

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO POLIESTIRENO EXPANDIDO E DAS CINZAS DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA FABRICAÇÃO DO CONCRETO LEVE

DE SOUZA, Luana Ely Farias¹;

TOMMASELLI, Maria Aparecida Garcia²;

¹Discente do curso de Engenharia Civil, UFGD, luanaelyfarias@hotmail.com¹;

²Docente do curso de Engenharia Civil, UFGD, mariamachado@ufgd.edu.br²;

RESUMO – A necessidade da criação de materiais alternativos demanda o desenvolvimento de novas técnicas aplicadas aos sistemas construtivos na construção civil. Nesse contexto, o desenvolvimento de novos traços de concreto surge como um potencial campo de estudo, uma vez que o concreto é o material mais consumido no mundo após a água. Desta forma, neste trabalho, realizou-se a substituição parcial do agregado graúdo por pérolas de EPS, nas porcentagens de 5%, 10% e 15%, buscando diminuição da densidade, e ainda, substituiu-se 25% do agregado miúdo por cinzas do bagaço da cana-de-açúcar com o intuito de aumentar a resistência. Os resultados encontrados para a resistência à compressão aos 28 dias foram menores do que os esperados, havendo uma redução nas tensões finais quando comparados com os da literatura, possivelmente sendo causada pela adição das cinzas em conjunto ao EPS. Para os ensaios de absorção, massa específica e índice de vazios, os resultados sofreram uma redução em função do aumento das porcentagens das pérolas, conforme esperado.

Palavras-chave: Concreto; EPS; CBC.

ABSTRACT The need for the creation of alternative materials demands the development of new techniques applied to construction systems in civil construction. In this context, the development of new concrete traces emerges as a potential field of study, since concrete is the most consumed material in the world after water. Thus, in this work, the coarse aggregate was partially replaced by EPS pearls, in the percentages of 5%, 10% and 15%, seeking a decrease in density, and 25% of the fine aggregate was replaced by ash from sugarcane bagasse in order to increase the resistance. The results found for compressive strength at 28 days were lower than expected, with a reduction in final tensions when compared to those in the literature, possibly caused by the addition of ashes to EPS. For the absorption, specific mass and void tests, the results were reduced due to the increase of pearl percentages, as expected.

Keywords: Concrete; EPS; SCBA.

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, vêm sendo buscadas alternativas que aprimorem as diferentes formas de vida, dentre elas, melhorias no quesito moradia. Conforme necessidade, surgem novas matérias primas e tecnologias que são capazes de proporcionar redução de custos e aumento do conforto pessoal. Além disso, com o crescimento das cidades e desenvolvimento humano, principalmente após a revolução industrial, surge também uma ampliação do volume de resíduos na natureza sem um descarte adequado (OLIVEIRA, 2013).

Entre os materiais frequentemente utilizados na construção civil encontra-se o poliestireno expandido (EPS), utilizados na fabricação de lajes, juntas de dilatação, telhas termoacústicas, entre outros. Ademais, encontra-se correntemente em embalagens, armazenamento de alimentos, entre outros. Assim, é importante que seja feita uma ação redutora desses resíduos.

No Brasil, o EPS representa um problema ambiental devido ao alto custo de sua coleta seletiva. Entretanto, é possível que seja feito o reaproveitamento deste material para criação de novos produtos, até mesmo na própria construção civil, como a inserção em concretos leves (OLIVEIRA, 2013).

Sabendo dos diversos problemas ambientais no planeta, surge uma necessidade de se utilizar produtos de fontes renováveis, como para a geração de energia, impulsionando a produção de álcool e açúcar no mundo e também para uso em outras áreas que utilizam produtos de fontes não-renováveis, como na construção civil. No Brasil, cerca de 95% do bagaço produzido é utilizado para geração de vapor em caldeiras, sendo considerado o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo (CORDEIRO et al., 2008).

Dentre os estados que lideram essa produção, destacam-se São Paulo, estados da região centro-sul e os estados do Nordeste (CONAB, 2019). Portanto, através dessa grande produção nacional, é possível refrear a extração da areia principalmente na área da construção, utilizando-se de materiais provenientes de fontes renováveis, como por exemplo, fazendo a utilização de cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC) (MARTINS; MACHADO, 2010).

2 OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a resistência à compressão e absorção de água do concreto leve com o uso de EPS e adição de cinzas, buscando promover a reutilização de materiais na fabricação do concreto.

3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Com o crescente aumento de resíduos na natureza, busca-se, através deste trabalho, relacionar as propriedades do concreto leve como uma alternativa economicamente e ambientalmente viável, com boa qualidade, compensando a perda de resistência causada pelo EPS através do acréscimo das cinzas resultantes da queima do bagaço da cana-de-açúcar.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Concreto

A produção do concreto de cimento Portland, material de construção mais utilizado pelo mundo, é considerada relativamente fácil. Isso acontece devido à sua simplicidade quanto ao uso de materiais na fabricação (materiais estes encontrados localmente), quanto ao processo de produção, além de sua versátil aplicabilidade. Assim, segundo Rossignolo (2009), o concreto se caracteriza apenas por uma mistura de agregados, cimento e água. Entretanto, nos últimos anos, houve uma procura por melhorias desse material referente ao aprimoramento das técnicas e ao uso de novos materiais. Dessa forma, houve uma inserção de concretos especiais, dentre eles, o concreto leve.

