



## **Poliestireno expandido (EPS) utilizado na fabricação de concreto** **Natália Barom <sup>1</sup>, Gabriel Sousa de Freitas <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia de Materiais / Coordenadora do Núcleo de Resíduos da Universidade Guarulhos / UnG (nbarom@prof.ung.br)

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Civil / Bolsista do Núcleo de Resíduos da Universidade Guarulhos / UnG (gsousadefreitas@gmail.com)

### **Resíduo de poliestireno expandido (EPS) utilizado na fabricação de concreto.**

As atividades na área da construção civil geram grande desenvolvimento econômico e social, porém ainda tem o comportamento de um grande gerador de impacto ambiental devido o alto consumo de recursos naturais, modificação das paisagens e geração dos resíduos. Dentre os materiais mais utilizados na construção civil está o polímero poliestireno expandido (EPS) que apresenta vantagens quanto as suas propriedades e características tal como baixa densidade, capacidade isolante térmica e acústica, além da viabilidade econômica, porém há o desafio na gestão do descarte do EPS residual por não gerar um retorno lucrativo para a realização do serviço. A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instituída em 2010, possui princípios e objetivos que se baseiam no estímulo ao consumo consciente, na implantação da responsabilidade compartilhada e da logística reversa, estimulando, dessa maneira, a diminuição dos impactos ambientais e sanitários causados pelo descarte inapropriado dos resíduos sólidos. Nesse contexto, buscando uma alternativa de aproveitamento para o resíduo gerado de EPS, propôs-se verificar experimentalmente a possível fabricação de concreto utilizando EPS residual na substituição parcial, levando a consequente diminuição do volume final de material polimérico descartado nas atividades da construção civil. A análise de eficiência na substituição parcial foi feita através de teste de resistência dos corpos de prova e os resultados obtidos mostram que a maioria das amostras apresentou diminuição da resistência, no entanto, a substituição parcial de 5% mostra os 24,06 Mpa, como 100% da resistência com o rompimento do corpo de prova aos 28 dias de idade, satisfazendo a norma.

Palavras-chave: poliestireno expandido, EPS, resíduos, construção civil, concreto, resistência.

Área Temática: Resíduos sólidos.

### ***Expanded polystyrene (EPS) used in the concrete fabrication***

*The activities in the civil construction area produce great economic and social development, however still there is the behavior of a great creator of proper environmental impact by the high consumption of natural resources, modification of the landscapes and generation of the residues. Among the most used materials in the civil construction it is the expanded polystyrene polymer (EPS) which presents advantages concerning his properties and characteristics such as low density, thermal and acoustic isolating capacity, besides the economic viability, however it is the challenge in the management of the discard of the residual EPS for not producing a profitable return for the realization of the service. The National Politics of the Solid Residues (PNRS), established in 2010, has principles and objectives that are based on the stimulus of the conscious consumption, by implantation of the shared responsibility and reserve logistic, stimulating, this way, the reduction of the*



*environmental and sanitary impacts caused by the unsuitable disposal of the solid residues. In this context, looking for an alternative of use for the produced residue of EPS, it was proposed to check experimentally the possible manufacture of concrete using residual EPS in the partial substitution, leading to consequent reduction of the final volume of polymeric material discarded in the civil construction activities. The analysis of efficiency in partial replacement was made through the resistance test of the bodies of evidence and the results obtained showed that the majority of samples presented a reduction of resistance, however, the partial replacement of 5% shows the 24.06 Mpa as 100% of resistance with the rupture of the body of evidence at 28 days of age, satisfying the norm.*

**Key words:** expanded, polystyrene, EPS, waste, civil construction, concrete, resistance

**Theme area:** solid waste.

## 1 Introdução

Atualmente, os polímeros oferecem inúmeras alternativas de aplicação devido as suas propriedades físicas, químicas e o baixo custo, atendendo assim a muitas demandas do mercado (SCOTT, 2002).

