



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ARGAMASSA LEVE PARA REGULARIZAÇÃO DE PISOS COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS DE EPS¹

FARIAS, Sívio Marques de (1); LERMEN, Richard Thomas (1); SILVA, Rodrigo de Almeida (1); SCOPEL, Gabriela Cristina (1); BONSEMBIANTE, Francieli Tiecher (1)

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, IMED, Passo Fundo, Brasil, S.M.F. silviomfarias@gmail.com; R.T.L. richard.lermen@imed.edu.br; R.A.S. rodrigo.silva@imed.edu.br; G.C.S. gaabiscopel@gmail.com; F.T.B. francieli.bonsembiante@imed.edu.br.

RESUMO

A construção civil está cada vez mais consumindo os recursos naturais provenientes do meio ambiente, a escassez da areia natural nos mananciais vem sendo motivo de preocupação de diversos pesquisadores que buscam além de um material alternativo, que atenda as propriedades físicas e mecânicas exigido pelas normas vigentes. Nas argamassas leves para regularização de pisos, o resíduo de poliestireno expandido (EPS) vem sendo uma alternativa para suprir essa necessidade do setor da construção civil. O EPS é um material 100% reciclado, mas devido e distanciamento de indústrias de reciclagem, se torna inviável o transporte, sendo descartado irregularmente em aterros sanitários, o material tem grande potencial relacionado as propriedades térmicas, devido sua baixa densidade e suas células fechadas com 98% de ar. O objetivo deste trabalho é avaliar os comportamentos da adição e substituição parcial dos agregados naturais, por resíduos de EPS, em proporção de 30%, comparando-as com a mistura referencial e com as normas vigentes, afim de encontrar resultados similares ou superiores ao uso da argamassa convencional. Os resultados mostram que a substituição parcial do agregado tende a ter um acréscimo de resistência mecânica, sendo possível sua aplicação em regularização de pisos.

Palavras-chave: Argamassa leve, Regularização de pisos, Resíduos de EPS.

ABSTRACT

Civil construction is increasingly consuming natural resources from the environment, the scarcity of natural sand in water sources has been a matter of concern for several researchers who are looking for an alternative material that meets the physical and mechanical properties required by current regulations. In light mortars for leveling floors, expanded polystyrene (EPS) residue has been an alternative to supply this need in the civil construction sector. EPS is a 100% recycled material, but due to the distancing of recycling industries, transportation becomes impracticable, being discarded irregularly in landfills, the material has great potential related to thermal properties, due to its low density and its closed cells with 98% air. The objective of this work is to evaluate the behaviors of the addition and partial replacement of natural

¹ FARIAS, Sívio Marques de; LERMEN, Richard Thomas; SILVA, Rodrigo de Almeida; SCOPEL, Gabriela Cristina. Argamassa Leve para Regularização de Pisos com Adição de Resíduos de EPS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

aggregates, by residues of EPS, in a proportion of 30%, comparing them with the referential mixture and with the current rules, in order to find similar or superior results to the use conventional mortar. The results show that the partial replacement of the aggregate tends to have an increase of mechanical resistance, being possible its application in regularization of floors.

Keywords: Light mortar. Regularization of floors. EPS waste.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de resíduos como matéria-prima para o desenvolvimento de novos materiais vem sendo uma alternativa eficaz, frente à escassez de materiais naturais (MACEDO et al., 2019). O uso de resíduos de poliestireno expandido - EPS como agregado em misturas cimentícias vem sendo uma alternativa para reduzir os impactos gerados pela extração de agregados naturais (DIXIT et al., 2019; PASSOS e CARASEK, 2018). No ano de 2019 a produção de EPS no planeta alcançou 35 milhões de toneladas (MILLING et al., 2020).

Segundo Kaya e Kar (2016) e Brooks et al. (2018), para restringir a demanda de energia, é indispensável à aplicabilidade de materiais mais eficazes, dado que, a inserção de matérias leves reduz significativa a atuação de cargas desnecessárias nas estruturas e nas sessões transversais dos fundamentos estruturais, (em exemplo, vigas, colunas placas e suportes) e dimensão da fundação.

De acordo com Brás (2013), as argamassas feitas com o EPS obtiveram resultados aceitáveis nos desempenhos mecânicos, físicos e a condutividade térmica, quando confrontado com misturas de referências, podendo variar as quantidades de EPS e incluindo materiais originais na sua composição. Os valores obtidos foram eficientes, sendo que quanto maior a quantidade de proporção de EPS menor a resistência mecânica da mistura (CHENARI et al., 2018).

