

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO CELULAR COM USO DO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO

Tiago Das Flores Maltezo¹

Rafael Sebastião Cicero²

Francisco Bandeira Amaral Filho³

RESUMO

Este estudo trata-se de mostrar as características do concreto celular com uso do poliestireno expandido reciclado, material esse que é muito utilizado nas embalagens de eletrodomésticos e eletroeletrônico. Foram feitas quatro misturas de argamassa com poliestireno e com cada mistura foram moldados três corpos de prova, tendo zero por cento, trinta por cento, cinquenta por cento e setenta por cento de poliestireno expandido triturado. Tendo como pressuposto metodológico o estudo de caso como sendo aquele que utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto (EISENHARDT, 1989; YIN, 2009). Como fonte de dados foram utilizados os resultados provenientes dos ensaios de resistência à compressão dos corpos de prova sendo amparado pelas NBR 5738, NBR 5739 e NBR 6118. Para a análise dos resultados obtidos através dos ensaios foram utilizadas tabelas e gráficos graduados. Através dos estudos realizados, pode-se afirmar que o poliestireno expandido triturado é uma alternativa para a produção de concreto com menor peso específico para ser utilizado em fechamento de paredes, sem função estrutural, para regularização de lajes e entre outros, com isso diminuindo a massa da edificação gerando economia nas estruturas.

Palavras-Chave: Isopor, vedação, leveza, rapidez, concreto leve

CHARACTERISTICS OF THE CELLULAR CONCRETE WITH THE USE OF EXPANDED RECYCLED POLYSTYRENE

ABSTRACT

This study is about showing the characteristics of cellular concrete using recycled expanded polystyrene, a material that is widely used in the packaging of household appliances and electronics. Four mixtures of mortar with polystyrene were made and with each mixture three specimens were molded, having zero percent, thirty percent, fifty percent and seventy percent of crushed expanded polystyrene. Having as a methodological assumption the case study as one that generally uses qualitative data, collected from real events, with the aim of explaining, exploring or describing current phenomena inserted in its own context. (EISENHARDT, 1989; YIN, 2009). As a data source, the results from the tests of compressive strength of the specimens were used, supported by NBR 5738, NBR 5739 and NBR 6118. For the analysis of the results obtained through the tests, graduated tables and graphs were used.

¹Graduando em Bacharel em ENGENHARIA CIVIL pela Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas do Vale do São Lourenço.

²Graduado em Engenharia Ambiental, Licenciado em Física e Matemática, Mestrando em Ensino de Física pela UFMT e Professor do departamento de Engenharia da Faculdade EDUVALE.

³Graduado em Licenciatura Plena em Ciências: Matemática e Física. Universidade Federal do Amazonas. Especialista em Docência do Ensino Superior. Faculdade Poliinsino – FP. Mestrando em Ensino de Física. MNPEF – Universidade Federal do Mato Grosso. Professor do departamento de Engenharia da Faculdade EDUVALE. E-mail: franciscoamaral@eduvalesl.edu.br

Through the studies carried out, it can be stated that the crushed expanded polystyrene is an alternative for the production of concrete with lower specific weight to be used in closing walls, without structural function, for slab regularization and among others, thereby reducing the building mass generating savings in structures.

Keywords: Styrofoam, sealing, lightness, speed, light concrete

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, as empresas da construção civil estão a cada dia buscando ficarem mais eficientes, sendo necessário o aumento da produção com custos reduzidos e rapidez na execução dos projetos. Ainda assim, esse ramo se encontra defasado em comparação aos demais setores industriais. Por causa de alguns fatores, dentre eles tem-se o desperdício de materiais, a baixa produtividade e a geração de resíduos.

Um dos principais problemas que afetam a qualidade de vida nos grandes centros urbanos é o volume de resíduos gerados diariamente. E assim, aspectos técnicos e científicos envolvidos nessa questão assumem significativa importância para a minimização dos problemas ambientais. Atualmente, os resíduos de atividades urbanas e industriais constituem um dos maiores problemas para as empresas e administrações públicas, visto que o gerenciamento correto destes resíduos acarretam custos elevados. Nas grandes cidades, o problema é ainda mais grave, devido à quantidade de resíduos gerados e à falta de áreas adequadas, próximas e disponíveis para deposição desses materiais (SIQUEIRA; STRAMARI; FOLGUERAS, 2004).

