AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DO EPS RECICLADO EM BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO

Assessment of the technical feasibility of using recycled EPS in Concrete Blocks

Magna Bocage Irineu
Universidade Federal do Ceará | Russas, Ceará | magnabocageirieneu@gmail.com

Orismildes Gomes de Almeida Neto
Universidade Federal do Ceará | Russas, Ceará | orismildes.neto@hotmail.com

Davi Pinto da Cruz
Universidade Federal do Ceará | Russas, Ceará | davipcruz@alu.ufc.br

Maxllanes Aguiar do Prado
Universidade Federal do Ceará | Russas, Ceará | maxprado@alu.ufc.br

Alisson Guilherme Moreira de Paula
Universidade Federal do Ceará | Russas, Ceará | alisson.depaulao@ufc.br

Silvia Teles Viana
Universidade Federal do Ceará | Russas, Ceará | silviaviana@ufc.br

Láis Cristina Barbosa Costa
Universidade Federal do Ceará | Russas, Ceará | laiscosta@ufc.br

Resumo

O descarte inadequado de poliestireno expandido (EPS) gera impactos ambientais significativos. Este estudo avalia a viabilidade técnica da incorporação de EPS reciclado em blocos de concreto, substituindo parcialmente o agregado graúdo. Foram produzidas misturas com 25%, 40% e 75% de EPS, seguindo a curva de Idário .A caracterização incluiu ensaios de resistência à compressão e absorção de água. Os resultados mostraram que 25% de EPS mantém a resistência compatível com blocos de vedação (≥3 MPa), enquanto maiores teores comprometem o desempenho mecânico. A pesquisa destaca a viabilidade da reutilização de EPS no concreto, apontando desafios como aderência e porosidade. Contribui para a construção sustentável, alinhado à economia circular, reduzindo impactos ambientais e explorando alternativas para materiais convencionais.

Palavras-chave: Poliestireno expandido(EPS); Agregados reciclados; Blocos de concreto; Resistência mecânica; Construção sustentável.

ABSTRACT

Improper disposal of expanded polystyrene (EPS) generates significant environmental impacts. This study evaluates the technical feasibility of incorporating recycled EPS into concrete blocks, partially replacing coarse aggregate. Mixtures with 25%, 40%, and 75% EPS were produced, following the Idario curve. The characterization included compressive strength and water absorption tests. The results showed that 25% EPS maintains the strength compatible with sealing blocks (≥3 MPa), while higher contents compromise mechanical performance. The research highlights the feasibility of reusing EPS in concrete, pointing out challenges such as adhesion and porosity. It contributes to sustainable construction, aligned with the circular economy, reducing environmental impacts and exploring alternatives to conventional materials.

Keywords: Expanded polystyrene (EPS); Recycled aggregates; Concrete blocks; Mechanical strength; Sustainable construction.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização das Nações Unidas, aproximadamente 8 milhões de toneladas de plásticos são descartadas nos oceanos todos os anos, gerando um impacto ambiental significativo (UNEP, 2020). Esse panorama é ainda mais crítico em regiões com elevado consumo de produtos descartáveis, como é o caso dos centros urbanos, onde a quantidade de resíduos gerados diariamente chega a 1,3 bilhão de toneladas no mundo. Entre esses materiais, o poliestireno expandido (EPS) se destaca devido ao seu uso generalizado em embalagens de alimentos. Estima-se que o EPS represente aproximadamente 10% do total de resíduos plásticos descartados no Brasil e que mais de 1 milhão de toneladas desse material sejam produzidas anualmente no mundo (ABE, 2021).

No Brasil, estima-se que cerca de 300 mil toneladas de EPS sejam descartadas anualmente, um volume expressivo que sobrecarrega os sistemas de gestão de resíduos e compromete os esforços para a redução de impactos ambientais (Vieira *et al.,* 2021). Nesse cenário, destaca-se o programa Ceará Sem Fome, criado em 2023, que tem contribuído para o aumento da segurança alimentar por meio da distribuição de refeições para famílias em situação de vulnerabilidade social. Buscando maior alcance em todo o estado, as refeições são produzidas em pequenas cozinhas que utilizam embalagens de EPS para retirada. O programa conta com uma rede de 1.080 cozinhas comunitárias e já distribuiu mais de 13 milhões de refeições até o momento (SEC, 2023). Estima-se que, ao longo de um ano, tenham sido geradas cerca de 4 toneladas de resíduos de EPS apenas na capital do Estado do Ceará.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei n.º 12.305/2010, busca promover a gestão integrada e sustentável dos resíduos, incentivando a redução, reutilização e reciclagem de materiais como o EPS. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do Plástico, o índice de reciclagem desse material no Brasil foi de 33,8% em 2022, o que evidencia que uma parcela significativa ainda não é reaproveitada adequadamente (ABIP, 2022).

