de ostra 924kg/m^3. A metodologia de ensaio utilizada foi baseada na EN 1097-3[3]. Os materiais utilizados como agregados das argamassas térmicas estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1 – a) Cortiça expandida granulada; b) concha de ostra



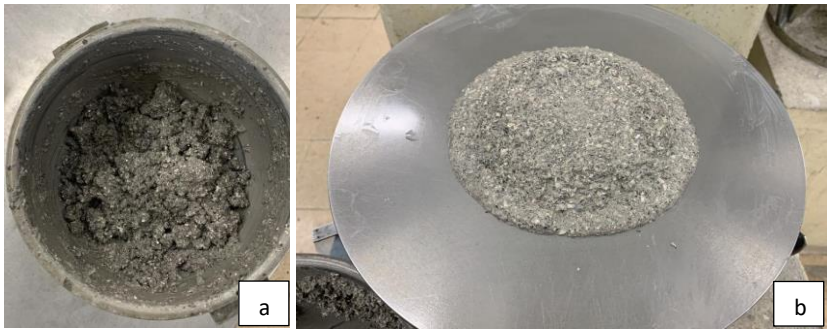
Fonte: autoria própria

A procedimento de mistura das argamassas seguiu a recomendação da EN 1015-2[4]. As percentagens de substituição de cortiça expandida por concha de ostra foram de 20, 30, 40 e 50% (em volume). A denominação de cada composição foi a seguinte: CE80%CO20% (80% de cortiça expandida e 20% de concha de ostra); CE70%CO30% (70% de cortiça expandida e 30% de concha de ostra); CE60%CO40% (60% de cortiça expandida e 40% de concha de ostra); CE50%CO50% (50% de cortiça expandida e 50 % de concha de ostra).

Os ensaios realizados no estado fresco foram: consistência e densidade de massa; e no estado endurecido considerou-se: densidade de massa e porosidade aberta, coeficiente de absorção de água por capilaridade, condutibilidade térmica, e resistência mecânica.

Na Figura 2 está apresentada a argamassa no estado fresco após a mistura (Figura 2a), e o desenvolvimento do ensaio de consistência (Figura 2b).

Figura 2 – Procedimentos laboratoriais



Fonte: autoria própria

Após a mistura e os ensaios no estado fresco de cada composição de argamassa foram utilizados moldes laboratoriais para produzir os corpos de prova para os ensaios no estado endurecido. Cada argamassa foi ensaiada por 3 corpos de prova diferentes com dimensões de 4x4x16cm, exceto o ensaio de condutibilidade térmica. Este ensaio foi realizado com um corpos de prova circular de 4x10cm e com o equipamento *ISOMET* 2114: 2011[5], que utiliza uma sonda de superfície para captar impulsos térmicos e determinar o coeficiente de condutibilidade térmica.

Os moldes e o processo de cura seguiram os procedimentos recomendados pela norma EN 1015-11[6]. Os corpos de prova permaneceram nos moldes até 24 horas após a moldagem. Após retirados dos moldes, foram introduzidos em sacos de polietileno afim de manter a temperatura de 20ºC e humidade relativa de 95%. Quando os provetes completaram 7 dias de idade os mesmos permaneceram em ambiente de laboratório a 20ºC e 65% HR até à data de ensaio (até 28 dias).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Estado fresco

Após a produção das argamassas, os resultados obtidos com os ensaios no estado fresco são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados no estado fresco.

Argamassa	Consistência (mm)	Densidade (kg/m^3)	Relação água/ligante
CE80%CO20%	162	923	1,40
CE70%CO30%	157	979	1,40
CE60%CO40%	155	1096	1,36
CE50%CO50%	159	1267	1,37

A relação água/ligante está apresentada na Tabela 1. Em relação à trabalhabilidade das misturas, as quantidades de água das argamassas térmicas produzidas não variaram muito, o que também resultou na pouca diferença nos resultados de consistência obtidos. As argamassas CE80%CO20%, CE70%CO30% e CE60%CO40% obtiveram resultados de consistência de 160±10mm para densidades de 600 a 1200kg/m^3, de acordo com a classificação EN 998-1[7]. A quantidade de água foi um pouco maior para as argamassas com maiores teores de CE. Foram encontradas absorções de água para a areia natural e para a casca de ostra iguais a 0,5% e 3%, conforme Bellei et al. [8][9], o que implica que a absorção de água da CE está acima desses valores.

As massas unitárias dos agregados podem explicar as densidades encontradas para as argamassas, pois quanto maior a substituição de CE por CO, maior a densidade apresentada pelas argamassas (CE50%CO50% é 37% maior que CE80%CO20%).

3.2. Estado endurecido

No caso das propriedades analisadas no estado endurecido, as argamassas CE80%CO20% e CE70%CO30% aparentemente foram as argamassas que apresentaram os comportamentos mais semelhantes entre todas as composições.

Em relação à condutibilidade térmica, de acordo com a EN 998-1[7], as classificações são as seguintes: T1 – condutibilidade térmica ≤ 0,1 W/(m.K) e T2 – condutibilidadeb térmica ≤ 0,2 W/(m.K). Com os resultados alcançados, as argamassas CE80%CO20% e CE70%CO30% enquadram-se na classificação T1 e as CE60%CO40% e CE50%CO50% na classificação T2. No geral, todas as argamassas se enquadram nos parâmetros estabelecidos pela norma.