De acordo com Pinto e Gonzaléz (2005) os danos ambientais causados pela atividade de construção civil vêm despertando uma maior atenção, devido ao aumento das grandes quantidades de resíduos gerados pelo crescimento significativo acelerado das cidades brasileiras nos últimos anos.

Um dos polímeros mais utilizados na construção civil é o poliestireno expandido (EPS) por apresentar vantagens quanto a versatilidade de uso, propriedade isolante acústica e térmica, baixa densidade e consequente redução de custo, tempo e consumo de energia em projetos de construção civil (OLIVEIRA, 2013).

De acordo com o Instituto Plastivida a produção de poliestireno expandido no ano de 2012 foi de aproximadamente 180 mil toneladas, oscilando entre aumento e estabilidade nos anos seguintes, mediante este panorama e considerando a ação nacional expressa a partir da Política nacional de resíduos sólidos (PNRS), nos últimos anos há grande preocupação com relação à geração e destinação adequada dos resíduos, consequentemente levando à investigação de alternativas para o reuso dos materiais.

O EPS é um polímero celular rígido, que resulta da polimerização do estireno na água, o seu processo de produção não utiliza o gás CFC, como agente expansor para a transformação do EPS, emprega-se o pentano, um hidrocarboneto que se deteriora rapidamente por reação fotoquímica gerado de raios solares, portanto o processo de produção é vantajoso econômica e ambientalmente.

Apesar das vantagens no processo de fabricação é importante ressaltar que o tempo de degradação do EPS é de aproximadamente 150 anos, podendo causar grandes prejuízos ambientais se descartado inadequadamente (ABRAPAX, 2006).

Em consequência do crescente uso e consumo dos polímeros sintéticos tem-se a geração de grande quantidade de resíduos plásticos descartados no meio ambiente que apresentam resistência a degradação natural acarretando graves problemas ambientais (SCOTT, 2002).

Em 2010 foi instituída no Brasil a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), a qual possui princípios e objetivos que se baseiam no estímulo ao consumo consciente, na implantação da responsabilidade compartilhada e da logística reversa, estimulando, dessa maneira, a diminuição dos impactos ambientais e sanitários causados pelo descarte



inapropriado dos resíduos sólidos (FETEIRA, ANDRADE, 2014).

Nesse contexto, buscando uma alternativa de aproveitamento para o resíduo gerado de EPS na construção civil, propôs-se verificar experimentalmente a possível fabricação de concreto utilizando EPS residual na substituição parcial, com o intuito de levar a diminuição do volume final de material polimérico descartado nas atividades da construção civil.

## 2 Objetivo

Demonstrar o uso de poliestireno expandido (EPS) residual gerado na construção civil para substituição parcial do agregado graúdo na formulação de concreto.

## 3 Revisão Bibliográfica

A composição do concreto é obtida por uma mistura de água, cimento e agregados inertes, partículas com diversas dimensões. A água e o cimento, quando recém-misturados, formam uma pasta que com o tempo endurece adquirindo resistência mecânica e aderindo as partículas de agregado. (GIAMMUSSO, 1992)

De 60% a 80% do volume do concreto é ocupado por agregados (GIAMMUSSO, 1992). Existem dois tipos de agregados que são utilizados no concreto aos quais classificamos como graúdo e miúdo.

Os agregados graúdos são as rochas britadas mais conhecidas vulgarmente de britas e os miúdos são rochas fragmentadas no leito de corpos d'água mais conhecidas como areia.

Os polímeros ou como são mais conhecidos, plásticos, são bastante utilizado na construção civil brasileira devido a suas propriedades e características físicas e químicas como a durabilidade, capacidade de suportar altas e baixa condutividade térmica, baixo custo de manutenção, capacidade de sofrer deformações, baixo coeficiente de atrito entre outros. Dentre os polímeros utilizados na construção civil brasileira há poliestireno expandido, que é mais difundido, por ser um material isolante, resistente e de extrema leveza. (ABRAPEX, 2006)

De acordo com a Associação Brasileira de Poliestireno Expandido, o EPS é um material plástico que tem um formato de espuma, possuindo micro células fechadas, as quais tem a composição basicamente de 2% de poliestireno e 98% de vazios contendo ar.

