

ANÁLISE DA INCORPORAÇÃO DO RESÍDUO DA CONCHA DE OSTRAS COMO MELHORADOR DE ADESIVIDADE ENTRE AGREGADO E O CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO - CAP 50/70

**Daniela Evaniki
Gabriela Zibeti da Silva
Vinicius Renan Colli**

RESUMO

O resíduo da concha de ostra (RCO) é um subproduto da produção de ostras e apresenta um alto teor de carbonato de cálcio em sua composição. À vista disso, o objetivo deste artigo é analisar a incorporação do RCO como melhorador de adesividade entre agregado e o cimento asfáltico de petróleo - CAP 50/70. Para isso utilizou-se o ensaio qualitativo de adesividade de acordo com a Norma Rodoviária DNER-ME 078/94. Coletou-se o RCO em Cabaraquara - Guaratuba/ PR e em laboratório o material foi lavado e secado ao sol, processado em um moinho de bolas e por fim peneirado na peneira 0,6 mm. Foram realizadas três misturas asfálticas para o ensaio de adesividade, sendo 0 %, 1 % e 2 % de RCO sobre a massa de agregado graúdo. Os resultados demonstraram que a utilização de 1 % de RCO na mistura asfáltica como melhorador de adesividade é ideal, visto que os resultados foram satisfatórios, ou seja, não houve nenhum deslocamento da película betuminosa entre agregado e ligante. A análise de adesividade entre ligante/agregado é de extrema importância para prever o comportamento da mistura asfáltica quanto a resistência à desagregação e ao descolamento, evitando desta maneira a geração de futuras patologias nos pavimentos asfálticos.

Palavras-chaves: resíduo da concha de ostra; adesividade; sustentabilidade.

ABSTRACT

Oyster shell residue (RCO) is a byproduct of oyster production and has a high content of calcium carbonate in its composition. In view of this, the objective of this article is to analyze the incorporation of RCO as an adhesion improver between aggregate and petroleum asphalt cement - CAP 50/70. For this purpose, the qualitative adhesion test was used in accordance with the DNER-ME 078/94 Road Standard. The RCO was collected in Cabaraquara - Guaratuba/PR and in the laboratory the material was washed and dried in the sun, processed in a ball mill and finally sieved on a 0.6 mm sieve. Three asphalt mixtures were carried out for the adhesion test, with 0%, 1% and 2% RCO on the coarse aggregate mass. The results demonstrated that the use of 1% RCO in the asphalt mixture as an adhesion improver is ideal, as the results were satisfactory, that is, there was no displacement of the bituminous film between the aggregate and the binder. The analysis of adhesion between binder/aggregate is extremely important to predict the behavior of the asphalt mixture in terms of resistance to disintegration and detachment, thus avoiding the generation of future pathologies in asphalt pavements.

Keywords: oyster shell residue; adhesiveness; sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O resíduo da concha de ostra (RCO) é um subproduto da produção de ostras e representa cerca de 90% da massa total da ostra, contribuindo para uma grande geração de resíduos (Wang *et al.*, 2013).

O RCO tem pouco ou nenhum valor comercial, a maior parte do material é descartado em aterros sanitários, ao ar livre ou transferido para o oceano, resultando em uma imensa poluição ambiental. Além disso, em entrevista, os maricultores relataram desgastes e incrustações nos próprios materiais dos cultivos e ferimento de banhistas, este último associado ao contato acidental com a concha, cortante, que aparecem nas praias devido à ação das correntes e das ondas (Petrielli, 2008).

A composição química de uma concha baseada na espécie *Ostrea gigas thunberg talienwhanensis crosse* ou *Rivularis gould*, é de 80 a 95% de carbonato de cálcio, e o restante (5 a 20%) de compostos orgânicos (Oliveira, 2000).

