



SUBSTITUIÇÃO DA AREIA POR PÓ DE PEDRA E OS IMPACTOS DO USO DO POLIESTIRENO EXPANDIDO NA PRODUÇÃO DE CONCRETO LEVE

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.VII-020>

Lavínia Martins de Oliveira (*), Maria Eduarda Cosme e Lisboa, Wesley Fêu dos Santos, Marcella de Sá Leitão Assunção

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, lavinia.martins@escolar.ifrn.edu.br

RESUMO

O presente artigo analisou os efeitos do poliestireno expandido para a produção de concreto leve. Ademais, a pesquisa fez o uso do pó de pedra como agregado miúdo em substituição da areia em busca de otimizar a produção de concreto em termos de economia e sustentabilidade. A pesquisa se deu em virtude da solicitação de uma fábrica de pré-moldados, MM Pré-Moldados localizada em Natal, Rio Grande do Norte, a MM. Foi informada a busca da empresa por um concreto leve que reduzisse o peso do seu produto final (cobogós de concreto), para que houvesse uma diminuição nos custos de frete e manuseio dos elementos vazados. Além disso, foi vista a necessidade de um agregado miúdo mais econômico e sustentável que pudesse entrar em substituição à areia no concreto produzido. Ao final, pôde-se observar a viabilidade do EPS para a produção de cobogós de concreto, com quantidades iguais ou inferiores a 1% no traço unitário em massa.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto leve com EPS, Pó de pedra, Poliestireno expandido, Resistência à compressão.

ABSTRACT

The presente article proposes to study the effects of expanded polystyrene to the production of lightweight concrete. Furthermore, it uses rock dust as fine aggregate instead of sand willing to optimize the production of concrete in relation to economy and sustainability. The research came from the request of a precast factory, MM Pré-Moldados, localized in Natal; Rio Grande do Norte. The factory's need for a lightweight concrete that could reduce the weight of its final product (concrete cobogós) was informed, so that it could generate a decrease the costs of shipping and handling of the hollow elements. Besides that, it was shown the need of a fine aggregate that was more economic and sustainable that could enter in replacement to the sand in the concrete produced. In the end, it could be observed the viability of EPS for the production of concrete cobogós, with equal or inferior to 1% in the mass unit trait.

KEY WORDS: EPS lightweight concrete, Rock dust, Expanded Polystyrene, Compressive strength.



INTRODUÇÃO

O concreto é o material de construção mais utilizado na construção civil, resultando da mistura de aglomerante (cimento), agregado miúdo, agregado graúdo e água. O concreto, quando bem dosado, entra em uma fase que consiste na sua hidratação e endurecimento. Nessa etapa, ele adquire algumas de suas propriedades, como a resistência à compressão (WASIU; BABA, 2020).

Recentemente, devido ao uso em larga escala da areia como agregado miúdo para a produção de concreto na construção civil, este elemento vem se tornando cada vez mais escasso no meio ambiente. Portanto, algumas substituições estão sendo estudadas para a produção de um concreto mais ecológico (CHENG, 2021). Entre as alternativas estudadas para a substituição da areia está o pó de pedra, um dos objetos de estudo desta pesquisa.

O pó de pedra é um subproduto da extração de brita das pedreiras. Por se tratar de um rejeito, ele não tem uma destinação específica. Assim, ele é estocado nas pedreiras, poluindo as paisagens, gerando poeira, e podendo causar o assoreamento de rios em caso de chuvas fortes. Para diminuir esses impactos ambientais, o pó de pedra vem sendo utilizado em pesquisas para o seu aproveitamento na construção civil (MENOSSI et al., 2010).

Segundo Ilangovana et al. (2008), o pó de pedra pode ser, também, uma alternativa mais econômica em relação à areia retirada dos rios. Além disso, ainda conforme Ilangovana et al. (2008) ele pode ser eficiente para substituições totais, e não apenas parciais.

Para esta pesquisa foi utilizado também como agregado o poliestireno expandido (EPS). O EPS tem sido amplamente utilizado para a produção de concreto leve devido a sua baixa densidade (CHEN; LIU, 2007). Ainda, conforme Chen e Liu (2007), o concreto leve com EPS não é muito utilizado para fins estruturais devido a sua baixa resistência, que pode ser devido à segregação do EPS com a pasta cimentícia, ou também devido a sua impermeabilidade, o que dificulta a sua aderência à argamassa da mistura. Segundo o mesmo artigo, para que o concreto com EPS atingisse resultados melhores de resistência à compressão, seria necessário o uso de aditivos, como por exemplo, os modificadores de viscosidade.