A incorporação do EPS como material na construção civil permite a redução da potência de refrigeração dos sistemas de condicionadores de ar, encontrando as maiores condições de conforto associada à economia nos gastos anuais de energia elétrica (TESSARI, 2006).

O EPS apareceu no mercado da construção civil trazendo mitigação de custos e o aumento da técnica no sistema estrutural das edificações em concreto armado, proporcionando um alívio de cargas. Por este motivo, houve uma diminuição das solicitações nas vigas, pilares e fundações, economizando aço, concreto, formas e mão de obra (GASPAR, 1997).

O EPS é um dos materiais que mais tem a capacidade de ocupar volume, tornando-se um problema para o seu armazenamento ou para descarte, pois ocupa grande área nos aterros sanitários e leva muitos anos para decompõr (AMBROSI 2009).

A área da construção civil é uma das mais importantes atividades que possui um desenvolvimento econômico e social, porém ainda tem o comportamento de um grande gerador de impacto ambiental pelo seu consumo de recursos naturais, por sua modificação das paisagens e geração dos resíduos (PINTO, 2005).

O descarte do poliestireno expandido na construção civil exige melhor gestão ocorrendo de forma incorreta pelo seguinte fato: algumas empresas que realizam o



recolhimento de resíduos sólidos da construção civil, se recusam a aceitar o poliestireno expandido pelo fato de ser um material que ocupa muito espaço e possuiu baixa densidade, não gerando um retorno lucrativo para a realização do serviço. Os resíduos gerados pela construção civil ou por meio de demolição apresentam-se como um dos maiores problemas nas áreas urbanas, pois sua geração e descarte de forma inadequada causa sérios problemas ambientais, como a poluição de solos e águas superficiais e ingestão do material por animais aquáticos (CASSA, 2001).

O consumo do poliestireno expandido teve uma previa atingir cerca 27 mil toneladas em 2010 só na construção civil, na qual há o consumo de cerca de 40% de todo poliestireno expandido produzido no país, de acordo com Arnaud Pirolle, gerente de marketing na BASF e porta-voz da comissão setorial de EPS da ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química).

Apesar da existência técnica de reciclagem de alguns materiais como o poliestireno expandido, os materiais são determinados como não recicláveis por ter falta de interesse de mercado para reuso (IDEC, 2005).

Segundo a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, do Ministério das Cidades cerca de 60% do lixo produzido no Brasil está relacionado às obras.

#### 4 Metodologia aplicada

Foi realizada a comparação da granulométrica dos agregados graúdos e miúdos do concreto e do poliestireno expandido para a possível substituição parcial. A analise comparativa foi feita a partir da fragmentação do EPS, o mesmo deveria possuir uma dimensão visível semelhante a um dos agregados do concreto.

Após a comparação, selecionou-se a melhor amostra para a substituição parcial, observando agregados que possuíssem características dimensionais semelhantes a do poliestireno expandido após britagem e fragmentação da granulometria.

Para a realização dos testes laboratoriais foi escolhido um traço de concreto de aplicabilidade em obras de pequeno a grande porte para fácil execução, uma resistência considerável por isso escolheu-se como referência o traço estipulado por Branco, 1974 com resistência de 30 Mpa aos 28 dias de idade.

Com o traço em massa, para cada 1 kg de cimento CP II-E-32, utilizou-se 1:2,85:2,90/0,58 para a obtenção dos 30 Mpa de resistência, porém foi estabelecido que o concreto atingindo a resistência de 20 Mpa é considerado satisfatório, pelo fato de ter uma resistência aceitável e ser utilizado em obras de qualquer porte.