O carbonato de cálcio (CaCO_3) é o principal constituinte das conchas dos bivalves e matéria-prima para diversos produtos. Os produtos que podem utilizar desta fonte de carbonato de cálcio são: cal virgem, cal hidratada, carga em polímeros, bloco e pavimentos para construção civil, construções de estradas, pasta de papel, mármore compacto, em adubos e pesticidas, rações, cerâmica, indústria de tijolos, indústria de tintas, espumas de polietileno, produção de talco, produção de vidros, indústria do cimento, produção de vernizes e borrachas, correção de solos e medicamentos.

Neste sentido, o objetivo desta pesquisa é analisar a incorporação do resíduo de concha de ostra como melhorador de adesividade entre agregado e o cimento asfáltico de petróleo - CAP 50/70.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 QUANTIFICAÇÃO DO RESÍDUO DA CONCHA DE OSTRAS (RCO)

Grandes quantidades de resíduo da concha de ostras são descartadas todos os anos em todo o planeta. Nas áreas costeiras orientais da China, mais de 5 milhões de toneladas de conchas de ostras foram descartadas em 2010 e essa quantidade ultrapassou 10 milhões de toneladas em 2018 (Liu *et al.*, 2020).

No território brasileiro, dados do IBGE mostram que apenas no ano de 2021 foram extraídos da natureza cerca de 10.908 toneladas de mariscos, o que representa aproximadamente 9.817,2 toneladas de resíduo, visto que a concha representa 90% do peso do marisco. No estado do Paraná, a coleta resultou em cerca de 193,14 toneladas de resíduo, e em Pontal do Paraná, cidade onde foi realizado o estudo, cerca de 4,05 toneladas.

Deste elevado número, segundo Petrielli (2008), apenas 10% das conchas são reutilizadas ou vendidas, a maior parte das conchas são descartadas de maneira irregular, provocando sérios impactos ao meio ambiente. O descarte do resíduo em grande quantidade no fundo do oceano pode gerar assoreamento, fator que influencia diretamente no ecossistema marinho. A concha da ostra, talhante, associada a correntes de maré traz estes resíduos para a região costeira, resultando em uma ameaça para os banhistas da região. O despejamento do material em terrenos baldios pode gerar enfermidades devido a insetos e animais que se alimentam da matéria orgânica restante na concha de ostra, mau cheiro, e a possibilidade de a decomposição microbiana desenvolver gases tóxicos, como NH_3 e H_2S .

2.2 CARACTERÍSTICAS DO RESÍDUO DA CONCHA DE OSTRAS

A concha da ostra é um órgão rígido, característico da parte externa dos moluscos e é formada por nácar, uma mistura orgânica de camadas de conchiolina, seguida de uma capa intermediária de calcita ou aragonita, e por último uma

ARTIGO

camada de carbonato de cálcio cristalizado. Particularmente, a concha da ostra é essencialmente constituída de carbonato de cálcio, que representa mais de 95% do seu peso (Galtsoff, 1964).

O carbonato de cálcio a partir das conchas de mexilhões e ostras pode ser obtido através da moagem e de um tratamento térmico para retirada da matéria orgânica (Boicko *et al.*, 2004).

Segundo Silva (2019), as conchas apresentaram massa específica real de 2,66g/cm³, massa unitária de 0,81g/cm³ e absorção de água de 1,29%.

2.3 UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DA CONCHA DE OSTRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Estudos demonstram que o RCO tem grande potencial para ser utilizada na construção civil em: produção de concretos e argamassas, fabricação de cimento, execução de pavimentação, fabricação de tintas, tratamento de água e esgotos, etc., além disso a disponibilidade e o baixo custo em se obter esse resíduo tornam atraente a sua utilização:

Yang *et al.*, (2005) utilizaram o RCO como agregados em concretos, o material foi primeiramente lavado e em seguida triturado. Os resultados de resistência à compressão foram semelhantes quando utilizado agregado natural, além disso foi possível observar que o RCO não reage com materiais aglomerantes, ou seja, é inerte.

