USO DO RCV COMO SUBSTITUINTE PARCIAL AO AGLOMERANTE E AGREGADO MIUDO EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO[11]

PINZ, F. P., Universidade Federal de Pelotas, e-mail: franciellippinz@gmail.com; SCHILLER, A. P. S., Universidade Federal de Pelotas, e-mail: eng.anapschiller@gmail.com; SILVEIRA, N. S., Universidade Federal de Pelotas, e-mail: nestorjsilveira@hotmail.com; TORRES, A. S., Universidade Federal de Pelotas, e-mail: arielatorres@gmail.com

ABSTRACT

The search for more sustainable forms of the life has reflected directly in civil construction industry, for being, economically speaking, one of the most important to the country, although, is highly degrading to the environment, by either resource extraction, or the generation of waste. The ceramic industry fits in this picture, by the extraction of clay and the generation of the ceramic brick waste, residue result after burning problems and breaks ceramic parte. In search of an alternative to a sustainable disposal, and also, a reduction of consumption of raw materials in construction, this study evaluates the use of CPR in coating mortars. For this, it was made a mortar, called 5C, with replacement of 5% of the binder by CPR and one, called 10A, with 10% substitution by aggregate, plus a mortar without addition of residue for reference. The materials used were characterized, and the specimen passed through test of axial compression and traction by diametral, in order to evaluate the performance of the mortars. The results showed that the mortars that used waste are quite similar that the reference mortar, proving the feasibility of the use of residual mortar.

***Keywords**: CBW. Coating mortar. Sustainability. Architecture technology.*

1 INTRODUÇÃO

O intenso crescimento dos centros urbanos traz diversas consequências ambientais, especialmente tratando-se da geração de resíduos. A indústria da construção civil sozinha é responsável pela geração de 40% a 70% do resíduo sólido urbano coletado (ABRELPE, 2015). Além disso, é altamente nociva à natureza pelos processos de extração de recursos naturais não renováveis utilizados nos processos de fabricação. No entanto, Mendes e Borja (2007) afirmam que a construção civil possui também um grande potencial na incorporação de resíduos próprios e de outras indústrias, podendo colaborar na redução de problemas ambientais, e com isso obter materiais com uma durabilidade e ganho de propriedades mecânicas.

A indústria da cerâmica vermelha é considerada altamente poluente, pelo processo de extração da argila e pela poluição causada pelo processo de queima. Ademais, falhas o processo produtivo geram o RCV – Resíduo de cerâmica vermelha – em porções que podem variar de 5 a 10% por empresa. Este resíduo não possui uma destinação adequada, comumente terminando como aterro em terrenos próximos as fabricas. Na busca por uma alternativa de reciclagem destes resíduos industriais, dentro do próprio setor da construção civil, muitas pesquisas têm estudado alternativas de

[1] PINZ, F. P., SCHILLER, A. P. S., SILVEIRA, N. J. S., TORRES, A. S.; Uso do RCV como substituinte parcial ao aglomerante e ao agregado miúdo em argamassas de revestimento. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

incorporação deste resíduo, especialmente em matrizes cimentíceas.

Araújo (2017) analisou a influência do RCV como substituição parcial ao cimento, em argamassas mistas (cimento, cal, areia) para revestimentos. Foram executados traços com 0%, 10%, 20% e 30% de substituição pelo cimento, utilizando o resíduo de granulometria inferior 0,036mm. Foram testadas as características físicas e mecânicas das argamassas. Em seu estado fresco, quando testadas pelo índice de consistência, constatou-se uma melhor trabalhabilidade conforme o acréscimo de RCV. As propriedades físicas e mecânicas das argamassas enrijecidas apresentam resultados semelhantes ao traço referência, para as substituições de 20 e 30%, e melhoras significativas de desempenho no traço 10%.

Forti e Cardoso (2015) executaram ensaios em argamassas com substituição no aglomerante de 20%, 40%, argamassas com substituição no agregado miúdo de 10%, 30% e 50%. Para a substituição no aglomerante, foi significativa a diferença de resistência a compressão apenas aos 7 dias, onde o traço de 40% teve desempenho inferior. No entanto, com 63 dias, os valores foram semelhantes ao traço com substituição.

