

## **AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS**

Joyce Lopes de Sena<sup>1</sup>; Claudia Petronilho Ribeiro Morcelli<sup>2</sup>

1. Estudante do Curso de Engenharia Civil; e-mail joycesena77@gmail.com
2. Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail claudiaprm@umc.br

Área de Conhecimento: **Engenharia Civil; Materiais.**

**Palavras-chave:** Argamassa; RCD; Sustentabilidade.

### **INTRODUÇÃO**

Considerada de grande importância, a construção civil dentro da sociedade, tem a função de transformar o ambiente natural em um ambiente construído, que seja adequado para o desenvolvimento das diversas atividades humanas. Desde ambientes menos sofisticados até os mais elaborados, todos os edifícios, construções viárias, hidráulicas, elétricas e tantas outras são um produto da construção civil, que se encontra presente em todo o planeta. Sendo que os impactos ambientais causados por ela são proporcionais a sua participação na sociedade (JOHN, 2000). Dos impactos ambientais causados pela construção civil, destaca-se um alto consumo de recursos naturais e uma geração elevada de resíduos. No Brasil estima-se uma geração de resíduos de construção de 450 kg por habitante/ano (SILVA, 2015). JOHN (2000) afirma que a disposição irregular deste resíduo nas malhas urbanas, no Brasil, é uma das causas das enchentes (que são causadas por assoreamento dos córregos por estes resíduos), das obstruções das vias de tráfegos e dos prejuízos na paisagem. Nota-se então a importância da gestão adequada dos resíduos como uma medida sustentável. Uma alternativa para que ocorra uma redução dos impactos ambientais gerados por este material é a reciclagem, que para esta mesma resolução é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação. O uso do agregado reciclado em obras contribuiria com a solução de dois impactos gerados pela construção civil: a grande demanda por recursos naturais, como o agregado e a elevada geração de RCC. BAZUCO (1999) estudou a utilização de agregados reciclados de concreto para a produção de novos concretos e realizou ensaios para verificar a resistência à compressão deles. Ele produziu um concreto com fck igual a 18 MPa, e a partir da britagem deste concreto obteve o agregado reciclado que foi incorporado no concreto a ser ensaiado. Com os ensaios de compressão realizados ele observou que as substituições realizadas de agregado graúdo em teores de 0% (concreto de referência), 25%, 50%, 75% e 100%, com 28 dias de idade e com um traço de 1: 3,5 apresentou uma média de resistência de 72,82% do concreto de referência. Já nos concretos com traço 1:5, com os mesmos teores de substituição e 28 dias de idade, a média de resistência em relação ao concreto de referência foi de 76,29% e nos concretos com traço 1:6,5 a média foi de 80,69%. Ele concluiu que as resistências à compressão foram cerca de 15% a 30% menores para os concretos com agregados reciclados em relação aos concretos com agregados naturais, e que as maiores reduções de resistência foram observadas nos traços mais ricos, onde observou-se que a ruptura ocorreu nos agregados reciclados, em virtude da baixa resistência dos mesmos.

### **OBJETIVOS**

Avaliar a influência da substituição do agregado miúdo natural pelo proveniente de RCD na produção de argamassas, com teores de substituição de 25%, 50% e 75%, utilizando

Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CP V), através de ensaios que possibilitem avaliar o desempenho da mistura.

## **METODOLOGIA**

Para realizar o estudo foi coletada uma amostra de RCD proveniente de bloco de concreto em uma obra localizada no estado de São Paulo. A amostra de RCD foi britada manualmente, com o auxílio de martelos até atingir a granulometria de areia média. Uma vez moída a amostra foi homogeneizada, ensaiada e utilizada na produção de argamassa a ser ensaiada. Para a caracterização dos agregados miúdos, tanto o natural quanto o reciclado, os seguintes ensaios foram realizados: Análise granulométrica, de acordo com a NBR NM 248:2003; Determinação da massa específica, seguindo os procedimentos da NBR NM 52:2009; Determinação do teor de umidade, de acordo com a NBR 9775:2011 e Microscopia eletrônica da varredura para a caracterização química e microestrutural. Seguindo o procedimento descrito na NBR 7215:1996 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão, foram moldados corpos-de-prova cilíndricos de 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura. Para moldagem dos corpos-de-prova foram realizadas misturas com 25%, 50% e 75% de teor de substituição do agregado natural pelo proveniente de RCD, além da mistura de referência produzida apenas com agregado natural.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

