

INVESTIGAÇÃO DE SUBSTITUIÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS EM CONCRETO

Palavras-Chave: concreto reciclado, agregados, resistência mecânica

Autores/as:

RAFAELA BRAMBILE DUARTE [E. E. Prof. Maria Neiva A. Justo]

RAISSA GASPARINI TRESSATTO DE FARIA [E. E. Prof. DR. Paulo Mangabeira Albernaz]

GABRIEL MARQUES ALVES [E. E. Parque Oziel]

Prof. Dr. CARLOS EDUARDO MARMORATO GOMES [UNICAMP]

INTRODUÇÃO:

O objetivo da pesquisa é levar ao aluno o pensamento sustentável na construção civil, analisando os diferentes agregados provenientes de resíduos que, usados na composição do concreto, podem reduzir consideravelmente o descarte inadequado de diversos materiais. Assim, a pesquisa se concentrou em formas de preservar, não poluir, extrair e descartar menos recursos do meio ambiente em que fazemos parte, a fim de garantir o desenvolvimento e evolução de cidades junto da sustentabilidade ambiental, observamos ao final de cada artigo averiguado, que a muitas possibilidades de materiais para substituir componentes do concreto. Em seguida, algumas pesquisas foram encontradas na literatura como exemplos desses materiais.

A pesquisa que incorpora cinza da bananeira no cimento Portland apontou a viabilidade do concreto com substituição pelo resíduo. Nas resultados obtidos, o material apresentou um teor ótimo de 10% de substituição quanto a resistência a compressão, com 98% de redução de absorção de água, o que elevou a resistência (BEZERRA, 2019).

O estudo da aplicação da cinza dos resíduos de ilho apresentou um teor considerável de óxido de potássio que afeta negativamente a hidratação do cimento. No entanto o uso das cinzas em unidades de alvenaria superou a medida satisfatória em resistência a compressão (AP GARCIA, 2020).

O mapeamento sistemático da literatura a respeito do reaproveitamento de resíduos de louças sanitárias em concreto, apresenta como resultado diversos artigos com diferentes formas de emprego do resíduo, concluindo que a maioria deles indicam melhorias nas propriedades do concreto com o agregado (ORTIGARA; FONTANINI, 2019).

O trabalho acerca da avaliação do uso de escória de cobre como agregado miúdo mostrou que a substituição parcial pelo agregado miúdo natural, por até 40% de substituição, promoveu acréscimo no desempenho mecânico do concreto (MOURA; GONÇALVES; LEITE, 2009).

A utilização de concreto com REEE (resíduos eletrônicos) para calçadas de pedestres, guias, blocos intertravados para uso de pedestres, e outros usos não estruturais, recomenda-se até 10% de incorporação de REEE, devido ao fato da queda na resistência a compressão não ser significativa em relação ao concreto sem incorporação. Para lastro, que não possua nenhuma função estrutural nem de suporte de carga, e usos em que o concreto não seja submetido a cargas de tração, pode-se utilizar até 20% de incorporação de REEE ao concreto. podemos concluir que o presente trabalho mostra que é viável a incorporação de REEE ao concreto em substituição de parte da brita, possibilitando uma valorização deste resíduo e uma função para ele, como agregado graúdo para concretos (ALMEIDA, 2017).

A aplicação da escória de aciaria estabilizada como substituta de parte dos agregados naturais em blocos de concreto é promissora. A fabricação de blocos de concreto com utilização de agregado artificial, a partir de escória de aciaria BSSF, atende aos requisitos previstos, quanto à resistência à compressão, análise dimensional, absorção de água e área líquida, até um percentual de substituição de 60%, sendo que nessa razão supera em 97% a resistência à compressão mínima requerida em norma (BENITTEZ, 2021).

Na pesquisa de avaliação de blocos de concreto para pavimento intertravado com adição de fibra de coco verde, foi testado o aspecto visual, avaliação dimensional, absorção de água e a resistência à compressão, com adições de 0,3% e 0,5% de fibra de coco verde no material cimentício, comprovando a viabilidade da produção (SCHEFFER; ANDRADE; REIS, 2018).

Na utilização de resíduo de fécula de mandioca como agregado de argamassa de revestimento, foi testado o desempenho mecânico e físico, retenção de água, densidade de massa e de teor de ar incorporado, com adições de 0, 10%, 20% e 30% que comprovaram a viabilidade de acordo com a mudança do acréscimo de diferentes adições (HERMES *et al.*, 2010)

Ao artigo de obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos, se foi testado a resistência à compressão com a substituição total do pó de pedra e da areia natural. Comprovado que a substituição natural por esses resíduos, se torna viável e útil na construção (GOMES *et al.*, 2017).

