



Influência do Resíduo de Cerâmica Vermelha na fissuração de argamassas mistas

Influence of Red Ceramic Residue on the cracking of mixed mortars

Camila Poltroniere*, José Ilo Pereira Filho†

RESUMO

As argamassas de revestimento estão presentes na maioria das edificações e podem apresentar algumas patologias, como as fissuras. Essas fissuras podem surgir por diversos fatores, sendo um deles as movimentações causadas por variações higrotérmicas. O Resíduo de Cerâmica Vermelha (RCV) proveniente de fábricas de materiais cerâmicos é na maioria das vezes, descartado como lixo, sendo que poderia ser destinado a um fim melhor. Muitos estudos já foram feitos quanto a utilização do RCV como material pozzolânico e testes como difração por Raio-X e ensaios em argamassas comprovam que o mesmo tem atividade pozzolânica, podendo até resultar no melhoramento das propriedades das mesmas. Assim, essa pesquisa teve como objetivo a análise teórica da substituição parcial do cimento por RCV em argamassas mistas, de modo a descobrir qual será o comportamento dessa argamassa quanto à fissuração gerada por movimentações higrotérmicas. Foram analisados quesitos como resistência à tração e absorção por capilaridade e a partir da correlação desses fatores com a fissuração da argamassa, foi possível notar que em alguns casos o RCV terá influência positiva sobre a patologia citada. Ademais, o teor limite de substituição do cimento por RCV para que ocorra o melhoramento seria de 20 por cento em massa.

Palavras-chave: Argamassa de revestimento, Resíduo de cerâmica vermelha, fissuração.

ABSTRACT

Coating mortars are present in most buildings and can present some pathologies, such as cracks. These cracks can appear due to several factors, being one of them is the movements caused by hygrothermal variations. The Red Ceramic Residue (RCR) resulting from ceramic materials factories is most of the time discarded as waste, while it could be destined for a better purpose. Many studies have been done on the use of RCR as a pozzolanic material. Tests such as X-Ray diffraction and mortar tests prove that it has pozzolanic activity and may even result in the improvement of mortar properties. Thus, this research aimed at the theoretical analysis of the partial replacement of cement by RCR in mixed mortars to discover which will be the behavior of this mortar regarding cracking generated by hygrothermal movements. Issues such as tensile strength and capillary absorption were analyzed. From the correlation of these factors with mortar cracking, it was possible to check that in some cases the RCR will present a positive influence on the pathology cited. Moreover, the limit content of replacement of cement by RCR for the improvement to occur would be 20 per cent by mass.

Keywords: Coating mortar, Red ceramic residue, Cracking.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor que demanda de muita matéria-prima em seu funcionamento, principalmente na produção de cimento Portland. No entanto, de acordo com Silva (2006) a matéria-prima utilizada para produzi-lo não é um recurso inesgotável e, além disso, seu processo de fabricação gera danos ao meio ambiente, devido às emissões de CO₂ na atmosfera terrestre.

* Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil; camilapoltroniere@yahoo.com.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; ilopereira@utfpr.edu.br



Um produto que leva o cimento Portland como componente é a argamassa de revestimento, a argamassa mista é obtida através da mistura de agregados miúdos e aglomerantes (cimento e cal) e podem levar adições minerais e aditivos em sua composição. Os aglomerantes citados são responsáveis pelo endurecimento dessa argamassa, pois, são materiais ativos. Sendo assim, segundo Silva, Cabral e Pinto (2016) faz-se necessária uma fonte alternativa que possa substituir tal produto sem gerar prejuízos nas estruturas construídas, quanto a sua resistência e durabilidade e que seja de menor agravante para problemas ambientais. Uma solução seria a utilização dos resíduos gerados pela própria indústria da construção.

Dito isso, conforme apresentado por Baldin (2019) um potencial substituinte do cimento em compósitos seria o Resíduo de Cerâmica Vermelha (RCV), que apresenta características pozolânicas em sua composição. Ademais, este já foi utilizado anteriormente em substituição ao cimento causando alterações na densidade e absorção de água, por exemplo, mas não afetando negativamente a resistência mecânica dos compósitos, o que é de grande interesse.

Além da questão ambiental e da reciclagem proporcionada ao se realizar esse processo, Cassol (2015) traz que outro ponto benéfico da utilização desses resíduos é o seu baixo custo, já que normalmente seriam descartados. Isso confere ao produto final, uma característica de ser economicamente competitivo.

Citadas as vantagens de reaproveitamento de um resíduo, preservação ambiental e barateamento do produto final, o assunto em questão agora é se essa adição de RCV pode proporcionar melhorias nas propriedades da argamassa de revestimento, quanto a alguns problemas e patologias que são comumente vistos nesse tipo de material, a fim de aumentar sua durabilidade.

