# Incorporação de Embalagens Pós-Consumo de Poliestireno Expandido (EPS) na Produção de Blocos de Concreto

CASTRO, M. V. [a], ANTUNES, M. L. P. [a*]

*a. UNESP, Campus Sorocaba, NATEL – Núcleo de Automação e Tecnologias Limpas, Sorocaba, S.P., marcos.castro2212@hotmail.com*

**Resumo**

A produção de poliestireno expandido (EPS) no mundo anualmente é superior a 2,95 Milhões de toneladas. A Reutilização ou reciclagem do EPS ainda é considerada de pouco interesse econômico, devido ao seu baixo valor de mercado, por ocupar muito espaço e existirem poucas fábricas de reciclagem. Encontrar uma solução economicamente atraente para o EPS é algo extremamente necessário. A incorporação de resíduos em outros processos é uma forma de minimizar os danos ambientais, além de reduzir o desperdício e propiciar uma produção mais limpa. Tendo isso em mente, este trabalho teve como objetivo avaliar a incorporação de embalagens pós-consumo, desse material na confecção de blocos de concreto sem fins estruturais para serem utilizados na construção civil. Foram produzidos corpos de prova com incorporação de EPS triturado proveniente de embalagens de eletrônicos e de alimentos. A incorporação do residuo, produz concretos com uma menor resistencia a compressão, quando comparado com o lote referencia, observa-se que a incorporação de 50% de residuo reduz em cerca de 20% a 30% a resistencia dos corpos. Porém os blocos obtidos estão de acordo com os valores limite estabelecido pela NBR7173, podendo assim produzir blocos de concreto mais leves que podem servir para vedação e serem de grande utilidade na construção civil.

***Palavras-chave:*** *cimento Portland, Poliestireno expandido, resíduo*

## 1. Introdução

Uma vez que todo processo industrial gera uma quantidade considerável de resíduos, observa-se a necessidade de implantação e desenvolvimento de tecnologias inovadoras que promovam o retorno desses resíduos ao processo produtivo, ou que leve ao reaproveitamento de resíduos, gerando novos produtos.

Dentre todos os tipos de resíduos, os resíduos sólidos (RS) merecem destaque, uma vez que representam uma substancial parcela dentre todos os resíduos gerados, e quando mal gerenciados, tornam-se um problema sanitário, ambiental e social (Kgathi "et al, 2011). Com isso diversas pesquisas relacionadas à incorporação de resíduos em outros processos produtivos já vem sendo estudadas há alguns anos, demonstrando as vantagens e a eficácia de tal processo.

Segundo Martins (2005) a incorporação, pode ser realizada em laboratório ou na linha industrial. Para isso são geradas composições com alguns teores dos resíduos, e analisadas as propriedades de interesse no produto resultante. Normalmente os teores adicionados são meramente tentativas, até se conseguir detectar o melhor teor a ser incorporado, pela análise das propriedades do produto.

Segundo Oliveira (2013) o Poliestireno Expandido (EPS) ou mais conhecido como "Isopor®" (marca registrada da Knauf Isopor Ltda), foi descoberto em 1949 e é classificado como um polímero. A produção de EPS no mundo supera os 2,95 Milhões de toneladas ano e é utilizado em diversos setores de embalagens industriais, artigos de consumo, alimentício, agricultura e também na construção civil. Sabe-se que tal produto não contamina solo, água e ar, e que o mesmo pode ser reaproveitado ou reciclado.

A Reutilização ou reciclagem do EPS ainda é algo que necessita de maior atenção, pois quase não há interesse no quesito econômico em se destinar corretamente tal resíduo, devido ao seu baixo valor de mercado, ocupar muito espaço e existirem poucas fábricas de reciclagem espalhadas pelo país, o EPS acaba não sendo um resíduo interessante ao se tratar de coleta seletiva.

Encontrar uma solução economicamente atraente para o EPS é algo extremamente necessário, e uma possível resposta seria a incorporação do mesmo em processos produtivos, substituindo outra matéria prima de valor econômico maior e gerando assim uma vantagem econômica.

Visando estudar alternativas de uso para o EPS este trabalho tem como objetivo avaliar a incorporação de embalagens pós-consumo, desse material na confecção de blocos de concreto sem fins estruturais para serem utilizados na construção civil.

## 2. Metodologia

*2.1 Preparo das Embalagens de EPS utilizadas*

Neste trabalho utilizaram-se dois tipos de embalagem de poliestireno expandido (Fig.1): as de aparelhos eletrônicos (EPS de maior expansão) e as alimentícias (EPS de menor expansão).

**Fig. 1.** Granulos de EPS triturados, 1: maior expansão, 2: menor expansão

As embalagens de menor expansão foram trituradas com o auxílio de um triturador elétrico e também por meio de trituração manual, enquanto que as embalagens de EPS de maior expansão foram trituradas apenas pelo triturador elétrico. Gerando assim material de diferentes granulometria.