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar as propriedades físicas e mecânicas da argamassa desenvolvida com adição de resíduos de EPS para regularização de pisos na construção civil. No estado fresco foi determinado o índice de consistência e no estado endurecido, com idades de 7, 14, 21 e 28 dias, a densidade específica, a resistência à compressão e resistência à tração na flexão foram determinadas.

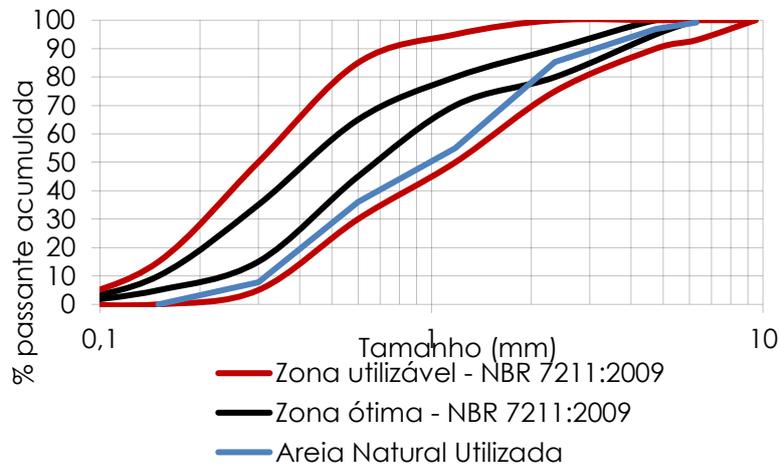
2 METODOLOGIA

Os materiais aglomerantes utilizados foram o cimento CII Z – 32, cal hidratada CHIII, a areia natural como agregado natural, água potável, e o resíduo de EPS e um superplastificante Glenium 51. A curva granulométrica da areia natural utilizada apresentou uma quantidade de finos maiores que a considera ótima pela NBR 7211 (ABNT, 2005), porém ainda ficou nos limites utilizados pela mesma norma, sendo utilizada para a produção dos corpos de prova – CP's, sem a necessidade de ajuste da granulometria, conforme pode ser verificado na Figura 1.

O resíduo de EPS é proveniente de embalagens de eletrodomésticos, com densidade unitária de 12,00 kg/m³, recolhido na cidade de Passo Fundo, sendo triturado e peneirado, resultando em uma granulometria descontínua < 3mm, conforme verificado na Figura 2(a) o descarte irregular, na Figura 2(b) o resíduo *in natura*, e na Figura 2(c) o resíduo triturado em uma granulometria descontínua < 3 mm. Segundo pesquisadores (BABU e BABU, 2003, LE ROY et al., 2004, LAUKAITIS et al., 2003) o tamanho da partícula de EPS tem influência na resistência à compressão, sendo

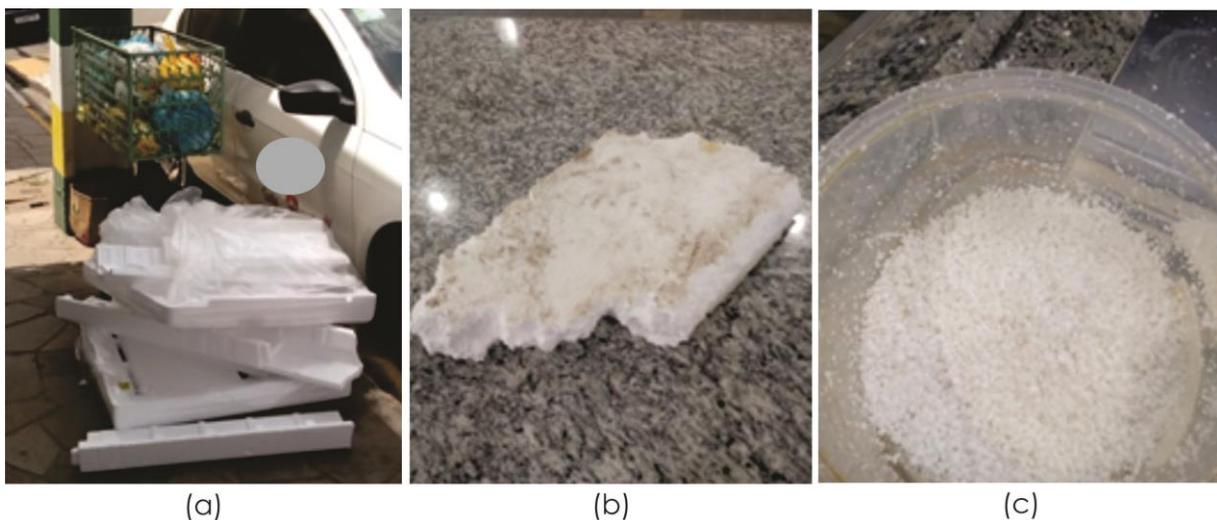
observado que a partícula menor do EPS aumenta a resistência mecânica da mistura, devido a maior área de contato do EPS com a pasta cimentícia.

