XV SBTA Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas
Porto Alegre/RS - 11 a 13 de junho de 2025

APLICAÇÃO DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO COM RESÍDUOS DE CONCHA DE OSTRA

Application of rendering mortars with oyster shell waste

POLIANA BELLEI[1], ANDRÉ PACHECO[2], GENEVIEVE FORAY[3], MANUEL FRANCISCO PEREIRA[4], ISABEL TORRES[5], INÊS FLORES-COLEN[6]

[1] Doutoranda, CERIS, CERENA, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, poliana.bellei@tecnico.ulisboa.pt

[2] Doutor, CIMA, Universidade do Algarve, ampacheco@ualg.pt

[3] Professora, MATEIS, Institut national des sciences appliquées de Lyon, genevieve.foray@insa-lyon.fr

[4] Professor, CERENA, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, mfcp@ist.utl.pt

[5] Professora, CERIS, Universidade de Coimbra e Itecons, itorres@dec.uc.pt

[6] Professora, CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, ines.flores.colen@tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

A sustentabilidade é uma abordagem essencial na construção civil. Um estudo de caso na Ilha da Culatra, Portugal, explorou a aplicação de argamassas de revestimento com 30% de substituição de areia por concha de ostra sem e com lavagem. Os resultados experimentais indicaram que as massas volúmicas das argamassas não apresentaram diferenças significativas iguais entre si (3%). No entanto, a resistência à compressão da argamassa com concha lavada (1.24 MPa) foi maior e significativamente diferente da argamassa produzida com concha de ostra sem lavagem (1.17 MPa). Este estudo reforça a importância do processo de preparação do resíduo e das propriedades finais das argamassas obtidas, fomentando a economia circular e o conatcto com as comunidades locais e indústrias ligadas ao mar.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Economia azul. Argamassa. Concha de ostra.

ABSTRACT

Sustainability is an essential approach in the construction sector. A case study on Culatra Island, Portugal, explored the application of coating mortars with 30% sand replacement by oyster shells, unwashed and washed. The experimental results indicated that the bulk densities of the mortars were significantly equal (3%). However, the compressive strength of the mortar incorporating washed oyster shell (1.24 MPa) was higher and statistically different from the mortar produced with unwashed oyster shell (1.17 MPa). This study reinforces the importance of the waste preparation process and the final properties of the mortars, promoting the circular economy and fostering engagement with local communities and marine-related industries.

Keywords: Sustainability. Blue economy. Mortar. Oyster shell.

Como citar:
BELLEI, P.; PACHECO, A.; FORAY, G.; PEREIRA, M.F.; TORRES, I.; FLORES-COLEN, I. Aplicação de argamassas de revestimento com resíduos de concha de ostra. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2025.

INTRODUÇÃO

Desde o surgimento do conceito de Economia Azul em 2012, uma das principais preocupações tem sido promover a gestão sustentável das regiões marinhas, com foco na conservação e redução das emissões de gases com efeito de estufa através de práticas de consumo sustentável e renovação de recursos [1]. Portugal, devido ao seu clima e geografia favoráveis, possui condições ideais para o cultivo de moluscos bivalves [2]. Em 2022, a produção de moluscos em aquicultura aumentou 11,3%, representando 53,9% da produção total em aquicultura. No caso das ostras, a sua produção aumentou 7,5% em relação ao ano anterior. As regiões da Península de Setúbal, Oeste e Vale do Tejo e Algarve foram responsáveis por 76% das saídas de pesca ocorridas em 2023 [3].

No entanto, a produção de ostras também gera uma quantidade substancial de resíduos, frequentemente descartados em aterros ou no mar, resultando em impactos ecológicos significativos nos ecossistemas naturais, apesar das diversas aplicações potenciais para as conchas [4]. Condições ambientais atípicas e/ou doenças podem agravar essa problemática ao elevar os níveis de desperdício. Um exemplo notável ocorreu em 2022, quando Portugal enfrentou uma queda expressiva na produção de bivalves. Relatos de todos os produtores entrevistados indicaram taxas de mortalidade entre 80% e 90% do estoque, resultando em um acúmulo significativo de conchas não utilizadas. Em períodos regulares, a perda típica varia entre 10% e 30%. A causa desse aumento abrupto ainda está sob investigação pelas autoridades competentes [5].