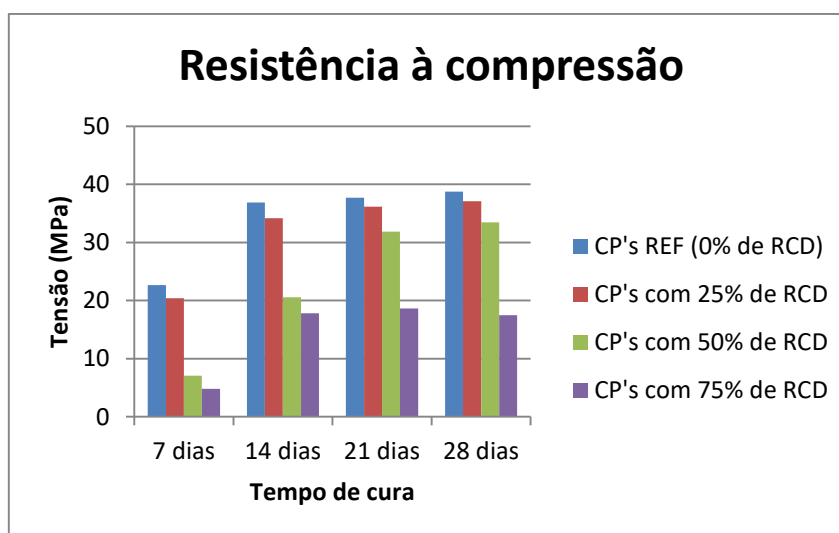
**Granulometria:** Os resultados obtidos através do ensaio de granulometria do agregado natural e do proveniente de RCD foram: Dimensão máxima característica do agregado natural: 2 mm; Módulo de finura do agregado natural: 4,47; Dimensão máxima característica do agregado reciclado: 2 mm; Módulo de finura do agregado reciclado: 4,76.

Observa-se que a dimensão máxima característica de ambos agregados foi a mesma e o módulo de finura apresentou uma variação pouco significativa, entretanto o agregado natural apresentou granulometria mais contínua que o agregado proveniente de RCD. **Massa específica e Teor de umidade:** Através da realização dos ensaios obteve-se as seguintes informações: Massa específica do agregado natural: 2472,72 kg/m<sup>3</sup>; Massa específica do agregado reciclado: 2497,50 kg/m<sup>3</sup>; Teor de umidade do agregado natural: 4,23%; Teor de umidade do agregado reciclado: 0,067%. Tanto o agregado natural quanto o proveniente de RCD apresentaram massa específica na ordem de 2400 kg/m<sup>3</sup>, porém o teor de umidade apresentou uma variação significativa, sendo que o teor de umidade do agregado proveniente de RCD é cerca de 2% do valor do teor de umidade do agregado natural. **Resistência à compressão:** Os resultados do ensaio de resistência dos corpos-de-prova podem ser observados no gráfico 1 e na tabela 1.

A análise dos resultados mostra que em todas as idades os corpos-de-prova produzidos apenas com agregado natural apresentaram resistência à compressão superior aos demais. Os CP's (corpos-de-prova) com teores de substituição de 50% e 75% de agregado natural pelo reciclado apresentaram valores de resistência à compressão consideravelmente menor que os CP's de referência, entretanto os CP's com teor de 25% de substituição apresentaram uma queda consideravelmente pequena, com redução de em média 6,4% em relação aos CP's de referência, o que indica que este teor de substituição é viável para aplicação na produção de argamassas. Este resultado encontrava-se dentro do esperado, pois resultados semelhantes foram obtidos por pesquisadores como MALTA *et. al* (2011) e BAZUCO (1999), que ao produzir concretos com agregados reciclados observou que a resistência destes concretos eram cerca de 70% da resistência do concreto de referência.

