

# CONSTRUCTION WASTE (CW) AS A SUBSTITUTE FOR NATURAL AGGREGATE BASE IN PAVEMENT

**Carine Molz<sup>1</sup>, Tatiana C. Cervo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria

<sup>2</sup> Professora Doutora Pesquisadora da Universidade Federal de Santa Maria

Universidade Federal de Santa Maria- UFSM

Departamento de Transportes, Engenharia Civil, Campus universitário – Santa Maria-RS

carinemolz@hotmail.com, cervo.tatiana@gmail.com

**Abstract.** *The civil engineering is responsible for most of generating of the solid waste from brazilian cities. These materials are usually deposited in unsuitable areas, requiring alternatives to solve this problem. This study presents an alternative to this problem by recycling,, analyzing use of construction waste (CW) as a substitute 100% of coarse aggregate base in pavement. This analysis was performed by conducting laboratory tests that obtained results that showed that this substitution is not feasible.*

**Palavras-chave:** *Construction waste(CW), Substitute; Pavement;*

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo o Diagnostico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil realizado em 2012 pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada- Ipea- [1] esse material representa cerca de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos de muitos municípios brasileiros. Esses resíduos, também denominados “entulhos”, nem sempre são depositados em áreas específicas de transbordo e triagem– ATT’s- como estipula a resolução federal CONAMA nº307/2002 [2], degradando o ambiente e o meio urbano.

Visando a redução dessa problemática, surgem alternativas para o desenvolvimento sustentável, como a redução do desperdício nos processos produtivos e a reutilização do

resíduo através da reciclagem. Com o objetivo de propor um melhor aproveitamento desse material ocioso e menor exploração dos recursos naturais, essa pesquisa apresenta o estudo da viabilidade de utilização do Resíduo da Construção Civil (RCC) substituindo 100% do agregado natural em base de pavimentos.

## 2. METODOLOGIA

O RCC utilizado para essa pesquisa (Figura 1) foi doado pela empresa GR-2-Gestão de resíduos, a qual é responsável pela Área de Transbordo e Triagem (ATT) da cidade de Santa Maria. Essa empresa recebe o resíduo bruto e, então, realiza um processo de britagem inicial que resulta em um material com diâmetros equivalentes em torno de 5 a 7 cm.



Figura 1: RCC empregado na pesquisa

### 2.1. Caracterização Física

Inicialmente foi realizado um levantamento visual dos materiais

constituintes no RCC. Através da composição do resíduo, foram medidas as porcentagens constituintes de tijolo, argamassa, cerâmica, brita e dos materiais impróprios da amostra. Após essa análise, a amostra foi isentada dos resíduos que não se enquadravam na classe A da resolução CONAMA nº307/2002 [2], a qual classifica os materiais das classes B, C e D (vidros, plásticos, gessos, forros, tubulações, fiações elétricas e papéis ou quaisquer materiais orgânicos ou não inertes) como inadequados.

Para caracterização do RCC foi realizado, primeiramente, a composição granulométrica pelo processo do peneiramento. Após esses resultados, concluiu-se que o resíduo não possuía uma granulometria específica e dessa forma tornou-se necessário britar o resíduo para enquadrá-lo em uma faixa específica segundo o Manual de Pavimentação do DNIT [3]. Devido a composição granulométrica original do material, optou-se pela faixa B do DNIT, a qual apresenta uma composição maior de agregados graúdos. Dessa forma, realizou-se o beneficiamento do material em 3 amostras, as quais foram submetidas aos ensaios de Índice de Forma, Lamelaridade e Absorção para determinar as demais características físicas do RCC.

No ensaio de Índice de Forma foram medidos com paquímetro o maior e o menor diâmetro de 200 amostras unitárias das peneiras 1", 3/8" e nº4 de acordo com as diretrizes da NBR 7809/1983 [4]. Os agregados da mesma amostra foram submetidos ao ensaio de Lamelaridade, de acordo com o DAER/RS-EL 108/2001 [5], no qual verificou-se o material passante em uma forma metálica específica determinada pela norma, medindo-se o índice de agregados laminares totais.