Após o processamento dos resíduos, realizou-se a medição das dimensões dos materiais obtidos (granulometria do material) por meio de paquímetro e micrômetro.

*2.2. Confecção dos corpos-de-prova (CP)*

Segundo a NBR 7211, a constituição básica de um bloco de concreto se resume em: cimento Portland, agregados graúdo e miúdo e água. No qual para agregados podemos ter a areia, o pó de pedra, o fíler, a brita, entre outros.

Os corpos de prova foram produzidos utilizados moldes confeccionados em PVC conforme a Norma NBR 5738 - Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto (Fig.2).

**Fig. 2.** Confecção dos corpos de prova segundo a NBR5738.

Foram produzidos 2 lotes com diferentes porcentagens de resíduo de EPS triturado. No qual no primeiro lote corpos de prova foram confeccionados substituindo uma fração da areia da mistura enquanto que no segundo lote o EPS substituiu uma fração do pó de pedra, sendo que para ambos o traço utilizado foi de 8:0,6:0,5, pó de pedra/pedrisco, cimento e areia, ou seja, para 500g de pó de pedra/pedrisco, utilizou-se 38g de cimento e 31g de areia.

No primeiro lote foram realizadas substituições de 50%, 75% e 100% do volume de areia, no entanto no segundo foram realizadas substituições de 5%, 10% e 15% do volume de pó de pedra/pedrisco.

Nos testes de isolamento acústico e sonoro fora confeccionadas amostras vazadas com a proporção de 0% e 10% de EPS (Fig.3), com características iguais ao segundo lote, adotando também o mesmo processo de produção e cura final.

**Fig. 3.** Corpos para os testes de isolamento.

*2.3 Ensaios de compressão*

Os ensaios foram realizados no laboratório da Supermix Concreto S/A em Sorocaba, utilizou-se uma prensa hidráulica EMIC®. Antes do ensaio, os corpos passaram por um capeamento por enxofre para que não houvesse nenhuma irregularidade na superfície do corpo-de-prova.

A prensa mede a força de compressão exercida verticalmente sobre um corpo, fornecendo valor em tonelada força (Tf). A partir desse valor e da área já conhecida dos corpos é possível obter a resistência à compressão (σ), necessitando apenas transformar este ultimo valor encontrado para MPa. (Ver Eq. 1 e 2).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (Eq.1)$$

$$\sigma' = \sigma \times 1{,}2088 \quad (\mathrm{Eq.}\,2)$$

Onde:
σ = resistência à compressão (Tf/cm²)
F = força aplicada pela prensa (Tf)
A = área do corpo de prova (cm²)
σ ' = resistência à compressão (MPa)

*2.4 Testes de Isolamento*

A partir das amostras vazadas foi realizado o teste de isolamento sonoro com o auxílio de um decibelímetro (TES – 1351), alocando uma fonte sonora no interior da amostra e verificando os valores obtidos em diferentes distâncias (0cm, 30cm, 60cm, 120cm) durante 30 segundos para diferentes frequências (1000hz e 2000hz). Conforme arranjo experimental apresentado na Fig.4.

**Fig. 4.** Medição dos sons à 0cm.

Já para o teste de isolamento térmico, um termômetro digital foi inserido dentro de um orifício da amostra vazada e um soprador térmico localizado a distâncias diferentes (0cm e 15cm) foi posicionado em frente a amostra, com o intuído de analisar a variação de temperatura interna das amostras pelo período de 60 minutos. A Fig.5 apresenta o arranjo experimental utilizado.

**Fig. 5.** Medição da temperatura interna das amostras à 0cm.

## 3. Resultados

*3.1 Agregados de EPS*

O processamento do EPS, elétrico e manual geraram as seguintes granulometrias apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Granulometria do EPS, quanto ao seu tipo de processamento.

| | ***Processo*** | ***EPS Alimentício*** | ***EPS Eletroeletrônicos*** |
|---|---|---|---|
| ***Processamento*** | **Elétrico** | 1,2(±0,1)cm x<br>0,7(±0,1)cm x<br>0,25(±0,05)cm | 0,5(±0,1)cm x<br>0,3(±0,1)cm x<br>0,20(±0,05)cm |
| | **Manual** | 0,8(±0,1)cm x<br>0,5(±0,1)cm x<br>0,25(±0,05)cm | |

*3.2 Corpos de Prova*

Depois da cura de 24 horas os corpos foram analisados visualmente, a primeiro momento foi possível notar que o EPS se homogeneizou bem à mistura, ocorrendo pequenos aglomerados nas amostras do lote 2 (Fig.6), já que a quantidade de EPS utilizados para esses corpos foram muito maior que no primeiro lote.