Devido a essas desvantagens, muitas vezes, o sistema construtivo convencional vem sendo substituído por novas tecnologias ou novas adaptações, como o concreto leve que é de fácil manuseio, visto que essa tecnologia apresenta soluções que atendam algumas necessidades das empresas do ramo da construção civil e um sistema sustentável devido ao fato de ser usado material reciclável.

Com o princípio fundamental da dinâmica de Isaac Newton pode-se afirmar que o concreto celular possibilita, com sua menor densidade, a diminuição da armadura no projeto estrutural. Pois a força resultante que atua sobre um corpo é igual ao produto de sua massa pela aceleração. Portanto, quando se diminui a massa, logo diminuirá o esforço, reduzindo custos com deslocamento de materiais e no processo construtivo, que é, a facilitação do manuseio do material pelos colaboradores.

Por outro lado, o crescimento populacional sem o desenvolvimento ordenado vem agravando na produção de resíduos industriais seja na construção civil ou não.

Com a urbanização acelerada, que resultou no rápido adensamento das cidades, e, por conseguinte, o crescimento das atividades do setor construtivo, além da larga exploração dos recursos naturais, a geração de resíduos da construção e demolição (RCD) alcançou índices alarmantes, produto do desperdício nas obras de construções, reformas e demolições [7]. Esses resíduos representam aproximadamente, de 20 a 30% do fluxo de resíduos sólidos gerados pelas cidades dos países desenvolvidos, sendo que nos demais pode alcançar índices bem maiores (BRASILEIRO; MATOS, 2015, p. 178).

Na maioria das cidades do estado brasileiro não há locais apropriados para a disposição adequada desses resíduos, com o fato de ser constituído por material com grande possibilidade de reutilização, cabe o desenvolvimento de resolução técnica para sanar tais problemas. Portanto, pode-se falar de um resíduo em especial, o poliestireno expandido que é conhecido como EPS e popularmente conhecido como isopor¹.

Frequentemente, o descarte do EPS é feito em aterros sanitários e lixões, mas ele não se degrada com facilidade, seu tempo de decomposição pode levar até 150 anos, porém tal material é reciclável. O maior desafio é que a quantidade de estabelecimentos que reciclam EPS no Brasil são poucos, pois o custo é elevado, e não vale a pena se for feita por pequenas empresas. Sendo assim, uma maneira de reduzir esses resíduos no meio ambiente é a reutilização na produção do concreto celular. Um dos maiores benefícios da introdução do uso do EPS para construção civil é a sua propriedade de baixa massa específica para produção de concreto celular, também denominado concreto leve.

Devido a corrida por eficiência energética vem a calhar o desenvolvimento de novas tecnologias ou adaptações de tecnologias já existentes, sendo assim, através desse trabalho será facilitado ao construtor nas suas tomadas de decisões acerca do tipo de material e tecnologia a ser utilizar nas suas edificações.

Diante deste quadro, este estudo se propõe a demonstrar e detalhar aspectos físicos do concreto celular feito com poliestireno expandido. Especificamente, buscou-se detalhar questões sobre densidade e resistência à compressão, através de ensaios do concreto celular feito com poliestireno expandido e triturado.

2. CONCRETO CELULAR COM CIMENTO PORTLAND

Foi utilizado, na produção dos traços o cimento Portland, que leva esse nome de uma ilha na Inglaterra, devido à similaridade do material hidratado as pedras de Portland, inventado

¹ Porém, sabe-se que isopor é uma marca, desta forma, utilizaremos o termo poliestireno expandido (EPS).

pelo inglês Joseph Aspdin em 1824 e aperfeiçoada pelo seu filho William Aspdin na década 1840, descobrindo acidentalmente o silicato de cálcio. Atualmente, se tem onze fórmulas de cimento Portland, cada fórmula tem suas particularidades, para as nossas misturas foi usado o CP II - Z - 32, Cimento Portland Composto com Pozolana 32Mpa.

O concreto Celular, também conhecido como concreto celular autoclavado ou ainda concreto leve, é famoso pelo seu reduzido peso específico e elevada capacidade de isolamento térmico e acústico. Com grande versatilidade de aplicações, é utilizado em obras de pequeno a grande porte. Embora os mais utilizados sejam os concretos celulares, existem inúmeras vantagens na utilização do EPS. Foi inserido na construção civil para garantir conforto térmico e alívio de carga na estrutura. Quando utilizados em lajes, por exemplo, reduz os custos na fundação de uma obra já que alivia a carga na estrutura.

