

## TRAÇO PARA CONCRETO PERMEÁVEL: SUBSTITUIÇÃO DA BRITA POR POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

Lucas Locatelli, Luiz Marcelo Basílio Filogonio, Tiago Marigliani de Camargo  
Me. Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena

Universidade São Francisco  
[llocatelli01@gmail.com](mailto:llocatelli01@gmail.com);  
[lmb.filogonio@gmail.com](mailto:lmb.filogonio@gmail.com);  
[tiagomcamargo@gmail.com](mailto:tiagomcamargo@gmail.com).

Alunos do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

Professor Orientador do Trabalho de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

**Resumo.** O intuito desse trabalho é analisar a viabilidade da utilização de poliestireno expandido (EPS), ou comumente conhecido como ISOPOR, para obtenção de concreto permeável, um material leve e poroso, que permite o escoamento da água, cujas suas propriedades de resistência atinjam os valores exigidos pelas normas regulamentadoras. Para tal, adicionamos pérolas de isopor em compostos cimentícios, variando a fração volumétrica de isopor nos traços de concreto, para a obtenção de um concreto que confira equilíbrio entre a resistência e a permeabilidade.

**Palavras-chave:** concreto permeável, isopor, resistência e permeabilidade.

**Abstract** The purpose of this work is to analyze the feasibility of using expanded polystyrene (EPS), or commonly known as ISOPOR, to obtain permeable concrete, a light and porous material that allows water to flow, whose resistance properties reach the values required by the standards regulatory bodies.

To this end, we add Styrofoam beads in cementitious compounds, varying the volume fraction of Styrofoam in the concrete mixes, to obtain a concrete that provides a balance between strength and permeability.

**Keywords.** permeable concrete, styrofoam, strength and permeability, polystyrene.

### Introdução

Com o avanço da construção civil ao longo dos anos, novos estudos e mais tecnologias são aplicadas e apresentadas diariamente no mercado, surgindo novos tipos de materiais, matérias primas, processos e aplicações diversificadas para se obter melhores resultados, buscando sempre outras alternativas que mantenham a qualidade e reduzam os custos das construções.

Dentre todos esses materiais existentes, há um que vem ganhando maior destaque, por ter uma extensa diversidade de suas aplicações e condições em que é encontrado, o Poliestireno Expandido (EPS), que é mais conhecido pela sua marca registrada no Brasil em 1998 como ISOPOR.

O volume desse resíduo vem aumentando consideravelmente, devido a sua abundância e dificuldade para ser reciclado, a busca por novas aplicações em concretos e argamassa está se tornando expressiva, gerando assim análises e estudos das alterações de suas propriedades e

apresentando possibilidades de uso em concretos de contrapisos, blocos de concreto leve, dentre outros.

O início do desenvolvimento do concreto leve se deu no ano de 1957, pela NASF MEGATHERM. Nesta época o processo era mais lento pois as pérolas pré-expandidas eram consideradas artigos de luxo, mas notava-se um futuro promissor do uso do concreto leve em importantes áreas da construção civil, sendo impulsionado em 1968.

Com a adição de esferas de poliestireno expandido em diferentes granulometrias no concreto, argamassa ou até mesmo na pasta cimentícia pode ser preparada uma grande faixa de materiais com densidades distintas entre si. Os agregados de isopor podem até mesmo substituir completamente ou em partes os agregados amplamente utilizados no concreto ou da areia como no caso de massas cimentícias.

No Brasil o poliestireno expandido representa um grande risco ambiental, pois o país não possui coleta seletiva para esse material, sendo assim o descarte do mesmo é feito de forma convencional juntamente com o lixo comum, e seu destino acaba sendo os próprios aterros sanitários. Apesar de tudo, a reutilização desse material é possível, até mesmo transformando-o novamente em isopor, porém demanda de investimentos e interesse público para implantar sistemas de coleta e reciclagem.

Este projeto visa analisar o efeito da adição de partículas de isopor nas propriedades físico-mecânicas de concretos drenantes, a pesquisa será feita através de referências bibliográficas e também de experimentos e testes de permeabilidade e compressão com diferentes composições, e assim extrair os dados necessário para comparar as variações das características do material obtido.

