

DESEMPENHO MECÂNICO DE ARGAMASSA DE CIMENTO COM RCV COMO SUBSTITUINTE PARCIAL AO AGLOMERANTE

RAFAELA HÜTTNER DE SOUZA¹; **FRANCIELLI PRIEBBERNOW PINZ²**;
CHARLEI MARCELO PALIGA³; **ARIELA DA SILVA TORRES⁴**

¹*Universidade Federal de Pelotas – rafahuttner@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – franciellipinz@gmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – charleipaliga@gmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – arielatorres@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

As transformações na natureza por parte do ser humano, vêm causando mudanças nas configurações do ambiente em que vive, e com isso causando o esgotamento de recursos naturais não renováveis e ameaçando diversas formas de vida. Essas transformações vêm ocorrendo principalmente pelo desenvolvimento das novas tecnologias, fazendo com que o homem se aproprie e modifique o seu meio.

O setor da construção civil desempenha um papel importante para o desenvolvimento da economia do país, porém, gera um impacto considerável no meio ambiente. Durante todo o seu processo produtivo, a indústria da construção civil é nociva para o meio ambiente, desde a exploração de recursos naturais, em seu processamento até a aplicação e geração de resíduos no canteiro de obras. Por estes motivos, é de extrema importância no setor da construção civil a busca por novas alternativas que colaborem para minimizar os danos ao meio ambiente. Neste contexto, a construção civil é uma alternativa em grande potencial para a incorporação de resíduos provenientes de sua própria indústria e de diversas outras (MENDES e BORJA, 2007).

A indústria da cerâmica vermelha está enquadrada no conjunto da cadeia produtiva da construção civil, com o abastecimento de materiais contrutivos. Dentre estes materiais estão os tijolos, blocos cerâmicos e telhas, entre outros produtos oriundos da argila. As falhas que ocorrem da produção desta indústria ocasionam em descartes, que compõem o Resíduo de Cerâmica Vermelha – RCV. Estas falhas dos produtos ocorrem especialmente no processo de queima, caracterizado por fissuração das peças, e durante o processo de transporte e estocagem dentro da própria indústria. O percentual de perda na produção do RCV pode variar entre 5% e 20%, dependendo do nível de tecnologia utilizado no processo (ABDI, 2016), com a tendência de maiores percentuais em produções mais artesanais. Esta é uma característica do polo de olarias da cidade de Pelotas (RS). Esses resíduos não possuem um plano de descarte apropriado, sendo assim ficam expostos na própria indústria.

Ao ser beneficiado, o RCV permite um controle de granulometria, sendo o seu diferencial a atividade pozolânica (GARCIA et al., 2014). Com isso, permite diversas aplicações, como a capacidade de ser empregado na composição do cimento, como substituinte desse aglomerante em argamassas e concretos.

Com base nesses conceitos, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento do RCV como substituinte parcial ao cimento, através das normas brasileiras.

2. METODOLOGIA

O RCV utilizado neste trabalho foi coletado em uma olaria localizada no bairro Sanga Funda da cidade de Pelotas, selecionada por extrair a matéria prima

da jazida municipal. O resíduo em seu estado natural demanda um processo de beneficiamento, que foi feito em britador de mandíbulas, por proporcionar o menos consumo energético (PINHEIRO, 2008). Para viabilizar a aplicação como substituinte ao aglomerante o RCV foi caracterizado através dos ensaios de Índice de Atividade Pozolânica (IAP) com cimento, de acordo com a norma brasileira NBR 5752 (ABNT, 2014). Foi realizada também uma análise de EDX para a compreensão da composição química do material. Os resultados foram avaliados de acordo com os requisitos para materiais pozolânicos apresentados pela NBR 12653 (ABNT, 2014). A areia utilizada no trabalho foi a quartzosa lavada média e o cimento foi o CPIV-32.

A NBR 5752 (ABNT, 2014), para o ensaio de Índice de Atividade, Pozolânica indica um fator "I" mínimo de 75%, para ser reconhecida atividade pozolânica. No ensaio realizado, o valor de "I" foi de 119,6%, sendo assim, o resíduo apresentou atividade pozolânica. Para o ensaio de EDX a norma exige uma concentração superior a 70% de elementos químicos, sendo identificados, em maior quantidade SiO_2 (48,22%), Al_2O_3 (24,04%) e Fe_2O_3 (13,15%). Com isso, a concentração foi de 87,81%, indicando, também, potencial para atividade pozolânica do RCV.