De acordo com Cassoti (2007) um problema evidente nessas argamassas são as manifestações patológicas de fissuras que podem ocorrer por vários motivos, sendo um deles a movimentação higrotérmica, que é a junção da variação de umidade (higroscópica) e variação de temperatura (térmica) dentro da argamassa, gerando expansão e retração na mesma.

A variação de temperatura provocará dilatação e contração nos elementos da alvenaria, o que pode ocasionar tensões no material, e por consequência disso, o surgimento de fissuras. A forma como o material se comportará frente a essas tensões dependem tanto da intensidade de variação da temperatura, quanto das propriedades físicas do mesmo. Assim, Thomaz (1989) traz que materiais resistentes às variações térmicas, principalmente as que ocorrem mais rapidamente, são os que possuem além de baixo coeficiente de dilatação, uma boa resistência à tração e baixo módulo de deformação.

Já as movimentações higroscópicas ocorrem devido à presença de água, o aumento no teor umidade faz o material expandir, já quando esse teor diminui, o mesmo contrai. Se esse movimento de expansão e contração for impedido por algum vínculo, fissuras poderão ser geradas. Dessa forma, é visto que se deve controlar a água que estará presente em um revestimento, dando atenção ao fato de que, a porosidade e a capilaridade são os dois principais fatores responsáveis pela absorção de água por determinado material, como é descrito por CASSOTI (2007).

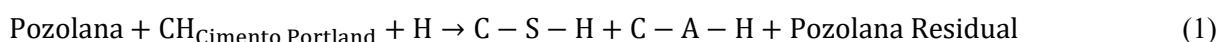
Considerando o exposto acima, teria o RCV influência sobre fissuração devido às movimentações geradas por variações higrotérmicas em argamassas mistas de revestimento?

Segundo a NBR 13 529 (2013) para uma argamassa ser considerada mista ela deve possuir mais de um aglomerante, no caso desse trabalho serão considerados três, cimento, cal e o RCV. A respeito dos componentes da argamassa citada, Vieira (2005) apresenta que o cimento é composto basicamente de clínquer, e é um aglomerante hidráulico, o que significa dizer que ele tem a propriedade de endurecer quando em contato com a água. Isso ocorre porque os compostos existentes reagem com a água em uma reação exotérmica e formam-se cristais. Dentre os três principais cristais formados estão o C-S-H (silicato hidratado de cálcio), que é o responsável pela resistência mecânica da pasta de cimento, além do que, ele representa uma porcentagem



que varia entre 50% a 60% do volume de sólidos presentes na mesma. O outro é o CH (hidróxido de cálcio), que está em menor porcentagem, entre 20% e 25% e é mais frágil, portanto, é um ponto fraco na estrutura por não auxiliar no aumento da resistência mecânica e por apresentar alta solubilidade, desta forma pode ser lixiviado.

Uma forma de evitar esse problema, e aumentar a durabilidade da estrutura é o uso de pozolanas, pois, elas reagem com o CH consumindo-o e ajudando a formar novos cristais de CSH. A reação que ocorre é apresentada por Eq.1 abaixo:



Onde as definições das siglas são: CH_{Cimento Portland} = Hidróxido de Cálcio do cimento Portland, H = água, C-S-H = Silicato de Cálcio Hidratado, C-A-H = Aluminato de Cálcio Hidratado.

Essa hidratação secundária traz um grande benefício, o refinamento do tamanho dos poros, pois, o CSH formado preenche os vazios capilares grandes, deixando a estrutura da pasta com microporos e baixando sua densidade. Ainda, as partículas de pozolana não consumidas para produzir CSH, chamadas de pozolana residual, podem atuar fazendo efeito *filler*, que resulta na redução da porosidade.

Portanto, segundo Silva, Cabral e Pinto (2016) quando considera-se fazer uma substituição do cimento por outro material, o mesmo deve apresentar características como as citadas acima. Esse é o caso do Resíduo de Cerâmica Vermelha (RCV).

2 MÉTODO

O presente trabalho de iniciação científica foi inicialmente pensado para ser desenvolvido em cima de pesquisas e práticas em laboratório, porém, alguns fatores influenciaram para que a metodologia fosse adaptada para o formato de pesquisa e revisão bibliográfica. Isso porque tornou-se inviável realizar os devidos experimentos práticos, para a confirmação ou negação da teoria proposta.