O ensaio de Absorção foi realizado com uma amostra de 4 kg com a composição granulométrica das peneiras 1", 3/8" e nº 4 das com base na DNER-ME 195/97[6]. Primeiramente a amostra foi colocada em uma cesta metálica e pesada. Em seguida, o

material foi imerso durante 24 horas em água e, após esse período, foram determinados o peso imerso e o peso sem a película de água aparente da amostra. Por fim, o resíduo foi seco durante 24 horas em estufa e determinou-se o peso da amostra seca.

## **2.2. Resistência mecânica**

Para que a resistência mecânica do RCC pudesse ser mensurada, além dos ensaios de caracterização, foram realizados os ensaios de abrasão Los Angeles e Compactação com e sem reutilização de material. Com o Ensaio de Abrasão Los Angeles foi simulado em laboratório o desgaste físico que o agregado graúdo sofreria ao ser submetido a uma carga abrasiva. Para este ensaio foi utilizada uma amostra de 5 kg de resíduo com a granulometria correspondente a "Gradação A" da norma rodoviária DNER-ME 035 (DNIT, 1998) [7], a qual foi depositada no tambor Los Angeles e submetida a 500 rotações juntamente com 12 esferas metálicas a uma velocidade de 30 rpm. Ao final do ensaio foi obtida a porcentagem abrasiva, que corresponde a porcentagem da amostra total passante na peneira nº 12 (1,7mm).

A compactação do resíduo (Figura 2) foi baseada na NBR 7182/1986 [8] e ensaiada de duas maneiras: uma simulando a prática e a outra de forma idealizada. Para a simulação prática foi ensaiada uma amostra total de 7 kg, na qual o material foi reutilizado para 5 compactações, cada uma contendo teores de umidade diferentes. Para a simulação idealizada necessitou-se 30kg de material, utilizando-se 6 kg e teores de umidade diferentes para cada uma das 5 compactações.



Figura 2: Compactação do RCC

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Ensaio de Caracterização

A composição original do resíduo é apresentada na tabela abaixo:

Tabela 1: Constituição do RCC

Constituinte	Quantidade (%)
Argamassa	41,1
Tijolo	53,4
Cerâmica	1,95
Brita	3,5
Materiais desprezíveis	0,05

A presença de materiais desprezíveis é pequena conforme mostrado na tabela acima. De acordo com NBR 15115/2004[9], esse material deve ser descartado para não alterar as características do material empregado em pavimentação. O resultado obtido após o beneficiamento do material é apresentado na Figura 3.

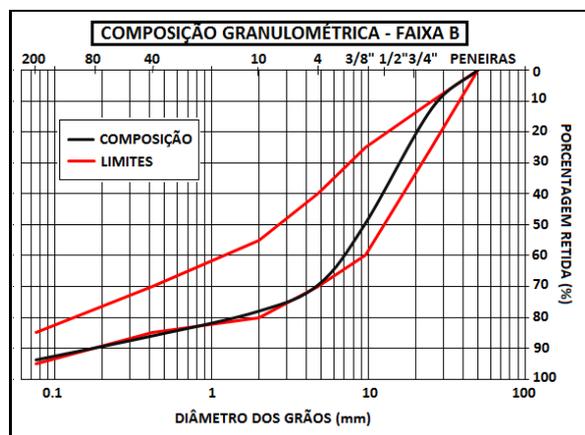


Figura 3: Composição Granulométrica

A composição granulométrica apresentada na Figura 3 representa o enquadramento do material na faixa B do DNIT, a qual apresenta uma maior porcentagem de agregados graúdos. Dessa forma, o RCC necessitou um menor número de britagens para a adequação, diminuindo os custos com esse processo.

O ensaio de lamelaridade apresentou cerca de 25% de agregados lamelares na amostra da peneira 1/2". Segundo a NBR 7809 a porcentagem máxima permitida desses agregados é de 30%, sendo a porcentagem encontrada menor que a estipulada. Os agregados lamelares fracionar-se durante a compactação, alterando assim a granulometria inicial. Dessa maneira, a forma ideal buscada para os agregados na pavimentação é a cúbica.