3.2 Concreto leve

Rossignolo (2009) afirma que a crescente utilização de concretos leves estruturais na construção civil se dá por diversas vantagens correlacionadas ao baixo peso específico dos mesmos. A economia com esse tipo de concreto ocorre de forma direta, através da redução das fôrmas e cimbramentos, e também custos indiretos, tais como a diminuição de custos referentes ao transporte e montagem das edificações pré-fabricadas.

Apesar do custo de fabricação do concreto leve ser maior do que o concreto convencional, há uma compensação quando se diz respeito à estrutura em si, pois com a diminuição do peso próprio, há, de forma conjunta, uma redução de custos na fundação (CATOIA, 2012).

Ainda segundo Catoia (2012), é importante ressaltar que a escolha dos materiais deve levar em consideração a qualidade final do produto, custos baixos em sua produção, além de aspectos ambientais.

Assim, é possível reutilizar materiais provenientes de resíduos da construção civil, e também a incorporação de resíduos agroindustriais, nos quais não possuem destinação

Concreto leve com EPS e cinzas do bagaço da cana-de-açúcar: influência e viabilidade.

adequada (um exemplo seria a reutilização de cinzas oriundas do produto da queima de cana-de-açúcar) (MARTINS FILHO; MARTINS, 2017).

As aplicações do concreto leve, descritas por Oliveira (2013), se dão por elementos nos quais não exigem alta resistência a grandes esforços, além da utilização em elementos arquitetônicos. As principais utilizações são: regularização de lajes, inclinação para escoamento de água, painéis de fechamento, elementos pré-fabricados, pavimentos, elementos tipo “móveis” e em áreas de lazer.

3.3 Poliestireno expandido (EPS)

O EPS é um produto da polimerização do estireno em água. Os resultados são esferas, também chamadas de pérolas com até 3 mm de diâmetro, podendo ser expandidas até 50 vezes seu tamanho. Podem ser recicladas infinitas vezes, sem perdas de propriedades (ABIQUIM, 2014). Ferrándiz-Mas et al (2015) afirma que esse material é inerte e não contamina água, ar ou solo.

O EPS, segundo Oliveira (2013), obteve seu reconhecimento e maior utilização há cerca de 35 anos, por suas características principais, como leveza, baixo custo, facilidade de trabalhar, características isolantes, entre outras.

As principais vantagens do EPS, segundo Ferrándiz-Mas et al (2015), são listadas a seguir:

- Baixa densidade;
- Material inerte: processo de fabricação não contamina o meio ambiente e não geram riscos à saúde;
- Baixa condutividade térmica;
- Isolamento acústico;
- Resistência química: compatibilidade com a maioria dos materiais utilizados na construção civil, com exceção de alguns ácidos concentrados e solventes;
- Alta durabilidade;

3.4 Características do concreto leve com EPS

Com a utilização de pérolas de EPS no concreto, algumas propriedades são modificadas em relação ao concreto convencional, tais como: trabalhabilidade, zona de transição, resistência mecânica, resistência ao fogo, isolamento térmico e acústico, entre outros. A seguir, serão detalhadas em tópicos algumas das principais diferenças causadas diretamente pela adição do EPS (OLIVEIRA, 2013).

3.4.1 Trabalhabilidade

A trabalhabilidade do concreto está ligada diretamente à facilidade do emprego do material em obras, ou seja, sua consistência. Essa trabalhabilidade pode ser medida através do resultado do *slump test*, também conhecido como teste do cone invertido.

Para concretos leves, quando comparados ao concreto convencional, o resultado do teste apresenta valores menores, segundo Rossignolo (2009). Isso se deve ao fato de o concreto leve possuir uma superfície áspera e porosa e por apresentar baixa massa específica (CATOIA, 2012).

3.4.2 Zona de transição

Segundo Catoia (2012), o componente mais fraco do sistema é o próprio agregado, e não a interface pasta-agregado. Isso acontece, pois, o agregado leve possui maior rugosidade e isso ocasiona uma melhor aderência com a matriz de cimento. Outro fator que influencia para essa melhor interação é a absorção de umidade, pois quando o agregado é saturado, as ligações são fragilizadas. Assim, com um agregado leve livre de umidade, a ligação é fortalecida, dificultado a separação dos materiais.

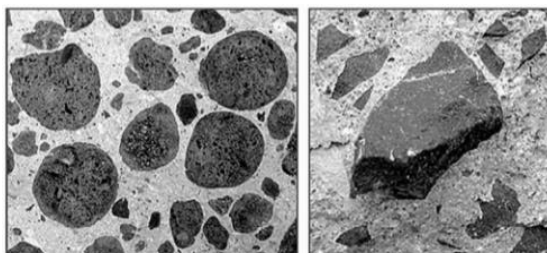
3.4.3 Resistência mecânica

A resistência à compressão e à flexão do concreto leve, em números, é menor do que em concretos convencionais. Isso se deve ao fato de o EPS possuir um elevado número de vazios (podendo chegar até 50% do volume total), e quanto maior o número de vazios, menor a resistência (ROSSIGNOLO, 2009).

A zona de transição entre agregados leves e a matriz de cimento é melhorada em vista da maior rugosidade e porosidade do agregado leve. Assim, o rompimento do concreto leve não ocorre mais devido à diferença das deformações dos agregados, assim como em concretos convencionais e sim pelo colapso da argamassa (CATOIA, 2012).

A Figura 1 mostra a linha de fratura de concreto leve e concreto convencional respectivamente.

