ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA DA INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO NATURAL PELO AGREGADO RECICLADO CERÂMICO EM ARGAMASSAS

Tema: Tecnologia dos Materiais.
Grupo: 2

JULIANO DE FREITAS DUTRA[1], GILBERTO ALVES DA SILVA NETO[2], WHITE JOSÉ DOS SANTOS[3]

[1]Estudante da Especialização em Gestão e Tecnologia do Ambiente Construído, Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG, juliano_dutra_93@hotmail.com
[2]Mestrando em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG, gilbertoneto@ufmg.br
[3]Prof. Dr., Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG, white.santos@demc.ufmg.br

RESUMO

O presente artigo visa realizar um levantamento bibliográfico referente à análise da influência do comportamento de argamassas recicladas, em relação as propriedades químicas, físicas e mecânicas que se alcançaram com a substituição do agregado natural pelo agregado reciclado oriundo de materiais cerâmicos. Assim, pôde-se observar que existe uma gama de resultados ao inserir o agregado reciclado cerâmico em argamassas. Essa diversidade se dá diante os diferentes tipos de materiais cerâmicos existentes e em relação ao tratamento que lhes é dado.

Palavras-chave: resíduos cerâmicos, agregado reciclado, argamassa reciclada.

BIBLIOGRAPHIC ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF REPLACEMENT OF THE NATURAL AGGREGATE BY THE CERAMIC RECYCLED AGGREGATE IN MORTARS

ABSTRACT

This paper aims to carry out a bibliographical survey about the influence of the recycled mortars behavior in relation to the chemical, physical and mechanical properties that were achieved with the replacement of the natural aggregate by the recycled aggregate originated from ceramic materials. Thus, it could be observed that there is a range of results when inserting the ceramic recycled aggregate into mortars. This diversity occurs in the face of the different types of ceramic materials and in relation to the treatment given to them.

Key-words: ceramic waste, recycled aggregate, recycled mortar.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil gera uma grande quantidade de resíduos que são descartados de forma irregular em diversos locais[1]. Estima-se que a geração mundial de resíduos, gira em torno de 3 bilhões de ton/ano. Só no Brasil, esse número gira em torno de 70 milhões de ton/ano[2]. Tais valores variam segundo o índice de desenvolvimento humano[1].

Os resíduos de construção e demolição (RCD) são bastante heterogêneos. Nos estudos de Contreras *et al.*[1], por exemplo, o RCD era composto por 50% de material cerâmico, 30% de argamassas e 20% de concretos. Atualmente, dentre essas frações do RCD, a cerâmica é a menos estudada. Jimenéz *et al.*[3] acreditam que a substituição do agregado natural (AN) pelo agregado reciclado cerâmico (ARC) é possível em um teor de até 40%. Neste artigo, foram realizadas análises de diferentes tipos de materiais cerâmicos, cada um, alcançando resultados diferentes quando se comparam entre si[3-7]. Em sua maioria, as propriedades mecânicas das argamassas foram melhoradas, e constatou-se a falta de estudos referentes a durabilidade das mesmas, quando são compostas por materiais cerâmicos.

Assim, existem indícios de que é possível realizar a substituição do AN pelo ARC em argamassas. Contudo, torna-se necessário o conhecimento de todos os materiais que serão utilizados, e de sua influência nas propriedades do produto final. Portanto, este trabalho possui como objetivo proporcionar uma maior familiaridade com os resíduos cerâmicos, como ele está sendo utilizado e quais os resultados que se tem obtido, afim de identificar lacunas que devem ser melhor explanadas para consolidar a sua utilização em argamassas.