Diante da crescente necessidade de soluções sustentáveis na construção civil, este estudo investiga o potencial da incorporação de conchas de ostra como substituto parcial da areia na formulação de argamassas de revestimento. Para isso, foram analisadas duas abordagens de processamento do resíduo: conchas sem lavagem e conchas lavadas com água da rede local, aplicadas experimentalmente em um muro do edifício do Centro Social do Núcleo Piscatório da Ilha da Culatra em Portugal.

A valorização desse resíduo não apenas reduz os impactes ambientais associados ao descarte inadequado das conchas, mas também promove uma abordagem integrada entre a construção civil e a aquicultura, conectando diferentes setores produtivos dentro do conceito de economia circular. Ao transformar um subproduto da indústria aquícola em matéria-prima para materiais de construção, este estudo reforça o papel da engenharia na busca por soluções inovadoras que aliem desempenho técnico e responsabilidade ambiental, contribuindo para uma construção civil mais eficiente e sustentável.

METODOLOGIA

ESTUDO DE CASO

O estudo foi realizado na Ilha da Culatra, localizada no Algarve, Portugal, em parceria com a iniciativa “Culatra 2030 – Comunidade Energética Sustentável”, que busca estabelecer uma comunidade piloto focada em energias renováveis na ilha. Como parte dessa colaboração, foram aplicadas duas argamassas desenvolvidas a partir da incorporação parcial do agregado

de concha de ostra. A formulação das argamassas faz parte da tese de doutoramento da primeira autora (em curso). Essa aplicação ocorreu em uma área de 1m² para cada argamassa em um muro do Centro Social da ilha (Figura 1a). A Figura 1b e 1c mostra o local escolhido no muro (em vermelho) para a aplicação das argamassas (Figura 1d). O lado do muro em que as argamassas foram aplicadas está direcionado ao norte.

Figura 1 – Estudo de caso: (a) Centro Social da Ilha da Culatra; (b) e (c) Localização do muro; (d) Aplicação das argamassas produzidas.



(a) (b)

(c) (d)

Fonte: (a; c; d) Os autores (2025); (b) Google Earth.

MATERIAIS E MÉTODOS

O ligante utilizado foi a cal hidráulica natural NHL 5. A areia siliciosa foi comprada no mercado local em um saco de aproximadamente 25 kg. A concha de ostra foi utilizada para substituir 30% (em volume) do agregado na argamassa. O material foi utilizado de duas formas: a primeira consistiu no uso das conchas tal como são encontradas expostas na ilha, especialmente nas áreas de trabalho dos pescadores; e a segunda envolveu a limpeza das conchas por meio de jato de água. Na Figura 2a é possível visualizar como são algumas conchas sem lavagem, e na Figura 2b após a lavagem e secagem.

Figura 2 – Concha de ostra: (a) sem lavagem; (b) com lavagem.



(a) (b)

Fonte: Os autores (2025).

As Conchas Sem Lavagem (CSL) estavam armazenadas em big bags na área de trabalho dos pescadores. Para a etapa de moagem, os big bags eram acoplados por uma grua e possuíam uma abertura na parte inferior, permitindo a descarga direta das conchas no moinho para trituração. Após a moagem, as conchas foram expostas ao sol por um período de seis horas para a secagem. Em seguida, passaram por uma peneira de 4 mm, sendo essa fração utilizada para substituir parte do agregado na argamassa.