## **Concreto**

### *História do concreto*

Desde o início da sua existência, o homem sempre teve a necessidade de abrigo e proteção, tanto com relação às variações climáticas como dos animais.

Com o passar do tempo observou-se o aparecimento de um composto que era capaz de dar aderência a rocha, segundo Bunder e Oliveira (2016), nesse contexto, no Império Romano (300 a.c.) teve-se a primeira concepção de concreto sendo uma composição de agregados, cacos de pedras calcárias, areia, cal, pozolana e água.

O grande marco da história do concreto ocorreu em 1842, na Inglaterra, quando Joseph Aspdin patenteou sua criação com o nome de Cimento Portland, descrevendo a queima do calcário e argila triturados e misturados a altas temperaturas, até que o CO<sub>2</sub> fosse liberado.

### *Composição do concreto*

O concreto é basicamente composto por quatro materiais, podendo ter variações de quantidades e características, são eles: agregado fino, cimento Portland, água, agregado graúdo e eventualmente aditivos.

Os agregados que compõem a maior parte do concreto, devem seguir algumas condições para garantir a qualidade do concreto: “a) Serem estáveis nas condições de exposição do concreto, não contendo materiais com efeitos prejudiciais; b) Apresentarem resistência à compressão e ao desgaste; c) Serem graduados, de modo a reduzir o volume da pasta, que deve encher os espaços entre os agregados. (SOUZA, 2002)”.

A trabalhabilidade do concreto, se dá justamente pela quantidade e proporção entre a água e o cimento, uma vez que mais água é adicionada, maior a trabalhabilidade da massa,

porém perde-se a resistência da mesma, sendo assim deve-se observar uma relação segura entre os materiais, a fim de se obter o concreto que supra as necessidades construtivas.

A qualidade e a correta adequação do concreto dependem fundamentalmente de tais materiais, que devem trabalhar em conjunto, para garantir a maior resistência possível, boa trabalhabilidade e se adequar ao uso em questão.

### *Utilização do concreto*

O concreto é o principal material utilizado na construção civil, por apresentar características físicas que se adequam às necessidades das construções, apresentando boa trabalhabilidade e tendo uma boa resistência, principalmente quando relacionado à água.

Por se tratar de um material que é resultado de reações químicas entre diferentes compostos, o concreto pode apresentar diversas características finais, se adequando assim a cada tipo de solicitação construtiva.

A sua capacidade de resistir a ação da água, sem uma séria deterioração, o torna “superior” a elementos como madeira e aço comum, sendo utilizado assim em diversos tipos de estruturas que podem ter contato com água. Uma das primeiras aplicações conhecidas do concreto, consistiu na construção de aquedutos e muros de contenção de água, construídos pelos romanos.

As razões para o uso tão difundido do uso do concreto são: a facilidade com que elementos estruturais de concreto podem ser executados, numa variedade de formas e tamanhos; mais barato e mais facilmente disponível no canteiro de obra (MEHTA; MONTEIRO, 1994).”

Sendo assim, tem-se o concreto como o principal material da construção civil, estando presentes em todos os tipos de edificações, desde a fundação até a cobertura, na maioria dos casos.

## **Concreto permeável**

### *Composição e funcionalidade do concreto permeável*

O escoamento da água é um problema constante nos grandes centros urbanos, devido a grande quantidade de áreas construídas que causam uma diminuição considerável das áreas permeáveis capazes de absorver a água das chuvas, causando assim, grandes transtornos como alagamentos e inundações nos períodos chuvosos. Os alagamentos, acabam por transportar água suja e dejetos ao longo das cidades, aumentando assim o risco de doenças e contaminação da população.

A função do pavimento permeável é ajudar na drenagem urbana, tendo que escoar 100% da água de sua superfície. O concreto permeável se caracteriza por ter em seu traço a adição ou substituição parcial ou completa de algum material para trazer essa característica. A pavimentação permeável tem como característica, porosidade elevada e alto poder de drenagem, dependendo do agregado utilizado. Com a capacidade de deixar a água infiltrar através de seus vazios, a utilização dessa estrutura influencia significativamente nas vazões que ocorrem em determinado lugar. O uso do concreto permeável teve início a mais de 150 anos, a sua real aplicação para as mais diversas finalidades somente veio a apresentar grande avanço há pouco mais de 20 anos. (GOMES DA SILVA, 2019).”

