

ESTUDO DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE EPS: INFLUÊNCIA NA COMPRESSÃO AXIAL E TEMPERATURA

STUDY OF CONCRETE WITH ADDITION OF EPS: INFLUENCE ON AXIAL COMPRESSION AND TEMPERATURE

ESTUDIO DEL HORMIGÓN CON ADICIÓN DE EPS: INFLUENCIA SOBRE LA COMPRESIÓN AXIAL Y LA TEMPERATURA

Esdras Márcio Araújo Lima¹

Vinicius Amorim Vieira²

Sheldon Cristiano Souza da Silva³

Esdras Jonathan Honorato Costa⁴

RESUMO: O poliestireno expandido (EPS) reciclado em pérolas tem ganhado destaque na construção civil por ser um material de baixo custo, ampla disponibilidade e composto majoritariamente por ar. Este trabalho tem como objetivo estudar a adição de EPS reciclado em pérolas no concreto de cimento portland. Visando à obtenção de compósitos cimentícios sustentáveis com aperfeiçoamento nas propriedades mecânicas e térmicas. Considerando o elevado consumo energético nas regiões brasileiras de clima quente — especialmente devido ao uso de sistemas de climatização —, o EPS apresenta um potencial insumo para melhorar a eficiência térmica dos ambientes construídos. Ademais, fundamentando-se em referências teóricas correlatas ao tema justifica-se a adição de EPS para contribuição no isolamento térmico e no desempenho mecânico da mistura. Comenta-se os efeitos dessa incorporação na compressão axial e temperatura. Os resultados possibilitam justificar a adição de EPS reciclado em pérolas e reciclado no concreto como redutores das propriedades mecânicas. Contudo, ambos potencializam as propriedades térmicas.

2682

Palavras-chave: Concreto. Adição de EPS reciclado em pérolas. Propriedades mecânicas. Propriedades térmicas.

ABSTRACT: Recycled expanded polystyrene (EPS) in beads has gained prominence in the construction industry due to its low-cost, widely available, and predominantly air-based composition. This study aims to study the addition of recycled EPS in beads to Portland cement concrete, aiming to obtain sustainable cementitious composites with improved mechanical and thermal properties. Considering the high energy consumption in hot Brazilian regions—especially due to the use of air conditioning systems—EPS presents a potential input for improving the thermal efficiency of built environments. Furthermore, based on related theoretical references, the addition of EPS is justified to contribute to thermal insulation and the mechanical performance of the mix. The effects of this incorporation on axial compression and temperature are discussed. The results justify the addition of recycled EPS in beads and recycled EPS in concrete as reducers of mechanical properties. However, both enhance thermal properties.

Keywords: Concrete. Addition of recycled EPS beads. Mechanical properties. Thermal properties.

¹ Acadêmico em engenharia civil pelo Instituto Federal de Alagoas.

² Acadêmico em engenharia civil pelo Instituto Federal de Alagoas.

³ Acadêmico em engenharia civil pelo Instituto Federal de Alagoas.

⁴ Engenheiro civil, professor do IFAL e mestrado em Estruturas e Materiais pela Universidade Federal de Alagoas.

RESUMEN: El poliestireno expandido (EPS) reciclado en perlas ha ganado prominencia en la industria de la construcción debido a su bajo costo, amplia disponibilidad y composición predominantemente a base de aire. Este estudio tiene como objetivo estudiar la adición de EPS reciclado en perlas al concreto de cemento Portland, con el objetivo de obtener compuestos cementicios sostenibles con propiedades mecánicas y térmicas mejoradas. Considerando el alto consumo de energía en las regiones cálidas de Brasil, especialmente debido al uso de sistemas de aire acondicionado, el EPS presenta un insumo potencial para mejorar la eficiencia térmica de los entornos construidos. Además, con base en referencias teóricas relacionadas, se justifica la adición de EPS para contribuir al aislamiento térmico y al desempeño mecánico de la mezcla. Se discuten los efectos de esta incorporación sobre la compresión axial y la temperatura. Los resultados justifican la adición de EPS reciclado en perlas y EPS reciclado en concreto como reductores de las propiedades mecánicas. Sin embargo, ambos mejoran las propiedades térmicas.

Palabras clave: Hormigón. Adición de perlas de EPS reciclado. Propiedades mecánicas. Propiedades térmicas.