Realizou-se três tipos de dosagens com substituições parciais de 5%, 10% e 20% respectivamente do agregado graúdo para ver a alteração da resistência com o acréscimo de poliestireno expandido.

Para realizar o teste de compressão foi utilizado a NBR 5738:2008 e a NBR 5739:2007 desde montagem dos corpos de provas até o seu rompimento e analise de resultados. Fabricou-se 3 corpos de prova para cada substituição parcial, na quais houve o rompimento dos corpos com a idade de 7, 14 e 28 dias respectivamente.

A substituição parcial do agregado graúdo foi realizada em relação ao volume ao invés da massa pelo fato do isopor ter uma densidade baixa. Inicialmente o EPS foi cominuído manualmente até possuir uma granulometria semelhante da brita zero (4,5 mm a 9,5 mm).

Para a realização de cada substituição parcial foi utilizado 6 kg de cimento, 17,1 kg de areia e 17,4kg de brita zero e 3,48 L de água. A brita ou agregado graúdo teve dimensionado o volume que ocupa referente seu peso para ocorrer a sua substituição.

Para a mistura entre agregados graúdos, miúdos, cimento, água e poliestireno expandido foi utilizado os seguintes processos:



Primeiramente foram misturados o agregado miúdo (areia média lavada) e Cimento Portland CP II-E-32. Após formação de uma mistura homogênea utilizando uma betoneira como forma de misturador houve o acréscimo de brita zero e isopor ocorrendo uma mistura heterogênea. Ao final do processo acrescentou água de forma lenta para que ocorra a homogeneização dos materiais sempre fazendo a mudança da posição da inclinação da betoneira para que haja uma mistura de forma correta.

Os corpos-de-prova cilíndricos de 15x30cm foram adensados manualmente com 25 golpes segundo a NBR 5738/2003, após 24 horas eram desmoldados e deixados em solução saturada de hidróxido de cálcio. Os testes de resistência dos corpos de prova foram realizados de acordo com a NBR 5739/2007

## 5 Resultados, análise e discussões.

Por meio da comparação realizada o agregado graúdo foi utilizado, por possuir características dimensionais semelhantes a do poliestireno expandido quando foi britado sofrendo a fragmentação da sua granulometria. Nas tabelas a seguir encontram-se os resultados obtidos por meio do rompimento dos corpos de prova para saber a sua resistência conforme a sua idade.

A idade do concreto tem influência na resistência do mesmo por meio da evolução da hidratação do cimento, a área é ocupada por uma espécie de gel, formado por cimento e água, é gradualmente substituída por pasta hidratada, um material sólido (GIAMMUSSO, 1992).

Tabela 1 - Substituição Parcial de 5 %

	<b>Dias</b>	<b>Resistência (Mpa)</b>
<b>Corpo de Prova 1</b>	7	9,72
<b>Corpo de Prova 2</b>	14	16,82
<b>Corpo de Prova 3</b>	28	24,06

Tabela 2 - Substituição Parcial de 10 %

	<b>Dias</b>	<b>Resistência (Mpa)</b>
<b>Corpo de Prova 1</b>	7	5,27
<b>Corpo de Prova 2</b>	14	8,33
<b>Corpo de Prova 3</b>	28	12,86

Tabela 3 Substituição Parcial de 20 %

	<b>Dias</b>	<b>Resistência (Mpa)</b>
<b>Corpo de Prova 1</b>	7	2,77
<b>Corpo de Prova 2</b>	14	4,44
<b>Corpo de Prova 3</b>	28	6,59