O concreto permeável surge então como uma alternativa para amenizar essa questão, por apresentar uma granulometria maior em seus agregados, deixando assim espaços vazios entre os compostos, que após seco, permitem a passagem de líquidos pelos poros, promovendo assim o escoamento até o solo.

Porém, essa alta porosidade resulta em uma menor resistência do concreto, limitando assim seu uso a determinados casos específicos, pois com uma quantidade maior de vazios, o material não se torna “tão sólido”, perdendo a resistência final após o processo de secagem, e sabe-se que quanto menor é a quantidade de vazios no concreto, maior é sua resistência.

A utilização do concreto permeável garante a melhor absorção de água quando comparada ao concreto convencional, apresentando dois possíveis destinos a ela, um deles é a lenta absorção da mesma pelo solo, até que entre em contato com os lençóis freáticos, e outra pode se dar por meio da criação de sistemas de drenagem subterrâneos, capazes de direcionar a água para locais específicos de deságue, como reservatórios, rios, represas etc.

Mas, deve ser analisado o tipo de solo que está sob o objeto construtivo, pois o mesmo pode resultar no entupimento dos poros, fenômeno conhecido como colmatação, o que dificultaria a passagem da água até seu destino proposto.

## **Isopor**

### *Composição e utilização na construção civil*

O poliestireno expandido, conhecido popularmente como isopor ou EPS é um plástico celular rígido resultado da polimerização do estireno em água, e que tem como matéria prima o polímero de estireno, que é obtido a partir do petróleo (NETO, 2008). Devido a ação do pentano, agente químico responsável pela expansão, por meio da liberação de vapores, a constituição do isopor é dada por mais de 97% de ar.

A difusão desse material no país ocorreu após a compra da fabricante Braf Isopor, pela empresa Knauf Isopor, por se tratar além de suas características isolantes, destacam-se a leveza, resistência, baixo custo e facilidade de manuseio (ABRAPEX,2015).

O isopor apresenta uma grande versatilidade no âmbito de sua utilização, destacando-se cada vez dentro da área da construção civil, aliado aos aprimoramentos que os métodos construtivos vêm sofrendo, por ser capaz de reduzir custos construtivos, apesar de não apresentar uma alta resistência mecânica, auxilia na redução de peso dos elementos estruturais, tem uma fácil e ágil aplicação, acarretando assim em uma economia na mão de obra e tempo de execução.

Observa-se seu uso na construção civil em diversos elementos, como enchimento de lajes e fôrmas para concreto, enchimento de elementos estruturais, lajes nervuradas, isolamento térmico e acústico de lajes e paredes, forros isolantes e decorativos, juntas de dilatação.

A utilização de tal material na construção acaba por ser uma forma de reaproveitamento dos resíduos gerados pela sociedade, pois o mesmo está presente em diversos outros setores das indústrias, podendo criar assim uma construção mais sustentável.

## **Concreto permeável com EPS**

Concreto permeável com EPS, é feito através da substituição parcial ou total da brita utilizada no preparo de concretos permeáveis, pois ao adicionar este material na formulação do concreto estaremos mudando sua composição, com o intuito de atingir uma boa resistência e uma índice de permeabilidade adequado, a fim de transformá-lo em um material leve e viável para utilização em larga escala nas captações de água da chuva.

## Material e Métodos

Os materiais utilizados para desenvolver os corpos de prova para análise foram, Cimento Portland II, pedrisco de brita com medidas entre 4,8mm e 9,5mm de acordo com exigências da NBR - 7211/ NBR - 7225, e como agregado de eps utilizamos pérolas de isopor de 2 mm, além de areia média lavada e água.

Deste modo foram preparados três traços diferentes, o primeiro padrão usando o traço de uma porção de cimento para oito de pedra, no segundo foi substituído a proporção de 25% da brita por pérolas de EPS e o terceiro foi realizado com 50% de substituição das britas por pérolas de EPS.