Dessa maneira o trabalho foi redigido e orientado em modelo de *home-office* e foi desenvolvido a partir da pesquisa e revisão bibliográfica de trabalhos escritos anteriormente. Nesses trabalhos, os autores elaboraram e ensaiaram em laboratório, traços de argamassa mista de revestimento com diferentes teores de RCV em substituição ao cimento, obtendo resultados reais para o desempenho desses produtos. A partir dos resultados obtidos por esses pesquisadores, foram feitas considerações para evidenciar se o RCV pode ou não ocasionar a melhoria das argamassas como proposto anteriormente de maneira teórica.

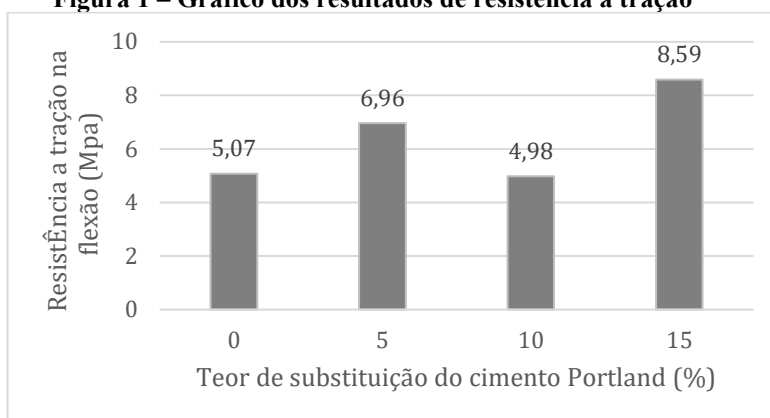
3 RESULTADOS

Pinz (2019) realizou, para além de outros testes, ensaios para argamassa mista com traço 1:2:8 com substituições de 5%, 10% e 15% da massa cimento C-PIV -32 por RCV e obteve resultados satisfatórios para valores de resistência a tração na flexão e absorção por capilaridade. Os mesmos são apresentados em Fig. 1 e Fig. 2.

Foi possível analisar que para todos os casos, apesar das variações, a resistência a tração foi maior, ou pelo menos igual, nas argamassas com RCV e na argamassa de referência. Já os dados de absorção por capilaridade, ainda que tenha comportamento crescente conforme o aumento do teor de substituição, para todos os casos apresentaram valores menores do que o obtido pela argamassa de referência.

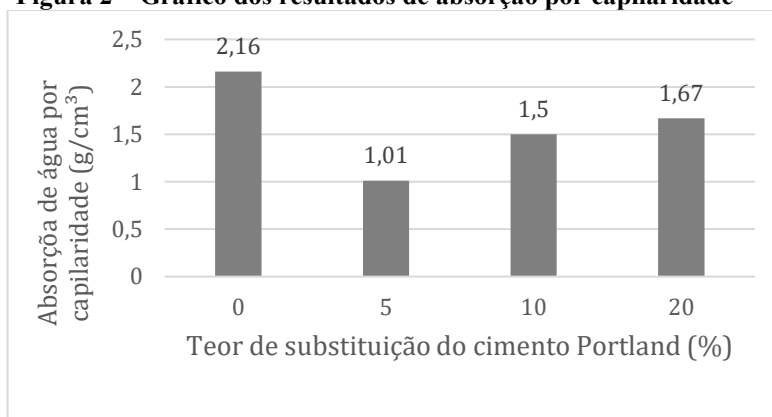


Figura 1 – Gráfico dos resultados de resistência a tração



Fonte: Adaptado de Pinz (2019).

Figura 2 – Gráfico dos resultados de absorção por capilaridade



Fonte: Adaptado de Pinz (2019).

Outro estudo analisado foi o de Araújo (2017) que realizou ensaios para uma argamassa de traço 1:1:6, variando os teores de RCV em 10%, 20% e 30% de substituição em massa do cimento CPV ARI – RS. Os resultados obtidos podem ser observados em Tab. 1 e Tab. 2.

Tabela 1 – Resultados de absorção por capilaridade.

| Teor de substituição do cimento Portland(%) | Absorção por capilaridade (g/cm³) | |
|---|-----------------------------------|------------|
| | 10 minutos | 90 minutos |
| 0 | 0,51 | 1,2 |
| 10 | 0,53 | 1,21 |
| 20 | 0,61 | 1,43 |
| 30 | 0,8 | 1,79 |

Fonte: Autoria própria (2021).

Para o traço apresentado, os resultados para absorção por capilaridade não foram satisfatórios, sendo todos os valores maiores do que o da argamassa de referência. Já para a resistência a tração aos 28 dias, as substituições de até 20% se mostraram vantajosas, pois, apresentaram valor maior do que a referência, ainda que seja uma pequena diferença. Essas foram as aplicações encontradas para argamassas mistas de revestimento, que analisam os resultados de absorção por capilaridade e resistência a tração para traços com e sem substituição.