Inventado pelo arquiteto sueco Johan Axel Eriksson, o concreto celular consiste em criar pequenas bolhas de ar na mistura, ou seja, aumentando os espaços vazios tornando assim um concreto poroso, essas bolhas são produzidas a partir da reação química do pó de alumínio com o hidróxido de cálcio, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Concreto Celular de Johan Axel Eriksson



Fonte: Gruppi Concreto

Por suas peculiaridades, em especial, uma facilmente visível a olho nu, a porosidade do concreto celular autoclavado, por esses que são formados pela reação química, anteriormente mencionada, traz a ele outras características que podem ser muito bem aproveitadas, como, peso específico reduzido, isolamento térmico e acústico.

Sua estrutura celular também garante o isolamento térmico e acústico. A eficiência térmica do AAC [AAC – Autoclaved Aerated Concrete] é 10 vezes maior que a dos concretos convencionais, uma vez que possuem condutividade térmica muito baixa, resultando na diminuição da necessidade de utilização de aquecimento ou ar condicionado, consequentemente reduzindo o gasto energético, principalmente em países de estações bem definidas (JACÓE, 2014, p. 15).

De acordo com Teixeira e Tezuka (1992) além da leveza obtida, outras prioridades físicas são afetadas. Um aumento na quantidade de ar incorporado à mistura final reduz a resistência mecânica, mas melhora a seu desempenho como isolante térmico ou resistência ao fogo.

Diferente do concreto leve do Johan Axel Eriksson, o concreto leve desse trabalho foi diminuído a densidade do concreto através da adição de um agregado de peso específico muito baixo em relação a uma argamassa comum, o material utilizado foi o poliestireno expandido reciclado triturado, assim como mostra a figura 2.

Figura 2 – Concreto celular com poliestireno.



Fonte: elaborado pelos autores.

3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Segundo Eisenhardt (1989) e Yin (2009), “o estudo de caso é um método de pesquisa que utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto”.

No presente estudo, procurou-se demonstrar e detalhar aspectos físicos do autoclavado feito com poliestireno expandido reciclado triturado. Especificamente, buscou-se detalhar questões sobre densidade e resistência a compressão.

O primeiro passo para a produção do concreto celular foi a saída em busca da matéria prima o poliestireno expandido, não tendo qualquer dificuldade para encontrar, visto que, é um material muito utilizado para embalar eletrodomésticos, sendo assim descartados nas lixeiras por algumas empresas (Figura 3).

Figura 3 – Poliestireno de embalagens de eletrodomésticos.



Fonte: elaborado pelos autores.

Após a coleta foi feito o tritramento do poliestireno expandido com o auxílio de dois liquidificadores e um pouco de água, como é apresentado na figura 4.

Figura 4 – Tritramento do poliestireno



Fonte: elaborado pelos autores.

O material, poliestireno expandido ficou com o aspecto esperado de tamanho granular, após triturado e seco, como mostra na figura 5.

Figura 5 – Poliestireno triturado.



Fonte: elaborado pelos autores.

Após a preparação do agregado de poliestireno, deu-se continuidade na preparação dos demais ingredientes do concreto celular com o EPS triturado. Assim, foi feita a preparação do agregado fino da mistura, a areia lavada.

Figura 6 – Preparação da areia.



Fonte: elaborado pelos autores.

Após executada a preparação das matérias primas, que compõem o traço de concreto celular, está tudo pronto para fazer as dosagens de misturas, inicialmente foi feito a mistura de cimento, areia e água.

Foi produzido traço de uma parte de cimento e duas partes de agregado fino, ou seja, areia lavada extraída do Rio São Lourenço no município de São Pedro da Cipa-MT, posteriormente adicionado na argamassa o poliestireno expandido triturado.

Figura 7 – Preparação das misturas.



Fonte: elaborado pelos autores.

O **Slump Test**, que é o ensaio do abatimento do concreto, é realizado para examinar a trabalhabilidade do concreto em seu estado plástico, buscando verificar sua consistência e estimar se está adequado para o uso a que se destina.

Figura 8 – Slump test da argamassa com abatimento de 95mm.



Fonte: elaborado pelos autores.

Foram feitas quatro misturas de argamassa com poliestireno e cada mistura foi moldado três corpos de prova, tendo zero por cento, trinta por cento, cinquenta por cento e setenta por cento de poliestireno expandido triturado. Para garantir qualidade e reduzir erros de execução da moldagem dos corpos de prova, por isso faram moldados três corpos de prova para cada porcentagem de poliestireno expandido triturado.

