

# ESTUDO DA SUBSTITUIÇÃO DE PARTE DO AGREGADO GRAÚDO NATURAL POR RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PAVIMENTOS DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

**Carine Molz**

Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria  
carinemolz@hotmail

**Ana P. Müller**

anapaulinasm@yahoo.com.br

Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria

**Tatiana C. Cervo, Doutora**

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria  
cervo.tatiana@gmail.com

**Maurício Silveira dos Santos**

Mestrando do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria  
mauricio85@bol.com.br

**Resumo:** *Essa pesquisa refere-se à possibilidade de substituição de parte do agregado graúdo natural pelo resíduo da construção civil (RCC) em pavimentos de cimento Portland. Seus principais objetivos foram realizar ensaios de caracterização destes agregados e testar a compressão axial, diametral e resistência à tração na flexão de corpos de provas contendo essa substituição, a fim de verificar sua viabilidade. Durante o estudo, foram testados cinco tipos de traços diferentes, dos quais foram moldados 6 corpos de provas de cada, para serem rompidos aos 7 e aos 28 dias analisando os resultados. A pesquisa teve resultados favoráveis com as substituições de 10%, utilizado quando se necessita maior resistência, e 20%, satisfazendo seus objetivos iniciais.*

**Palavras-chave:** *RCC. Substituição. Ensaios.*

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil está relacionada com o crescimento social e econômico de um país, sendo uma modificadora do ambiente através da extração de recursos

naturais e geração de grandes volumes de resíduos. Os “entulhos”, como são conhecidos os resíduos da construção civil (RCC) segundo a NBR 15116/2004 são provenientes de construções, reformas, demolições, reparos e da preparação e escavação de terrenos e são constituídos de tijolos, blocos cerâmicos, concreto, solo, rocha, argamassa, entre outros.

Velloso (2009) cita que devido a esse grande volume de resíduos oriundos da construção civil surgiu a necessidade de proporcionar um fim a esses materiais através da reciclagem e reutilização dos mesmos. Dessa forma tem-se um melhor aproveitamento desse material ocioso, menor exploração dos recursos naturais e menor quantidade de resíduos gerados. Entre essas utilizações, destaca-se a substituição de parte do agregado graúdo natural pelo resíduo da construção civil (RCC) em pavimentos de concreto de cimento Portland.

## 2. OBJETIVOS

Realização de ensaios, de acordo com as normas específicas, de caracterização física dos materiais utilizados na pesquisa

(agregado miúdo, agregado graúdo natural, cimento e RCC britado) e também de ensaios de compressão axial, compressão diametral e tração na flexão, aos 7 e 28 dias, em concretos de cimento Portland para pavimentação com diferentes graus de substituição do agregado natural pelo resíduo (0%, 10%, 20%, 30% e 50%), a fim de se analisar os resultados e definir a viabilidade e o grau dessa substituição no concreto de cimento Portland para pavimentação.

### 3. METODOLOGIA

O RCC foi coletado em uma área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil (ATT) de Santa Maria e os outros materiais empregados – cimento, agregado graúdo natural e agregado miúdo - foram doados por empresas da região para a realização da pesquisa.

Primeiramente realizaram-se ensaios para conhecer as propriedades individuais dos materiais utilizados na pesquisa. Para a caracterização do cimento foi realizado o ensaio de massa específica de acordo com a norma da NBR NM 23/2001 que serviu para calcular a quantidade de cimento empregada em cada traço. Para a determinação da massa específica e da massa aparente do agregado miúdo (areia quartzosa) foram realizados ensaios de acordo com a NBR NM 52/2003 e para o agregado graúdo natural (Brita 1 e 2) e para o RCC (resíduos britados para adquirirem uma composição granulométrica próxima ao agregado natural) de acordo com a NBR NM 53/2003. Além desses ensaios, foi determinado também a granulometria do agregado miúdo e do agregado graúdo natural e daquele proveniente do RCC de acordo com a NBR NM 248/2003.

Depois de realizados os ensaios de caracterização dos materiais determinaram-se cinco traços diferentes de concreto para moldar os corpos de prova (CPs) onde foi substituído parte do agregado graúdo natural pelo RCC utilizando a porcentagem de

substituição de 0%, 10%, 20%, 30% e 50%. Em cada traço foi modificada a quantidade de superplastificante para se obter a trabalhabilidade e o abatimento definido (40mm±10mm) que era medido através da realização do ensaio de abatimento do concreto chamado de Slump.