2. METODOLOGIA

Atualmente, diversos estudos visam a substituição dos AN pelos agregados reciclados provenientes do RCD, como uma solução para sanar parte dos problemas enfrentados devido a geração desses resíduos e a sua má destinação. O presente trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica de caráter exploratório, com o intuito de conhecer melhor os ARCs e como a sua substituição tem influenciado nas propriedades das argamassas. Assim, foram analisados estudos científicos da questão-problema, identificando possíveis lacunas que devem ser mais exploradas, e algumas dificuldades que vem sendo encontradas em estudos que adotaram em argamassas o agregado miúdo reciclado cerâmico.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1. Propriedades dos ARCs

Os agregados miúdos reciclados que são inseridos em argamassas, devem alcançar algumas exigências apresentadas pela associação brasileira para reciclagem de RCD[8]. Tais exigências incluem: possuírem dimensão máxima característica menor igual à 4,8mm; serem isentos de

impurezas; e serem provenientes da reciclagem de concretos e blocos de concretos. O agregado é um componente fundamental para a produção de materiais cimentícios e sua qualidade interfere diretamente nas propriedades do produto final[9]. Porém, acredita-se que um dos limitadores para utilizar os agregados cerâmicos provenientes de RCD, é a heterogeneidade na composição desse resíduo[10]. Essa heterogeneidade refere-se à presença de vidro, plástico, madeira e partículas de solo, que são considerados materiais contaminantes, e que podem reduzir a resistência à compressão das argamassas.

Em geral, observou-se que o ARC possui uma alta absorção de água, variando de 10% a 15%. Porém, quando se utilizou resíduos de bacia sanitária[11], este número reduziu significantemente para 0,2%. Tal diferença pode ser explicada diante à alta porosidade do material que deu origem ao resíduo[12]. Portanto, uma alta absorção de água, pode ser outro fator limitante para o uso desses agregados na produção de materiais cimentícios, pois pode ocasionar perdas na trabalhabilidade, na resistência mecânica e na durabilidade do novo material[13]. A curva granulométrica dos ARCs, em sua maioria, é mais grossa em relação ao AN. No entanto, o ARC combinado ao AN, tende a gerar uma curva satisfatória[14], proporcionando um melhor empacotamento à mistura, e uma melhor conectividade entre os grãos. Acrescenta-se, que os agregados cerâmicos apresentam pouca atividade pozolânica em sua superfície devido a sua composição granulométrica e química, sendo que essa atividade é potencializada com o aumento da área superficial do material cerâmico[3].

3.2. Análise da influência da substituição do AN pelo ARC em argamassas

Afim de analisar a influência do ARC nas propriedades que se quer alcançar em argamassas, foi realizado um levantamento dos estudos referentes a substituição do AN pelos ARCs, compilados na Tabela 1. Observa-se na mesma, a existência de uma amplitude de diferentes tipos de materiais cerâmicos, que já foram utilizados como agregado miúdo em argamassas.

No geral, Farinha, De Brito e Veiga[5], que substituíram o AN por ARC provenientes de louças sanitárias nas frações de 10% a 20%, alcançaram resultados mais satisfatórios, como diminuição da absorção de água e aumento das demais propriedades avaliadas. Os autores explicam essa diminuição pelo efeito de empacotamento (reduzindo o tamanho dos poros e a porosidade aberta, principalmente, quando existe uma maior incorporação de finos) e um pequeno potencial pozolânico que as louças sanitárias apresentam. Nas demais pesquisas[3,4,6,7], observou-se um aumento na absorção de água, como consequência da diferença do teor de finos dos agregados. Diante substituições de até 20%, a absorção de água diminui, e com substituições superiores, a mesma aumenta[10], o que pode estar relacionado à alta absorção de água devido à excessiva ação capilar. Uma alta capacidade de absorção de água do resíduo, acarreta em uma piora direta em quase todas as propriedades avaliadas nas argamassas[7]. Portanto, estudos devem ser realizados para que seja implementado novas práticas para que o resíduo receba um tratamento ideal antes de ser inserido na matriz.