Nesse contexto, torna-se essencial buscar alternativas viáveis para o reaproveitamento do EPS, de forma a reduzir os impactos ambientais causados pelo seu descarte inadequado. Entre os setores com potencial para absorver esse tipo de resíduo de maneira eficaz, destaca-se a construção civil. Trata-se de um segmento estratégico, tanto pela sua capacidade de consumo de materiais em larga escala quanto pela possibilidade de desenvolver soluções ambientalmente responsáveis. A incorporação de resíduos como o EPS em elementos construtivos pode, além de mitigar os impactos ambientais, melhorar propriedades do concreto, como o isolamento térmico e acústico (Sousa *et al.,* 2018). Estudos como o de Almeida e Santos (2018) também reforçam a viabilidade técnica da reutilização do EPS em concretos, evidenciando os benefícios estruturais e sustentáveis dessa prática. Nesse sentido, a incorporação do EPS em blocos de concreto representa uma abordagem promissora para mitigar os impactos ambientais do descarte inadequado desse material. Essa alternativa não apenas reduz o volume de resíduos destinados aos aterros sanitários, como também agrega valor ao produto final, promovendo ganhos ambientais, sociais e econômicos. Além disso, contribui para a geração de empregos e o fortalecimento de uma economia circular no setor da construção civil. Este estudo se destaca ao avaliar a viabilidade técnica e sustentável da incorporação de EPS reciclado proveniente de um programa social — o Ceará Sem Fome — em blocos de concreto. O objetivo é analisar a resistência mecânica e a absorção de água de diferentes traços de concreto com adição de EPS, oferecendo uma alternativa viável ao setor construtivo e contribuindo para a consolidação de práticas sustentáveis alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

2 METODOLOGIA

2.1 MATERIAIS, DOSAGEM E CURA

Os resíduos de poliestireno expandido (EPS) utilizados neste estudo foram coletados das Unidades Sociais Produtoras de Refeições (USPR) do programa Ceará Sem Fome. A Unidade Gerenciadora responsável pela USPR do município de Icó estabeleceu um sistema de logística reversa, em que o usuário devolve a “quentinha” de EPS vazia e limpa. Após o recolhimento, os recipientes de EPS foram triturados na própria localidade utilizando uma forrageira. Para produção dos blocos de concreto, foi utilizado cimento Portland CP V-ARI, areia quartzosa de rio e brita 00 de gnaisse. Por fim, a água potável utilizada no preparo foi obtida no sistema de abastecimento.

Os agregados utilizados (resíduo de EPS, areia e brita) foram caracterizados quanto às suas propriedades físicas. A granulometria foi determinada por peneiramento, conforme a norma (ABNT, 2022a). Também foram aferidas a massa unitária (ABNT, 2006; ABNT, 2021), a massa específica (ABNT, 2009; ABNT, 2022b), o teor de material pulverulento e os torrões de argila (ABNT, 2010).

2.4 CARACTERIZAÇÃO DAS MISTURAS

A dosagem dos concretos foi realizada com base na curva de Fernandes (2013), normalmente utilizada para a produção de blocos, na qual se correlaciona a resistência à compressão com a proporção e a granulometria dos materiais. Com os resultados da caracterização dos materiais, foi determinado o proporcionamento dentro dos limites da curva de Idário. Para a determinação do teor de água a ser utilizado nas misturas, foram produzidas curvas de compactação com base no protocolo da NBR 12023 (ABNT, 2012). As curvas correlacionam a massa específica aparente compactada (razão entre a massa e o volume do molde) com o teor de água incorporado. A massa específica aparente compactada foi determinada conforme o procedimento descrito na NBR 12023, utilizando um molde cilíndrico metálico de volume conhecido (cerca de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura). As amostras de concreto seco foram compactadas em camadas, com aplicação de golpes padronizados, e em seguida pesadas em balança de precisão para o cálculo da massa específica.Os concretos foram moldados em corpos de prova cilíndricos de 10 × 20 cm, conforme a NBR 5738 (ABNT, 2015), e submetidos à cura úmida por 7 dias.