Tongamp *et al.*, (2007) estudaram um novo processo de descoloração de policloreto de vinila (PVC) a partir de RCO. O processo consiste na moagem do resíduo de PVC com resíduo de concha de ostra, seguida da lavagem da amostra moída com água. A moagem da mistura de PVC e concha de ostra resulta em redução de tamanho e ruptura nas ligações, levando a reações induzidas mecanicamente entre os dois para formar CaCl₂ e hidrocarboneto com ligações C=C. A lavagem das misturas moídas com água à temperatura ambiente permite a remoção completa do cloro da amostra moída. Mais de 95% do cloro no PVC é

ARTIGO

removido quando a mistura é moída por 2 horas. O presente processo pode oferecer uma rota potencial para o manuseio e descarte de resíduos de concha de ostra e PVC.

Chiou *et al.*, (2014) produziu em sua pesquisa tijolos de espuma utilizando o resíduo das conchas de ostras para neutralizar a acidez da água da chuva reciclada. Em Taiwan, a precipitação média anual é 2,6 vezes maior que a média global. O carbonato de cálcio encontrado no RCO é transformado em óxido de cálcio, que pode ser usado como agente antiácido. O RCO é calcinado, hidratado e espumado pela adição de cimento e um agente espumante para produzir os tijolos de espuma de resíduo da concha de ostra.

Etim *et al.*, (2020) investigou o efeito da cinza da concha de ostra nas propriedades geotécnicas do solo laterítico. Estudos de laboratório foram realizados usando solo laterítico tratado com até 15% de cinza da concha de ostra. O resultado mostra uma diminuição na densidade máxima seca com aumento correspondente no teor de umidade ideal. Os valores de resistência à compressão não confinada geralmente aumentaram conforme foi acrescido o teor de cinza de concha de ostra e idade de cura, enquanto a perda de resistência reduziu para 18%, no limite de 6% de teor de cinza de concha de ostra. Geralmente, o incremento demonstra melhoria significativa de resistência no solo laterítico.

Boicko *et al.*, (2004) utilizaram o RCO como aditivo na fabricação de tubos de PVC. Os compostos de PVC contêm estabilizantes, lubrificantes, cargas e pigmentos, na pesquisa o RCO foi utilizado como carga, devido ao CaCO_3 presente na composição, com tamanho de partícula inferior a 20 μm .

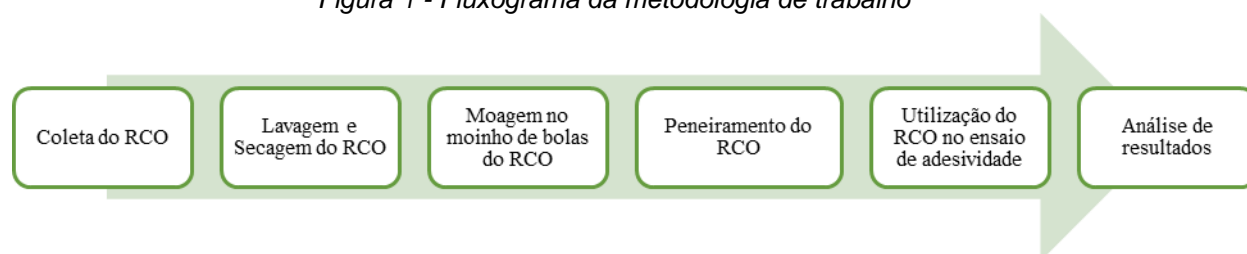
Estudos realizados por pesquisadores da Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL destacaram a viabilidade do uso de conchas de ostras e mexilhões na fabricação de blocos de concreto e na pavimentação. As conchas dos moluscos são lavadas em um processo de higienização, em são secos ao sol e posteriormente trituradas em moinho. Após a trituração as conchas foram incorporadas aos demais componentes da fabricação de blocos e pavimentos de concreto. Esses blocos passaram por testes de absorção de água e resistência à

compressão. Os resultados obtidos pela pesquisa mostraram que estes produtos são altamente viáveis se encaixando nas normas da ABNT (Batista *et. al.*, 2009).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Na Figura 1 é possível observar as etapas da pesquisa, desde a coleta do resíduo até a análise de resultados.