Figura 1: Curva granulométrica da areia natural.



Fonte: Os autores.

Figura 2: Resíduo de EPS



Fonte: Os autores.

O estudo foi desenvolvido com um traço 1:1:6 (cimento Portland: cal hidratada: areia), conforme identificado na literatura (PASSOS e CARASEK, 2018; SILVA, 2020) e estudos prévios realizados, com uma mistura referencial com 100% de agregado natural e com duas proporções de EPS na mistura da argamassa, o primeiro traço foi adicionado 30% na mistura convencional, e o segundo traço foi substituído 30% da areia natural pelo resíduo de EPS.

Foram realizados ensaios em estado fresco e em estado endurecido, com 5 CP's por traço, sendo obtido o índice de consistência e resultados com a média aritmética da resistência a compressão e tração na flexão e densidade específica, com idades de ruptura em 7, 14, 21 e 28 dias, num total de 60 ensaios. O amassamento da mistura foi feito com o auxílio de um misturador elétrico com rotação controlada para melhor dispersão das partículas de EPS na pasta. Para os ensaios foram utilizados moldes

metálicos para os CP's com um formato de prismático com dimensões 4x4x16 centímetros.

Para determinação do índice de consistência foi determinado o ensaio conforme a norma técnica NBR 13276 (ABNT, 2016), sendo fixado em 240 ± 10 mm a mistura em estado fresco e a relação água/aglomerante em 1,00, sendo acrescentado proporções de 0,5% de superplastificante em relação à massa de aglomerantes para atingir a consistência da mistura. Os ensaios de resistências mecânicas foram desenvolvidos conforme a norma técnica NBR 13279 (ABNT, 2005), sendo rompidos os CP's com idades descritas anteriormente. O ensaio da determinação da densidade específica foi desenvolvido com idade de 28 dias e realizada conforme norma técnica NBR 13280 (ABNT, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A densidade específica verificou-se como o esperado que o traço com referencial obtivesse uma densidade maior, devido ao fato de não possui na mistura agregados leves, e o traço com substituição de 30% de areia natural pelo EPS uma densidade menor. Já o traço com a adição de 30% de EPS ficou com uma densidade intermediária, pois com a adição do EPS, o traço foi alterado, aumentando a relação agregado/aglomerante. A densidade obtida foi similar a resultados encontrados em estudos recentes (PASSOS E CARASEK; CARASEK et al., 2018; VINCO et al., 2017; KAZMIERCZAK et al., 2016; MACEDO et al., 2019). O ensaio foi realizado aos 28 dias, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Densidade específica.

Ensaio	Traço Referencial 100% Areia Natural	Traço 1 - 100% Areia Natural + 30% R-EPS	Traço 2 - 70% Areia Natural + 30% R-EPS
Densidade específica (kg/m ³) NBR 13280 (ABNT, 2005)	1950,00	1790,00	1450,00

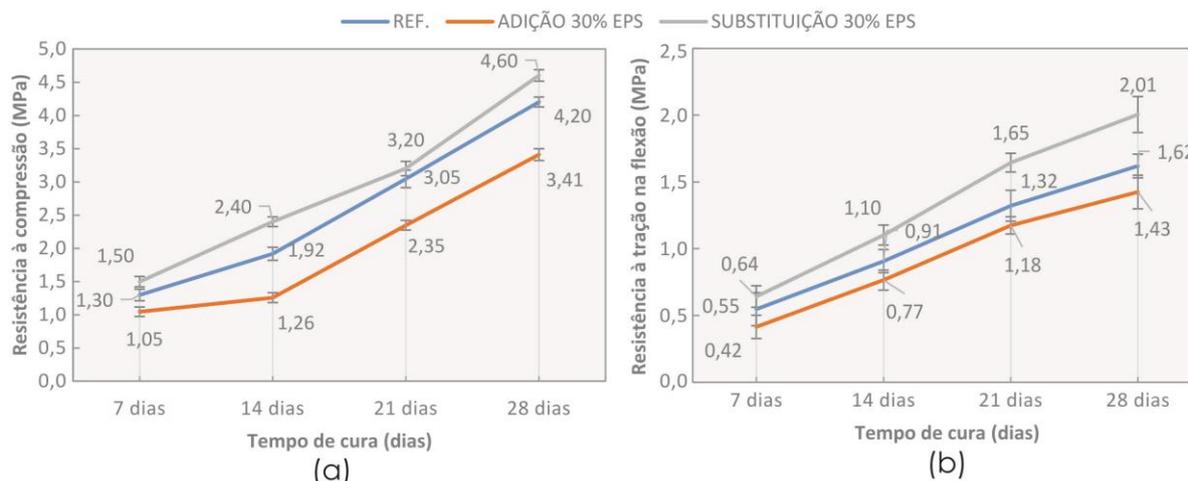
Fonte: Os autores.