Tabela 1 - Influência do agregado miúdo reciclado cerâmico nas propriedades das argamassas

Autores	Lima (2016)[6]	Silva (2009)[10]	Farinha (2015)[5]	Jimenéz (2013)[3]	Matias (2014)[4]
Material Originário	Vidro	Peças cerâmicas	Louça sanitária	Bloco	Telhas e blocos
Teor de RCD (%)	25 - 50	20 – 100	10 - 20	0 – 40	20 – 40
Relação a/c	-	1,28 – 2,10	1,1 – 0,94	0,93 – 1,12	1,3 – 2,2
Slump (mm)	255 ± 10	255 ± 10	175 ± 3	175 ± 10	150 ± 10
Abs. de Água (%)	-	-	↓	↑ 6	
Densidade E. Fresco (%)	-	↓ 9,5	↑ 1,8	↓ 4,3	-
R. Compressão (%)	↑ 24	↓	↑ 140	↑	↑
Mod. Elasticidade (%)	-	-	↑ 54	-	-
R. Tração na Flexão (%)	↑ 34	↑ 134	↑ 44	↑	↑
Retenção de Água (%)	-	↑ 20	-	-	-

Fonte: Adaptado de LIMA *et al.*, 2009; SILVA; DE BRITO; VEIGA, 2009; FARINHA, DE BRITO, VEIGA, 2015; JIMENÉZ *et al.*, 2013; MATIAS, FARIA, TORRES, 2014

Em todos os estudos apresentados constatou-se uma alta relação a/c. Porém, houve uma redução dessa relação diante o acréscimo do teor de finos nas misturas[5]. Verificou-se, ainda, que a incorporação de resíduos de cerâmica vermelha, concreto e vidro até 20% diminuiu o coeficiente capilar dos compósitos[10,15]. Segundo esses autores, o maior percentual de incorporação de cada resíduo produz o menor coeficiente de capilaridade.

Outro comportamento observado foi um aumento na retenção de água das argamassas produzidas com ARCs. Propriedade que está associada com a trabalhabilidade das argamassas quando as mesmas são submetidas a situações que ocasionam uma perda de água, como a evaporação. Além disso, notou-se que quanto maior a substituição do AN pelo ARC, mais água foi necessária para se manter a trabalhabilidade das misturas[10].

Quanto a densidade das argamassas no estado fresco, constatou-se uma redução linear nessa propriedade[3,10], devido a menor densidade dos materiais cerâmicos provenientes de blocos em comparação a do AN. O aumento na incorporação de ar da mistura, também contribui para a diminuição da densidade no estado fresco das argamassas[16]. Porém, o efeito filler do material pode aumentar essa densidade, uma vez que os agregados miúdos passam a ocupar os vazios que antes eram preenchidos por água[5].

Quanto as propriedades mecânicas, foram alcançados aumentos, em sua maioria. Esse aumento foi observado quando foi utilizado ARCs oriundos do vidro[6], diante da constatação de que esse agregado pode ter sofrido reações pozolânicas, uma vez que esse fato melhora

a matriz e a zona de transição entre a pasta e o agregado. Acredita-se que esse aumento possa não somente ser pelo efeito pozolânico e reações físicas (adsorção, forma e rugosidade) do agregado reciclado, mas que também pode ter sido influenciado por outras substâncias químicas presentes[10]. O alto teor de finos, que gera um maior preenchimento dos poros, também pode ter favorecido as propriedades mecânicas das argamassas[3,5]. Sendo que esse alto teor tende a gerar uma maior compactação das argamassas, tornando-as mais resistentes[3,15], contribuindo também para o módulo de elasticidade das mesmas, independente do teor de substituição e das idades de realização dos testes[5].

Frente a vasta diversidade de tipos de materiais cerâmicos, é ideal que se utilize cada um separadamente, e que haja uma análise mais detalhada do tipo de material cerâmico que será utilizado. Assim, haverá um maior controle do resíduo, e se entenderá de uma forma mais clara a sua influência nas argamassas produzidas com este agregado reciclado, tentando identificar um teor ideal de substituição para cada resíduo trabalhado.