Cabrera et al. (2015), testaram a substituição do agregado miúdo pelo RCV em teores de 10%, 20%, 30%, 50% e 100% e avaliaram as propriedades de resistência a compressão nas idades de 3, 7, 28, 60 e 90 dias, além de flexão, densidade, porosidade e retração. Os autores constataram que o RCV aumenta o ganho de resistência ao longo do tempo. As porosidades das argamassas diminuíram conforme aumentou o teor de substituição de resíduo, e a densidade, aumentou. Na flexão e na retração, o RCV não interferiu positivamente nas argamassas.

Considerando isto, este trabalho teve como objetivo geral analisar o comportamento quanto às características mecânicas e físicas de argamassas de revestimento com incorporação de resíduo de cerâmica vermelha proveniente das olarias da cidade de Pelotas-RS.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa da metodologia deste trabalho foi a coleta do resíduo a ser utilizado na argamassa. A coleta foi feita em uma olaria da cidade de Pelotas – RS. As olarias Pelotenses realizam a extração de argila da mesma jazida. Sendo assim, a composição mineralógica das peças cerâmicas é a mesma, descartando a necessidade de maiores análises para escolha da fonte do resíduo.
Devido a uniformidade dimensional do RCV, o resíduo precisou ser processado para que pudesse ser incorporado na argamassa. Para isto, o RCV passou pelo britador de mandíbulas, tendo como produto o material ilustrado na Figura 1. O método foi escolhido por ter se mostrado eficaz no estudo de Pinheiro (2008).

Figura 1- RCV processado



Fonte: Autor

Os resíduos beneficiados, assim como a areia utilizada nas argamassas, passaram por ensaios de caracterização, afim de reconhecer suas características físicas, assim como, de averiguar a viabilidades e os condicionantes para a substituição no RCV, tanto no aglomerante como no agregado. Os ensaios realizados foram: granulometria (NBR NM 248_2013); determinação da massa especifica (NBR NM 23_2001) e ensaio para definição de massa unitária e índice de vazios (NBR NM 45_2006).
O traço 1:3 foi escolhido por ser o indicado na norma NBR 7215 (ABNT, 1996), e as porções de substituições foram definidas considerando os teores encontrados na revisão bibliográfica. Foram executados os três traços indicados na tabela a baixo:

Tabela 1- Traços executados

0%	**C5**	**A10**
1:3 (cimento:areia)	Substituição de 5% da massa de quantidade de cimento por RCV	Substituição de 10% da massa da quantidade de agregado miúdo por RCV

O cimento utilizado foi o CPIV-32, por ser o mais utilizado comercialmente na região para a execução de argamassas. Os traços foram executados em argamassadeira, de acordo com as prescrições da NBR 7215 (ABNT, 1996). A substituição do RCV pelo agregado miúdo foi feita igualmente nas quatro porções granulometricas exigidas pela norma (Figura 2a). Para a substituição pelo aglomerante foi utilizado a fração do RCV retido na peneira 0,075mm (Figura 2b).

Figura 2 a - Frações do RCV b - Substituição no aglomerante





Fonte: Autor

Para o traço 0% considerou-se o fator a/c 0,6, recomendando pela NBR 7216 (ABNT, 1996). Para os traços C5 e A10, devido à elevada absorção do RCV, definiu-se como parâmetro o índice de consistência de 255±10mm, utilizando-se a quantidade de água necessária para atingir este parâmetro. A tabela abaixo indica o consumo final de material utilizada em cada traço e o índice de consistência obtido em casa traço.