Com os traços definidos foram desenvolvidos os corpos de prova para os testes de compressão e permeabilidade, sendo os de compressão através de moldes cilíndricos e os de permeabilidade moldes quadrados de 45x45x8cm, simulando um piso de circulação de pessoas, a cura foi realizada no método submerso, onde mantivemos os corpos de prova em imersão na água por 28 dias.

Devidamente curados, os corpos de provas foram submetidos aos testes de compressão e permeabilidade para cada um dos traços, buscando identificar o ponto de ruptura e a permeabilidade do material.

## Resultados e Discussão

Nos testes foram observadas as principais características dos compostos e como eles alteram o resultado final, foram realizados dois testes, sendo um de compressão, onde foi medida a resistência até o rompimento dos corpos de prova, com o equipamento de ensaio de compressão da marca DINATEST, e um outro um teste de permeabilidade, onde foi mensurado o volume de água drenado pelo traço de concreto permeável em estudo, com medidas de 45x45x8cm, simulando um piso de circulação comum, o material também foi pesado para comparação dos dados. Deste modo foi possível analisar e documentar como a inclusão de partículas de EPS afeta o material final, destacando também que o método de cura utilizado foi de imersão em água por 28 dias.

**Tabela 1** - Dados obtidos nos testes de compressão.

Traço	% de substituição da brita por isopor	Resultado	Unidade
1:8	0	2,14	Mpa
1:8	0	1,85	Mpa
1:6:2	25	1,93	Mpa
1:6:2	25	1,83	Mpa
1:4:4	50	1,46	Mpa
1:4:4	50	1,29	Mpa

Fonte: Próprio autor.

Os dados dessa fase de testes foram comparados e observou-se uma perda de resistência quando incluído partículas de EPS no concreto permeável, nas amostras com 25% de

substituição de brita por EPS no teste de compressão, foram obtidos 02 (dois) resultados de resistência, sendo primeiro de 1,93 Mpa, e na segunda amostra com rompimento em 1,83 Mpa.

Na amostra com 50% de partículas de EPS em substituição à brita, a resistência obtida foi de 1,46 Mpa e 1,26 Mpa respectivamente, se comparado aos corpos de prova sem a inclusão de pérolas de EPS (2,14 Mpa e 1,85 Mpa), a queda da resistência do maior valor obtido nos testes de compressão dos dois traços foi de 9,81%, ou seja o material perde quase 10% de sua resistência quando incluído 25% de partículas de EPS e nas amostras com 50% de EPS notou-se uma queda bem mais acentuada de 31,77% como indica tabela a seguir.

**Tabela 2** - Percentual de variação de resistência.

<b>Traço</b>	<b>Maior Resistência (Mpa)</b>	<b>% de Variação</b>
1:8	2,14	-
1:6:2	1,93	-9,81%
1:4:4	1,46	-31,77%

Fonte: Próprio autor.

Sendo assim pode-se dizer que a inclusão de 25% de partículas de EPS, ocasionou uma perda de aproximadamente 10% na resistência final. Sugere-se então, o desenvolvimento de mais testes com índices de partículas abaixo de 25%, para preservar e talvez aumentar a resistência, com outro método de cura e/ou outra granulometria das partículas de EPS, para analisar a possível utilização comercial, buscando atingir uma boa resistência à compressão.

**Tabela 3** - Resistência mecânica e espessura mínima do revestimento permeável. (ABNT NBR 16416-2015)

<b>Tipo de revestimento</b>	<b>Tipo de Solicitação</b>	<b>Espessura mínima (mm)</b>	<b>Resistência mecânica característica (MPa)</b>
<b>Peça de concreto (juntas alargadas ou áreas vazadas)</b>	Tráfego de Pedestres	60,0	≥ 35,0
	Tráfego Leve	80,0	
<b>Peça de concreto permeável</b>	Tráfego de Pedestres	60,0	≥ 20,0
	Tráfego Leve	80,0	
<b>Placa de concreto permeável</b>	Tráfego de Pedestres	60,0	≥ 2,0
	Tráfego Leve	80,0	
	Tráfego de Pedestres	60,0	≥ 1,0

<b>Concreto permeável moldado no local</b>	Tráfego Leve	100,0	$\geq 2,0$
--	--------------	-------	------------

Fonte: ABNT NBR 16416-2015

Conforme os dados da ABNT NBR 16416-2015 para placa de concreto permeável utilizada para tráfego leve de pedestres a resistência exigida é de  $\geq 2$  Mpa, para placas de concreto que são produzidas fora dos locais onde serão utilizadas e de  $\geq 1$  Mpa para concretos permeáveis que serão moldados nos locais.