A resistência à compressão do concreto leve com EPS tem relação com a quantidade de EPS utilizado e também com a relação água/cimento. Assim, quanto maior a densidade do concreto, maior a sua resistência. Além disso, ele também permite um conforto térmico maior para o ambiente devido a sua baixa condutividade térmica (SULONG; MUSTAPA; RASHID, 2019).

Além disso, ainda segundo Sulong, Mustapa e Rashid (2019), diferentemente dos agregados naturais, o concreto com EPS é mais resistente aos agentes químicos e corrosivos, graças à natureza inerte do poliestireno expandido.

O concreto leve possui massa específica inferior aos concretos tradicionais, e pode ser obtido de diversas maneiras, seja com a incorporação de ar, com a utilização de agregados leves ou com a ausência de materiais finos (CARVALHO; MOTTA, 2019). Esse tipo de concreto tem por característica a massa específica inferior a 2000 kg/m³, conforme a ABNT NBR 8953:2015.

OBJETIVOS

O presente trabalho teve como seu objetivo geral utilizar o pó de pedra como alternativa sustentável e econômica para a substituição da areia na confecção de elementos vazados (cobogós) em concreto leve com EPS.

E apresentou como objetivos específicos:

- Obter uma dosagem racional e experimental de concreto utilizado para a confecção de cobogós convencionais, de modo a melhorar as suas propriedades físicas e mecânicas.
- Obter um concreto leve que auxilie na diminuição dos custos de transporte e manuseio dos elementos vazados.

METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa se deu conforme as etapas apresentadas na Imagem 01 e conforme detalhamento a seguir.

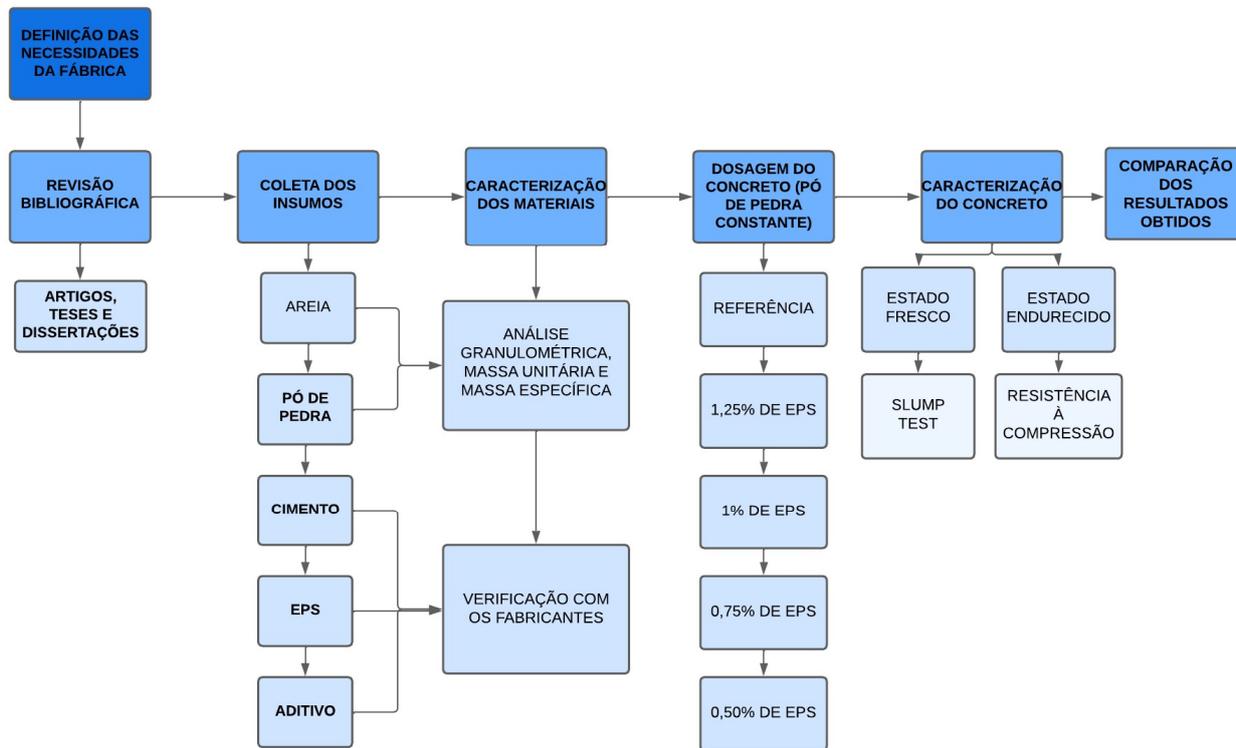
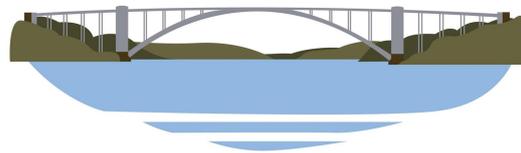