Comparando a Tabela 1, 2 e 3 observa-se que há uma variação de resistência dos

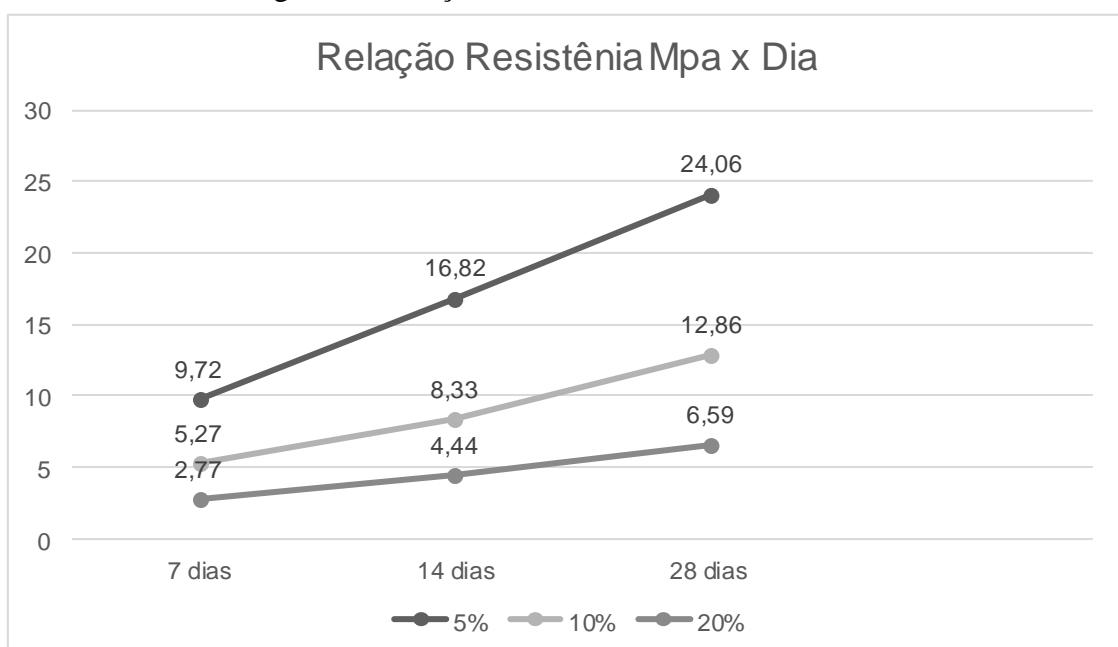


corpos de prova em relação a concentração (ou proporção) de poliestireno expandido utilizado.

A resistência dos corpos de prova está diretamente ligada ao aumento do poliestireno expandido, assim comprometendo a resistência dos mesmos. Com a substituição parcial de 5% podemos ver por meio dos dados obtidos que há uma alteração significativa na resistência a qual o traço foi escolhido, porém, com a idade de 28 dias obtivemos os resultados descritos na tabela 1.

Com as substituições parcial de 10 e 20% constatou-se que há uma perda significativa da resistência do concreto.

Figura 1 - Relação de idade e resistência



A análise do gráfico da substituição parcial de 5% traz como resultado um dado que mostra os 24,06 Mpa, como 100 % da resistência com o rompimento do corpo de prova aos 28 dias de idade, com apenas 7 dias de idade o corpo de prova teve um ganho de resistência de apenas 40,40%, aos 14 dias de houve um acréscimo de 29,51% do valor anterior, aos 28 dias de idade há um aumento de 30,09% na resistência.

No gráfico da substituição parcial de 10% observamos dados que mostram os 12,86 Mpa como 100% da resistência com o rompimento do corpo de prova aos 28 dias de idade, com apenas 7 dias de idade o corpo de prova teve um ganho de resistência de apenas 40,98%, aos 14 dias houve um acréscimo de 23,79% do valor anterior, ao 28 dias de idade há um aumento de 35,23% da resistência.

A análise do gráfico da substituição parcial de 20% apresenta como resultado 6,59 Mpa, como 100 % da resistência com o rompimento do corpo de prova aos 28 dias de idade, com apenas 7 dias de idade o corpo de prova teve um ganho de resistência de apenas 42,03%, aos 14 dias havendo um acréscimo de 25,34% do valor anterior, aos 28 dias de idade há um aumento de 32,63% na resistência.