Os dados obtidos indicam que o corpo de prova sem partículas de EPS teve uma resistência à compressão relativamente baixa em comparação aos concretos convencionais, uma possível causa é o método de cura utilizado, falta de agregados como areia e também a perda de massa devido a substituição do agregado brita por EPS.

O composto com 25% de EPS, teve um peso de 13,4 kg após a cura, e o composto com 50% de EPS teve uma pesagem de 9,01 Kg, ou seja uma redução de 32,24 % em relação ao primeiro caso com adição de 25% de EPS, com esses dados é possível observar que a partir deste número a redução do peso é significativa, devido a maior concentração de EPS em seu traço, porém esse maior número de partículas além de diminuir em 31,77% a resistência também causou um grande preenchimento dos poros, comprometendo consideravelmente a permeabilidade.

As amostras com 50% de partículas de EPS tiveram uma maior dificuldade em drenar o líquido, foi observado que devido ao aumento de partículas de EPS, mais poros foram preenchidos, dificultando assim a passagem de líquidos, uma granulometria mais adequada pode ser viável, porém diverge-se na questão de disponibilidade comercial, pois o material utilizado para a pesquisa foi com a granulometria mais comumente encontrada no mercado, e caso o material tivesse que ser processado para esse único e específico fim, não será possível tê-lo como um projeto que visa a sustentabilidade, já que o objetivo é encontrar a solução mais adequada para também este problema, o descarte inadequado de EPS.

Sobre a permeabilidade, na amostra com 25% de EPS obteve-se um tempo de escoamento de um litro de água em 14,46 segundos, sendo assim 0,004/s, e uma resistência de 1,83 Mpa e 1,93 Mpa, estando próximo ao mínimo do mínimo de 2 Mpa que a NBR 16416-2015 exige para placas de concreto permeável, e caso o concreto permeável seja moldado no local o traço desenvolvido consegue atender a NBR 16416-2015, que exige o mínimo de 1 Mpa conforme tabela 8 da referida norma.