As moldagens de corpos de prova foram realizadas de acordo com a NBR 5738:2015, esperando o prazo de 28 dias para a cura do concreto

Figuras 9 – Processo de moldagem dos corpos de prova e desmoldagem após 24h.



Fonte: elaborado pelos autores

Após a moldagem dos corpos de provas esperou-se o prazo de vinte e quatro horas para a desmoldagem. Abaixo, na figura 10, mostra quatro corpos de prova desmoldados cada um com percentual diferente de poliestireno expandido.

Figuras 10 – Desmoldagem após 24h.



Fonte: elaborado pelos autores.

Logo após a desmoldagem dos corpos de prova foram submersos em água por 7 dias, sabe-se que a cura do cimento hidratado é de 28 dias como estabelecido na norma ABNT NBR

5738:2015 e ABNT NBR 6118:2014 porém é possível determinar a resistência a partir de 3 dias.

Figura 11 – Evolução esperada da resistência a compressão.

CP	3	7	14	28
I e II	59,82%	77,88%	85,44%	100%
III e IV	45,80%	68,39%	90,16%	100%
V-ARI	66,30%	81,87%	92,05%	100%

Fonte: VentusCore.

O rompimento dos corpos de prova foi realizado obedecendo a ABNT NBR 5739:2018, verificando as faces do corpo de prova, buscando imperfeições e irregularidades, com utilização de borracha neoprene nas faces do corpo de prova.

Figura 12 – Rompimento de corpo de prova



Fonte: elaborado pelos autores

Para a determinação da resistência das misturas foi submetido os corpos de prova ao ensaio de compressão utilizando uma prensa hidráulica digital, como mostrou a Figura 12.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o ensaio de compressão realizado obteve-se os seguintes dados apresentados na Tabela 1, na última linha da segunda coluna está o resultado da média das três leituras que é

referente aos três corpos de prova para cada percentual de poliestireno expandido utilizado, no caso da segunda coluna com percentual igual a zero de EPS.

Tabela 1 – Tabela das leituras na prensa

POLIESTIRENO %	LEITURA DA PRENSA			
	0%	30%	50%	70%
CORPO 1	12,58	8,37	5,37	1,89
CORPO 2	12,95	8,86	5,34	1,55
CORPO 3	13,05	8,75	5,07	1,81
LEITURA MÉDIA	12,86	8,66	5,26	1,75

Fonte: elaborado pelos autores

Observa-se, como demonstra a tabela 1, que quanto maior a porcentagem de poliestireno usado na mistura obtém-se uma resistência média menor.

Os rompimentos dos corpos de prova foram realizados aos 7 dias de idade de acordo com ABNT NBR 6118:2014, nessa idade o cimento chegou em 77,88% da sua resistência total, então assim foram realizados os cálculos e obtidos os resultados da tabela abaixo.

Na primeira coluna da tabela 2 faz referência ao percentual de EPS, e adiante, na segunda coluna são os resultados das médias das leituras que foram obtidas anteriormente na tabela 1, continuando na tabela 2 na terceira coluna está a constante do anel da prensa hidráulica usada no rompimento dos corpos de prova, como o rompimento dos corpos de prova foram realizados aos sete dias de idade é necessário saber qual a resistência com vinte e oito dias de idade dados esses que se tem na quinta e última coluna da tabela 2.

Tabela 2 – Tabela das resistências por compressão dos corpos de prova

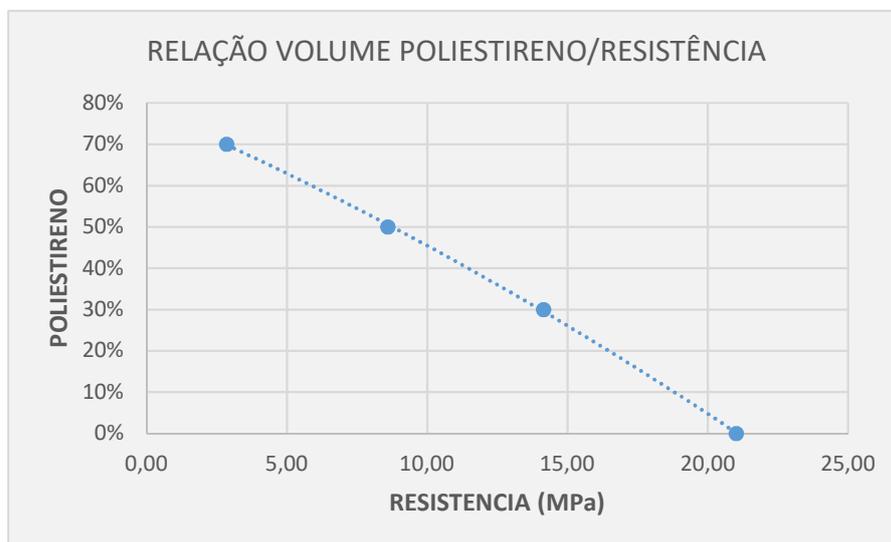
	MEDIA	CONSTANTE DA PRENSA	RES. 7 DIAS MPa	RES. 28 DIAS MPa
0%	12,86	78,54	16,37	21,02
30%	8,66	78,54	11,03	14,16
50%	5,26	78,54	6,70	8,60
70%	1,75	78,54	2,23	2,86