Em função dos resultados obtidos observa-se que são necessários novos testes para obtenção da resistência esperada, no entanto os dados nos trazem materiais que atendem o valor prescrito na norma, sendo aplicável a demanda da construção civil.

## 6 Conclusão

Buscando propor alternativas de uso para um dos resíduos da construção civil, se avaliou as substituições parciais possíveis de agregado graúdo em EPS sem que houvesse alterações significativas na resistência estabelecida, apresentando dificuldades em atingir o padrão ótimo estabelecido na normativa. Conclui-se que ainda que se faça uma substituição parcial no concreto mesmo que em baixo volume, existe a viabilidade de uso do EPS como agregado do concreto além de gerar menos impacto ao meio ambiente em relação ao descarte inadequado do polímero residual.

## 7 Referências

**ABIQUIM, Associação Brasileira da indústria Química – Comissões – EPS** Disponível em <<http://www.abiquim.org.br/comissao/setorial/eps/especificidade/historico-aplicacao>> Acesso em 12 de março de 2015

**ABRAPEX, Manual de utilização EPS na construção civil / ABRAPEX** Associação Brasileira do Poliestireno Expandido – São Paulo : Pini, 2006.

**AECWEB, Previsão de consumo de Isopor Construção civil** Disponível <[http://www.aecweb.com.br/cont/n/aquecimento-da-construcao-civil-puxa-consumo-de-isopor-em-quase-30\\_2945](http://www.aecweb.com.br/cont/n/aquecimento-da-construcao-civil-puxa-consumo-de-isopor-em-quase-30_2945)> - em outubro 2014> Acesso em 05 de outubro 2014.

**AMBROSI, Tuliara Vanzo, Logística Reversa de Embalagens de Isopor.** Porto Alegre: 2009.

**ANBT – ABNT Associação Brasileira de normas técnicas NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro, 2008.

**ANBT – ABNT Associação Brasileira de normas técnicas NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de proas cilíndricos.** Rio de Janeiro, 2007.

**ASSOSIAÇÃO BRASILEIRA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO** Disponível em <<http://www.abrapex.com.br>> Acesso em 07 de outubro de 2014.



BRANCO, Abílio de Azevedo Caldas, **12 Traços em sequência** – Rio de Janeiro – 1984

CASSA, José Clodoaldo da Silva et. al, **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de Construção**, Salvador, 2001.

GASPAR, Ricardo, **Analise da segurança estrutural das lajes pré-fabricadas na fase de construção** – São Paulo 1997.

GIAMMUSSO, Salvador Eugenio **Manual do concreto**/ Salvador E. Giammusso – São Paulo : Pini 1992.

IDEC, Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor, **Do lixo quase tudo se aproveita**, Disponível <<http://www.idec.org.br/>> Acesso em 15 de novembro de 2014.

PINTO, Tarcísio de Paula, **Gestão Ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-Sp**. São Paulo, 2005.

PLASTIVIDA, Instituto Socioambiental dos Plásticos, **Renault recicla 4 toneladas de Isopor ® por mês em parceria com plástico** Disponível em <[http://www.plastivida.org.br/2009/releases\\_034.aspx](http://www.plastivida.org.br/2009/releases_034.aspx)> Acesso em 12 de março de 2015.

SCOOT,G. Why degradabel polymers?. In: SCOOT, G. Degradable Polymers: Principles and Applications. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. p. 1-15.

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, **Diário de Pernambuco** Disponível em <[http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vida-urbana/2014/09/29/interna\\_vidaurbana,532660/mppe-destina-isopor-de-obras-para-cooperativa-de-catadores.shtml](http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vida-urbana/2014/09/29/interna_vidaurbana,532660/mppe-destina-isopor-de-obras-para-cooperativa-de-catadores.shtml)> Acesso em 16 de novembro de 2014.

TESSARI, Janaina, **Utilização de poliestireno expandido e Potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil**. Florianópolis 2006.