## Registro fotográfico



**Figura 1** – Foto da balança - 25% de EPS, 13,31 Kg, 45x45x8 cm (Fonte: Próprio autor).



**Figura 2** – Foto da balança - 50% de EPS, 9,02 kg, 45x45x8 cm (Fonte: Próprio autor).



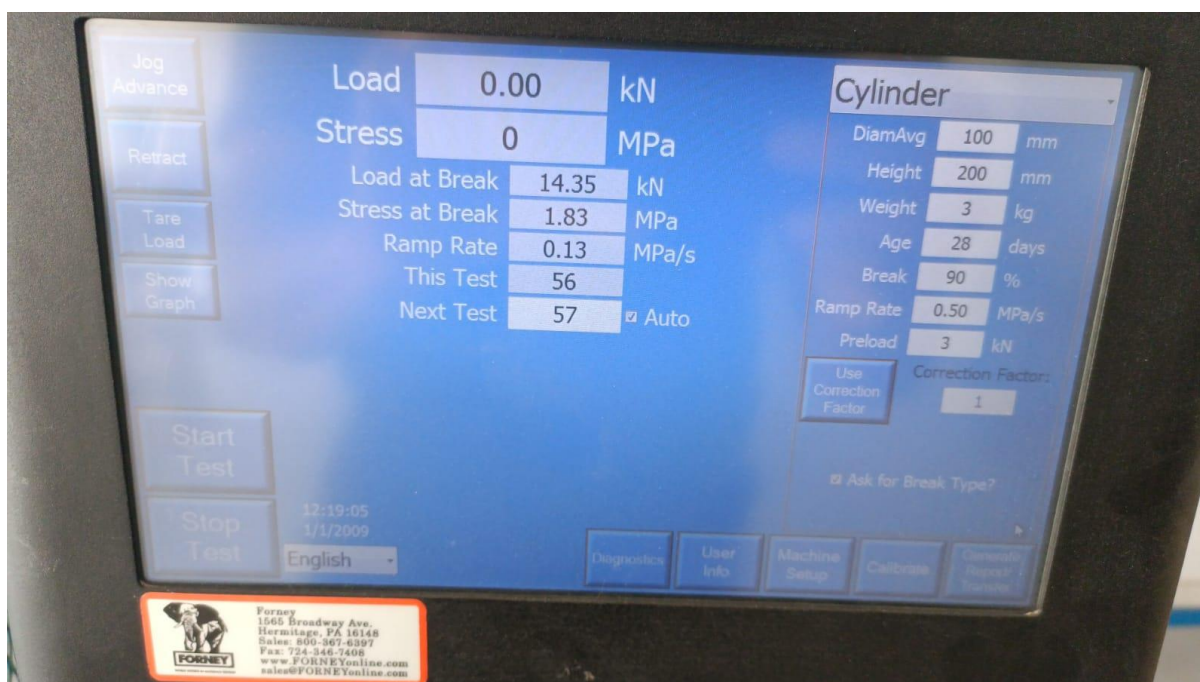
Figura 3 – Foto do resultado do teste 1, 0% EPS (isopor). (Fonte: Próprio autor).



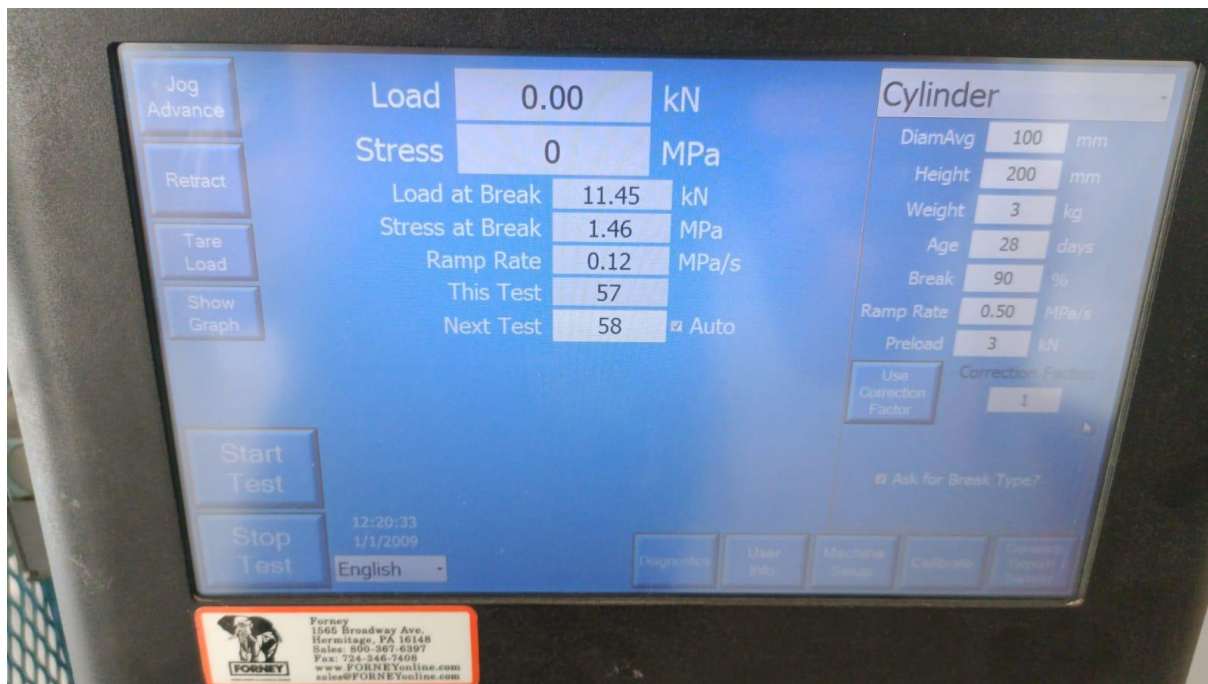
Figura 4 – Foto do resultado do teste 2, 0% EPS (isopor). (Fonte: Próprio autor).