Figura 1: Metodologia adotada pela pesquisa. Fonte: Autor do trabalho

I) Definição das necessidades da fábrica

Nesta etapa foi feito um levantamento das necessidades de uma fábrica de elementos vazados (cobogós) objeto do estudo, visando a otimização do processo produtivo através da reutilização de insumos potencialmente poluidores. Dentre as necessidades mencionadas pela empresa destacaram-se:

- a) Um cobogó mais leve que reduzisse os custos de frete e manuseio, e com resistência adequada, de modo que permita tais atividades; e
- b) A utilização de materiais econômicos e de fácil acesso.

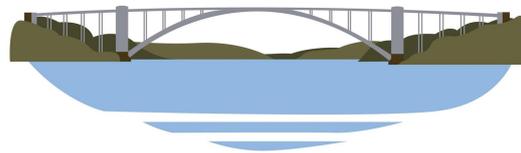
II) Revisão bibliográfica

Foi realizada uma revisão da literatura através de artigos, teses e dissertações retiradas do Portal de Periódicos da CAPES a respeito dos seguintes temas: concreto leve; concreto leve com EPS; utilização de pó de pedra para a produção de concreto, de modo a subsidiar as etapas seguintes.

III) Coleta dos insumos

Nesta etapa foram coletados e adquiridos os materiais necessários para a moldagem dos corpos de prova (CP) em laboratório: areia, pó de pedra, cimento, EPS e aditivo (apesar de ter sido recolhido, o aditivo não foi utilizado durante a pesquisa).

IV) Caracterização dos materiais



Foi realizada a caracterização dos insumos recolhidos para a pesquisa. Esta caracterização foi feita em duas etapas: a) Caracterização da areia e do pó de pedra, feita através dos ensaios de análise granulométrica (ABNT NBR NM 248:2003), massa unitária (ABNT NBR NM 45:2006), e massa específica (ABNT NBR NM 52:2009); e b) Caracterização do cimento, do EPS e do aditivo feita através de consulta direta aos fabricantes.

V) Dosagem do concreto.

O ponto de partida foi a dosagem já utilizada na fábrica de pré-moldados, MM pré-moldados. Em seguida o traço foi sendo ajustado conforme as necessidades do concreto, de modo a assegurar a sua trabalhabilidade, e conforme a incorporação do EPS. Em todas as dosagens, a quantidade de pó de pedra utilizado foi fixada em 2,08 no Traço Unitário em Massa para que pudesse ser estabelecida uma quantidade de pérolas de EPS que reduzisse a massa específica do concreto para a medida de pó de pedra já utilizada. Nesta etapa também foi realizada a moldagem e cura dos corpos de prova de concreto cilíndricos (ABNT NBR 5738:1994).

VI) Caracterização do concreto

A caracterização do concreto foi realizada em duas etapas: a) No estado fresco, através do ensaio de Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (ABNT NBR NM 67 02/1998); e b) No estado endurecido com os seguintes ensaios: resistência à compressão (ABNT NBR 5739:2007) e massa específica (ABNT NBR 9778:2005).

VII) Comparação dos resultados obtidos

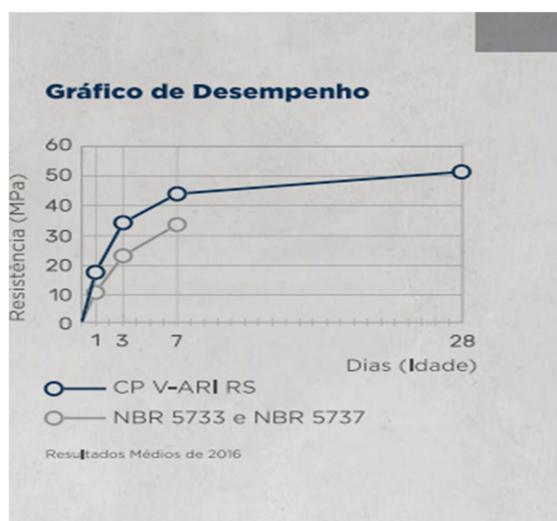
Nesta etapa foi feita a análise e a comparação dos resultados obtidos na etapa anterior, de caracterização do concreto, de forma a observar a aplicabilidade ou não dos traços obtidos na etapa de dosagem.