Figura 1. Representação da linha de fratura de concretos leves à esquerda, e de concreto convencional à direita.



Fonte: ROSSIGNOLO, 2009.

Analisando a linha de fratura, nota-se que a mesma atravessa o agregado. Dessa forma, quando o limite de resistência do agregado é atingido, ocorre o rompimento do mesmo, não sendo influenciado pelo aumento da resistência da argamassa (CATOIA, 2012).

Outro fator que influencia de forma direta no resultado final da resistência do concreto, é a formação de microfissuras. Essas microfissuras podem ocorrer por diversos fatores, desde a retração do concreto, distribuição granulométrica do agregado, condições de cura, entre outros. Assim, quando sujeito a tensões, o concreto com fissuras é mais suscetível ao rompimento (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

3.4.4 Durabilidade

Uma característica importante que deve ser levada em consideração no produto final do concreto, é a formação de fissuras, que, segundo Rossignolo (2009), ocorre pela diferença do módulo de elasticidade na zona de transição pasta-agregado. Entretanto, essa diferença do módulo de elasticidade nos concretos leves com EPS, é menor. Assim, a formação de fissuras do concreto leve é menor do que em concretos convencionais, proporcionando, conseqüentemente, uma menor permeabilidade por entre as fissuras. Essa permeabilidade pode ser de água e/ou demais agentes agressores, podendo gerar problemas para o concreto. Dessa forma, a presença de fissuras afeta diretamente na durabilidade do concreto (CATOIA, 2012).

4 CINZAS DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Um material utilizado também na fabricação de concreto buscando atingir resistência, é a cinza resultante da queima do bagaço da cana-de-açúcar, em vista da sua composição. Essa composição, que pode ser tanto pela presença de pozolana quanto pela presença de sílica, substitui recursos não-renováveis que são consumidos em grande quantidade na construção civil (MARTINS FILHO; MARTINS, 2017).

Estima-se, segundo dados do Fiesp/Diesp (2001) que para cada tonelada de bagaço queimado são geradas 24 kg de cinzas. Essas cinzas, em sua maioria, são utilizadas para o adubo de plantações, mas segundo pesquisas da Embrapa, grande parte das mesmas não possuem nutrientes necessários para um novo plantio. A indústria da cana-de-açúcar busca cada vez mais uma destinação para esses resíduos.

O produto da queima do bagaço da cana-de-açúcar pode ser classificado entre cinza leve e cinza pesada, sendo a primeira considerada um material pozolânico (material inerte que quando moído e em contato com a água, reage com o hidróxido de cálcio) com

Concreto leve com EPS e cinzas do bagaço da cana-de-açúcar: influência e viabilidade.

alta capacidade cimentícia, e a segunda, com baixa capacidade cimentícia, podendo substituir agregados miúdos para a obtenção de concretos (MARTINS FILHO; MARTINS, 2017).

Ainda segundo Martins Filho e Martins (2017), uma das características principais da cinza é a presença da sílica em sua composição, sendo esta, presente na areia fina. Essa sílica proporciona aumento de resistência à compressão através do melhoramento das propriedades do concreto.

Além disso, o concreto leve se caracteriza por possuir um baixo peso específico. Porém, seu uso reduz consideravelmente a resistência desse material, exigindo o uso de aditivos ou agregados que possam compensar esta perda (ROSSIGNOLO, 2019). Assim, estudos comprovam que o uso percentual de cinzas do bagaço da cana-de-açúcar como substituto do agregado miúdo pode proporcionar um aumento de resistência no concreto, devido sua composição granulométrica, gerando um melhor empacotamento entre as partículas (MARTINS FILHO; MARTINS, 2017).

Segundo Martins e Machado (2010), quando realizada a substituição parcial da areia por cinza do bagaço da cana-de-açúcar, em porcentagens em torno de 25%, contribui de forma significativa para o aumento da resistência final do concreto aos ensaios de compressão devido ao grande teor de finos, tornando o concreto com uma menor permeabilidade e aumentando a vida útil deste concreto.

5 METODOLOGIA

5.1 Traço do concreto

Para efeitos de comparação, o traço utilizado foi o mesmo escolhido por Rocha, Altran e Figueiredo (2016), com resistência final aos 28 dias de 25 MPa. Assim, o traço utilizado foi o desenvolvido por Silva (1975), sendo utilizados para objeto de estudo nas seguintes proporções:

- **Traço piloto** – 0% de substituição dos agregados;
- **Traço 2** – 5% de substituição da brita 1 por pérolas de EPS, e 25% de substituição da areia por CBC;
- **Traço 3** – 10% de substituição da brita 1 por pérolas de EPS, e 25% de substituição da areia por CBC;
- **Traço 4** – 15% de substituição da brita 1 por pérolas de EPS, e 25% de substituição da areia por CBC;

A escolha referente às substituições das pérolas de EPS se deu através da comparação com o estudo citado anteriormente. Foi adotado um valor de 25% de

Concreto leve com EPS e cinzas do bagaço da cana-de-açúcar: influência e viabilidade.

substituição parcial de areia pelas CBC de forma a avaliar suas possíveis alterações com relação aos traços desse mesmo estudo.

5.2 Materiais

Os materiais utilizados estão descritos a seguir:

- EPS: Foram utilizadas pérolas de EPS de granulometria 5 mm, provenientes da segregação manual de telhas termoacústicas, conhecidas como telhas sanduíches, reaproveitadas de uma obra localizada em Dourados/MS.
- Cimento Portland II – F32 (CPII – Z – 32), destinado a uso geral;
- Agregados miúdos e graúdos: Foram utilizados como agregado miúdo a areia média e a cinza resultante da queima do bagaço da cana-de-açúcar; e para os agregados graúdos, a brita nº 01, com dimensão máxima de 19 mm.