Com o abatimento e a trabalhabilidade da mistura desejados, foram moldados 18 corpos de provas por traço de acordo com a NBR 5738/2003, sendo 6 prismáticos (10x10x40 cm) e 12 cilíndricos (10x20cm) para os ensaios de tração na flexão, e, compressão axial e diametral respectivamente. Esses corpos de provas foram rompidos aos 7 e aos 28 dias, sendo desmoldados 24 horas após sua moldagem e permanecendo em câmara úmida para adquirirem resistência até a data do ensaio.

O ensaio de compressão axial foi realizado com base na NBR 5739/2007 e o ensaio de compressão diametral, de acordo com a norma NBR 7222/2011. No ensaio de resistência a tração na flexão foram utilizados os corpos prismáticos (10x10x40cm) segundo a NBR 12142/2010.

### 4. RESULTADOS E DISCUSÕES.

Referente ao ensaio de compressão axial (Figura 1) aos 7 dias, o traço com 0% de RCC (100% de brita natural - traço referência) apresentou maior resistência, devidos ao fato do agregado natural ser mais resistente que o agregado proveniente da britagem de resíduos da construção civil. Já aos 28 dias os traços constituídos por 10% de RCC e 90% de brita natural e o traço referência apresentaram valores de resistência à compressão axial muito próximos. Esse resultado pode estar relacionada com o fato de que o RCC possui maior porosidade, aprisionando maior quantidade de água que o agregado natural nos seus poros, e liberando essa à medida que o concreto necessitava de água para a sua hidratação. Nos outros traços o aumento da quantidade de RCC fez com que o ganho

de resistência devido a maior hidratação do cimento não tivesse tanto efeito como no traço referência.

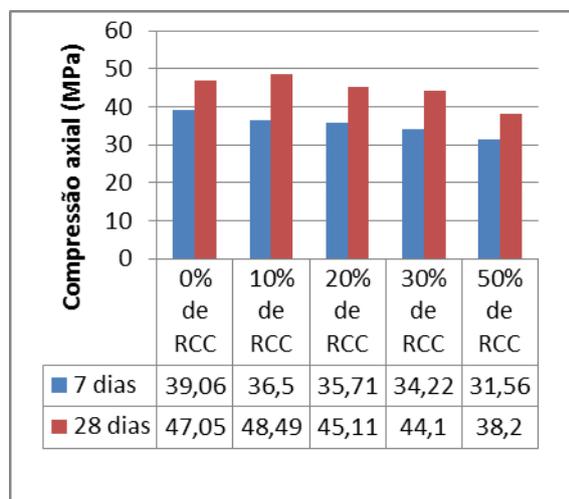


Figura 1: Compressão Axial.

No ensaio de compressão diametral (Figura 2) aos 7 dias o traço referência apresentou acentuada diferença comparada aos traços com substituição do agregado natural pelo RCC, com maior resistência. Os traços com RCC apresentaram resistências parecidas nesse período. Já no ensaio aos 28 dias, o traço com substituição de 10% de RCC e com 90% de brita apresentou igual resistência que o traço referência.

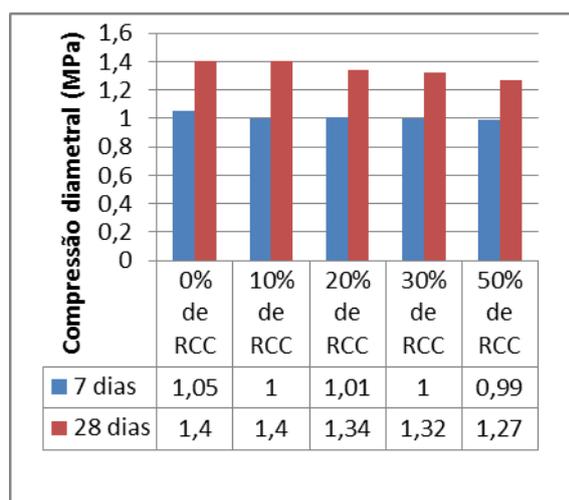


Figura 2: Compressão Diametral.