**Figura 5** – Foto do resultado do teste 3,25% EPS (isopor). (Fonte: Próprio autor).



**Figura 6** – Foto do resultado do teste 4,25% EPS (isopor). (Fonte: Próprio autor).



**Figura 7** – Foto do resultado do teste 5,50% EPS (isopor). (Fonte: Próprio autor).



**Figura 8** – Foto do resultado do teste 6,50% EPS (isopor). (Fonte: Próprio autor).

## Conclusões

Através das necessidades construtivas atuais, em especial no desenvolvimento de novos métodos mais eficientes, e com base nos estudos realizados observou-se que o concreto permeável com inclusão de partículas de EPS possui um futuro promissor dentro da construção civil,

Com base na análise dos dados foi possível notar uma diminuição na resistência desse concreto permeável com adição de EPS, contudo nada que pudesse tornar esse novo tipo inviável, já que o mesmo atingiu os requisitos mínimos para uso dentro da ABNT NBR 16416-2015, porém apenas com uso moldado no local, ou seja, será necessário haver todo um preparo do solo para recebimento desse concreto além do sistema de drenagem, já que ele deve ser preparado, despejado, espalhado e curado no local de utilização.

Deve-se considerar também que a partir de um ponto, a inclusão de partículas de EPS, ocasiona um ponto de ruptura nos testes de compressão mais baixo, isso acontece devido às características específicas do EPS, como também a redução de peso devido a substituição dos materiais, além disso, nota-se uma redução na porosidade não permitindo o adequado escoamento para drenagem das águas proveniente das chuvas.

Quando se fala em índices menores que 25% de substituição de brita por EPS, observa-se resultados promissores em relação a resistência, atingindo o mínimo exigido em norma. Com perda de resistência de apenas 9,81% ao se comparado com o traço convencional, indica que existe a necessidade de fazer novas pesquisas e novos testes alterando a composição e a granulometria dos materiais com o objetivo de buscar uma melhor resistência à compressão e a drenagem esperada para o material.

Pode-se com a pesquisa afunilar os dados e definir um percentual para o desenvolvimento de novas pesquisas para a obtenção do traço esperado de concreto permeável, sugere-se a utilização de outros métodos de cura como também uma possível variação da granulometria dos agregados, a fim de atingir o objetivo e encontrar o traço adequado, que atenda as necessidades comerciais e ambientais, tendo uma boa resistência à compressão, como também uma boa permeabilidade para o escoamento das águas das chuvas, um custo de desenvolvimento competitivo no mercado, e uma possível solução para o impacto ambiental gerado pelo descarte inadequado e falta de políticas de reciclagem para o EPS no Brasil.

## Referências Bibliográficas

ALVES, Natadine Alves, **9 Materiais sustentáveis para construção civil**. Disponível em: <https://constructapp.io/pt/materiais-sustentaveis-construcao-civil/>. Acesso em 04/03/2021.

ABRAPEX. **O que é eps**. Disponível em: <http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html> . Acesso em: 31/08/2021.

APARECIDA DA SILVA, Marcia, Livia; DE PAOLI, Marco Aurélio; **A TECNOLOGIA DA RECICLAGEM DE POLÍMEROS**, INSTITUTO DE QUÍMICA, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, CAMPINAS – SP 2003. Acesso em: 10/05/2021

Associação Brasileira de Cimento Portland, **Cimento: Diferentes tipos e aplicações**. Disponível em: <https://abcp.org.br/imprensa/artigos/cimento-diferentes-tipos-e-aplicacoes/> Acesso em: 10/05/2021

CATOLA, Thiago Catola. **Concreto leve com eps**. Disponível em: <http://www.clubedoconcreto.com.br/2017/06/concreto-leve-com-eps-tracos.html>. Acesso em: 07/06/2021.