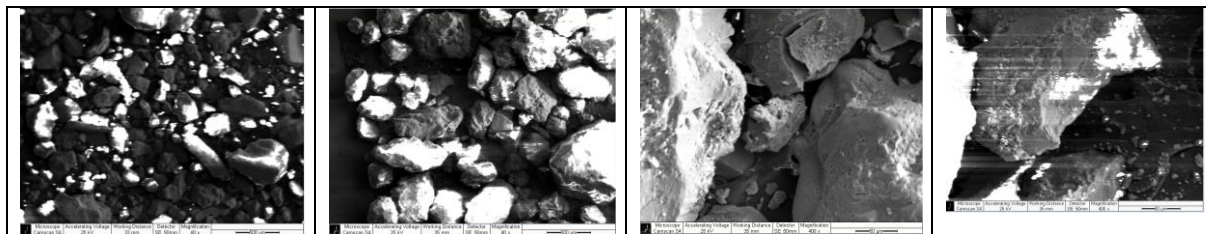
**Tabela 1** - Resultados do ensaio de resistência à compressão

Tempo de cura	Corpos-de-prova	Resistência à compressão (Mpa)
7 dias	CP's de referência	22,64
	CP's 25% de RCD	20,41
	CP's 50% de RCD	7,06
	CP's 75% de RCD	4,83
14 dias	CP's de referência	36,86
	CP's 25% de RCD	34,16
	CP's 50% de RCD	20,55
	CP's 75% de RCD	17,81
21 dias	CP's de referência	37,69
	CP's 25% de RCD	36,14
	CP's 50% de RCD	31,84
	CP's 75% de RCD	18,64
28 dias	CP's de referência	38,77
	CP's 25% de RCD	37,1
	CP's 50% de RCD	33,47
	CP's 75% de RCD	17,46



**Gráfico 1** - Resultados do ensaio de resistência à compressão

**Microscopia Eletrônica:** Nas Figuras 1 (a), areia natural e 1 (b), RCD moído, com aumento de 40X, é possível observar texturas diferentes, este quadro pode ser atribuído ao fato das partículas do RCD moído serem aglomerados de partículas provenientes de diferentes materiais. Nas Figuras 1 (c), areia natural e 1 (d), RCD moído, com aumento de 400X, é possível observar a maior heterogeneidade das partículas presentes no RCD moído.



(a) (b) (c) (d)

Figura 1 –Micrografias das amostras de areia e do RCD utilizado em substituição da areia  
(a) Micrografia areia natural aumento de 40X ; (b) Micrografia RCD moído aumento de 40X; (c) Micrografia areia natural aumento de 400X ; (d) Micrografia RCD moído aumento de 400X.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos foram favoráveis, pois apesar de apresentar redução na resistência, o teor de substituição de 25% de agregado natural pelo proveniente de RCD apresentou uma queda pouco significativa, com valores de em média 94% da resistência da argamassa de referência. O que implica que sua aplicação pode ser viável, desde que novos estudos sejam realizados a fim de comprovar se o agregado atende aos requisitos da NBR 15116:2004. Entretanto os teores de substituição de 50% e 75% apresentaram uma redução relevante na resistência e como era esperado, conforme o teor de substituição aumentou a resistência diminuiu, sendo assim, o teor de substituição de 75% apresentou os menores valores de resistência à compressão.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. L. *et al.* **Influência de agregados reciclados de resíduos de construção nas propriedades mecânicas do concreto.** REEC, v. 11 p. 16-34, 2016.

BAZUCO, Régis Sandro. **Utilização de agregados reciclados de concreto para a produção de novos concretos.** 1999. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 307**, de 05 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>

GONÇALVES, Micheli Silveira. **Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de concreto oriundos da pré-fabricação como agregado graúdo para a produção de novos concretos.** 2011. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2011.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. 113 f. Tese (Livre Docência em Engenharia de Construção Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MALTA, J. O., SILVA V. S., GONÇALVES, J. P. **Argamassa contendo agregado miúdo reciclado de resíduo de construção e demolição.** Gesta, v. 1 p. 176-188, 2013.