Fonte: elaborado pelos autores

Com os dados obtidos com o rompimento dos corpos de prova foi possível desenvolver uma função que fundamenta o volume de poliestireno expandido que pode ser acrescentado na mistura para uma resistência que desejar.

No gráfico 1, quase imperceptível, porém notório que se trata de uma parábola.

Gráfico 1 – Relação entre percentual de poliestireno expandido e resistência à compressão



Fonte: elaborado pelos autores

Assim, tem-se a função que atende o gráfico a cima

$$V = -0,0004R^2 - 0,0291R + 0,7846$$

V = volume em percentual do poliestireno expandido na mistura

R = resistência desejada do concreto celular em Mpa

Com a idade de 24 horas, após a moldagem dos corpos de provas foi realizado a pesagem, com o material ainda úmido, e verificação do volume dos corpos de prova, como mostra a tabela 3.

Assim tendo na segunda coluna, tabela 3, a massa do corpo de prova em quilograma e ao lado na coluna terceira o volume em metros cúbicos, sendo assim na quarta coluna tem-se a densidade do corpo de prova.

Tabela 3 – Densidade úmida

DENSIDADE APÓS 24 HORAS			
	MASSA (Kg)	VOLUME (m ³)	DENSIDADE. UMIDA (Mpa)
0%	3,35	0,00156	2147,44
30%	2,76	0,00156	1769,23
50%	2,37	0,00155	1529,03
70%	1,79	0,00155	1154,84

Fonte: elaborado pelos autores

Figura 13 – Perspectiva visual do concreto em 50% de poliestireno



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 14 – Perspectiva visual do concreto em 70% de poliestireno



Fonte: elaborado pelos autores

5. CONCLUSÃO

Com base no que foi apresentado, acerca das características do concreto leve com o uso do poliestireno expandido, pode-se afirmar que o poliestireno expandido triturado é uma excelente opção para a produção de concreto autoclavado. Visto que, além de reutiliza-lo como matéria prima sendo um agregado na produção do concreto celular, e já que com seu menor peso específico, se tem significativo alívio da massa das edificações, diminuindo significativamente as armaduras para resistirem aos esforços solicitantes. Assim para ser

utilizado em fechamento de paredes, sem função estrutural, para regularização de lajes ou até mesmo para melhorar o conforto térmico para lajes e outros elementos construtivos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR: 5738: **Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR: 5739: **Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR: 6118: **Projeto de estruturas de concreto -Procedimento**. Rio de Janeiro. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NORMA MERCOSUL. NBR NM: 67: **Concreto — Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. 1998.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. *Cerâmica*, v. 61, n. 358, São Paulo, Abr-Jun, 2015.

EISENHARDT, K. M. Building theories form case study research. *Academy of Management Review*. New York, New York, v. 14, n. 4, 1989.

JACÓE, R. B. **Influência do Tempo de Cura em Autoclave (Condições De Pressão e Temperatura Elevadas) em Blocos Sílico-Calcários**. 2014. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014

MAIA SIQUEIRA, L. V.; STRAMARI, M. R.; FOLGUERAS, M. V. **Adição de Poliuretano Expandido para a Confecção de Blocos de Concreto Leve**, Joinville, SC, Brasil, 2004. Disponível em: <<http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10607/>>. Acessado em 23 out 2020.

TEIXEIRA FILHO, F. J.; TEZUKA, Y. **Considerações sobre algumas propriedades dos concretos celulares espumosos**. 1992. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

YIN, R. K. **Case study research, design and methods** (applied social research methods). Thousand Oaks. California: Sage Publications, 2009.