Figura 1 - Fluxograma da metodologia de trabalho



Fonte: Os autores (2023).

O trabalho foi iniciado com a definição do objetivo geral, visto que a geração de resíduos em diferentes setores está em crescente aumento e a destinação destes resíduos, muitas vezes, é incorreta prejudicando principalmente o meio ambiente e as futuras gerações.

A coleta do RCO se deu em Cabaraquara - Guaratuba/ PR. Nesta região há muitos produtores de ostras e utiliza do método de cultivo chamado “*long line*”, que consiste em manterem as ostras submersas até atingir um tamanho considerável, e depois transferi-las para gaiolas feitas de tela de nylon, com vários andares, chamadas de gaiolas.

Depois do material coletado, foi realizado a lavagem com água e em seguida as conchas foram secas ao ar livre, conforme pode-se observar na Figura 2.

Figura 2 - RCO seco ao ar livre



Fonte: Os autores (2023).

Em seguida, em laboratório, foi utilizado o moinho de bolas, para a moagem do material, conforme pode-se observar na Figura 3.

Figura 3 - Moinho de bolas



Fonte: Autores (2023).

ARTIGO

Depois do material moído, o mesmo foi passado na peneira de malha 6 mm e utilizou-se as porcentagens de 0%, 1% e 2% de RCO sobre a massa do agregado no ensaio de adesividade do agregado ao ligante asfáltico. Na Figura 4 pode-se observar o RCO moído e peneirado.

Figura 4 - Resíduo da concha de ostra moído e peneirado



Fonte: Autores (2023).

Para o ensaio de adesividade utilizou-se o ensaio qualitativo de acordo com a Norma Rodoviária DNER-ME 078/94, para isso foi pesado 500 gramas de agregado graúdo passante na peneira de malha 19 mm e retido na peneira de malha 12,5 mm. Esse material foi primeiramente lavado em água corrente e em seguida ficou imerso em água destilada por 1 minuto. Na sequência, o material foi levado para estufa, por 2 horas, em uma temperatura de 120°C. Simultaneamente, foi aquecido o cimento asfáltico de petróleo CAP 50/70 a uma temperatura de 120°C, conforme pode-se observar nas Figuras 5 e 6.

Figura 5 - Amostra de agregado graúdo utilizada no ensaio



Fonte: Autores (2023).

Figura 6 - Cimento Asfáltico de Petróleo CAP 70/70 utilizado no ensaio



Fonte: Autores (2023).

Em seguida, retirou-se as 500 gramas de agregado graúdo da estufa e acrescentou-se 17,5 gramas do cimento asfáltico de petróleo CAP 50/70. Com o auxílio de uma espátula, realizou-se à mistura até completo envolvimento da amostra agregado-ligante, conforme observado na Figura 7.

Figura 7 - Mistura do agregado graúdo e do ligante



Fonte: Autores (2023).

A amostra de agregados envolvida pelo ligante foi colocada sobre uma placa cerâmica de maneira que o material esfriasse. Após, foi retirado todos os agregados que ficaram com falhas, ou seja, que não foram recobertos por completo pelo ligante, esses agregados foram descartados. Na Figura 8, pode-se observar alguns agregados que obtiveram as falhas.

Figura 8 - Amostra do Agregado secando



Fonte: Autores (2023).

ARTIGO

Logo após, os agregados totalmente recobertos com o ligante CAP50/70 foram colocados em um béquer de vidro que foi preenchido com água destilada. Foi realizado o método acelerado, que consiste em levar o béquer a um fogareiro até que a água entre em ebulição, conforme pode-se observar na Figura 9.

Figura 9 - Método acelerado do ensaio de adesividade



Fonte: Autores (2023).