5.3 Ensaaios

5.3.1 Ensaio granulométrico

Com o intuito de verificar a composição granulométrica dos agregados, foi utilizada a ABNT NBR NM 248:2003. Esse procedimento foi repetido para todos os agregados utilizados, incluindo o EPS e a cinza. Com os dados encontrados, foi possível estabelecer a curva granulométrica de cada material, podendo assim caracterizá-los conforme o módulo de finura. Esses valores estão expostos nos gráficos das Figuras 2 e 3.

5.3.2 Fabricação dos corpos de prova

Para a fabricação dos corpos de prova, seguido pela norma ABNT 5738:2015, foram pesados em balança todos os materiais de cada traço. Para os traços contendo EPS, foram realizados os seguintes passos. Primeiramente, foram adicionados na betoneira parte da água, o volume total do EPS e 1/3 da quantidade de cimento. Misturou-se por aproximadamente 3 minutos. Em seguida, foram adicionados os agregados graúdos e miúdos, de forma que os materiais se misturassem homogeneamente. Para dar sequência ao procedimento, com a betoneira em movimento foram acrescentados 1/3 da quantidade de cimento e 1/3 da quantidade de água, sendo repetido esse processo até finalizar a quantidade dos mesmos. Os materiais permaneceram em movimento na betoneira durante 3 minutos, até que a mistura tivesse consistência ideal para moldagem do concreto.

5.3.3 Ensaio de abatimento e moldagem

Para a realização do ensaio de abatimento, foram seguidas as recomendações da ABNT NBR NM 67:2008 e procedeu-se seguindo a ABNT NBR NM 5738:2015 para a moldagem dos corpos de prova.

Foram confeccionados um total de 24 corpos de prova necessários para a realização de todos os testes, sendo 6 corpos de prova para cada traço de forma a obter valores médios de comparação com o concreto convencional. Desses 6 corpos de prova, 4 deles foram utilizados para o ensaio de compressão e 2 para ensaio de absorção de água e massa específica. Após 24 horas, retirou-se todos os corpos de prova dos moldes e foram colocados para a cura.

5.3.4 Ensaio de absorção, massa específica e índice de vazios

Após a cura por 28 dias, foram realizados os seguintes testes de absorção, massa específica e índices de vazios regidos pela ABNT NBR NM 9778:2009. Esses testes foram realizados com dois corpos de prova cilíndricos com 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura.

5.3.5 Ensaio de compressão axial

Após todo esse processo, seguindo com a ABNT NBR NM 5739:2007, os corpos de prova que seriam submetidos à compressão foram regularizados e em seguida, realizados os testes através de uma prensa hidráulica. Através da área transversal de aplicação das forças, encontraram-se as tensões respectivas ao rompimento dos mesmos, dividindo a força pelas áreas encontradas através do diâmetro dos moldes.

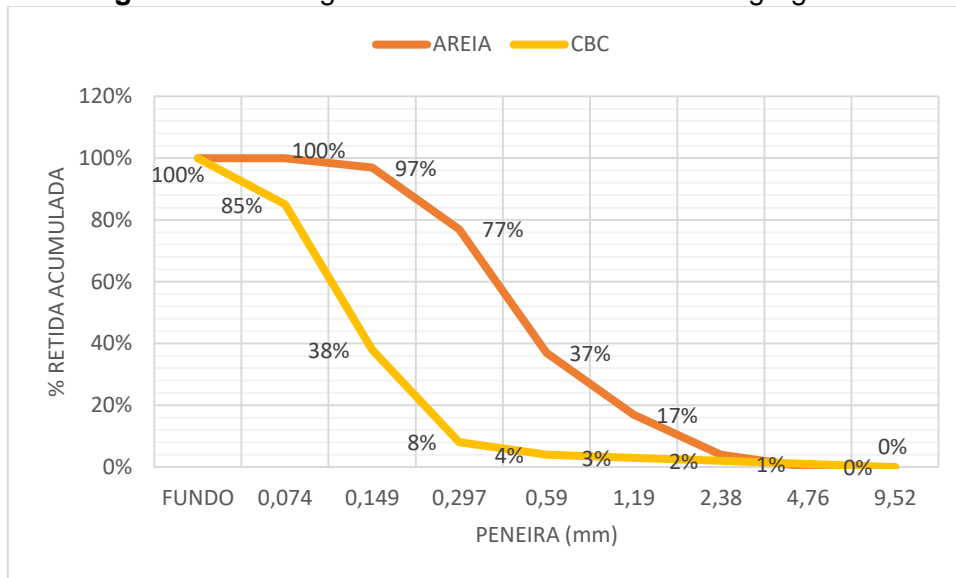
A partir dos dados encontrados, estão apresentados em forma de tabelas e gráficos os resultados de granulometria, trabalhabilidade, absorção de água, massa específica, além dos testes de compressão axial, em um processo de cura de 28 dias, a fim de verificar a resistência final do concreto.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Distribuição granulométrica