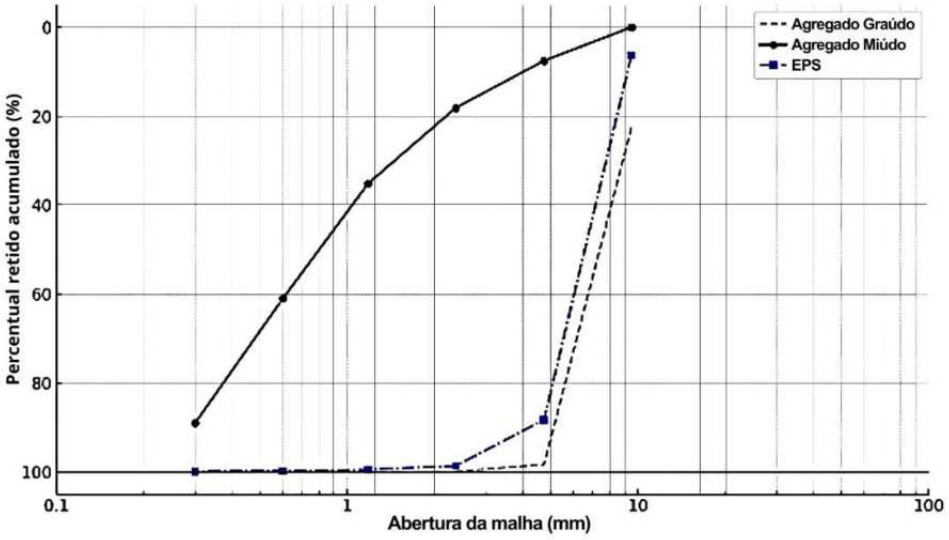
Os corpos de prova foram caracterizados quanto às suas propriedades mecânicas na idade de 7 dias. O ensaio de resistência à compressão foi realizado utilizando a máquina universal de ensaios EMIC DL 30000, equipada com célula de carga de 300 kN. A aplicação de carga seguiu uma velocidade controlada de 1 mm/min. O ensaio foi conduzido em conformidade com a NBR 5739 (ABNT, 2007) com 4 repetições.

3 RESULTADOS E ANÁLISES

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

A Figura 1 apresenta a curva granulométrica dos agregados, comparando-os com os limites da norma (ABNT, 2022). O EPS exibe granulometria uniforme (2–4 mm), contrastando com a distribuição ideal para agregados convencionais (Fernandes, 2013). Essa uniformidade, embora possa facilitar a distribuição na matriz cimentícia, limita o empacotamento ideal das partículas, potencialmente aumentando a demanda por ligantes.

Figura 1: Distribuição granulométrica dos agregados utilizados



Fonte: Elaborada pelos autores

A baixa densidade (0,02 g/cm³) e a reduzida aderência do EPS à pasta de cimento são fatores que podem dificultar sua incorporação. A baixa densidade, significativamente menor que a dos agregados convencionais, pode levar à segregação e ao aumento da porosidade (Souza *et al.,* 2008). A fraca aderência entre o EPS e a matriz cimentícia pode criar uma zona de transição interfacial (ITZ) mais frágil (Demirboga e Kan, 2012).

As demais características físicas estão na Tabela 1. O módulo de finura do EPS (4,92) é inferior ao da brita 00 (5,21), indicando partículas mais finas. Essa diferença pode impactar o empacotamento dos grãos na matriz cimentícia, exigindo ajustes no teor de finos e ligante. A menor massa unitária do EPS reflete sua baixa densidade, resultando em um material final mais leve.

Tabela 2: Caracterização física dos agregados utilizados

Material	Resíduo de EPS	Areia	Brita 00
Massa Unitária (g/cm³)	0,02	1,45	1,43
Massa Específica (g/cm³)	-	2,62	2,63
Módulo de Finura	4,92	3,21	5,21