Assim que a água entrou em ebulição, a amostra foi drenada e colocada em uma placa cerâmica. A amostra foi avaliada qualitativamente quanto a adesividade agregado-ligante. O resultado é considerado satisfatório quando não houver nenhum deslocamento da película betuminosa e insatisfatório quando houver total ou parcial deslocamento da película betuminosa neste mesmo tempo.

Para o resultado insatisfatório, necessita-se utilizar aditivos ou adições industriais a base de carbonato de cálcio com o intuito de melhorar a adesividade entre ligante e agregado.

A última etapa se deu pela análise de resultados e considerações finais.

(a)a

(b)a

(c)a

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figuras 10 demonstra os resultados dos ensaios de adesividade entre agregado e o cimento asfáltico de petróleo - CAP 50/70, realizados com 0%, 1% e 2% de resíduo da concha de ostra.

Figura 10 - (a) Utilização de 0% de RCO; (b) Utilização de 1% de RCO; (c) Utilização de 0% de RCO



Fonte: Autores (2023).

Com os resultados apresentados, pode-se perceber que a mistura asfáltica de referência (sem adição de RCO) não obteve resultado satisfatório, visto que apresentou uma quantidade considerável de agregado graúdo sem o cobrimento integral de ligante asfáltico CAP 50/70, fato possível de ser observado a olho na Figura 10 (a).

No ensaio realizado com 1% de RCO, apresentado na Figura 10 (b), percebeu-se uma diferença significativa no comportamento do ligante com o agregado graúdo, visto que não houver nenhum deslocamento da película betuminosa entre os materiais, todos os agregados ficaram envolvidos pelo ligante, ou seja o resultado foi satisfatório.

O mesmo aconteceu no ensaio com 2% de RCO, apresentado na Figura 10 (c), neste ensaio não houver nenhum deslocamento da película betuminosa entre

ARTIGO

agregado e ligante, porém foi utilizando o dobro do RCO. Conclui-se, então, que não é necessário usar mais que 1% de RCO na mistura para melhorar a adesividade entre agregado e ligante.

A utilização do RCO, rica em carbonato de cálcio e com granulometria pulverulenta, em misturas asfálticas melhora a adesão no sistema ligante-agregado, através de dois mecanismos: mecânico e físico-químico. O mecanismo mecânico faz com que a utilização do RCO proporcione ao ligante o aumento de sua viscosidade, com isso há uma melhora na resistência ao deslocamento entre ligante e agregado. O mecanismo físico-químico aparece através das propriedades reológicas, quando há a utilização de fílers ricos em carbonato de cálcio e que apresentam atividade na interface agregado-mástique, melhorando a fixação do ligante (Bardini, 2013, Bock, 2012, Evaniki 2023).

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados dos ensaios de adesividade realizados, pode-se concluir que a utilização de 1% de RCO na mistura asfáltica como melhorador de adesividade é ideal, visto que os resultados do ensaio qualitativo de adesividade de acordo com a Norma Rodoviária DNER-ME 078/94 foram satisfatórios, ou seja, não houve nenhum deslocamento da película betuminosa entre agregado e ligante. Este resultado pode ser justificado, pois o RCO é rico em carbonato de cálcio e possui granulometria pulverulenta, após sua moagem, o que proporciona um aumento na viscosidade da mistura melhorando a resistência ao deslocamento entre ligante e agregado e apresenta uma atividade na interface agregado-mástique, melhorando a fixação do ligante.

Por fim, vale ressaltar que o RCO quando descartado inadequadamente no meio ambiente, pode provocar alterações intensas no solo, na água e no ar e que quando reaproveitados, essas possibilidades são reduzidas, contribuindo, assim, para uma sociedade mais equilibrada e responsável.

ARTIGO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná - Centro de Estudos do Mar pelo seu apoio e incentivo à pesquisa científica.