No caso das Conchas Com Lavagem (CCL), após a limpeza com jato de água (Figura 3a), as mesmas foram igualmente expostas ao sol para secagem (Figura 3b). Posteriormente, passaram pelo processo de trituração e peneiração (Figura 3c e 3d), resultando no material utilizado na formulação das argamassas.

Figura 3 – Etapa de preparação das conchas: (a) lavagem; (b) secagem; (c) trituração; (d) peneiração.



(a) (b) (c) (d)

Fonte: Os autores (2025).

A diferença mais notória entre as CSL e as CCL é que nas primeiras se observam partículas finas aderentes ou maior quantidade de restos de material orgânico nas superfícies (Figura 4).

Figura 4 – Conchas para produção das argamassas (barra em preto: 1 cm): (a) sem lavagem; (b) com lavagem.

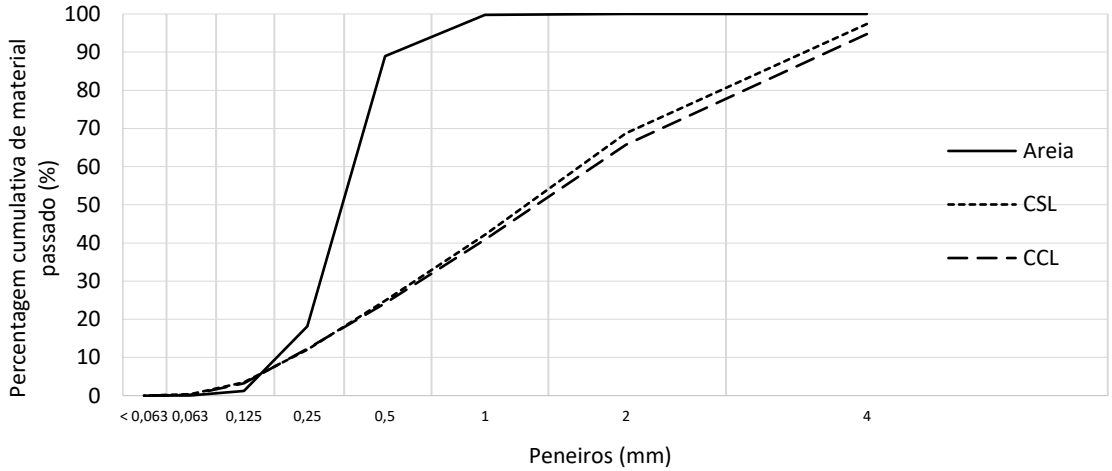


(a) (b)

Fonte: Os autores (2025).

A curva granulométrica da areia e das conchas com e sem lavagem estão apresentadas na Figura 5 e foram determinadas de acordo com a EN 1015-1 [6]. Para além, os agregados foram ensaiados quanto à sua baridade (NP EN 1097-3 [7]) e absorção de água (NP EN 1097-6 [8]). Os resultados da baridade foram 1369, 908 e 882 kg/m^3, para a areia e a CSL e CCL, respectivamente, e a absorção de água em torno de 0,30% para areia e 2% para as conchas.

Figura 5 – Curva granulométrica dos agregados.



Fonte: Os autores (2025).

A produção da argamassa foi similar a proporção volumétrica de 1:3 (cal:agregado) com adaptações necessárias devido aos materiais e condições locais. A cal e a areia foram levadas até o local no dia da aplicação. A quantidade de água na mistura foi determinada por um profissional da construção civil, que a adicionou gradualmente até atingir a trabalhabilidade adequada para a aplicação.

A mesma argamassa utilizada na aplicação do muro foi utilizada para a moldagem de 5 cubos de 40 × 40 × 40 mm dos dois tipos de argamassa produzidas, com a concha sem lavagem (Arg-CSL) e com lavagem (Arg-CCL). Esses provetes permaneceram nos moldes por 48 horas, e cinco dias envolvidos por plástico filme. Decorrido este tempo foram desmoldados e permaneceram em ambiente controlado (temperatura: 20 ± 2 °C e umidade relativa: 65 ± 5%) até a data de ensaio (28 dias).