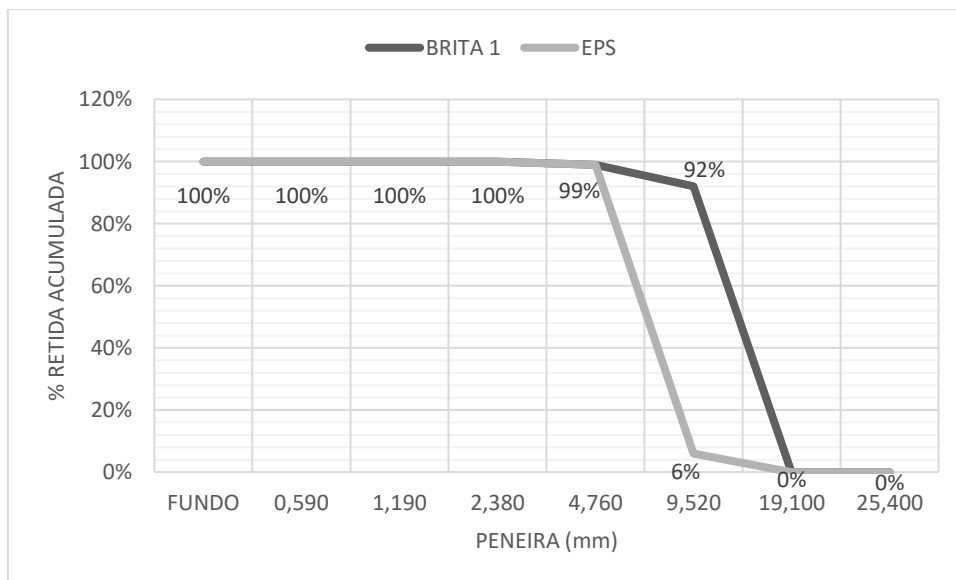
Os resultados obtidos no ensaio granulométrico dos agregados graúdos e miúdos encontram-se apresentados nas Figuras 2 e 3.

Figura 2. Curvas granulométricas referentes aos agregados miúdos.



Fonte: Autor, (2019).

Figura 3. Curvas granulométricas referentes aos agregados graúdos.



Fonte: Autor, (2019).

Os agregados utilizados na fabricação dos concretos se mostraram satisfatórios, com uma boa distribuição granulométrica. O módulo de finura encontrado para a areia foi de 2,3, portanto, sendo caracterizada como areia média segundo a ABNT NBR NM 248:2003. Para a cinza do bagaço da cana-de-açúcar, o módulo de finura encontrado foi de 1,4, sendo este, considerado entre os limites granulométricos para areia muito fina, justificando assim o seu uso em substituição parcial. O EPS utilizado teve distribuição uniforme de 5 mm como esperado, e a brita, teve como dimensão máxima característica 19 mm.

6.2 Abatimento de tronco

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados do ensaio de abatimento (*slump test*) referente a cada traço realizado.

Tabela 1. Ensaio de abatimento do tronco-cone.

Método de ensaio ABNT NBR NM 67:1998	
Traços	Abatimento (cm)
PILOTO	10,20
5% EPS	18,80
10%EPS	17,30
15% EPS	16,80

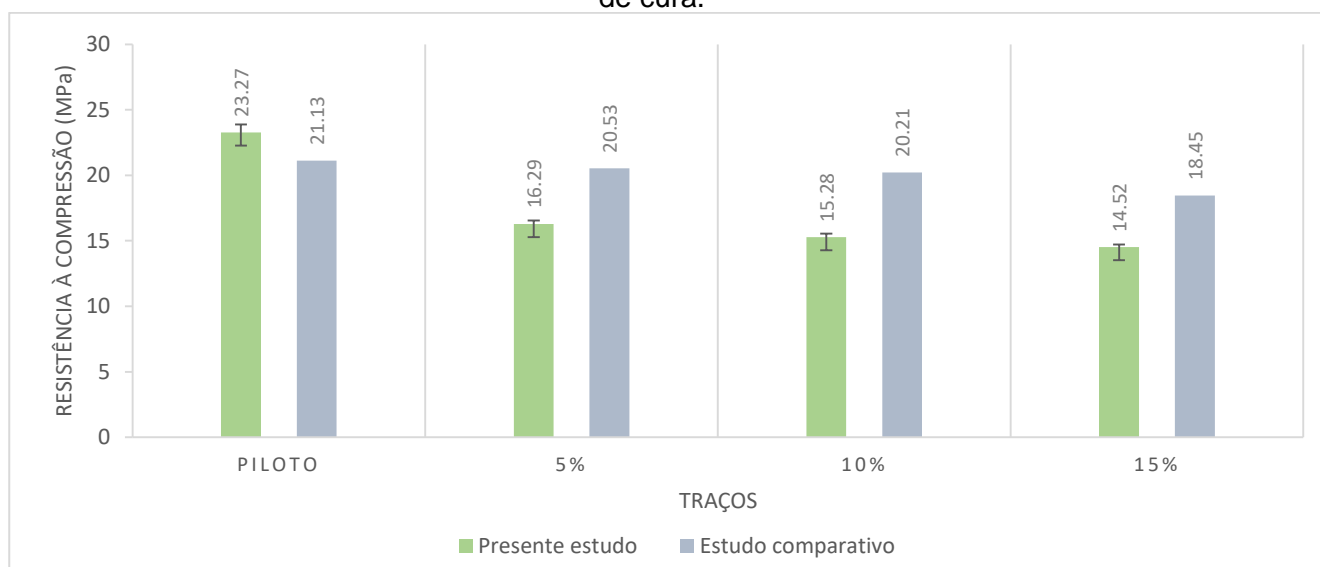
Fonte: Autor, (2019).