Na Figura 3 pode ser observado os gráficos contendo os resultados para as propriedades mecânicas dos materiais desenvolvidos. A Figura 3(a) mostra os resultados de resistência à compressão e a Figura 3(b) os resultados referentes à resistência à tração na compressão, ambos em função do tempo de cura (idade). Esses resultados estão de acordo com outros estudos encontrados na literatura (PASSOS E CARASEK; CARASEK et al., 2018; VINCO et al., 2017; KAZMIERCZAK et al., 2016; MACEDO et al., 2019). A argamassa de referência atingiu, em 28 dias, uma resistência à compressão de 4,20 MPa e resistência à tração na flexão de 1,62 MPa.

Nos resultados com uso de resíduo de EPS mostrou-se mais atrativo o uso do traço de substituição do agregado natural pelo resíduo, pois maiores valores de resistência à compressão e resistência à tração na flexão foram obtidos, sendo de 4,60 MPa e 2,01 MPa, respectivamente. Um aumento de resistência à compressão de, aproximadamente, 10% e de resistência à tração na flexão de 24% em relação ao traço referencial. Esses resultados mostram-se inferiores aos encontrados nas bibliografias (SILVA, 2020; PASSOS E CARASEK, 2018), isso pode ser devido ao uso do superplastificante incorporado para suprir a demanda de água na mistura,

umentando a fluidez da mistura e diminuindo a resistência da argamassa (COSTA e MATTANA, 2010). Também, a granulometria da areia pode ter influenciado nas resistências mecânicas, ficando entre os limites da zona utilizável da Norma NBR 7211 (ABNT, 2009).

Figura 3: Gráficos de resistências mecânicas em função do tempo de cura: (a) resistência à compressão e (b) resistência à tração na flexão.



Fonte: Os autores

A resistência mecânica à compressão e tração na flexão no traço com adição de 30% de resíduo na mistura mostrou resultados inferiores em todas as idades, sendo atribuída essa baixa resistência ao aumento da relação agregado/aglomerante, com isso é verificado um volume menor de pasta na superfície dos agregados, enfraquecendo a mistura.

Na Figura 4 é possível visualizar uma distribuição homogênea do resíduo de EPS no interior dos CP's. Também se observa visualmente uma baixa porosidade nas 3 misturas e pouco despendimentos das partículas de EPS após o rompimento. Essas características podem ter ocorrido devido ao fato da partícula do EPS não ser absorvente de líquidos.

Figura 4: Resultados dos ensaios de resistências mecânicas



Fonte: Os autores

4 CONCLUSÕES

O traço com a substituição do agregado natural pelo resíduo de EPS mostrou mais eficaz como um material alternativo em argamassas leves, visto que houve um acréscimo de resistências mecânicas quando comparado no traço referencial e convencional com o uso de 100% de agregado natural, podendo ser utilizada como argamassa leve para regularização de pisos.

O enfraquecimento da argamassa com a adição de 30% de resíduo de EPS é atribuído à mudança do traço, sendo que houve um acréscimo de agregados e diminuindo a relação aglomerantes/agregados, conseqüentemente os resultados obtidos ficaram abaixo em todas as idades.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste artigo agradecem o apoio da CAPES e Fundação Meridional – IMED, pelo apoio financeiro e pela disponibilização dos laboratórios usados para realização dos ensaios.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13280:2005 – Argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13281:2005 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: Requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13276:2016 – Argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **NBR 13279:2005 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 7211:2009 – Agregados para Concreto - Especificação**. Rio de Janeiro, 2005.

BABU, K. G.; BABU, D. S. **Behaviour of lightweight expanded polystyrene concrete containing silica fume**. Cement and Concrete Research, v. 33, n. 5, p. 755-762, 2003.