No teste de reaproveitamento de cinzas de carvão mineral na formulação de argamassas, foram usadas adições de 0, 10, 20, 30, 40 e 50% com teste de resistência à compressão, comprovando-se que a substituição pode ser realizada com sucesso em até 30% de adição em argamassa (SIQUEIRA; SOUZA; SOUZA, 2012).

METODOLOGIA:

Nesta pesquisa, foi utilizado o resíduo de RCD (resíduo de construção e demolição) e SCA (sílica da casca de arroz) para compor os corpos de prova de concreto para ensaio de resistência à tração e resistência à compressão.

O traço do concreto foi de 1kg de cimento CPV ARI, 1,8kg de areia, 2,1kg de RCD, 0,6kg de água para cada proporção da sílica da casca de arroz. A proporção da sílica foi feita em 4 percentagens: 0% (referência), 5%, 10% e 15%. A moldagem dos corpos de prova para ensaio à tração foi em formato de prisma retangular (quantidade 3) e para ensaio à compressão foi em formato cilíndrico (quantidade 6). Além disso, teve uma correção da água para as proporções de sílica da casca de arroz: 1 litro para 15%, 957ml para 10%, 913ml para 5% e 870ml para 0%.



Figura 1 – Moldagem dos corpos de prova.

No preparo do concreto, primeiramente todos os materiais foram pesados no traço calculado, depois foram misturados na sequência: cimento, areia, sílica da casca de arroz e por último a água colocando aos poucos. Após a mistura ser homogeneizada, foi colocada nos corpos de prova e adensada para nivelamento. A Figura 1 mostra a moldagem dos corpos de prova para ensaios à tração e à compressão.

No procedimento de adensamento do concreto para compressão foram utilizados um soquete com 30 golpes em 2 camadas do cilindro e para tração foi utilizado uma mesa de vibração manual com 30 golpes também.

As figuras 2 e 3 mostram os equipamentos de ensaio à tração e compressão respectivamente. Os ensaios de tração foram feitos com 2 corpos de prova aos 7 dias e 1 corpo de prova aos 28 dias. Os ensaios de compressão foram feitos com 3 corpos de prova aos 7 dias e 3 corpos de prova aos 28 dias.



Figura 2 – Ensaio à tração.



Figura 3 – Ensaio à compressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados dos ensaios de tração e compressão aos 7 e 28 dias podem ser vistos na tabela 1 e no gráfico 1 abaixo. Os resultados de tração foram dados em Newtons (N) e os resultados de compressão foram dados em quilograma força (kgf).

SCA	7 dias		28 dias	
	Flexão (N)	Compressão (kgf)	Flexão (N)	Compressão (kgf)
0%	1238	1648	1396	3038
	1352	1832		2960
		1320		2804
5%	1415	1920	1707	2972
	1351	1706		2728
		1906		3110
10%	1290	1870	1583	2942
	1169	1692		2966
		1988		3150
15%	1206	1940	1425	3360
	1186	1830		2854
		1854		3166

Tabela 1 – Resultado dos ensaios de tração e compressão.

Na tabela é possível perceber que houve um aumento de resistência mais significativa em relação à compressão aos 28 dias do que em relação à tração. Porém, a resistência do concreto obtido ainda não é o suficiente para suprir a norma NBR 6118 (ABNT, 2003) cujo valor característico mínimo do concreto admissível é 20 Mpa.

Força (N)