Os ensaios nos cubos das argamassas aplicadas no muro no estado endurecido foram: massa volúmica aparente de acordo com a EN 1015-10 [9] (5 ensaios); resistência à compressão seguindo as orientações da NP EN 1015-11 [10] (5 ensaios); e porosimetria por intrusão de mercúrio baseado na norma ISO 15901-1 [11] (1 ensaio). O equipamento utilizado foi o porosímetro de mercúrio Micromeritics, modelo Autopore IV 9500, que é capaz de realizar duas medições sequenciais (baixa pressão: pressão mínima de 0,2 MPa (30 psi); alta pressão: pressão máxima de aproximadamente 400 MPa (60.000 psi)). A análise da composição das argamassas, nomeadamente a avaliação da evolução da fase ligante, foi efetuada com recurso à difração de raios X (1 ensaio). Para tal utilizou-se o difratómetro Panalytical X'Pert PRO, tendo-se separado previamente a fração fina (infra 106 µm) e utilizando desagregação manual.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As propriedades no estado endurecido avaliadas para as argamassas Arg-CSL e Arg-CCL produzidas com 30% de substituição de areia por concha de ostra sem lavagem e com lavagem, e aplicadas na ilha são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados de massa volúmica aparente, resistência à compressão e porosidade.

Argamassas	Massa volúmica (kg/m^3)	Resistência à compressão (MPa)	Porosimetria (%)
Arg-CSL	1659 ± 12	1.17 ± 0.07	37.20
Arg-CCL	1709 ± 9	1.24 ± 0.10	37.16

Fonte: Os autores (2025).

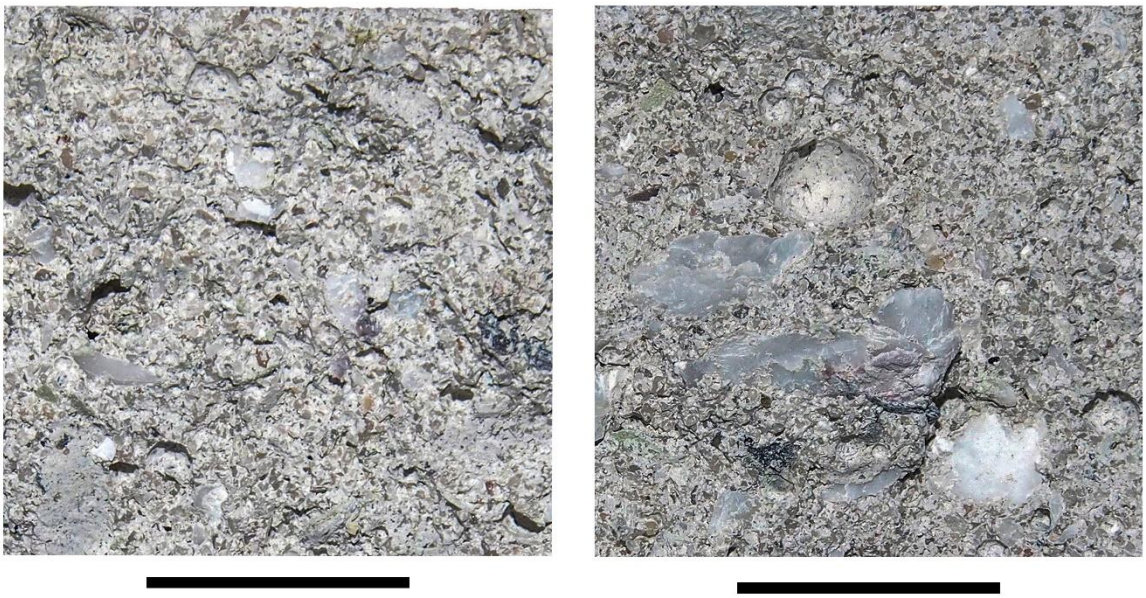
A argamassa Arg-CCL apresentou uma massa volúmica ligeiramente maior (1709 kg/m³) que a Arg-CSL (1659 kg/m³), sem grande significado face à variabilidade deste ensaio. Os valores de porosidade encontrados pelo ensaio de porosimetria foram ligeiramente menores para a argamassa com concha de ostra lavada (37.16%). No entanto, o ligeiro aumento na massa volúmica e diminuição da porosidade da Arg-CCL podem estar relacionados com uma maior compactação e distribuição das partículas face à remoção de impurezas e resíduos orgânicos durante a lavagem.