Tabela 2- Tabela de consumo

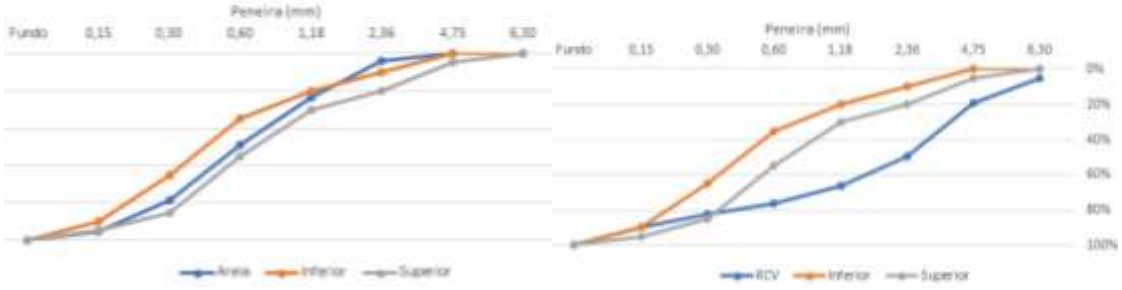
Traços	Cimento (g)	Areia (g)	Resíduo (g)	a/c	Ind. Cons (mm)
0%	624	1872	0	0,6	282
C5	592,8	1872	31,2	0,62	252
A10	624	1684,8	187,2	0,63	263

Os corpos de prova moldados passaram por ensaios de desempenho mecânico. O ensaio de compressão axial (NBR 7215_1996) foi feito nas idades de 7, 28 e 63 dias, e o ensaio de tração diametral (NBR 7222, ABNT, 2011) foi feito apenas aos 28 dias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados do ensaio de granulometria, ilustrados na Figura 3, indicaram um módulo de finura de 3,88 para o RCV e 2,72 para o agregado miúdo. A dimensão máxima característica de 6,3mm e 2,36 respectivamente. O gráfico indica que o RCV apresenta maior variação dimensional dos grãos, isso acontece graças a fragilidade do material cerâmico, que passa por muitas quebras durante o beneficiamento, resultando em uma granulometria diversificada. Ainda assim, o modulo de finura obtido caracteriza o material como pulverulento, com alto índice de finos. Esta propriedade do RCV pode acarretar em um preenchimento dos vazios naturalmente ocasionados pelos grãos da areia.

Figura 3 – Composição granulométrica a – Areia; b-RCV



Fonte: Autor

Quanto a massa especifica, o RCV apresentou o valor de 2,44g/cm³, e a areia 2,59g/cm³. A massa especifica do cimento foi obtida através das informações técnicas do fabricante, e é de 2,96g/cm³. Esta proximidade entre os valores de massa especifica dos três materiais permite que as substituições sejam feitas proporcionalmente em massa.

Os valores de massa unitária obtidos foram de 0,31 g/cm³ para o RCV e 1,54g/cm³ para areia, e índice de vazios de 87% e 40,5% respectivamente. Constata-se então que a espaço de vazios entre os grãos do resíduo de cerâmica é muito maior quando comparado com os vazios entre os grãos de areia, atrelando-se isso também a variação dimensional entre os grãos do RCV.

Os resultados do ensaio mecânico de compressão, apresentados na Figura 4, mostram que, apesar do traço referência apresentar melhor desempenho, os traços 5C e 10A tiveram satisfatório ganho de resistência, não havendo interferência do resíduo no comportamento esperado da argamassa. Aos 28 dias, o traço 5C apresentou resistência a compressão de 12,42MPa, e o traço 10A de 17,91MPa. Considerando que, atualmente, a NBR 13279 (ABNT, 2001) não exige valores superiores a estes para nenhuma aplicação de argamassa, ambos os traços poderiam ser usados comercialmente.

Figura 4 -Evolução da Resistência Compressão



Fonte: Autor

Aos 63 dias, os traços 5C e 10A apresentaram resistência a compressão de 24,60 MPa e 20,47 MPa, notando-se que para o traço com substituição de 5% em massa do cimento, a resistência à compressão dobra nos últimos 35 dias, mas é proporcionalmente inferior para o traço 10A. Este fato pode ser consequência de uma possível reação pozolânica do RCV ocorrendo no traço 5C. Como a pozolanicidade da argila tem uma reação mais lenta se comparada com o clínquer, justificaria a resistência inferior aos 28 dias mas superior aos 63.