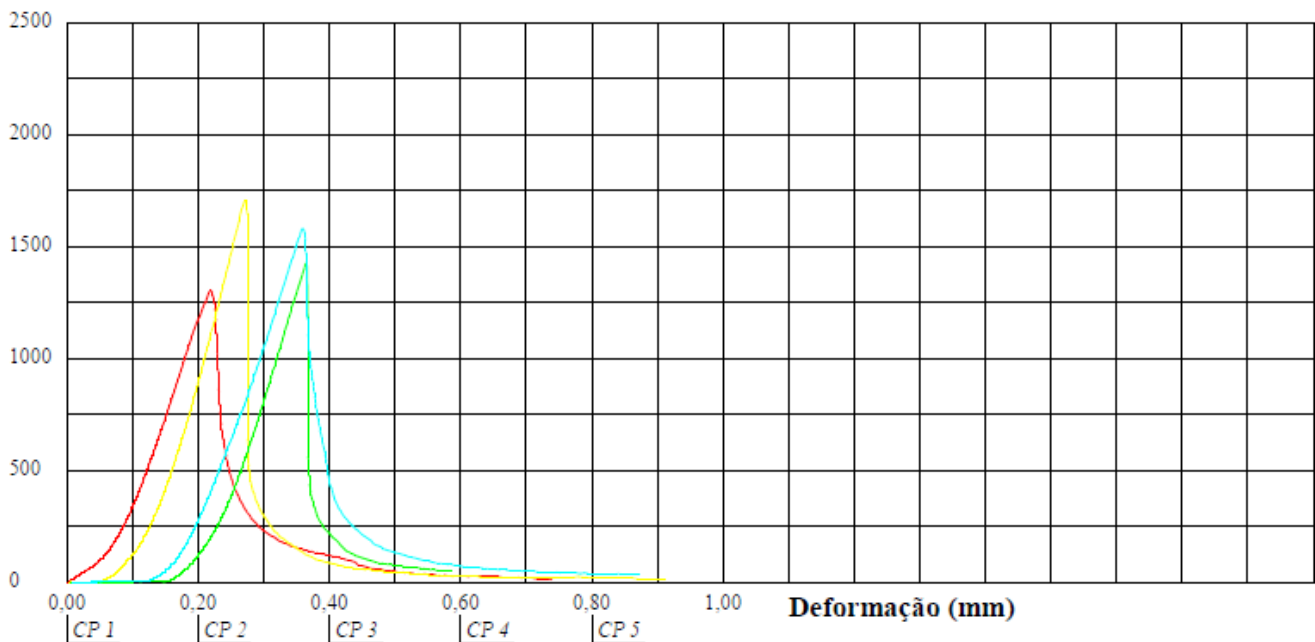


Gráfico 1 – Curva de força por deformação do ensaio à tração em N.

CONCLUSÕES:

O trabalho foi uma experiência muito gratificante para os alunos que aprenderam a calcular o traço do concreto, moldagem de corpos de prova e análise de resultados de ensaios à tração e à compressão. Os resultados mostraram que o traço escolhido não atinge os valores mínimos exigidos por norma. Para próximas pesquisas, sugere-se o cálculo de um novo traço ou a troca do resíduo por outro que possa oferecer melhores características ao concreto.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F. F. de. Avaliação da utilização de Resíduos Eletroeletrônicos (REEE) incorporados ao concreto em substituição ao agregado graúdo. 2017. 79 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Sorocaba, SP, 2017.

BENITTEZ, L. H.; MARQUES NETO, J. da C.; FERREIRA, F. G. da S.; CHOTOLI, F. F.; SANTOS, R. F. C. dos; GUILGE, M. S. Bloco de concreto com incorporação de escória de aciaria BSSF: um estudo para substituição de agregados naturais. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, 2021.

BEZERRA, F. T. C. G. Estudo das propriedades mecânicas de concreto de cimento portland com a incorporação da cinza da bananeira. 71f. **Monografia**, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019.

MOURA, W. A.; GONÇALVES, J. P.; LEITE, M. B. Avaliação das propriedades mecânicas de concretos contendo escória de cobre como agregado miúdo. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 62, p. 221-225, 2009.

GOMES, P. C. C.; PEREIRA, F. A.; UCHÔA, S. B. B.; OLIVEIRA, F. C. de; ALMEIDA, L. H. Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos. **Ambiente Construído**, v. 17, n 3, p. 267-280, 2017.

HERMES, E.; PELISSARI, P. G. Z.; PAZ, D.; BORON, L.; MUCELIN, C. A. Utilização de Resíduo de Fécula de Mandioca como Agregado de Argamassa de Revestimento. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 7, n. 1, p. 109-120, 2010.

ORTIGARA, Y. V. B.; FONTANINI, P. S. P. Reaproveitamento de resíduos de louças sanitárias em concretos-Mapeamento sistemático da literatura. **Anais... 2º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos**, p. 1-5, 2019.

SCHEFFER, J. C.; ANDRADE, R. G. M. de; REIS, A. S. dos. Avaliação experimental de blocos de concreto para pavimento intertravado com adição de fibra de coco verde. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão**, v. 3, n. 2, 2018.

SIQUEIRA, J. S.; SOUZA, C. A. G.; SOUZA, J. A. S. Reaproveitamento de cinzas de carvão mineral na formulação de argamassas. **Cerâmica**, v. 58, p. 275-279, 2012.