RESULTADOS

1. Caracterização dos insumos

1.1. Cimento

O gráfico de desempenho do Cimento Portland CP V utilizado foi disponibilizado em PDF pela fábrica Cimento Nacional.



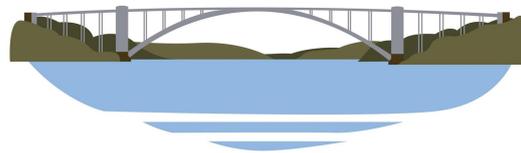


Figura 2: Gráfico de desempenho do cimento. Fonte: Fábrica (Cimento Nacional)

1.2. EPS

A granulometria do EPS foi indicada pelo fabricante conforme a Tabela 1:

Tabela 1. Granulometria do EPS

Fonte: Vendedor (Isoplac)

GRANULOMETRIA DO EPS			
GRANULOMETRIA (mm)	>2,80	1,20 a 2,80	<1,20
RESULTADO (%)	0,17	99,57	0,26

1.3. Pó de pedra

A análise do pó de pedra foi feita em duas etapas: a massa unitária (Tabela 2) e a granulometria (Tabela 3).

Tabela 2. Massa unitária do pó de pedra

Fonte: Autor do trabalho

MASSA UNITÁRIA			
PASSAGEM	MASSA DO AGREGADO (g)	VOLUME DO RECIPIENTE (cm³)	MASSA UNITÁRIA (g/cm³)
1	33,131	23314,5	0,001447039
2	33,65	23314,5	0,001443308
3	34,106	23314,5	0,001462866
MÉDIA	33,6935		

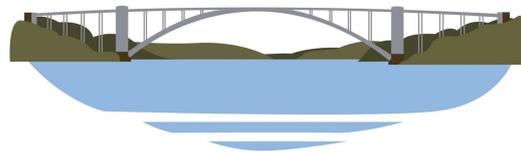


Tabela 3. Granulometria do pó de pedra.
Fonte: Autor do trabalho

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
PENEIRA (mm)	MASSA RETIDA (g)	RETIDA (%)	RETIDA ACUMULADA (%)
4,75	2,4	0,48	0,48
2,38	61,2	12,24	12,72
1,19	113,1	22,62	35,34
0,59	87,1	17,42	52,76
0,3	56,7	11,34	64,1
0,15	78,6	15,72	79,82
FUNDO	100,9	20,18	100
SOMA	500		

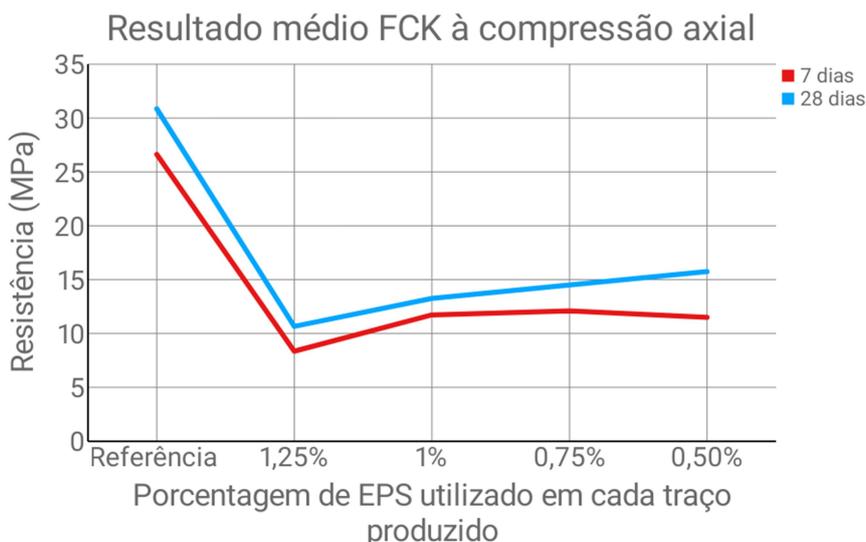
2. Caracterização do concreto

Quanto aos resultados obtidos dos ensaios de resistência à compressão axial, se observou uma queda em média de 55,9% na resistência do concreto com 1% de adição de EPS aos 7 dias de idade quando comparado ao traço de referência de mesma idade.