Nos ensaios de tração diametral, o comportamento se manteve semelhante, com o traço referência apresentando comportamento superior, como observa-se na Tabela 2.

Tabela 3 - Resistência a Tração Diametral

Traços	**Tração (MPa)**
0%	9,3
C5	7,6
A10	8,6

No entanto, a diferença entre os valores para os traços que utilizaram resíduo provavelmente não exerçam significância a ponto de inviabilizar o uso das argamassas, e atendem os requisitos da NBR 13279 (ABNT, 2001). Entretanto, diferenciando-se da análise de compressão, o traço A10, apresentado na Figura 6 apresentou melhor desempenho que o traço C5. O uso de 4 frações de granulometria diferentes do RCV, combinado com a areia, podem ter causado um melhor preenchimento de vazios e, consequentemente, melhor desempenho da argamassa.

Figura 5 – Traço A10 após rompimento de tração



Fonte: Autor

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados mecânicos acima colocados, é possível concluir que o uso do RCV é viável em argamassas. Os dois traços com adição resíduo obtiveram resultado semelhante ao traço referência, e até os quesitos testados neste trabalho, não se identificou nenhum impedimento quanto ao seu uso. No entanto, cabe ressaltar que cabem mais ensaios aqui

não realizados, como os testes de absorção e aderência da argamassa.

Dentre os dois traços com adição de resíduo, na compressão, obteve um melhor desempenho o traço C5 no longo prazo. O fato da análise química ter comprovado que o RCV tem reação pozolânica, podem justificar o ganho de resistência. Outra justificativa possível é que a baixa granulometria no RCV pode agir como fíler na argamassa. Já na tração, o traço A10 obteve melhor comportamento. A não retirada de nenhuma fração de cimento é um dos possíveis fatores responsáveis, assim como o uso de mais porções do RCV, que pode ter causado na argamassa uma melhor adesão.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e compressão: **NBR 13279,** Rio de Janeiro, 2005.

____. Agregados – Determinação da massa unitária e volume de vazios: **NBR NM 45.** Rio de Janeiro, 2006.
____. Agregados - Determinação da Composição granulométrica: **NBR NM 248**. Rio de Janeiro, 2003.

____. Cimento Portland - Resistência a Compressão: **NBR 7215**. Rio de Janeiro, 1996.

____. Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica: **NBR NM 23**. Rio de Janeiro, 2001.

____. Concretos e argamassas - Determinação da resistência à tração por compressão diametral: **NBR 7222**. Rio de Janeiro, 2011.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE. Panorama dos resíduos no Brasil, 2015. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm

ARAÚJO, R. A., Influência da utilização de resíduo de cerâmica vermelha nas propriedades de argamassas mistas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. 95f; Natal, RN. 2017.

CABRERA, F. G. C.; SOBERÓN, J. M. G.; SÁNCHEZ, J. L. A.; REA, S. P. A.; HIGUERA, R. C., Mechanical properties of mortar containig recycled ceramic as fine aggregate replacement. Revista de la Construcción, vol. 14, n. 3, p. 22-29, dez. 2015.

CARDOSO, J. T. O., FORTI, N. C. S. Estudo para aplicação de resíduos de cerâmica vermelha na produção de argamassa cimentícia. ENCONTRO DE INCIAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TECNOLOGICO E INOVAÇÃO, 5, Campinas, 2015. Anais do V Encontro de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação.

MENDES, B.S.; BORJA, E.V. Estudo experimental das propriedades físicas de argamassas com adição de resíduos de cerâmicas vermelhas recicladas. Rio Grande do Norte, 2007. Trabalho técnico- CEFET-RN, 2007. Disponível em: <

http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/ viewFile/127/115>. Acesso em: 20 ago. 2015.

PINHEIRO, I. S. Beneficiamento e caracterização de resíduos gerados na produção de blocos visando à aplicação como adição pozolânica. 2008, 152 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.