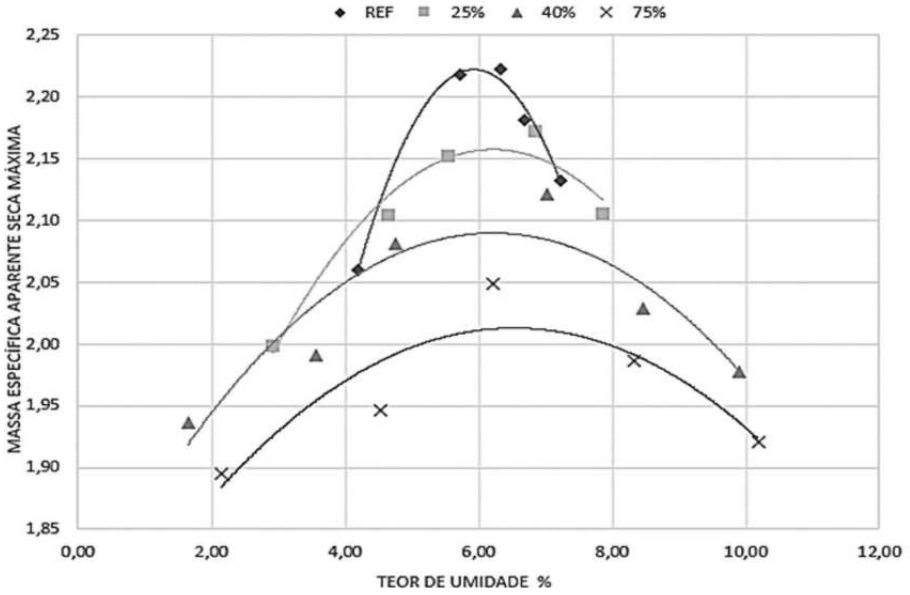
Fonte: Elaborada pelos autores

3.2 DOSAGEM E COMPACTAÇÃO

Com base na curva granulométrica dos agregados (Figura 1), os valores obtidos foram ajustados à Curva de Fernandes (2013). A proporção de 60% de agregado miúdo e 40% de agregado graúdo, denominada REF, foi a que mais se aproximou dos limites estabelecidos por Idário. Diferentes proporções de substituição do agregado graúdo por EPS foram avaliadas, não sendo observada grande influência no comportamento da curva. Assim, definiram-se os teores de substituição do agregado graúdo por resíduos de EPS em 25%, 40% e 75%, com o objetivo de avaliar os efeitos dessa incorporação na resistência à compressão e na qualidade do concreto. As respectivas misturas avaliadas serão denominadas 25EPS, 40EPS e 75EPS.

A Figura 4 apresenta a curva de compactação das diferentes proporções adotadas a partir da curva de Fernandes (2013). Observa-se que os teores de umidade ótimos foram, respectivamente, 5,92%, 6,21%, 6,28%, 6,53% para as misturas REF (00%), 25EPS, 40EPS e 75EPS. A redução na demanda de água com o aumento da incorporação do EPS foi necessária devido à baixa absorção de água do EPS, o que pode influenciar a trabalhabilidade da mistura (Silva *et al.,* 2017).

Figura 4: Curva de compactação das misturas.



Fonte: Elaborada pelos autores

Em resumo, a Tabela 2 apresenta a composição dos materiais para cada traço de concreto.

Tabela 2: Traços dos concretos em relação ao consumo de cimento

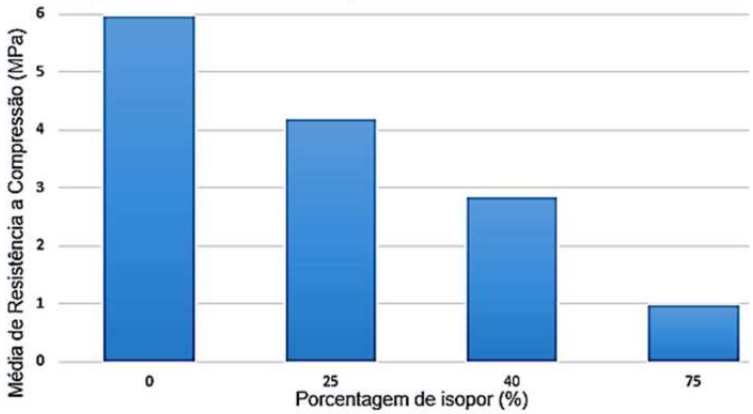
Material	Traço (REF)	Traço 25% (isopor)	Traço 40% (isopor)	Traço 75% (isopor)
Cimento (g)	2600	2600	2600	2600
Areia (g)	7857,2	7857,2	7857,2	7857,2
Brita (g)	5239,0	3929,0	3143,4	1309,8
Isopor (g)	-	13,9	22,2	41,7
Água (g)	930,8	881,3	847,3	772,3