BRÁS, A.; LEAL, M.; FARIA, P. **Cement-cork mortars for thermal bridges correction. Comparison with cement-EPS mortars performance**. Construction and Building Materials. ScienceDirect. Lisboa, v. 49, 2013, pág. 315-327, Lisboa, Jun. 2013.

BROOKS, A. L.; ZHOU, H.; HANNA, D. **Comparative study of the mechanical and thermal properties of lightweight cementitious composites**. Construction and Building Materials, ScienceDirectHuntsville, v. 159, 2018 pág. 316-328, Huntsville, 20 Jan. 2018.

CARASEK, H.; GIRARDI, A. C. C.; ARAUJO, R. C.; ANGELIM, R.; CASCUDO, O. **Estudo e avaliação de agregados reciclados de resíduo de construção e demolição para argamassas de assentamento e de revestimento**. Cerâmica, Goiânia, vol. 64, pag. 288-300, 2018.

CHENARI, R. J.; FATAHI, B.; GHORBANI, A. **Evaluation of strength properties of cement stabilized sand mixed with EPS**. Geomechanics and Engineering, Sydney, v. 14, 2018, pág. 533-544, Sydney, Jun. 2018.

CHUNG, S.Y.; ELRAHMAN, M.; STEPHAN, D. **Effects of expanded polystyrene (EPS) sizes and arrangements on the properties of lightweight concrete**. Materials and Structures, ScienceDirect, Lisboa, v. 51, n. 3, p. 57, 2018.

COSTA, M. R. M. M.; MATTANA, A. J. **Estudo da influência de aditivo dispersante no comportamento reológico de argamassas de revestimento**. 3º Congresso Português de

Argamassas de Construção, Lisboa, 18 Mar. 2010.

LAUKAITIS, A.; ZURAUSKAS, R.; KERIENE, J. **The effect of foam polystyrene granules on cement composite properties.** Cement and Concrete Composites, ScienceDirect, Lithuania, v. 27, 2005, pág. 41–47, Lithuania, 22 Set. 2003.

LE ROY, R.; PARANT, E.; BOULAY, C. **Taking in account the inclusions' size in lightweight concrete compressive strength prediction,** Cement and Concrete Research, ScienceDirect, Paris, v. 35, 2005, pág. 770 – 775, Paris, 1 Jun. 2004.

DIXIT, A.; PANGA, S. D.; KANGB, S. H.; MOONB, J. **Lightweight structural cement composites with expanded polystyrene (EPS) for enhanced thermal insulation.** Cement and Concrete Composites. ScienceDirect. Gwanak-gu , v.102, 2019, pág 185–197, Gwanak-gu, Set. 2019.

KAZMIERCZAK, C. S.; ROSA, M.; ARNOLD, D.C.M. **Influência da adição de filer de areia de britagem nas propriedades de argamassas de revestimento.** Ambiente Construído, Scielo, São Leopoldo, v. 16, n. 2, p. 7-19, abr./jun. 2016.

KAYA, A.; KAR, F. **Properties of concrete containing waste expanded polystyrene and natural resin.** Construction and Building Materials. ScienceDirect., Elazig, vol. 105, 2016, pág. 572-578, Elazig, 15 Fev. 2016.

MACEDO, A. M. A.; ZANELATO, E. B.; MANHÃES, A. L. F.; AZEVEDO, A. R. G.; MARVILA, M. T.; MONTEIRO, S. N.; ALEXANDRE, J.; PETRUCCI, L. J. T. **Influência da incorporação de RCD em argamassas.** 74º Congresso Anual da ABM – Internacional, parte integrante da ABM Week, São Paulo, 01 a 03 de outubro de 2019.

MILLING, A.; MWASHA, A.; MARTIN, H. **Exploring the Full Replacement of Cement with Expanded Polystyrene (EPS) Waste in Mortars used for Masonry Construction.** Construction and Building Materials, ScienceDirect, Trinidad, 4 Abr. 2020.

PASSOS, P.M.; CARASEK, H. **Argamassas com resíduos para revestimento isolante térmico de parede pré-moldada de concreto.** Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Revista Cerâmica. São Paulo, vol.64, pág. 577-588, out./dez. 2018.

VINCO, L. G. F.; OLIVEIRA, J. D.; TRISTÃO, F. A.; VIEIRA, G. L. **Viabilidade técnica e econômica de argamassas de revestimento produzidas com incorporação de resíduos de rochas ornamentais.** Ambiente Construído, Vitória, v. 17, n. 4, p. 165-182, out./dez. 2017.