No entanto após os testes de compressão, essa análise visual foi novamente feita com os pedaços das amostras, e foi possível verificar que internamente houve uma distribuição homogênea em ambos os lotes.

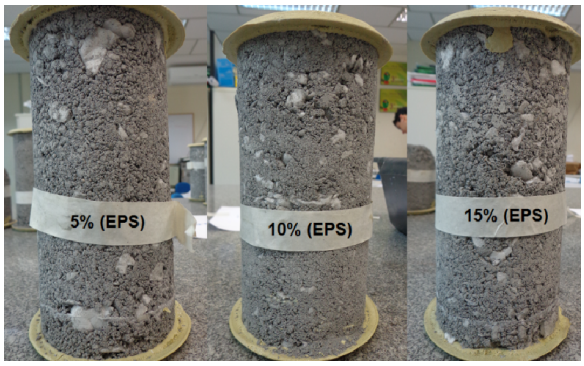


**Fig. 6.** Corpos do Segundo lote.

*3.3. Ensaios de compressão*

Os valores obtidos para ensaios de compressão do primeiro lote podem ser observados no gráfico da Fig.7.

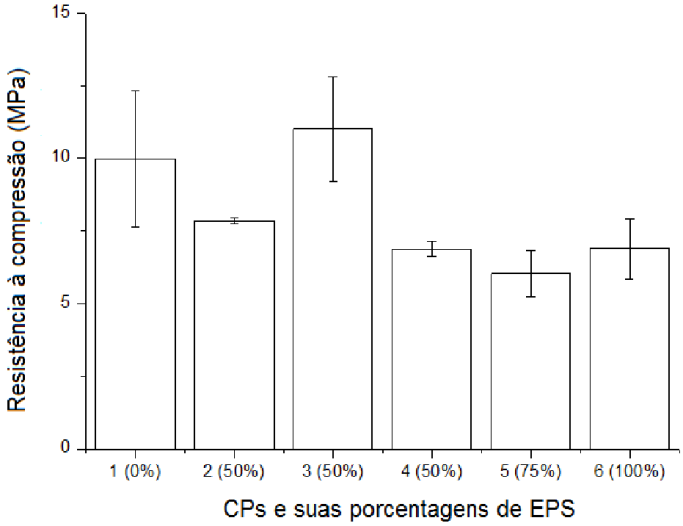


**Fig. 7.** Gráfico de resistência à compressão para o primeiro lote.

Já os valores para o segundo lote podem ser observados no gráfico da Fig.8.

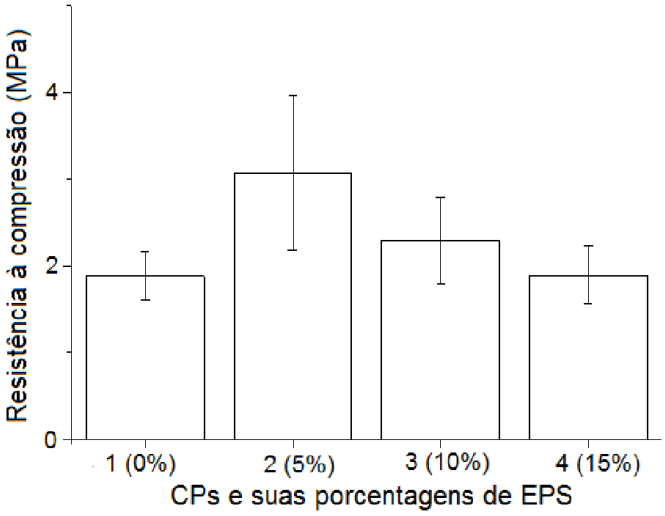


**Fig. 8.** Gráfico de resistência à compressão para o segundo lote.

Os resultados do teste de resistência à compressão mostram que como o aumento das concentrações de EPS incorporada ao corpo de prova, leva a redução da resistência mecânica. No entanto em pequenas quantidades pode haver um ganho na resistência, acreditando que tal aumento pode ser atribuído ao módulo de elasticidade do EPS, no qual o EPS incorporado absorve o impacto gerado nas amostras.

De acordo com os limites estabelecidos na NBR7173, que estabelece uma resistência de 2,0 Mpa, todos os corpos do primeiro e segundo lote atendem os requisitos exigidos.

*3.4. Testes de Isolamento*

Com os valores obtidos pelo decibelimetro durante o teste, foram gerados os resultados apresentados nos gráficos da Fig.9, para a exposição de frequências de 1000hz e 2000hz respectivamente.