Fonte: Elaborada pelos autores

3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS MISTURAS

A Figura 5 apresenta os resultados do ensaio de resistência à compressão, na idade de 7 dias. Os resultados mostram que os corpos de prova REF apresentaram uma resistência à compressão de 5,97 MPa. Com a incorporação de EPS, observou-se que maiores teores levaram a menores resistências mecânicas. Essa redução era esperada devido às características do EPS na mistura, 98% da sua composição é ar, o que tende a reduzir a resistência mecânica do concreto (Silva et al., 2017). A baixa densidade e a porosidade do EPS não contribuem para a resistência do concreto e, em grandes quantidades, podem prejudicar a coesão da matriz, tornando o concreto mais suscetível a falhas (Batista *et al*., 2019).

Figura 5: Resistência à compressão das misturas estudadas.

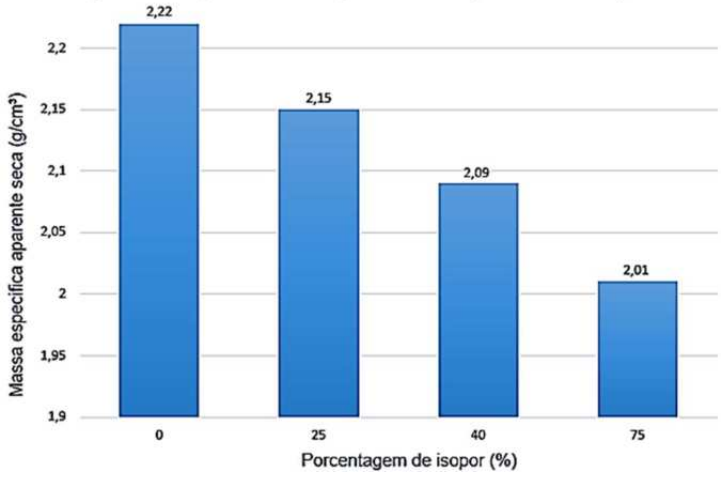


Fonte: Elaborada pelos autores

A redução da resistência à compressão dos concretos foi de 29% para 25EPS, 52% para 40EPS e 83% para 75EPS. Apesar de o corpo de prova não ser um bloco vazado, destaca-se que a mistura com 25% de substituição do agregado graúdo por EPS obteve uma resistência superior à faixa esperada para blocos de vedação (mínimo de 3 MPa), conforme os requisitos da NBR 6136 (ABNT, 2016). No entanto, a absorção de água da mistura 25EPS (8,2%) excede o limite de 6% estabelecido pela norma, indicando a necessidade de ajustes na dosagem ou tratamento prévio do EPS para melhorar a durabilidade do material. De acordo com Formagini (2005), materiais de baixa densidade e alta porosidade tendem a aumentar a absorção e reduzir a durabilidade do concreto, sendo necessário adaptar a composição da mistura para garantir um desempenho adequado.

A Figura 6 apresenta a relação entre a massa específica aparente das misturas e o percentual de EPS incorporado. Observa-se uma redução entre 3,15 % a 9,46 % da massa específica dos concretos com EPS em comparação ao REF. Apesar das perdas de resistência mecânica, a redução da massa específica dos concretos apresenta vantagens como a redução do peso próprio da estrutura e permite maior agilidade na execução das alvenarias (Sousa *et al.,* 2018).

Figura 6: Realção da Massa Específica com o percentual de isopor.



Fonte: Elaborada pelos autores

4 CONCLUSÃO

A incorporação de resíduos de poliestireno expandido (EPS) ao concreto demonstrou potencial para contribuir com práticas sustentáveis na construção civil, desde que sua proporção na mistura seja criteriosamente controlada. Os resultados revelam que, em teores reduzidos, o EPS pode favorecer a trabalhabilidade do concreto sem comprometer de forma significativa sua resistência mecânica. Contudo, observou-se que o aumento do teor de substituição está diretamente associado à redução da resistência à compressão, especialmente na dosagem com 75% em volume de EPS.

Dentre as composições analisadas, a substituição de 25% em volume do agregado graúdo por EPS apresentou desempenho satisfatório, sendo tecnicamente viável para aplicações não estruturais. Nessa proporção, estima-se a reutilização de aproximadamente 3,81 kg de EPS para cada 1 metro cúbico de concreto produzido, o que equivale a cerca de 190 embalagens do tipo “quentinha”. Tal alternativa promove a redução do consumo de agregados naturais e o reaproveitamento de resíduos sólidos, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais da construção.