GOMES DA SILVA, Jorge Henrique; PERES COSTA, Ravell, **A SUBSTITUIÇÃO DA BRITA POR RESÍDUO DE PNEU TRITURADO NO TRAÇO DO CONCRETO PERMEÁVEL**, Universidade São Francisco, Bragança Paulista, 2019. Acesso em: 10/05/2021

JACY, Construtora Jacy. **Conceitos da construção sustentável**. Disponível em: <https://jacy.com.br/conceitos-da-construcao-sustentavel/>. Acesso em: 04/06/2021.

Jerry Yudelson, Oliveira, Mattos, Krebs, **Construção Sustentável: Um desafio possível**. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/construcao-sustentavel-um-desafio-possivel.htm#indice3>. Acesso em: 21/05/2021.

JUNIOR, Materiais Júnior. **Polímero: Entenda mais sobre suas propriedades e aplicações**. Disponível em: [https://materiaisjr.com.br/polimeros-entenda-mais-sobre-suas-propriedades-e-aplicacoes/?gclid=Cj0KCQjw7pKFBhDUARIsAFUoMDbIYdz2wxXHOt-CRBESfQrNSxo8zF4PcVwgDYgFsTSwX4LVpVYh9gEaAoTUEALw\\_wcB](https://materiaisjr.com.br/polimeros-entenda-mais-sobre-suas-propriedades-e-aplicacoes/?gclid=Cj0KCQjw7pKFBhDUARIsAFUoMDbIYdz2wxXHOt-CRBESfQrNSxo8zF4PcVwgDYgFsTSwX4LVpVYh9gEaAoTUEALw_wcB). Acesso em: 19/05/2021

LIMA, Tomás Lima, **10 construções sustentáveis que você precisa conhecer**. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/10-construcoes-sustentaveis/>. Acesso em: 04/03/2021

MOBUSS, **Construção Mobuss. Sustentabilidade na construção civil: entenda a importância e como aplicar**. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/sustentabilidade-na-construcao-civil/>. Acesso em: 04/06/2021.

MOTTA, Rosângela dos Santos. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego**. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-19072006-114729/publico/Dissert.mestrado\\_RosangelaMotta.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-19072006-114729/publico/Dissert.mestrado_RosangelaMotta.pdf). Acesso em 05/06/2021.

NETO, Leandro Carvalho Damacena. **História do Mundo. Mundo sem Água.** Disponível em: <<https://www.historiadomundo.com.br/curiosidades/mundo-sem-agua.htm>>. Acesso em: 08/03/2021.

OLIVEIRA, Fabiana, BUNDER Jefferson, **O Concreto: sua origem, sua história.** Universidade de São Paulo, São Paulo, Junho de 2016. Disponível em: [https://www.academia.edu/download/51155957/Concreto.\\_Sua\\_origem\\_\\_sua\\_historia.pdf](https://www.academia.edu/download/51155957/Concreto._Sua_origem__sua_historia.pdf). Acesso em: 21/05/2021.

Paulete Schwetz, Alexandre Lorenzi, Luiz Carlos P. Silva Filho, Livia Zoppas Ferreira, Vitor Linhares, Michael Parisoto. **CONCRETO PERMEÁVEL: OTIMIZAÇÃO DO TRAÇO PARA PAVIMENTAÇÃO DE FLUXO LEVE**, XVI CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PATOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN, LISBOA 2015. Acesso em 20/10/2021.

PINI, Editora Pini. **Manual de utilização EPS na construção civil.** Disponível em: Manual de utilização EPS na construção civil/abrapex Associação Brasileira de poliestireno expandido ponto São Paulo:, 2006. Acesso em: 07/06/2021.

Pinto-Coelho, Ricardo Motta. **Crise nas Águas: Educação, ciência e governança, juntas, evitando conflitos gerados por escassez e perda da qualidade das águas** /Ricardo M. Pinto-Coelho & Karl Havens. – Belo Horizonte: [s.n.], 2015. Acesso em 20/10/2021.

PORTO, Gabriella Porto. **Isopor.** Disponível em: <<https://www.infoescola.com/compostos-quimicos/isopor/>>. Acesso em: 19/05/2021.

SOUZA DE OLIVEIRA, Livia, **REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ISOPOR) EM COMPÓSITOS**, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI, 2013. Acesso em: 18/09/2021.