Tabela 2 – Resultados de resistência a tração.

| Teor de substituição do cimento Portland(%) | Resistência à tração na flexão (MPa) | |
|---|--------------------------------------|---------|
| | 7 dias | 28 dias |
| 0 | 1,35 | 1,9 |
| 10 | 1,55 | 2,06 |
| 20 | 1,05 | 1,96 |
| 30 | 1,04 | 1,54 |

Fonte: Autoria própria (2021).

Porém, Pinz (2019) apresenta em seu trabalho uma tabela com dados de estudos onde é possível observar argamassas apenas de cimento que possuem substituição parcial do aglomerante por RCV e dessa tabela pode-se inferir que para fins de resistência mecânica, os resultados são geralmente maiores ou pelo menos semelhantes aos da argamassa de referência, apresentando melhoras significativas na resistência da argamassa a partir dos 90 dias, o que está relacionado com a reação pozolânica mais lenta gerada pelo RCV.

Além disso, foi observado que, a absorção por capilaridade apresentou melhora nos resultados até um limite de 20% de substituição, ou seja, de maneira semelhante ao que foi visto para argamassas mistas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados apresentados e das análises feitas, pode-se observar que valores até 20% de substituição do cimento por RCV podem gerar aumento na resistência a tração das argamassas mistas de revestimento. Além disso, quanto a absorção de água por capilaridade, observou-se que os resultados foram melhores para o traço 1:2:8, ficando evidente que o mesmo seria o melhor para se realizarem as substituições.

Partindo das correlações feitas, a argamassa apresentada por Pinz (2019) seria a menos suscetível a fissuração por variações higrótérmicas. Porém, para concretizar essa informação, necessitariam ser feitos testes em laboratório para comprovar fisicamente esse fato. Uma sugestão seria ensaiar o traço que apresentou melhor desempenho combinado com o RCV, fazendo substituições em até 20% de cimento por resíduo.

Ademais, é visto que para um traço 1:1:6, em massa, a resistência da argamassa não é prejudicada pelo emprego de RCV como material pozolânico. Sendo assim, visto que a diferença de absorção de água não se mostrou muito grande até o valor de 20% de substituição, essa é uma argamassa que também poderia ser empregada sem danos a edificação, contanto que não integrasse áreas molhadas e paredes externas. Podendo assim, dar um destino melhor aos resíduos que seriam descartados e inutilizados, além de tornar mais barato, e em certo ponto até fazer o melhoramento de um produto da construção civil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à UTFPR, pela oportunidade de participar do Programa de Iniciação Científica Voluntário (PIVICT).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Rísia Amaral. **Influência da utilização de resíduo de cerâmica vermelha nas propriedades de argamassas mistas**. Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Andreza Kelly Costa Nóbrega. 2017. 97 p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2017.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia. Rio de Janeiro, 2013. 17 p.

BALDIN, Claudia Regina Bernardi. **Estudo da influência da substituição parcial do cimento por resíduos de cerâmica vermelha na transferência de calor em placas de fibrocimento**. Orientador: Prof. Dr. José Ilo Pereira Filho. 2019. 116 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2019.

CASSOL, Gabriela. **Caracterização e utilização do resíduo de cerâmica vermelha como material pozolânico em matrizes cimentantes**. Orientador: Prof. Dr. Antonio Anderson da Silva Segantini. 2015. 82 p. Dissertação (apresentada para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira, SP, 2015.

CASSOTI, Denis Eduardo. **Causas e Recuperação de Fissuras em Alvenaria**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil da Universidade de São Francisco, Itatiba, 2007.

PINZ, Francielli Priebbernow. **Influência do resíduo de cerâmica vermelha em argamassas de substituição parcial do agregado ou do cimento**. Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ariela da Silva Torres. 2019. 158 p. Dissertação – (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2019.

SILVA, A.R da.; CABRAL, K.C.; PINTO, E.N. de M.G.I. **Substituição Parcial do Cimento Portland por Resíduo de Cerâmica Vermelha em Argamassas: Estudo da Atividade Pozolânica**. 22º CEBCiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Natal, RN, Brasil, 2016. 11 p.

SILVA, Narciso Gonçalves da. **Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária**. Orientador: Prof. Dr. Vicente Coney Campiteli. 2006. 181 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - PPGCC) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2006.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, EPUSP, IPT, 1989.

VIEIRA, Andressa de Araújo Porto. **Estudo do aproveitamento de resíduos de cerâmica como substituição pozolânica em argamassas e concretos**. Orientador: Prof. Dr. Normando Perazzo Barbosa. 2005. 129 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2005.