A Arg-CSL apresentou uma resistência à compressão de 1.17 MPa, enquanto a Arg-CCL obteve um valor superior, de 1.24 MPa. A diferença sugere que a lavagem das conchas pode ter influenciado a resistência mecânica, possivelmente melhorando a aderência entre o agregado de concha e a matriz cimentícia. De referir que o valor de resistência à compressão das duas argamassas é aceitável para os valores recomendados para argamassas de revestimento de

acordo com a EN 998-1 (0,40 MPa) [12]. No entanto, a evolução ao longo do tempo das propriedades mecânicas será um aspeto a controlar ao longo do tempo e em estudos futuros.

A Figura 6 apresenta os provetes dos dois tipos de argamassa aplicadas e após o ensaio de resistência à compressão. As imagens mostram a aderência dos agregados de concha à matriz, sendo essa adesão mais evidente na Arg-CCL. Além disso, é possível observar uma maior quantidade de poros na argamassa Arg-CSL, o que pode explicar seu valor inferior de resistência à compressão.

Figura 6 – Imagens macroscópicas das argamassas com concha (barra em preto: 1 cm): (a) Arg-CSL; (b) Arg-CCL.

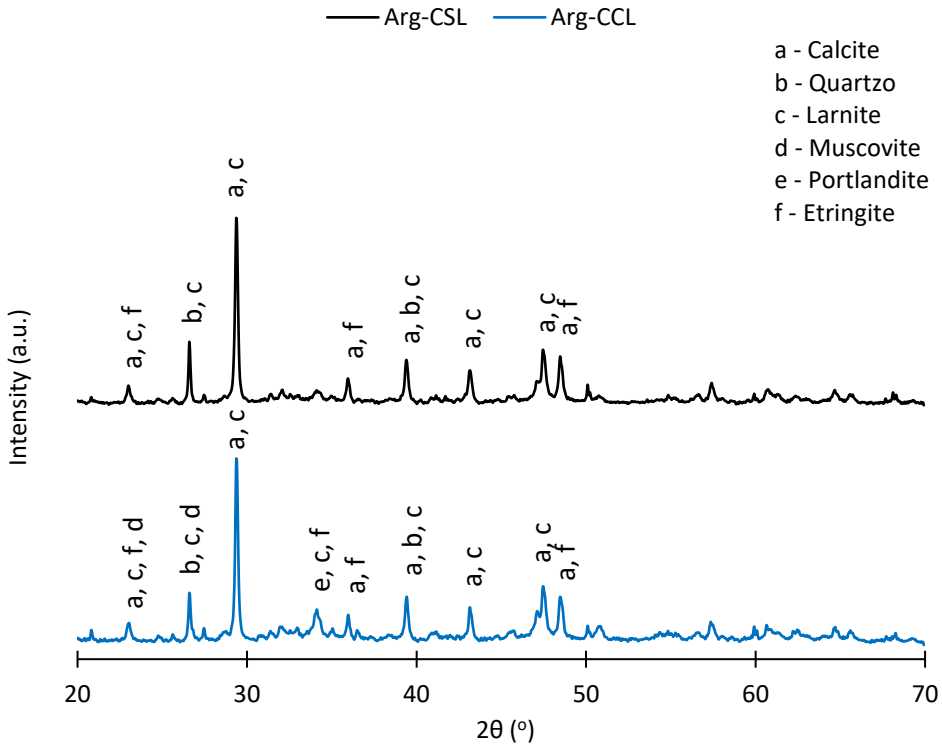


(a) (b)

Fonte: Os autores (2025).