Quando comparado ao Corpo de Prova de referência, o traço que apresenta a adição de 1,25% de EPS, também aos 7 dias de idade apresenta uma redução em média de 68,6% na sua resistência. Também se observou que há, em média, uma queda de 55,9% na resistência à compressão do concreto com 1% de adição de EPS aos 7 dias quando comparado ao traço de referência de mesma idade.

Os valores dos resultados obtidos encontram-se no gráfico 1:

Gráfico 1. Resultado FCK à compressão axial (média)
Fonte: Autor do trabalho



No que se refere à massa específica do concreto, pôde-se notar, quando comparadas ao traço de referência, uma



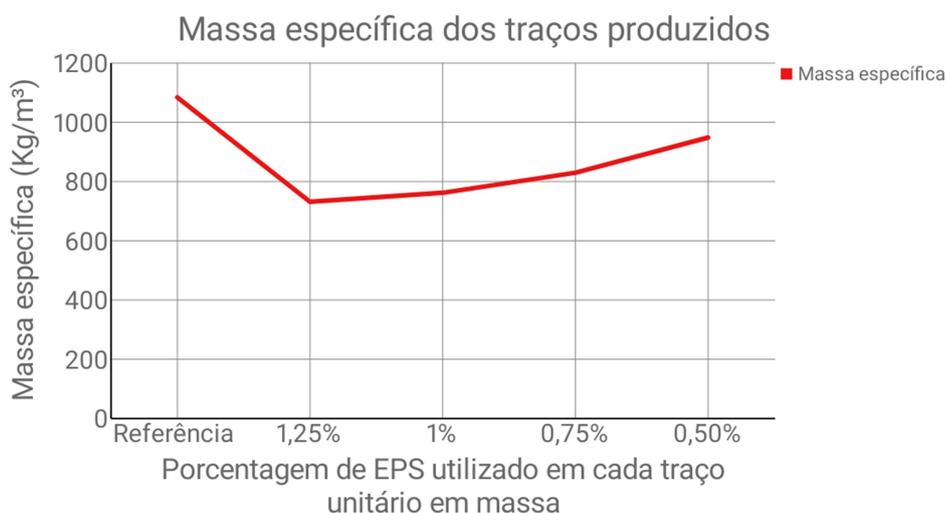
redução de 29,7% para o traço de 1% e de 32,5% para o traço de 1,25%. Já a caracterização no estado fresco, o Slump Test, apresentou uma redução da referência para o concreto de 1%. Entretanto, ao aumentar a adição de EPS, houve também um aumento no resultado do abatimento do tronco de cone. Tais resultados estão representados na Tabela 3.

Tabela 4. Massa específica e abatimento do tronco de cone
Fonte: Autor do trabalho

TRAÇO	MASSA ESPECÍFICA (Kg/m ³)	ABATIMENTO DO TRONCO DE CONE
REFERÊNCIA	1084,07	23
1,25%	731,5	20
1%	761,9	18
0,75%	829,78	21
0,50%	948,41	23

Para uma melhor visualização da influência do EPS na massa específica do concreto pode-se observar o Gráfico 2.

Gráfico 2. Massa específica dos traços de concreto produzidos
Fonte: Autor do trabalho



Através dos resultados obtidos, analisou-se que o concreto produzido se enquadra na característica apontada pela ABNT NBR 8953:2015, com a massa específica inferior a 2000 kg/m³.

As imagens seguintes referem-se aos traços de referência e com 1,25% de adição de EPS, respectivamente o que não possui EPS e o de maior porcentagem produzido para o projeto:

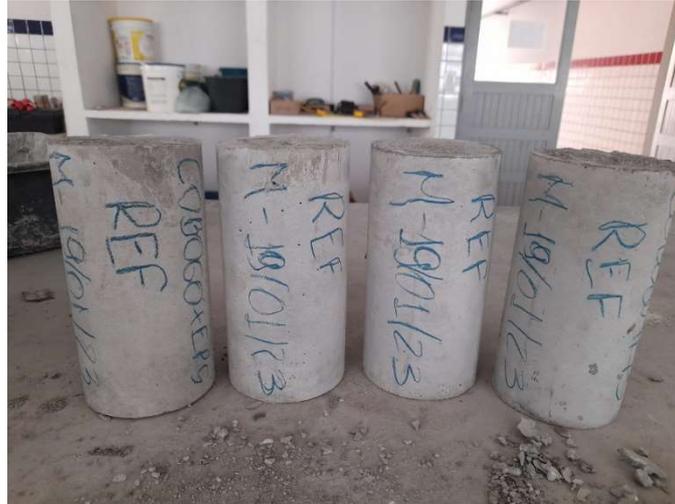
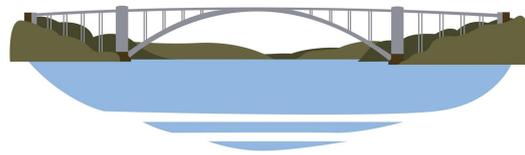


Figura 3: Corpos de prova de referência. Fonte: Autor do trabalho.



Figura 4: Corpos de prova com 1,25% de adição de EPS. Fonte: Autor do trabalho.

CONCLUSÕES

Pôde-se concluir, portanto, que a incorporação do EPS contribuiu com a diminuição da massa específica do concreto. Entretanto, é necessária a dosagem adequada para que não haja danos quanto aos seus níveis de resistência à compressão.

Quanto à substituição da areia pelo pó de pedra, além do benefício econômico e ambiental, segundo Menossi *et al.* (2010), devido ao material pulverulento presente no agregado, algumas características do concreto podem ser melhoradas, como a coesão, que torna o concreto menos permeável, aumentando, assim, a sua durabilidade. O mesmo também pôde ser observado de acordo com Ilangovana *et al.* (2008).

Ademais, é importante que em estudos posteriores sejam analisadas as influências de outros agregados leves para a produção de concreto.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Agregados - Determinação da composição granulométrica**. NBR NM 248:2003. Rio de Janeiro, 2015
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente**. NM 52:2009. Rio de Janeiro, 2009.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. NBR NM 45:2006. Rio de Janeiro, 2006.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica**. NBR 9778:2005. Rio de Janeiro, 2005
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 67: **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. NBR 5739:2007. Rio de Janeiro, 2007.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência**. NBR 8953:2015. Rio de Janeiro, 2015.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto**. NBR 5738:1994. Rio de Janeiro, 1994.
9. CARVALHO, C. H. R.; MOTTA, L. A. C. Study about concrete with recycled expanded polystyrene. *Revista Ibracon de Estruturas e Materiais*, [S.L.], v. 12, n.6, p. 1390-1407, dez. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952019000600010>.
10. CHEN, Bing; LIU, Juanyu. Mechanical properties of polymer-modified concretes containing expanded polystyrene beads. *Construction And Building Materials*, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 7-11, jan. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.08.001>.
11. CHENG, Jianping. Influence of waste calcareous rock powder on concrete transmission performance. *E3S Web Of Conferences*, [S.L.], v. 293, p. 02037, 2021. EDP Sciences. <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/202129302037>.
12. ILANGOVARA, R. *et al.* STRENGTH AND DURABILITY PROPERTIES OF CONCRETE CONTAINING QUARRY ROCK DUST AS FINE AGGREGATE. *Arpn Journal Of Engineering And Applied Sciences*, Dindigul, v. 3, n. 5, p. 20-26, out. 2008.
13. MENOSSI, Rômulo Tadeu *et al.* PÓ DE PEDRA: UMA ALTERNATIVA OU UM COMPLEMENTO AO USO DA AREIA NA ELABORAÇÃO DE MISTURAS DE CONCRETO? *Holos Environment*, Ilha Solteira, v. 10, n. 2, p. 209-222, out. 2010.
14. SULONG, Nor Hafizah Ramli; MUSTAPA, Siti Aisyah Syaerah; RASHID, Muhammad Khairi Abdul. Application of expanded polystyrene (EPS) in buildings and constructions: a review. *Journal Of Applied Polymer Science*, [S.L.], p. 47529, 11 jan. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/app.47529>.
15. WASIU, John; BABA, Daoud Mohammad. Influence of Chemical Polymer Additive on the Physical and Mechanical Properties of Expanded Polystyrene Concrete. *Acta Polytechnica*, [S.L.], v. 60, n. 2, p. 158-168, 30 abr. 2020. Czech Technical University in Prague – Central Library. <http://dx.doi.org/10.14311/ap.2020.60.0158>.