INTRODUÇÃO

A permanência prolongada da população em ambientes internos — estimada em aproximadamente 87% do tempo diário (NPAH, 2001) — evidencia a necessidade premente de soluções construtivas que assegurem conforto térmico, segurança e sustentabilidade. Nesse contexto, o concreto de cimento Portland, amplamente empregado na construção civil brasileira, configura-se como um material estratégico para o desenvolvimento de tecnologias inovadoras. Entre as alternativas promissoras, destaca-se a incorporação de poliestireno expandido (EPS) reciclado em pérolas à matriz cimentícia, com vistas à melhoria do desempenho térmico, à mitigação de impactos ambientais e ao aprimoramento das propriedades mecânicas.

O EPS, comercialmente conhecido como isopor, apresenta uma estrutura física singular, composta por aproximadamente 98% de ar e apenas 2% de polímero (Porto, 2023). Essa característica confere ao material elevada leveza e baixa condutividade térmica, atributos que favorecem sua aplicação em compósitos cimentícios voltados ao isolamento térmico. Além disso, sua ampla disponibilidade como resíduo sólido urbano e o baixo custo de aquisição reforçam sua viabilidade como insumo alternativo na produção de concretos sustentáveis. Em regiões brasileiras de clima quente, como o Norte e o Nordeste, onde predominam temperaturas elevadas, há uma demanda crescente por soluções construtivas que promovam um melhor conforto térmico (Rangel, 2020).

Estudos demonstram que concretos com adição de EPS reciclado apresentam desempenho superior em termos de isolamento térmico, quando comparados aos concretos convencionais isentos dessa adição (CARVALHO; MOTTA, 2019). Considerando o tempo

significativo que os indivíduos permanecem em ambientes fechados, a utilização de compósitos cimentícios com menor condutividade térmica torna-se uma estratégia relevante para a promoção de ambientes internos mais confortáveis (RAMOS; PINHEIRO; SOUZA JUNIOR, 2021).

No que tange ao comportamento mecânico, a resistência à compressão axial está diretamente relacionada à porosidade da matriz endurecida (Taylor, 1997). A introdução de EPS na mistura pode contribuir para a redução de vazios, o que potencialmente resulta em incremento da resistência mecânica. Ademais, o reaproveitamento do isopor — material de difícil degradação — configura uma prática alinhada às diretrizes de gestão sustentável de resíduos sólidos (CARVALHO; MOTTA, 2019), promovendo benefícios ambientais significativos.

Diante dessas evidências, esta pesquisa justifica-se pela necessidade de aprofundar os estudos existentes, com especial atenção às contribuições de Carvalho e Motta (2019), que destacam os efeitos positivos da incorporação de EPS reciclado em concretos tanto no desempenho térmico quanto na sustentabilidade ambiental. O objetivo central é ampliar o corpo de conhecimento técnico por meio de bases teóricas com experimentações laboratoriais, visando ao desenvolvimento de um compósito cimentício que integre, de forma sinérgica: eficiência térmica e resistência mecânica.

2684

MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o desempenho térmico e a resistência à compressão de concretos com adição de EPS. Adotaremos as análises aplicadas a concretos leves com incorporação de poliestireno expandido (EPS) em paredes estruturais diretamente fundamentadas nos estudos de Carvalho e Motta (2019)

A pesquisa consistiu na análise de cinco tipos distintos de concreto produzidos por Carvalho e Motta(2019), variando quanto à presença e ao tipo de EPS utilizado:

- CR: Concreto de Referência (sem EPS)
- CAP: Concreto tipo A com pérolas de EPS
- CAR: Concreto tipo A com EPS reciclado
- CBP: Concreto tipo B com incremento de pérolas de EPS
- CBR: Concreto tipo B com incremento de EPS reciclado

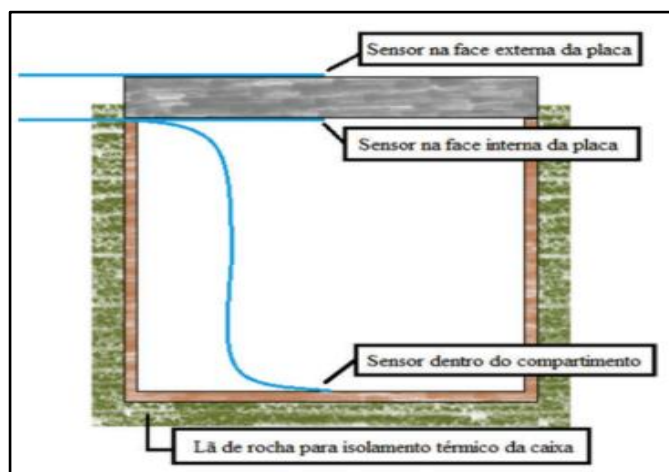
Nos concretos tipo A (CAP e CAR), houve substituição total do agregado graúdo (brita) por EPS. Nos concretos tipo B (CBP e CBR), além da substituição integral da brita, realizou-se a substituição parcial (17,7% ou 70 litros) do agregado miúdo (areia) por EPS, conforme dosagens previamente estudadas para aplicações em paredes de concreto com abatimento superior a 160 mm.