Os padrões de DRX das frações finas das argamassas em estudo podem ser visualizados na Figura 7. A análise de difração de raios X revelou a presença das mesmas fases cristalinas em ambas as argamassas, nomeadamente calcite, quartzo, portlandite, larnite e etringite. No entanto, observa-se uma maior intensidade dos picos de portlandite na argamassa com concha lavada (Arg-CCL), indicando uma menor extensão do processo de carbonatação. Por outro lado, a argamassa sem lavagem (Arg-CSL) apresenta uma maior conversão de portlandite em calcite, sugerindo um grau mais avançado de carbonatação. Este fenómeno pode estar associado à presença de impurezas na concha não lavada, que podem ter influenciado a reatividade da matriz cimentícia, promovendo reações secundárias com o dióxido de carbono atmosférico.

Figura 7 – Padrões de DRX para as argamassas com concha de ostra.



Fonte: Os autores (2025).

No estudo de Oh et al. [13], foi observado que diferentes conchas e seus processos de limpeza influenciavam diretamente na massa volúmica da argamassa. Os autores mencionados destacam que conchas não lavadas podem conter resíduos orgânicos e sais que afetam a estrutura interna do material, aumentando a porosidade e, consequentemente, reduzindo a massa volúmica. Ainda, os autores relatam que a substituição parcial de agregados por conchas tratadas pode preservar até 90% da resistência à compressão das argamassas convencionais, desde que haja um tratamento adequado das conchas. Eles também observaram que a remoção de resíduos orgânicos melhora a interface entre os agregados e a pasta de cimento, favorecendo a coesão da matriz. Isso pode explicar o fato de que a lavagem das conchas pode ter reduzido a presença de impurezas que interfeririam na adesão, resultando em um aumento na resistência à compressão.

CONCLUSÃO

Diante do acúmulo de conchas resultante da mortalidade natural dos bivalves na Ilha da Culatra, este estudo explorou o potencial da incorporação dessas conchas na produção de argamassas de revestimento, avaliando a viabilidade de seu uso tanto com limpeza natural (sem lavagem com água) como após um processo de limpeza com jato de água simples.

Os resultados obtidos até o momento indicam que a lavagem das conchas pode proporcionar um aumento na massa volúmica e na resistência à compressão, e diminuir a porosidade sugerindo que a remoção de impurezas pode melhorar a compactação do material e sua

interação com a matriz cimentícia. No entanto, a diferença entre as argamassas com e sem lavagem não se mostrou expressiva em relação a massa volúmica. Por outro lado, apesar da porosidade similar encontrada para as duas argamassas, a resistência à compressão da argamassa com a concha lavada com água foi maior que a da argamassa com concha apenas com limpeza natural. O valor inferior apresentado por esta argamassa é no entanto superior ao mínimo da norma EN 998-1.

A limpeza natural das conchas apresenta vantagens tanto econômicas quanto ambientais, pois elimina a necessidade de um processo adicional e permite o aproveitamento do material exatamente como se encontra nas áreas de descarte da ilha. Além disso, o uso das conchas sem lavagem com água pode representar uma solução prática e acessível para os pescadores, que hoje não possuem um destino adequado para a grande quantidade de conchas geradas pela atividade aquícola. A presença de um moedor instalado próximo às áreas de armazenamento das conchas na ilha demonstra o potencial para viabilizar essa iniciativa de forma eficiente e acessível.

No entanto, ainda é necessário avaliar aspectos como a durabilidade das argamassas e seu comportamento a longo prazo em exposição natural (processo em curso). Além disso, a análise da carbonatação das argamassas reforça que a presença de impurezas pode influenciar a conversão de portlandite em calcite, indicando a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre os impactos desse fenômeno nas propriedades mecânicas e na resistência ao tempo.