Ao Laboratório de Materiais de Construção da UFPR-CEM, ao Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR) da UFPR e ao Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura da UTFPR pela disponibilidade para a realização dos ensaios.

As empresas parceiras: BRF Engenharia, CBB Asfalto, Pedreira Serra da Prata e Ostras Belém por acreditarem na pesquisa, e por contribuírem direta e indiretamente na construção de reflexões acerca do estudo em prol de um desenvolvimento sustentável mais eficaz.

REFERÊNCIAS

BARDINI, Vivian Silveira dos Santos. Influência do filler mineral em propriedades de misturas asfálticas densas. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BATISTA, Bernadete Batalha; SILVA, Heloisa Regina Turatti; EGERT, Paola; MARCONDES, Luiz Francisco; SANTOS, Mara Viviane dos. “Bloco Verde”: reaproveitamento de resíduos da construção civil e de conchas de ostras e mariscos. 1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de outubro de 2008.

BOCK, A. L. Efeitos da incorporação de cal hidratada em concretos asfálticos elaborados com ligante convencional e modificado. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

BOICKO, Alysson Luís; HOTZA, Dachamir; SANT’ANNA, Fernando SP. Utilização de conchas da ostra *crassostrea gigas* como carga para produtos de policloreto de vinila (PVC). Anais IV Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, v. 1, p. 1-8, 2004.

CHIOU, I.J.; CHEN, C.H.; LI, Y.H. Using oyster-shell foamed bricks to neutralize the acidity of recycled Rainwater.

ARTIGO

ETIM, RK.; ATTAH, IC.; YOHANNA, P. Experimental study on potential of oyster shell ash in structural strength improvement of lateritic soil for road construction. *Int. J. Pavement Res. Technol.* 13, 341–351 (2020).

EVANIKI, Daniela; HIRATA, Fernanda Siqueira; MUNARO, Viviane Oliveira Machado. Possibilidades de utilização da concha de ostra na construção civil: Revisão bibliográfica. *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, v. 8, n. 5, p. 214-225, set-out, 2023 - ISSN: 2448-2889.

GALTSOFF, Paul Simon. *The American oyster, Crassostrea virginica gmelin*. US Government Printing Office, 1964.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pecuária*. Paraná: IBGE, 2022.

LIU, R.; CHEN, D.; CAI, X.; DENG, Z.; LIAO, Y. Hardened properties of mortar mixtures containing pre-treated waste oyster shells, *J. Clean Prod.* 266 (2020).

OLIVEIRA, Maury Pinto de; ALMEIDA, Marcelo Nocelle de. *Malacologia*, Juiz de Fora – MG, Editar Editora Associada, p. 215, 2000.

PETRIELLI, Fernanda Almeida da Silva. *Viabilidade técnica e econômica da utilização comercial das conchas de ostras descartadas na localidade do Ribeirão da Ilha*, Florianópolis, Santa Catarina. 2008.

H. SILVA, Thamyres; GUIMARÃES, Joana Mesquita; HENRIQUES, Bruno; S. SILVA, Filipe; C. FREDEL, Márcio. The potential use of oyster shell waste in new value-added by-product. *Resources*, v. 8, n. 1, p. 13, 2019.

TONGAMP, William; J. KANO, Q. Zhang; F. Saito. Simultaneous treatment of PVC and oyster-shell wastes by mechanochemical means. *Waste Management*, v. 28, n. 3, p. 484-488, 2007.

WANG, H.Y.; KUO, W.T.; LIN, C.C.; PO-YO, C. Study of the material properties of fly ash added to oyster cement mortar, *Const. Build. Mater.* 41 (2013) 532–537.

YANG, E. I.; YI, S. T.; LEEM, Y. M. Effect of oyster shell substituted for fine aggregate on concrete characteristics: Part I. Fundamental properties. *Cement Concrete Research* 35 (2005), 2175 e 2182.



Esta obra está licenciada com Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.
[Recebido/Received: Abril 30, 2023; Aceito/Accepted: Agosto 29, 2023]