



## ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO AGREGADO RECICLADO DE CERÂMICA VERMELHA EM CONCRETOS ESTRUTURAIS

Lucas Henrique Marangon Donatoni (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Sérgio Trajano Franco Moreiras (Orientador), e-mail: strajano@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá/Centro de Tecnologia/Umuarama, PR.

### Engenharia Civil e Materiais e Componentes de Construção

**Palavras-chave:** agregado reciclado, concreto com função estrutural

### Resumo

Os agregados reciclados surgiram no início da década de 00 como solução ao problema de acúmulo de resíduo de construção civil nos lixões e aterros. Porém, a maior parte dos estudos desenvolvidos estudam o concreto para finalidades não estruturais. Neste sentido, esta pesquisa estudou a viabilidade de empregar agregados reciclados em concretos com função estrutural. O agregado miúdo reciclado substituiu a areia nas porcentagens de 3%, 6%, 9% e 12%. Em outros corpos de prova o agregado graúdo reciclado substituiu a brita nas mesmas porcentagens. Foram analisados a consistência, a absorção de água e a resistência a compressão simples. As resistências a compressão aos 28 dias, em todos os traços, foram superiores a resistência de dosagem  $f_{cd}$  com desvio padrão de 5 MPa. Os traços de AMR apresentaram resistência maior que os traços de AGR.

### Introdução

O crescimento da indústria da construção civil nos últimos anos fez com que o consumo de recursos naturais aumentasse, e por consequência a quantidade de resíduos gerados. Esses materiais dispostos em aterros e lixões diminuem significativamente suas capacidades de armazenamento. A disposição inadequada dos resíduos é um problema para a saúde humana e o meio ambiente.

Os resíduos de construção e demolição (RCD) mais comuns são o concreto, a argamassa e os blocos cerâmicos, correspondentes a mais de 60% do total gerado de RCD (CABRAL, 2007).





A primeira preocupação com a gestão de resíduos da construção civil foi a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em 2002. No início da década de 00 iniciaram-se pesquisas empregando RCD como agregado na confecção do concreto. Porém estes trabalhos estudaram concretos sem função estrutural. Este projeto tem como objetivo analisar a consistência, a absorção de água e a resistência a compressão substituindo agregados naturais por agregados reciclados de cerâmica vermelha em concretos com função estrutural.

## **Materiais e métodos**

Inicialmente foram coletados blocos cerâmicos na UEM, no campus de Umuarama. Os blocos foram limpos e secos em estufa. Em seguida, os blocos foram britados na máquina de abrasão de “Los Angeles”, a fim de obter a granulometria de agregado.

*Análise granulométrica e classificação do agregado reciclado de cerâmica vermelha.*

Após a britagem, os agregados foram peneirados e classificados segundo a NBR NM 248:2003. Os agregados foram separados em agregado miúdo reciclado (AMR), retidos em peneiras de 2,36mm e 1,18mm, e agregado graúdo reciclado (AGR), materiais retidos em peneiras 9,5mm e 4,75mm. Os materiais retidos em peneira 12,5mm e passantes na peneira 1,18mm foram descartados por serem maior e menor que o desejado, respectivamente.

*Absorção de água em corpos de prova de concreto endurecido*

O ensaio de absorção de água seguiu a NBR 9778:2005 (versão corrigida 2:2009), a fim de observar se os traços com substituição de agregado reciclado absorveu mais água que o traço de referência.

*Preparo dos corpos de prova cilíndricos*

Para um  $f_{cd_{28}}$  de 20 MPa aos 28 dias, foi usado como referência um traço de 1:2:3:0,5 com desvio padrão ( $\delta_d = 5 \text{ MPa}$ ), resultando em uma resistência característica ( $f_{ck_{28}} = 28 \text{ MPa}$ ). A substituição de areia por agregado reciclado miúdo (AMR) foi de 3%, 6%, 9% e 12% em massa. Em





outros corpos de prova, foram usadas as mesmas porcentagens de substituição para brita por agregado graúdo reciclado (AGR). Foram moldados 12 corpos de prova por traço em fôrmas cilíndricas com de 10 cm de diâmetro por 20 cm altura (NBR 5738:2015).

### *Resistência a compressão simples*

Os corpos de prova foram capeados com enxofre em ambas as faces para haver melhor distribuição da força aplicada pelo equipamento. Com uma taxa de carregamento de 0,45 MPa/s e seguindo a NBR 5739:2007, rompeu-se 6 corpos de prova aos 7 dias e outros 6 aos 28 dias por traço.

### **Resultados e Discussão**

A Tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios de compressão simples, de absorção de água, de abatimento do tronco de cone, a relação final de água/cimento e a variação da resistência.

**Tabela 1** – Resultados dos ensaios de resistência a compressão simples e absorção de água, *Slump Teste*, relação a/c e variação da resistência.

Traço		Resistência média a compressão [Mpa]		Absorção de água	<i>Slump Test</i> [ cm]	Relação a/c	Variação da resistência
		7 dias	28 dias				
Referência	1	35,09	39,71	1,35%	5,0	0,50	-
AMR 3%	2	28,96	35,30	1,62%	4,7	0,50	11,11%
AMR 6%	3	30,02	35,41	1,46%	5,0	0,51	10,81%
AMR 9%	4	32,66	37,52	1,64%	5,0	0,50	5,51%
AMR 12%	5	30,51	37,67	1,43%	4,7	0,50	5,13%
AGR 3%	6	24,80	31,64	1,99%	5,0	0,47	20,32%
AGR 6%	7	25,95	33,09	1,84%	5,0	0,47	16,66%
AGR 9%	8	26,57	32,25	1,88%	4,5	0,50	18,78%
AGR 12%	9	25,86	34,70	2,03%	5,0	0,52	12,62%

O fato de os corpos de prova com agregado reciclado incorporado apresentarem maior absorção de água pode ser relacionado com o maior índice de vazios da cerâmica.

Houve menor variação na resistência a compressão nos traços com AMR incorporado e maior variação nos traços com AGR incorporado.





## Conclusões

Todas as resistências a compressão com resíduo incorporado deram superiores ao  $f_{cd}$ , o que é um forte indicativo de que até 12% de material incorporado seja viável para finalidade estrutural. Entretanto, os traços com resíduo miúdo reciclado incorporado apresentaram maior resistência a compressão que os traços com resíduos graúdos incorporado.

Isso pode ter ocorrido por que as substituições em massa de agregados foram pequenas em comparação com a massa total do concreto, sendo de 1% para AMR3% (menor massa de agregado reciclado) e de 6% para AGR12% (maior massa de agregado reciclado).

Portanto, apesar da cerâmica vermelha ser um concentrador de tensões e absorver mais água, a substituição de agregados reciclados se torna possível para o uso em concreto com função estrutural.

## Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida e ao Departamento de Tecnologia (campus de Umuarama) pelo financiamento dos materiais e concessão dos laboratórios para realização dos ensaios.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5739:2007**: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 5738:2015**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, junho, 2016.

CABRAL, A. E. B. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. Esc. Eng. São Carlos, USP, Tese Dr., São Carlos, SP (2007).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE **CONAMA - Resolução n° 307**, de 05 de julho de 2002: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Julho, 2002.