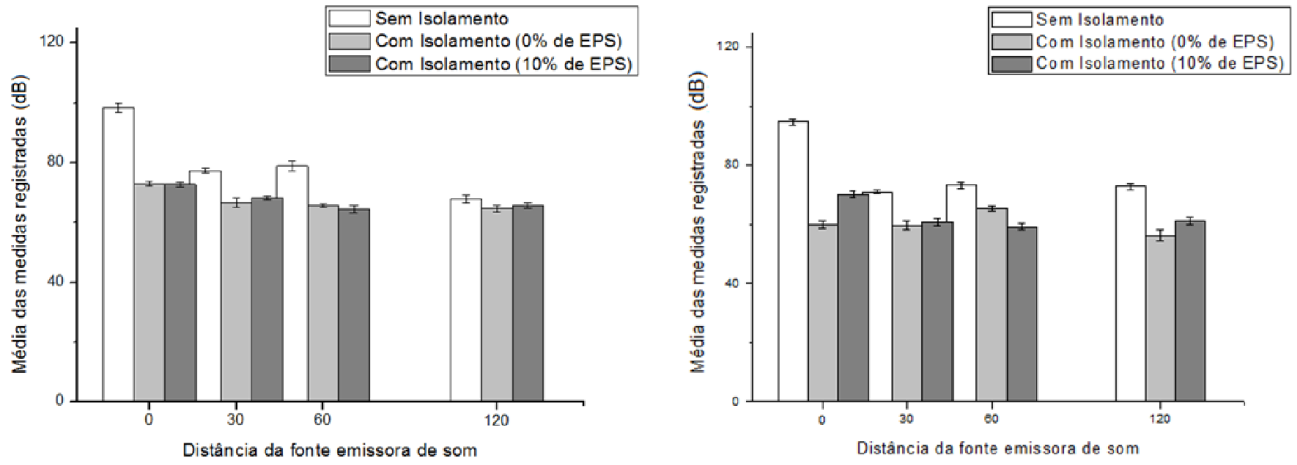


**Fig. 9.** Gráfico da média do nível da pressão sonora registradas pela distância da fonte (1000hz e 2000hz).

Ao se analisar os gráficos, nota-se que não é possível afirmar que a incorporação de EPS melhora a propriedade acústica, já que os valores entre as amostras de 0% e 10% são muito próximos.

Para os testes de isolamento térmico gerou-se o gráfico da Fig.10 a partir das temperaturas registradas pelo termômetro digital.

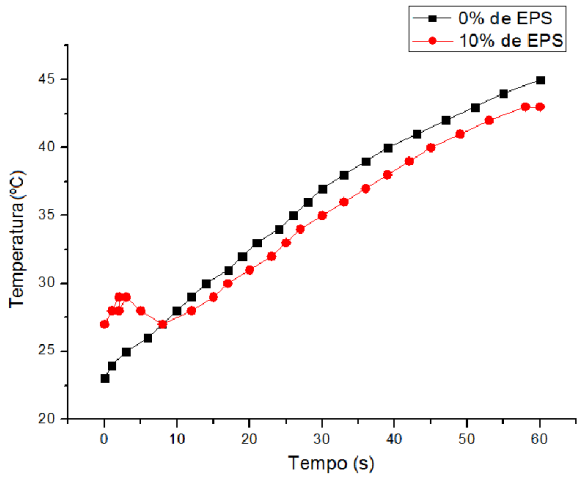


**Fig. 10.** Gráfico da temperatura pelo tempo.

Sendo assim observou-se que houve uma melhora no isolamento térmico na amostra com 10% de EPS.

## 4. Conclusões

A incorporação do residuo, produz concretos com uma menor resistencia a compressão. Quando comparado com o lote referencia, porém os mesmos ainda se encontram no limite estabelecido por norma NBR 7173.

Foi possível observar uma melhora no isolamento térmico devido a incorporação do EPS, porém o mesmo não pode ser afirmado para o isolamento acústico, no caso mais testes deveriam ser realizados.

Sendo assim conclui-se que a incorporação de EPS pode ser uma boa alternativa econômica e ambiental na produção de blocos de concreto sem função estrutural.

## 5. Referências Bibliograficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 7173: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural. Rio de Janeiro, 1982.

_____. NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

Kgathi, D. L.; Bolaane, B., 2001. Instrumentos para a gestão sustentável dos resíduos sólidos. Gestão de resíduos e Pesquisa, 19:342-353.

Martins, C. A., Sordi, V. L., Bruno, R. S. S., Zauberas, R. T., Boschi, A. O., 2005. Metodologia para Avaliação da Possibilidade de Incorporação de Resíduos Industriais em Massas Cerâmicas Conformadas por Extrusão. Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos.

Merchant Research & Consulting Ltd – MCGroup. Expandable Polystyrene (EPS): 2013 World Market Outlook and Forecast up to 2017. http://mcgroup.co.uk/researches/expandable-polystyrene-eps. Acessado em Janeiro/2015.

OLIVEIRA, Lívia. S. 2013. Reaproveitamento de resíduos de poliestireno expandido (ISOPOR) em compósitos cimentícios. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de São João Del-Rei.