Constatada a potencialidade do resíduo como material pozolânico, e buscando avaliar seu comportamento em argamassas como substituinte parcial ao aglomerante, foram definidos dois traços de argamassa com cimento para aplicação do resíduo. O primeiro traço avaliado foi o 1:3, que é descrito na NBR 7215 (ABNT, 1996), além de ser comumente utilizado na construção civil para chapisco, entre outras aplicações. No entanto, com base na norma NBR 13281 (ABNT, 2005) observa-se que a resistência mecânica exigida das argamassas é inferior a resistência oferecida pelo traço 1:3, que é um traço bastante rico, ou seja, com grande porção de aglomerante. Com base nisto, buscando avaliar também uma alternativa mais econômica, mas ainda viável, de argamassa, testou-se também o traço 1:6.

Para cada traço foram realizados dois teores de substituição de 5% e 10%. Esta definição ocorreu pela constatação de autores que utilizaram o RCV em substituição parcial ao aglomerante em diversos teores, como Oliveira et al. (2016) e Shao et al. (2019), que constataram o melhor desempenho no teor de 10%. Como as referências não avaliaram teores inferiores, optou-se também pela avaliação de 5% para verificar a diferença de comportamento entre os teores.

A tabela 1 apresenta o consumo médio de materiais por traço em cada teor de substituição.

Tabela 1 - Consumo médio de materiais por traço.

Traço	Cimento	Areia	RCV	RCV	Água	A/C	I.C.
Traço 1:3							
ARG1_REF	650,6	1928,0	0,0	0,0	352,1	0,54	252,4
ARG1_C5	613,1	1936,0	32,7	0,0	362,4	0,56	251,6
ARG1_C10	561,6	1872,0	62,4	0,0	357,3	0,57	251,3
Traço 1:6							
ARG2_REF	312,0	1872,0	0,0	0,0	425,3	1,04	257,8
ARG2_C5	299,6	1892,0	0,0	0,0	332,4	1,06	262,7
ARG2_C10	284,2	1902,0	31,6	0,0	330,0	1,05	258,3

Fonte: Autora.

Os traços de argamassa foram executados em argamassadeira de movimento planetário, modelo I – 3010, sendo o preparo e a moldagem de acordo

com a NBR 7215 (ABNT, 1996). Foram moldados quatro corpos de prova cilíndricos, 5cm de diâmetro e 10cm de altura, para cada traço em cada idade, que foram utilizados na realização do ensaio de resistência à compressão axial. O ensaio de resistência à compressão foi realizado nas idades de 7, 28 e 63 dias, visto que o RCV possui potencial pozolânico, e vem a se manifestar em argamassadas após os 28 dias de hidratação (MEDEIROS et al., 2016). Durante estes períodos os corpos de prova passaram por cura úmida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados na Tabela 2 os resultados quanto à resistência à compressão axial, o desvio padrão e o ganho de resistência em cada idade, para os dois traços avaliados de argamassa de cimento com incorporação de RCV e os traços referência de cada grupo.

Tabela 2 – Resistência à compressão aos 7, 28 e 63 dias com ganhos de resistência e desvio padrão dos resultados

Traço	7 dias		28 dias		Ganho de resistência (%)	63 dias		Ganho de resistência (%)
	Resist. (MPa)	Des. P. (MPa)	Resist. (MPa)	Des. P. (MPa)		Resist. (MPa)	Des. P. (MPa)	
Traço 1:3								
ARG1_REF	19,56	0,00	32,15	1,60	64,4	31,81	0,63	-1,05
ARG1_C5	16,92	0,76	30,67	1,07	81,26	27,13	0,65	-11,55
ARG1_C10	13,56	0,35	26,25	1,45	93,61	30,16	0,85	14,89
Traço 1:6								
ARG2_REF	6,29	0,57	10,76	1,19	71,83	15,43	1,73	43,72
ARG2_C5	5,10	0,36	11,81	1,02	132,46	16,20	0,93	37,83
ARG2_C10	6,79	0,69	10,88	0,84	62,04	9,69	0,68	-10,50

Fonte: Autora.