A partir dos valores encontrados neste ensaio, foi possível constatar que quanto maior a quantidade de EPS, menor é a sua trabalhabilidade. Porém, quando comparados com o abatimento do traço piloto, notou-se uma melhora significativa devido ao acréscimo das pérolas.

6.3 Compressão axial

A Figura 4 mostra os resultados encontrados para o ensaio de compressão axial aos 28 dias para o presente estudo, acrescido dos resultados encontrados por Rocha, Altran e Figueiredo (2016).

Figura 4. Resistência a compressão dos corpos de prova com 0, 5, 10 e 15% de EPS, aos 28 dias de cura.



Fonte: Autor, (2019).

Os resultados referentes ao ensaio de compressão verificados pela ABNT NBR 5739/2007 apresentaram uma considerável diminuição dessa capacidade conforme o acréscimo de EPS no traço, porém, os resultados encontrados para os traços de 5, 10 e 15% de EPS se mantiveram com um nível próximo de resistência, como mostra a Figura 4. Essa queda pode estar relacionada com o fato de que o uso do EPS quando se diz respeito ao rompimento, o mesmo se dá quando o agregado perde sua resistência, não sendo influenciado pela resistência da argamassa. Já para um concreto convencional, o rompimento se dá pela diferença de deformação dos agregados. Assim, quanto maior a porcentagem de pérolas de EPS no traço, menor a resistência.

Em comparação com o estudo de Rocha, Altran e Figueiredo (2016), os resultados encontrados para o traço piloto se mostraram relativamente maiores, com um aumento de aproximadamente 2 MPa. Já para os traços com substituição parcial de 5, 10, e 15% de EPS, estes apresentaram uma queda próxima de 4 MPa em cada traço. Dessa forma, a substituição das cinzas juntamente com EPS na mistura resultaram em valores menores de resistência à compressão do que os esperados.

6.4 Absorção, massa específica e índice de vazios

Cada amostra utilizada para o ensaio de absorção teve sua massa medida e as médias dos valores calculados, de forma que se pudesse comparar com o traço piloto e verificar a redução das mesmas. Esses valores estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Média das massas obtidas das amostras e redução comparativa ao traço piloto.

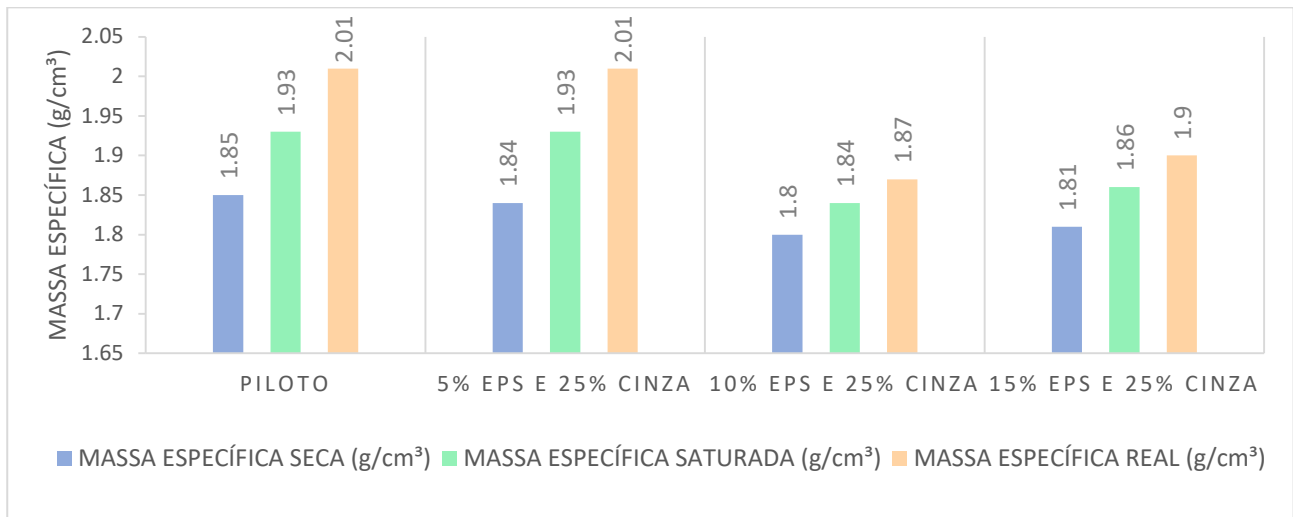
AMOSTRAS	MASSA MÉDIA DAS AMOSTRAS (KG)	MASSA MÉDIA EM RELAÇÃO AO PILOTO (%)	REDUÇÃO DA MASSA MÉDIA EM RELAÇÃO AO PILOTO (%)
PILOTO (0%)	3719,07	100%	0%
5% EPS E 25% CINZA	3463,64	93,13%	7%
10% E 25% CINZA	3358,09	90,29%	10%
15% E 25% CINZA	3248,59	87,35%	13%

Fonte: Autor, (2019).

Os resultados obtidos através destes ensaios, apresentaram uma redução total de até 13% da massa média dos corpos de prova quando comparados ao traço piloto, tornando-os mais leves conforme o aumento das pérolas de EPS, devido sua densidade baixa.

A Figura 5 apresenta os resultados obtidos no ensaio de massa específica, contendo os valores de massa específica seca, saturada e real dos 4 traços produzidos.