A argamassa CE80%CO20% apresentou a menor densidade no estado endurecido devido a menor massa unitária do agregado CE. No estado endurecido, a argamassa CE50%CO50% apresentou uma densidade 61% maior que a argamassa CE80%CO20%. Em relação à

porosidade aberta a argamassa CE50%CO50% apresentou a menor resultado (44%). Esse valor foi menor na ordem de 8% quando comparado com o maior valor encontrado neste ensaio (CE80%CO20% = 48%). Nota-se que em relação aos coeficientes de capilaridade aos 90 minutos das argamassas, os mesmos não possuem grande variação utilizando diferentes composições.

A resistência mecânica foi maior à medida que se aumentou a percentagem de casca de ostra nas misturas, como seria esperado. As argamassas CE50%CO50% e CE60%CO40% foram as argamassas produzidas com CE e CO que se enquadram na classificação CS I (0,4 N/mm^2 ≤ 2,5 N/mm^2) segundo a EN 998-1[7].

A Tabela 2 apresenta os resultados encontrados para cada ensaio no estado endurecido.

Tabela 2 – Resultados no estado endurecido.

Argamassas	Condutibilidade térmica (W/(m.K))		Densidade (kg/m^3)		Porosidade aberta (%)		Coeficiente de absorção por capilaridade: 10-90 min (kg/m^{2}min$^{1/2}$)		Flexão (MPa)		Compressão (MPa)	
	Média	CV	Média	CV	Média	CV	Média	CV	Média	CV	Média	CV
CE80%CO20%	0.076	0.28	609	1.4	48	0.9	1.93	5	0.16	3.9	0.3	1.2
CE70%CO30%	0.083	0.39	680	1.7	47	0.7	1.98	6	0.16	2.5	0.3	8.7
CE60%CO40%	0.117	0.13	827	1.4	46	0.9	2.02	6	0.21	4.6	0.4	6.9
CE50%CO50%	0.151	0.19	983	0.3	44	1	2.05	5	0.36	5.6	0.6	4

No geral, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido, e na maioria das propriedades, a substituição do agregado CE por CO permitiu um bom equilíbrio entre condutibilidade térmica e resistência mecânica.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar o comportamento de argamassas térmicas produzidas com resíduos provenientes da aquicultura (concha de ostra) e subproduto da indústria corticeira (granulado de cortiça expandida), ambos em Portugal. Por meio de diferentes composições foram realizados ensaios no estado fresco e endurecido das argamassas produzidas em laboratório.

As boas propriedades térmicas da cortiça expandida já foram comprovadas em outros estudos. Nos resultados das argamassas produzidas com percentagens de agregado de cortiça expandida e concha de ostra, foi possível observar uma boa contribuição da concha de ostra para o equilíbrio entre a condutibilidade térmica e a resistência mecânica, sobretudo quando se consideraram percentagens iguais de incorporação (50% de cortiça expandida e 50% de concha de ostra).

Os tipos de argamassas produzidas, os ensaios realizados e os resultados obtidos contribuem para o conhecimento no âmbito das características das argamassas térmicas com a utilização de resíduos/subprodutos de diferentes indústrias, como forma de desenvolver novos produtos no sector da construção civil.

Agradecimentos: Os autores agradecem a Fundação para a Ciência e Tecnologia pela bolsa de doutoramento da primeira autora (UI/BD/151151/2021) da unidade de pesquisa CERIS (UIDB/04625/2020), e o apoio do EEA Grants através do financiamento do projeto SHELLTER (FBR_OC2_30), resultando numa cooperação bilateral entre Portugal e a Noruega. Os autores também agradecem o grupo Amorim e a Cooperativa de Viveiristas Ria Formosa pela doação dos materiais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. YOON, H.; PARK, S.; LEE, K; PARK, J. Oyster shell as substitute for aggregate in mortar. **Waste Manage**. v. 2, p. 158–170, jun. 2004.

2. MO, K.H.; ALENGARAM, U. J.; JUMAAT, M. Z.; LEE, S. C.; GOH, W. I.; YUEN, C. W. Recycling of seashell waste in concrete: A review. **Construction and Building Materials**. v 162, p. 751-764, fev. 2018.

3. Instituto Português de Qualidade. **NP EN 1097-3**: Determinação da baridade e do volume de vazios. Lisboa: IPQ, 2002.

4. European Committee for Standardization. **EN 1015-2**: Bulk sampling of mortars and preparation of test mortars. Brussels: CEN, 1998.

5. ISOMET 2114. Thermal properties analyzer. User's guide. Version 120712. Applied Precision, 2011.

6. European Committee for Standardization. **EN 1015-11**: Methods of test for mortar for masonry - Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar. Brussels: CEN, 2019.

7. European Committee for Standardization. **EN 998-1**: Rendering and plastering mortar. Brussels: CEN, 2010.

8. BELLEI, P.; VELOSO, J.; FLORES-COLEN, I.; MENDES, M.P.; PACHECO, J.; TORRES, I; SOLSTAD, R. The use of industrial waste in coating mortars. *In:* **ICCE,** 2022, Damascus.

9. BELLEI, P.; VELOSO, J.; FLORES-COLEN, I.; PACHECO, J.; MENDES, M.P.; TORRES, I. Argamassas de revestimento com resíduos industriais. *In:* Congresso Construção, 2022, Guimarães. **Anais** [...]. Guimarães, 2022, p. 225-233.