Observa-se que a diferença na proporção do traço alterou significativamente o comportamento do RCV ao longo do tempo. No grupo de argamassas 1:3 nenhum dos traços com RCV apresentou resistência à compressão superior ao traço referência, enquanto no grupo 1:6, o traço ARG2_C5 superou o referência aos 28 e aos 63 dias, e o traço ARG2_C10 aos 7 e 28 dias.

Os ganhos de resistência em cada intervalo de idade também são um destaque da diferença de comportamento nos dois grupos. No grupo 1:3, o ganho de resistência aumentou conforme a quantidade de resíduo no traço aos 28 dias e, ao 63 dias, o traço ARG1_C10 foi o único que apresentou ganho de resistência. Estes fatos são um forte indício da ação da atividade pozolânica do RCV ao longo do tempo. Já no grupo de argamassas 1:6, o maior ganho de resistência aos 28 dias foi do traço ARG2_C5 e, aos 63 dias, o traço ARG2_C10 foi o único que não apresentou ganho de resistência.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesse trabalho possibilitam a visualização dos efeitos da reatividade do resíduo no desempenho mecânico das argamassas

como uma característica relacionada não somente com a porcentagem da mistura utilizada, mas também com as proporções dos traços. Observou-se que nos traços mais ricos, e com maior quantidade de resíduo empregada, a atividade pozolânica foi mais perceptível, especialmente aos 28 dias. Enquanto isso, no grupo 1:6, como a quantidade de aglomerante da mistura é menor, a retirada de porção de cimento de 10% causou mais impacto nos resultados mecânicos, e atividade pozolânica do RCV não foi suficiente para compensar a reação. Por este motivo, neste grupo, o teor de 5% obteve melhor desempenho.

Constata-se então que a viabilidade do uso do RCV como substituinte parcial ao aglomerante é condicionada não apenas pelo teor de substituição, mas também pelo traço utilizado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI.** Estudo Técnico Setorial da Cerâmica Vermelha: Subsídios para a elaboração do plano de desenvolvimento Sustentável da cadeia produtiva de cerâmica vermelha. Brasília: Inverta, 2016. 265p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Determinação da resistência à compressão.** NBR 7215. Rio de Janeiro, 1996. 8 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias.** NBR 5752. Rio de Janeiro, 2014. 8 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Materiais pozolânicos – Requisitos.** NBR 12653. Rio de Janeiro, 2014. 10 p.
- GARCIA, E.; JUNIOR, M. C.; QUARCIANI, V. A.; CHOTOLI, F. F. Resíduo de cerâmica vermelha (RCV): Uma alternativa como material pozolânico. **Cerâmica Industrial**, vol.19, n.4, p.31-38, jul/ago 2014.
- MEDEIROS, M.H.F.; SOUZA, D. J.; FILHO, J. H.; ADORNO, C. S.; QUARCIANI, V. A.; PEREIRA, E., Resíduo de cerâmica vermelha e fíler calcário em compósito de cimento Portland: efeito no ataque por sulfatos e na reação álcali-sílica. **Revista Matéria**, vol.21, n. 02, p. 282-200, 2016
- MENDES, B.S., BORJA, E. V. Estudo experimental das propriedades físicas de argamassa com adição de resíduos de cerâmicas vermelhas recicladas. **Holos**, Natal, RN, v.03, p.43-51, 2007.
- OLIVEIRA, E. M.; OLIVEIRA, C. M; ANTUNES, E. G. P., **Análise da resistência à compressão e tração de argamassa com adição de resíduo de cerâmica vermelha.** Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.
- PINHEIRO, I. S. Beneficiamento e caracterização de resíduos gerados na produção de blocos cerâmicos visando a aplicação como material pozolânica. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- SHAO, J.; GAO, J.; ZHAO, Y., CHAO, X., Study on the pozzolanic reaction of clay brick powder in blended cement pastes, **Construction and Building Material**, vol.213, p.209-215, 2019.