Figura 5. Valores obtidos no ensaio de massa específica através da ABNT NBR NM 9778:2009.

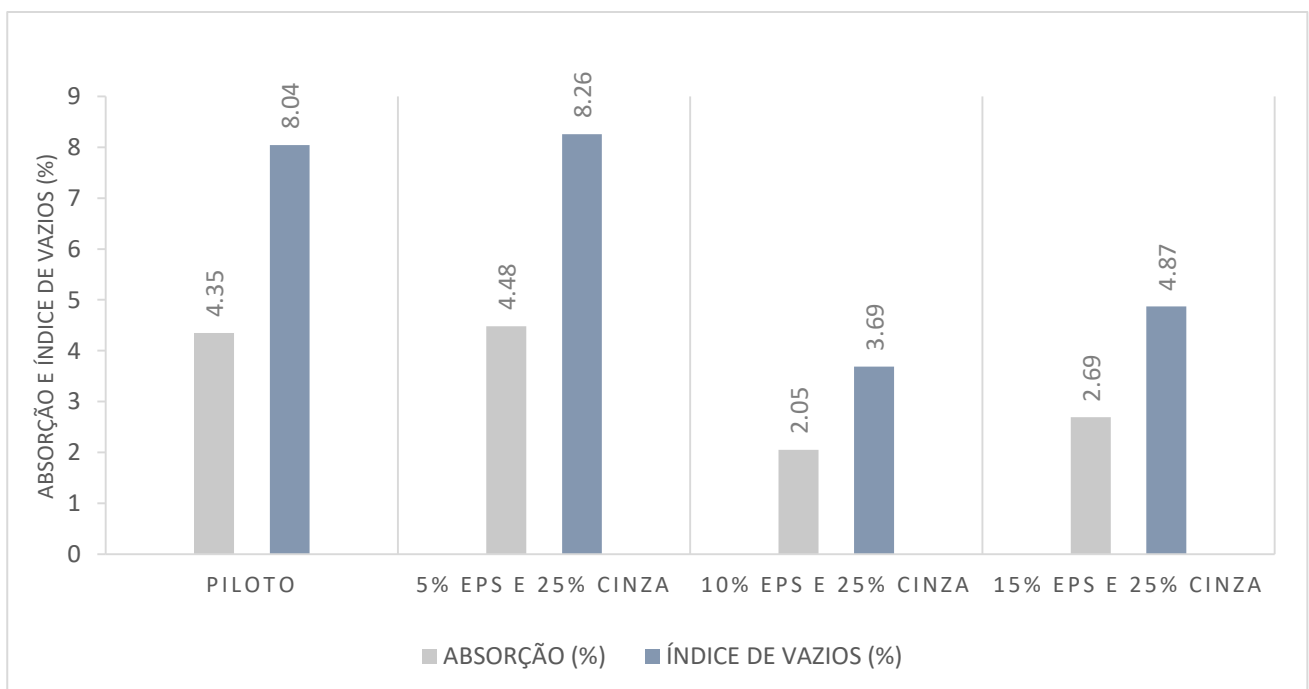


Fonte: Autor, (2019).

Foi possível comprovar que os valores de massa específica nos traços contendo EPS apresentaram-se menores quando comparados ao traço piloto. Conforme o aumento da porcentagem de EPS, esses valores se reduziram, ocasionados pelo aumento do volume de agregado leve, em consequência de sua baixa densidade. Os valores de massa específica do traço com substituição de 5% de EPS e 25% de cinza foram muito próximos ao do traço piloto.

Na Figura 6 encontram-se os valores de absorção e índice de vazios obtidos.

Figura 6. Resultados obtidos no ensaio de absorção e índice de vazios



Fonte: Autor, (2019).

Analisando os valores obtidos, constatou-se que a maior absorção se deu no traço de 5% de EPS com 25% de cinza, com valor de absorção próximo ao traço piloto, tendo relação direta com o índice de vazios, visto que quanto maior o índice de vazios, maior é a absorção. Além disso, pôde ser verificado que, conforme o aumento da porcentagem de pérolas de agregado leve, essa absorção teve seu valor diminuído devido a não-absorção do próprio material.

Existem muitos aspectos nos quais podem ser estudados com relação ao uso de EPS em um concreto. É importante que existam estudos que estabeleçam a diminuição de massa para uso desse concreto em situações nas quais necessitem de uma densidade menor, porém, de maneira que o concreto não tenha uma perda significativa de resistência. Para isso, existem, além de uso de agregados que possam ser substituídos em conjunto, o uso de aditivos que consigam atuar na microstrutura do concreto. Além disso, um fator que atua diretamente na resistência de um concreto, é o fator água/cimento. Desse modo, é importante que se tenha um controle rígido na quantidade de água absorvida por cada agregado utilizado na confecção dos corpos de prova.

7 CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos com a realização de todos os experimentos necessários, pôde-se verificar que os dados nos quais há uma visualização de mudança quanto ao uso do EPS e da cinza estão relacionados ao peso específico do material, sua trabalhabilidade, absorção e principalmente devido à resistência com relação aos testes de compressão.

Houve uma brusca queda de resistência no ensaio de compressão com a utilização de EPS e cinzas em substituição parcial aos agregados. Assim, confirma a teoria de que o aumento dessa resistência na argamassa não contribui para o aumento final de resistência à compressão.