Os materiais convencionais utilizados incluíram cimento CP V ARI, areia lavada média (módulo de finura de 2,42; massa específica de 2,66 g/cm³), brita de basalto (granulometria 4,75-12,5 mm; massa específica de 2,88 g/cm³), água potável e aditivo hiperplastificante MasterGlenium 3400 (BASF). O EPS foi empregado em duas formas: pérolas virgens (massa específica de 15,5 kg/m³) e reciclado (massa específica de 12,3 kg/m³), ambos com granulometria entre 1,2 e 4,8 mm. O EPS reciclado foi peneirado e triturado para adequação granulométrica, enquanto o EPS em pérolas foi utilizado diretamente.

A produção das misturas foi realizada em betoneira convencional, garantindo boa dispersão do EPS e homogeneidade da massa. Para a avaliação do desempenho térmico, foram confeccionados cinco moldes cúbicos em compensado de madeira, cada um com uma placa de concreto, correspondente a cada tipo de mistura. O isolamento térmico dos moldes foi garantido com lã de rocha, e três sensores de temperatura (termopares) foram instalados em cada unidade: na face externa da placa, na face interna da placa e no interior do compartimento de madeira, conforme esquematizado na Figura 1. Em outro momento foram realizados ensaios para a determinação da resistência à compressão axial, com rompimento dos corpos de prova em prensa hidráulica.

2685

Figura 1 - Seção transversal do esquema do ensaio térmico proposto



Fonte: CARVALHO E MOTTA, 2019

Em outro momento foram realizados ensaios para a determinação da resistência à compressão axial, com rompimento dos corpos de prova em prensa hidráulica.

O presente estudo busca validar e aprofundar os resultados obtidos por Carvalho e Motta (2019), por meio de uma abordagem experimental que correlacione diretamente o comportamento térmico e a resistência mecânica dos concretos com EPS reciclado em pérolas. Ao reproduzir e expandir os métodos desses autores, pretende-se contribuir com dados técnicos relevantes para o desenvolvimento de concretos leves que atendam simultaneamente aos requisitos de conforto térmico, desempenho estrutural e sustentabilidade.

RESULTADOS

Segundo Carvalho e Motta (2019) investigou-se as propriedades de concretos leves, formulados com a adição de poliestireno expandido (EPS), tanto em pérolas quanto reciclado, para potencial aplicação em paredes estruturais. Embora a substituição do EPS em pérolas por EPS reciclado seja considerada viável devido aos resultados próximos, para minimizar o comprometimento da resistência à compressão, os concretos formulados com EPS em pérolas apresentaram resistência ligeiramente superior aos com EPS reciclado, o que é atribuído à estrutura mais rígida e à maior massa específica do EPS em pérolas.

2686

No estado fresco, a incorporação de EPS, independentemente de ser em pérolas ou reciclado, aumentou o abatimento das misturas. Este fenômeno é explicado pela natureza não higroscópica do EPS, que não absorve água, resultando em maior disponibilidade de água livre no sistema e, conseqüentemente, em maior fluidez. Além disso, observou-se uma redução da massa específica, tornando os concretos consideravelmente mais leves que o concreto de referência. Contudo, as misturas contendo EPS em pérolas apresentaram massa específica ligeiramente superior às com EPS reciclado, um fato que pode ser justificado pela maior massa específica do EPS em pérolas em comparação com o reciclado.

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão da resistência à compressão dos concretos estudados

Propriedade concretos	Resistência à compressão (MPa)
CR	23,16 (0,56)
CAP	15,07 (0,52)
CAR	14,04 (0,46)
CBP	12,88 (0,49)
CBR	11,38 (0,54)

Fonte: CARVALHO E MOTTA, 2019

No estado endurecido, todos os valores de resistência à compressão estão apresentados na tabela 1. A adição de EPS teve um impacto notável na resistência à compressão, resultando em sua redução. Concretos com substituição total do agregado graúdo por EPS reciclado (CAR) apresentaram uma queda de aproximadamente 40% na resistência em relação ao concreto de referência. Quando houve a substituição total da brita e parcial do agregado miúdo (CBR), a redução atingiu cerca de 50%. Apesar de os concretos com EPS não terem atingido a resistência mínima de 20 MPa estabelecida pela ABNT NBR 6118:2023 para fins estruturais, a solicitação máxima em residências unifamiliares é geralmente inferior a 1 MPa. Os autores supracitados sugerem que é possível otimizar a dosagem para alcançar resistências superiores, seja reduzindo o teor de EPS ou a razão água/cimento, dado que a adição de EPS melhora a fluidez no estado fresco.