O ensaio de absorção apresentou uma porcentagem de 13,5% que também foi considerada dentro do esperado.

#### 3.2. Abrasão Los Angeles e Compactação

O Resultado do Ensaio de Abrasão Los Angeles apresentou cerca de 65,3% de material passante na peneira nº 12. Essa porcentagem encontrada no ensaio realizado é considerada alta para a utilização do RCC como base de pavimentos, evidenciando uma baixa resistência ao desgaste que o resíduo sofrerá frente as ações abrasivas e ao atrito interno. Além disso, a abrasão também se tornou visível durante o processo de peneiramento, no qual alguns constituintes do resíduo fragmentaram-se em partículas menores.

A curva de compactação simulando a prática, ou seja, com reutilização de material, está apresentada na Figura 4:

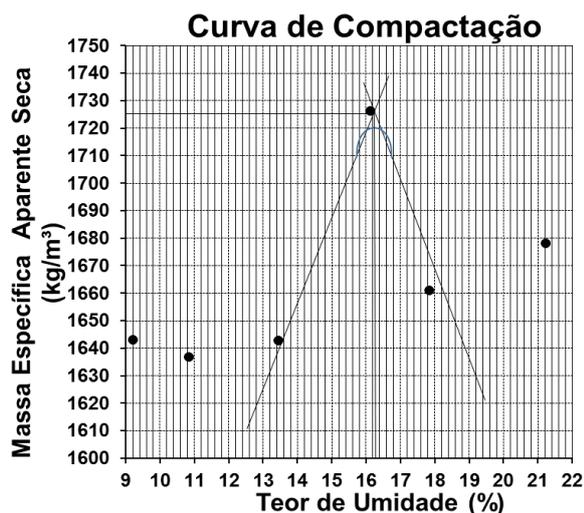


Figura 4: Curva de compactação amostra prática.

O comportamento da curva de compactação da figura acima difere do convencional dos agregados naturais utilizados para a pavimentação, sendo o teor de umidade ótima e massa específica aproximado, respectivamente, 16,3% e 1726 Kg/m<sup>3</sup>. Segundo a NBR 1515, recomenda-se a realização de trechos experimentais para que possam ser definidos a espessura e o grau específico de compactação da camada de agregado reciclado.

Os resultados da compactação idealizada, sem reutilização de RCC, não serão apresentados pois não apresentaram alterações nos resultados.

#### 4. CONCLUSÕES

As análises dos resultados dos ensaios de caracterização física mostraram-se, em maioria, satisfatórios. Em contrapartida, as análises da resistência mecânica do resíduo resultaram elevada abrasão e uma curva de compactação que diverge da característica buscada para pavimentação. Dessa forma comprovou-se que a utilização de 100% de RCC substituindo o agregado graúdo natural não é viável, porém existem estudos que comprovam a sua viabilidade com porcentagens menores de substituição.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] J. A. B. Fernandez, “Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil”, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-Ipea, Brasília; 2012, p. 10-11;
- [2] Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução N°307, Brasília; 2002;
- [3] Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes- DNIT, Manual de Pavimentação, 3ª Edição, Rio de Janeiro: IPR, 2006; p. 143;
- [4] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT , NBR 7809: Agregado Graúdo- Determinação do Índice de Forma pelo método do Paquímetro, Rio de Janeiro, 1983;
- [5] Departamento Autônomo de Estradas e Rodagem – DAER/RS- EL 108: Determinação do Índice de Lamelaridade, Porto Alegre, 2001;
- [6] Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER ME 195: Agregados – Determinação da massa específica e absorção de agregado graúdo, Rio de Janeiro, 1997;
- [7] Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER ME 35: Agregados – Determinação de Abrasão Los Angeles, Rio de Janeiro, 1998;
- [8] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 7182: Ensaio de Compactação, Rio de Janeiro, 1986;
- [9] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de Pavimentação - Procedimentos, Rio de Janeiro, 2004;