Dessa forma, a cinza utilizada para a tentativa de ganho de resistência não teve influência. Como o EPS é um material que não absorve água, para que o mesmo tenha uma interação boa com os demais materiais utilizados na obtenção do concreto, é preciso que haja uma boa aderência entre os mesmos.

Existem algumas alternativas que auxiliam na melhora desse material com relação à aderência do EPS. Um dos principais métodos utilizados para essa finalidade é a inserção de aditivos na água de amassamento, como adesivo de polivinila, entre outros.

Concreto leve com EPS e cinzas do bagaço da cana-de-açúcar: influência e viabilidade.

Com relação ao peso específico, pôde-se notar uma redução do mesmo, pois há redução da massa específica. Assim, o peso próprio da estrutura se reduz, e conseqüentemente obtém-se uma economia no custo final da obra.

Portanto, conclui-se que se faz necessário um estudo mais aprofundado de traço e microestrutura do concreto, analisando como as pérolas de EPS se comportam com relação à resistência final, de modo a diminuir esta perda e obter como produto final um concreto leve e com um uso mais abrangente, não somente em estruturas que não exijam resistência.

Sugere-se, para trabalhos futuros, a utilização de diferentes porcentagens de cinzas do bagaço da cana-de-açúcar, de forma que se possa analisar a melhor proporção desse material para ganho de resistência no concreto leve, além de diferentes substituições de EPS. Além disso, é necessário que se faça também o estudo da conveniência relativa ao acréscimo de aditivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por não me abandonar e ter me dado forças para a finalização deste artigo.

Agradeço à minha mãe que, lá do céu, me deu total amor e apoio e com certeza está orgulhosa de suas três filhas.

Agradeço ao meu pai, que sempre me incentivou e me ajudou durante a faculdade, tornando esta caminhada mais tranquila.

Agradeço à minha família, principalmente minha irmã Priscilla, pois desde o início me ajudou a realizar esse sonho e torceu por mim em cada instante.

Agradeço a todos que me ajudaram durante o TCC, desde a separação manual do EPS até a concretagem dos corpos de prova, sendo eles: Bruna de Souza Eberhart, Bruno Aparecido Moreira Gonçalves, Christiane Cardoso de Souza Eberhart, Eduardo da Silva Westemaier, Estela Luiza da Silva Westemaier, João Victor Barbosa Bianchi, Leonardo de Souza Eberhart.

Agradeço à minha orientadora Prof. Dra. Maria Aparecida Garcia Tommaselli, por toda compreensão, pela não desistência em me ajudar, pois tenho certeza que se não fosse por ela, eu não teria conseguido.

Por fim, obrigada a todos os professores, ao coordenador do curso Prof. Dr. Agleison Ramos Omido, técnicos e demais pessoas que me fizeram crescer profissionalmente na Engenharia Civil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 248. **Agregados – Determinação da composição granulométrica.** Rio De Janeiro: ABNT, 2003.

NBR NM 5738. **Concreto: procedimento para moldagem e cura de corpos de prova, para realizar os ensaios de resistência à compressão.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

NBR NM 5739. **Concreto: ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

NBR NM 9778. **Argamassa e concreto endurecido - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica.** Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

NBR NM 67. **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ABIQUIM, 2014. **O QUE É EPS?** Disponível em: <<http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>> Acesso em: 14/04/2018

CATÓIA, T. **Concreto Ultraleve® estrutural com pérolas de EPS: caracterização do material e estudo de sua aplicação em lajes.** 2012. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2012.

CONAB | **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR** | v. 4 - Safra 2019/20, n. 1 - Segundo levantamento, agosto de 2019.

CORDEIRO, G. C.; TOLEDO FILHO, R. D.; FAIRBAIRN, E. M. R.; TAVARES, L. M. M. **Pozzolanic activity and filler effect of sugar cane bagasse ash in Portland cement and lime mortars.** Cement & Concrete Composites, v.30, p.410-418, 2008.

FERRANDÍZ-MAS, V.; SARABIA, L. A.; ORTIZ, M. C.; CHEESEMAN, C.R; GARCÍA-ALCOCEL, E. **Design of bespoke lightweight cement mortars containing waste expanded polystyrene by experimental statistical methods,** 2015.

MARTINS, C.H.; MACHADO, P.H.T. **Estudo da utilização da cinza de bagaço de cana-de-açúcar em argamassas em concretos.** In: ECMEC 2010 – Encontro Nacional de Materiais de Estruturas Compositas, 2010, Porto. Anais... ECMEC, 2010. Editora da Universidade do Porto, 2010, v.1, p 1-1.

MARTINS FILHO, S.T.; MARTINS, C. H. **Utilização da cinza leve e pesada do bagaço de cana-de-açúcar como aditivo mineral na produção de blocos de concreto para pavimentação.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente. Maringá (PR), 2017.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto Microestrutura, Propriedade e Materiais – 3ª edição,** 2008.

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

Concreto leve com EPS e cinzas do bagaço da cana-de-açúcar: influência e viabilidade.

ROCHA, B. F. M.; FIGUEIREDO, F.B.; ALTRAN, D. A. **ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DO CONCRETO LEVE COM AGREGADOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO-EPS** *Colloquium Exactarum*. ISSN: 2178-8332, 8(3), 36-43, 2016.

ROSSIGNOLO, J.A. **Concreto leve estrutural: produção, propriedade, microestrutura e aplicações**. São Paulo: Pini, 2009.

SILVA, G.R. **Manual de traços de concreto**. São Paulo: Nobel, 1975. 113p.