No que se refere ao desempenho térmico, todos os concretos com EPS se mostraram mais eficientes no isolamento térmico do que o concreto de referência. Eles demonstraram uma diminuição da temperatura nas faces das placas e no interior dos compartimentos, além de um maior atraso na ascensão da temperatura. O melhor desempenho térmico foi observado no concreto com maior teor de EPS reciclado (CBR). Este concreto registrou uma queda de até 6,0°C na temperatura interna do compartimento e um atraso de até 60 minutos na elevação da temperatura em comparação com o concreto de referência.

2687

Diante dos resultados obtidos, a adição de EPS reciclado em pérolas no concreto apresenta-se como alternativa promissora com dados relevantes para a comunidade científica. Conforme apontado por Carvalho e Motta (2019), a substituição do agregado miúdo e/ou graúdo por EPS acarreta redução na resistência à compressão axial, embora proporcione diminuição considerável na condutividade térmica. Ademais, o EPS em pérolas de acordo com os resultados analisados apresentam resistência significativamente superior ao EPS reciclado, sendo mais adequado para adições em que pretende-se mitigar a perda de resistência à compressão axial.

CONCLUSÃO

A produção do concreto conduzida por Carvalho e Motta (2019) investigou as propriedades de concretos leves, formulados com a adição de poliestireno expandido (EPS) – tanto em pérolas quanto reciclado –, visando sua aplicação em paredes estruturais. A pesquisa avaliou um total de cinco tipos de concretos, incluindo um controle sem EPS e quatro amostras

com diferentes porcentagens de EPS em pérolas ou reciclado. A principal conclusão é que a substituição do EPS em pérolas por EPS reciclado é viável, devido à proximidade dos resultados encontrados nas propriedades avaliadas. Contudo, para minimizar o comprometimento da resistência à compressão, os concretos formulados com EPS em pérolas apresentaram resistência ligeiramente superior aos com EPS reciclado, um resultado atribuído à estrutura mais rígida e à maior massa específica do EPS em pérolas.

Os concretos com adição de EPS apresentaram desempenho superior no isolamento térmico em relação ao concreto de referência, evidenciado pela redução da temperatura nas faces das placas e no interior dos compartimentos, além do maior atraso na elevação térmica. O melhor resultado foi obtido com o maior teor de EPS reciclado, que proporcionou queda de até 6,0 °C e atraso de até 60 minutos no aumento da temperatura interna.

Em contrapartida, observou-se redução significativa na resistência à compressão, variando entre 40% e 50% em relação ao concreto convencional, não atingindo o valor mínimo exigido para aplicações estruturais. Contudo, para residências unifamiliares, as solicitações são muito inferiores a esse limite. A otimização da dosagem, com ajuste do teor de EPS e da relação água/cimento, pode elevar a resistência sem comprometer os ganhos térmicos.

2688

Desse modo, a estratégia de substituição é promissora, destacando-se a utilização do EPS em pérolas, que, de acordo com os resultados obtidos, apresentam resistência significativamente superior ao EPS reciclado. Assim, possibilitando justificar a adição de EPS reciclado em pérolas e reciclado no concreto como redutores das propriedades mecânicas. Contudo, ambos potencializadores das propriedades térmicas. Assim, contribuindo para um ambiente interno mais confortável termicamente.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, C. H. R.; MOTTA, L. A. C. **Estudo de concreto com poliestireno expandido reciclado**. Revista IBRACON de estruturas e materiais, volume 12, número 6, p. 1390-1407, 2019.

KLEPEIS, N., NELSON, W., OTT, W. et al. **Pesquisa Nacional de Padrões de Atividade Humana (NPAH): um recurso para avaliar a exposição a poluentes ambientais**. J Expo Sci Environ Epidemiol 11, 231-252 (2001).

PORTO, G. **Compostos químicos isopor**. InfoEscola, 2023. Disponível em: <https://www.infoescola.com/compostos-quimicos/isopor/>. Acesso em: 05 Jun. 2025.

RAMOS, M. O.; PINHEIRO, I. G.; SOUZA JUNIOR, L. G. **Influência da porosidade na condutividade térmica, resistência mecânica e coeficiente de permeabilidade do concreto permeável.** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.5, p.515-528, 2021.

RANGEL, M. O. **Análise do consumo e qualidade de energia em condicionadores de ar convencional e inverter.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG, Itumbiara, 79 p. 2020.

TAYLOR, H.F.W. **Cement Chemistry.** Thomas Telford Publishing, 2.ed. 1997.