Embora os resultados obtidos sejam promissores, esta pesquisa se caracteriza como uma etapa preliminar. Para estudos futuros, recomenda-se a aplicação das misturas em blocos vazados, bem como a ampliação da análise para outros parâmetros de desempenho. Nesse sentido, será dada continuidade ao trabalho com a investigação de propriedades relacionadas ao conforto térmico, considerando o potencial do EPS em contribuir para a eficiência energética e o desempenho ambiental das edificações.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FUNCAP, CAPES, CNPq e à UFC pelo apoio fundamental na realização e apresentação desta pesquisa. Agradecemos também à Unidade Gerenciadora da USPR de Icó pelo suporte prestado e pela disponibilização dos resíduos utilizados neste estudo.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, C. **Notes on the synthesis of form**. 9. ed. reimp. Cambridge: Harvard University Press, 1977. 216 p.

ALMEIDA, O.; SANTOS, R. Viabilidade técnica da reutilização de EPS em concretos. **Revista Construção Sustentável**, v. 12, p. 45-60, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (ABIPLAST). Relatório de Reciclagem de Plásticos no Brasil. 2022. Disponível em: https://www.abiplast.org.br. Acesso em: 20 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM (ABRE). Panorama do EPS no Brasil. 2021. Disponível em: https://www.abre.org.br. Acesso em: 20 mar. 2025.

____ **NBR 12023:2012** - Agregados - Determinação da massa unitária e do índice de vazios. Rio de Janeiro, 2012.

____ **NBR 15823:2021** - Concreto - Determinação da absorção de água por imersão. Rio de Janeiro, 2021.

____ **NBR 5738:2015** - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

____ **NBR 5739:2007** - Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

____ **NBR 6136:2016** - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro, 2016.

____ **NBR 7211:2022** - Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2022.

____ **NBR NM 248:2022** - Agregados - Peneiramento e determinação da granulometria. Rio de Janeiro, 2022.

____ **NM 45:2006** - Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

____ **NBR NM 52:2009** - Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

____ **NBR NM 53:2010** - Agregado graúdo - Determinação de material pulverulento e torrões de argila. Rio de Janeiro, 2010.

BATISTA, M.; SILVA, L.; COSTA, R. Influência da porosidade do EPS na resistência mecânica de concretos leves. Matéria, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 1-15, 2019. ISSN 1517-7076. doi: https://doi.org/10.1590/S1517-707620190002.0665.

DEMIRBOGA, R.; KAN, A. Interfacial Transition Zone (ITZ) in concrete with recycled aggregates: a review. **Construction and Building Materials**, v. 30, p. 1-10, 2012. doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.012.

FERNANDES, I. Dosagem de concretos para blocos vazados: método da curva de Idário. São Paulo: Pini, 2013.

FORMAGINI, S. Concretos leves: propriedades e aplicações. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO CEARÁ. Relatório do Programa Ceará Sem Fome. 2023. Disponível em: https://www.seduc.ce.gov.br. Acesso em: 20 mar. 2025.

SILVA, F.; OLIVEIRA, M.; RIBEIRO, P. Trabalhabilidade de concretos com incorporação de EPS reciclado. **Revista Engenharia Civil**, Fortaleza, v. 18, n. 1, p. 33-47, 2017. ISSN Disponível em: http://www.revistadeengenhariacivil.ufc.br. Acesso em: 20 mar. 2025.

SOUSA, L.; ALMEIDA, T.; VIANA, S. EPS na construção civil: isolamento térmico e sustentabilidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 123-138, jul./set. 2018. ISSN 1678-8621. doi: https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000300293.

SOUZA, P.; LIMA, A.; CASTRO, D. Efeitos da baixa densidade do EPS em misturas cimentícias. In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA CIVIL. Fortaleza: UFC, 2008. p. 1-12.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Plastic Waste and Ocean Pollution**. 2020. Disponível em: https://www.unep.org. Acesso em: 20 mar. 2025.

VIEIRA, C.; FERNANDES, J.; GOMES, M. Gestão de resíduos de EPS no Brasil: desafios e oportunidades. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 78-92, jan./abr. 2021. doi: https://doi.org/10.18472/SustDeb.v12n1.2021.36921.