4. CONCLUSÕES

A partir dos estudos levantados, pôde-se constatar que:

- A substituição do AN pelo ARC proveniente de bacias sanitárias[6], obtiveram resultados mais satisfatórios diante os demais;
- A absorção de água é uma das principais propriedades que não obteve resultados muito satisfatórios na maioria dos estudos. Em geral, observou-se que o teor de substituição em até 20%, acarreta em uma diminuição da absorção de água da mistura. Porém, à medida que o teor de substituição aumenta, notou-se um aumento desta propriedade;
- Falta de análises frente à durabilidade das argamassas produzidas com ARCs.

Assim, conclui-se que a substituição do AN pelos ARCs é viável, sendo necessário aprimorar novas técnicas e tratamentos no resíduo para que o mesmo possa ser utilizado com maior capacidade de gerar melhorias nas propriedades das argamassas. É necessário, também, que cada tipo de material cerâmico tenha sua utilização estudada separadamente e que seja dado um maior foco nos estudos referentes à durabilidade das argamassas recicladas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONTRERAS, M. *et al*. Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil case-study), **Construction and Building Materials**, v. 123, p. 594–600, 2016.

2. AKHTAR, A; SARMAH, A. K. Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective, **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 262–281, 2018.

3. JIMÉNEZ, J. R.*et al.* Use of fine recycled aggregates from ceramic waste in masonry mortar manufacturing. **Construction and Building Materials.** v. 40, p. 679-690, 2013.

4. MATIAS, G.; FARIA, P.; TORRES, I. Lime mortars with ceramic wastes: Characterization of components and their influence on the mechanical behavior. **Construction and Building Materials,** v. 73, p. 523-534, 2014.

5. FARINHA, C.; DE BRITO, J.; VEIGA, R. Incorporation of fine sanitary ware aggregates in coating mortars. **Construction and Building Materials,** v. 83, p. 194-206, 2015

6. LIMA, W.E.F. *et al.* Avaliação de argamassas com substituição do agregado miúdo natural por resíduos cerâmicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 22., Natal, **Anais...**, p. 2923-2931, 2016.

7. SILVA, M. A.; SANTOS, V. A. A. Reciclagem e reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil em São Luís– MA: um processo sustentável. **Revista do CEDS**, n.1, 2014.

8. ABRECON. **Mercado.** Disponível em: <https://abrecon.org.br/entulho/mercado/>. Acesso em: 05 jan. 2019

9. KOPER, A; KOPER, W; KOPER, M. Influence of Raw Concrete Material Quality on Selected Properties of Recycled Concrete Aggregates. **Procedia Engineering**, v. 172, p. 536–543, 2017.

10. SILVA, J; DE BRITO, J; VEIGA, R. Incorporation of fine ceramics in mortars. **Construction and Building Materials**, v. 23, n. 1, p. 556–564, 2009.

11. ALVES, A. V. *et al.* Mechanical properties of structural concrete with fine recycled ceramic aggregates. **Construction and Building Materials.** v. 64, p. 103–113, 2014.

12. DEBIEB, F.; KENAI, S. The use of coarse and fine crushed bricks as aggregate in concrete. **Construction and Building Materials**, v. 22, p. 886–893, 2008.

13. DE BRITO, J.; PEREIRA, A. S.; CORREIA, J. R. Mechanical behaviour of non-structural concrete made with recycled ceramic aggregates. **Cement & Concrete Composites**, v. 27, p. 429–433, 2005.

14. ETXEBERRIA, M; VEGAS, I. Effect of fine ceramic recycled aggregate (RA) and mixed fine RA on hardened properties of concrete. **Concrete Research.** v. 64, n. 12, p. 1 – 11, 2014.

15. OLIVEIRA R., DE BRITO J., VEIGA R. Incorporation of fine glass aggregates in renderings. **Construction and Building Materials**, v. 44, p. 329–341, 2013.

16. MEDINA, C. *et al.* Durability of recycled concrete made with recycled ceramic sanitary ware aggregate. Inter-indicator relationships. **Construction and Building Materials**. v. 105, p. 480–486, 2015.