Dessa forma, este estudo não apenas propõe uma provável solução para a valorização de um resíduo local, mas também destaca a importância da preparação deste resíduo. A incorporação das conchas na produção de argamassas não só reduz o impacto ambiental negativo da Ilha da Culatra, como também gera benefícios diretos para a comunidade pesqueira, oferecendo um novo propósito para um resíduo até então sem utilidade e promovendo uma abordagem sustentável para o desenvolvimento da região. Este estudo continua em curso e estão previstos ensaios após maiores períodos de exposição natural.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao IST e Itecons, ambos unidades de investigação do CERIS (FCT-UIDB/04625/2020) e ao CERENA (FCT-UIDB/04028/2025 e FCT-UIDP/04028/2025). Os autores também agradecem a Iniciativa Culatra2030 do CIMA (Universidade do Algarve, https://doi.org/10.54499/UIDP/00350/2020) e a Associação dos Moradores da Ilha da Culatra.

REFERÊNCIAS

[1] U. Sarangi, “Blue economy, blue finance and ocean governance for achieving sustainable development goals,” **Natural Resources Forum**, vol. 47, no. September 2021, pp. 3–21, 2023, doi: 10.1111/1477-8947.12267.

[2] F. F. Azeredo, J. F. Gonçalves, M. Hinzmann, and P. Vaz-Pires, **Manual de boas práticas na**

ostreicultura em Portugal, 1st ed., no. June. 2018. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Mariana-Hinzmann/publication/323749135_Manual_de_boas_praticas_na_ostreicultura_em_Portugal/links/5b1142f14585150a0a5ec62c/Manual-de-boas-praticas-na-ostreicultura-em-Portugal.pdf

[3] DGRM, **Estatística da pesca 2023**, ISSN 0377-. Portugal, 2023.

[4] N. T. Popović, V. Lorencin, I. Strunjak-Perović, and R. Čož-Rakovac, "Shell Waste Management and Utilization: Mitigating Organic Pollution and Enhancing Sustainability," **Applied Sciences**, vol. 13, no. 1, 2023, doi: 10.3390/app13010623.

[5] F. C. Magalhães, P. Bellei, I. Flores-Colen, and E. Marques da Costa, "Blue Circular Economy - Reuse and Valorization of Bivalve," **Recycling**, vol. 9, no. 27, pp. 1–17, 2024, doi: 10.3390/recycling9020027.

[6] CEN, "**EN 1015-1**: Methods of test for mortar for masonry - Part 1: Determination of particle size distribution (by sieve analysis)," 1998, European Committee for Standardization, Brussels.

[7] CEN, "**EN 1097-3**: Test for mechanical and physical properties of aggregates - Part 3: Determination of loose bulk density and voids," 1998, European Committee for Standardization, Brussels.

[8] CEN, "**EN 1097-6**: Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 6: Determination of particle density and water absorption," 2022, European Committee for Standardization, Brussels.

[9] CEN, "**EN 1015-10**: Methods of test for mortar for masonry - Part 10: Determination of dry bulk density of hardened mortar," 1999, European Committee for Standardization, Brussels.

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

[11] ISO, "**ISO 15901-1**: Evaluation of pore size distribution and porosity of solid materials by mercury porosimetry and gas adsorption - Part 1: Mercury porosimetry," 2016, International Standard, Switzerland.

[12] CEN, "**EN 988-1**: Specification for mortar for masonry - Part 1: Rendering and plastering mortar," 2016, European Committee for Standardization, Brussels.

[13] S.-E. Oh, S.-Y. Chung, K. Kim, and S.-H. Han, "Comparative analysis of the effects of waste shell aggregates on the material properties of cement mortars," **Construction and Building Materials**, vol. 412, no. December 2023, p. 11, 2024, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2024.134887.