No ensaio de tração na flexão (Figura 3), sendo um dos ensaios mais importantes nos pavimentos de concreto de cimento

Portland, aos 7 dias o traço com 0% de RCC e 100% de brita apresentou maior resistência. Da mesma maneira, o comportamento mantém-se aos 28 dias, sendo o traço referência o de maior resistência, aumentando os valores de resistência e mantendo-se a proporcionalidade dos valores de ambos os ensaios.

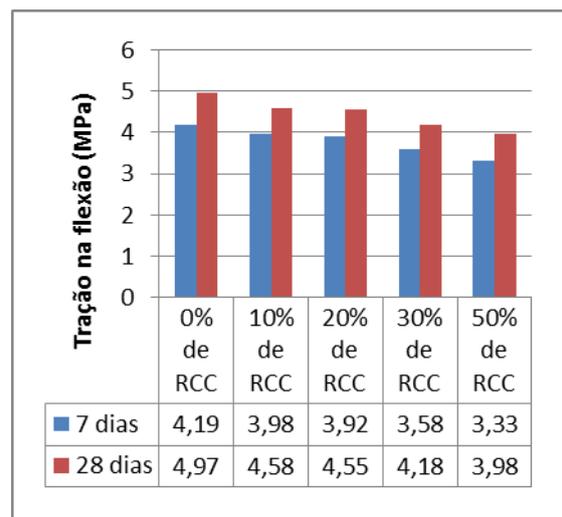


Figura 3: Tração na Flexão.

Durante a pesquisa o traço que apresentou o pior desempenho foi o que possuía 50% de brita natural e 50% de RCC, apresentando aos 28 dias compressão axial de 38,20MPa, compressão diametral de 1,27MPa, e tração na flexão de 3,92, sendo que normalmente a tração na flexão requerida é de 4,5MPa. Já o traço com RCC que apresentou melhores resultados foi o com 10% de RCC e 90% de brita natural, apresentando aos 28 dias cerca de 4,58 MPa, resultado menor apenas que o traço referência.

## 5. CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados apresentados, conclui-se a viabilidade da utilização de RCC substituindo parte do agregado graúdo natural em pavimentos de concreto de cimento Portland, pois se observou que os traços que possuíam resíduos se comportaram de forma

satisfatória durante os ensaios. O traço com 10% de RCC e 90% de brita natural obteve, aos 28 dias, resistência bastante próxima no ensaio de compressão axial e igual resistência no ensaio de compressão diametral comparado ao traço referência, o que comprova a possibilidade de utilização do RCC em concretos.

Dentre os traços contendo resíduos, os traços com 10% de RCC e 90% de brita obteve o melhor desempenho nos ensaios e o de 50% de brita e 50% RCC obteve o menor desempenho. Dessa forma, o uso do resíduo em pavimentos de concreto é viável, porém deve-se cuidar com o teor do material empregado, pois esse pode não atender as necessidades técnicas do pavimento. O traço com 20% de RCC e 80% de brita, apesar de não ter obtido os melhores resultados, atendeu a todas as especificações técnicas (aos 28 dias, compressão axial: 45,11MPa, compressão diametral: 1,34 MPa, tração na flexão: 4,55MPa) e pode ser utilizado em pavimentos que não necessitem de uma resistência elevada devido ao seu papel ambiental colaborando com a reciclagem dos resíduos da construção civil.

### *Agradecimentos*

Os autores do trabalho agradecem a bolsa FIT/BIT recebida que possibilitou auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

## **2.REFERÊNCIAS**

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

**NBR 12142** - Concreto — Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos. Rio de Janeiro, 2010.

**NBR 7222** - Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.

**NBR 15116** - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

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

**NBR NM 52** - Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2003.

**NBR NM 53** - Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2003.

**NBR NM 248** - Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

VELLOSO, B. MARCIELI. **Substituição parcial do agregado graúdo pelo RCD aplicado em concretos pré-moldados de alta resistência**. Trabalho de conclusão de curso (TCC) - Universidade federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

SANTOS, S. MAURÍCIO. **Estudo do uso de resíduos da construção civil em pavimentos de cimento de concreto Portland**. Trabalho de conclusão de curso (TCC) - Universidade federal de Santa Maria. Santa Maria, 2013.

BALBO, T. JOSÉ. **Concreto – Ensino, Pesquisa e Realizações – Livro, Capítulo 42 - Pavimentos viários e pisos industriais de concreto**. São Paulo, 2005.