

## CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO VISANDO EMPREGO EM BASES E SUB-BASES EM PAVIMENTOS

OTÁVIO FONSECA<sup>1</sup>; ANA CAROLINA CESPEDES<sup>2</sup>; FERNANDA PASQUALOTTI<sup>2</sup>; JARDEL SIVERIS<sup>2</sup>; KLAUS MACHADO THEISEN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [otaviokfonseca@gmail.com](mailto:otaviokfonseca@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [accespedes@gmail.com](mailto:accespedes@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas - [fernandapasqualotti@yahoo.com.br](mailto:fernandapasqualotti@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas - [jardel.siveris@gmail.com](mailto:jardel.siveris@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [theisenkm@yahoo.com.br](mailto:theisenkm@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Os resíduos da construção e demolição (RCD) são gerados nas atividades de construção, reforma ou demolição e constituídos por um conjunto de materiais, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, madeiras e compensados, argamassa, gesso. Estima-se que atualmente a quantidade de RCD em comparação a massa de resíduos sólidos urbanos é de 51 a 70%, (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018), podendo a construção civil, ser considerada a maior geradora de resíduos e o maior causador de impacto ambiental.

Com o crescimento cada vez maior deste setor, em 2011 foi criada a ABRECON - Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição. A ABRECON surgiu com a proposta de mobilizar e sensibilizar governos e sociedade sobre a problemática do descarte irregular dos resíduos da construção e oferecer soluções sustentáveis para a construção civil. O Brasil conta atualmente com 105 empresas que realizam atividades relacionadas à reciclagem de RCD, sendo 7% instaladas no Rio Grande do Sul (ABRECON, 2015).

Uma alternativa sustentável para a destinação adequada para esses materiais, seria a utilização em camadas de pavimentos. O uso de agregados reciclados, ao invés do uso de agregados novos, reduz o excesso de extração de recursos naturais e a quantidade de resíduos a depositar em aterros. Conforme comprovado por muitos pesquisadores, o RCD apresenta desempenho semelhante ao esperado de materiais pétreos para o emprego em pavimentos. Sendo assim, evidencia-se a importância do seu estudo para o emprego em pavimentos, devido à alta demanda de pavimentação de rodovias e a crescente e contínua geração de resíduos pela construção civil, o que torna o RCD um material de fácil acesso e abundante.

O objetivo deste trabalho foi realizar ensaios de caracterização de RCD oriundos de obras de alto padrão da cidade de Pelotas, visando verificar a viabilidade para o uso em camadas de pavimentação, comparando-o com um material granítico britado de referência. Os resultados da presente pesquisa são parte integrante do trabalho desenvolvido por PASQUALOTTI (2018).

### 2. METODOLOGIA

Foram dois os materiais empregados para o desenvolvimento do presente artigo, o resíduo de construção e demolição (RCD) proveniente de um edifício residencial de alto padrão e o outro um material britado de rocha granítica que foi utilizado como referência.

Aproximadamente 435 kg de resíduo foram coletados e transportados para o Laboratório de Pavimentação da UFPel. O material que estava em sua forma bruta passou primeiramente por um processo de triagem, onde foram retirados os materiais indesejáveis como gesso, madeira, e plásticos e separados os materiais de origem cerâmica dos de origem cimentícia.

Para obter o agregado reciclado o resíduo bruto passou por um processo de britagem em um britador de mandíbulas para que suas dimensões fossem reduzidas. Foram utilizadas três dimensões diferentes de abertura do britador de mandíbulas (quanto menor a abertura, mais fino resultava o material britado) para o material cerâmico, sendo elas 0,5 cm, 1 cm e 2 cm. Por possuir alto teor de finos, para o material cimentício miúdo foi utilizado o material passante na peneira #4,76. Para o material cimentício graúdo foram utilizadas duas dimensões de abertura do britador diferentes, sendo elas 1,5 cm e 2,5 cm. Após a britagem, cada um dos materiais foram analisados granulometricamente, conforme o método de ensaio ME 083/98 – Agregado – Análise granulométrica (DNER, 1998), com o fim de ser possível obter composições granulométricas resultantes de misturas dos materiais citados que resultassem curvas granulométricas que passassem exatamente no ponto médio entre os limites vistos na tabela 1, para as faixas B, C e D do DNIT.

Tabela 1 – Faixas granulométricas estabelecidas pelo DNIT

TIPOS PENEIRA	I			II		
	A	B	C	D	E	F
	% em peso passando					
2"	100	100	—	—	—	—
1"		75-90	100	100	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	...	—
Nº4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100
Nº10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
Nº40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
Nº200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25

O ensaio para determinar a densidade dos materiais foi realizado conforme método de ensaio para a determinação da absorção e da densidade de agregado graúdo ME 081/98 (DNER, 1998), e pela Norma Mercosul para determinação da massa específica e massa específica aparente do agregado miúdo NM 52/2002 (NORMA MERCOSUL, 2006).

O ensaio para determinar o Índice de Forma dos materiais foi realizado conforme o método de ensaio ME 086/94 (DNER, 1994). O ensaio de Abrasão Los Angeles foi realizado conforme norma DNER-ME 035/98 (DNER, 1998).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Densidade do Agregado Graúdo

Os resultados de Densidade real (Dr), densidade aparente (Da) e absorção (Abs) obtidos para o RCD e a brita granítica são vistos na Tabela 2. Pelos resultados da Tabela 2, foi observado que os valores de densidade são mais próximos entre os dois materiais, comparando-se as faixas granulométricas, porém com o RCD apresentando menores valores. O mesmo não ocorre quando comparado aos de absorção, onde RCD é muito superior ao da brita granítica. Isso se dá ao fato do RCD possuir uma quantidade muito maior de vazios permeáveis e consequentemente uma absorção superior.

Tabela 2 – Valores de Densidade real (Dr), Densidade aparente (adaptado de PASQUALOTTI, 2018)

Faixas DNIT	Brita Granítica			RCD misto		
	Dr	Da	Abs (%)	Dr	Da	Abs (%)
Faixa B	2,675	2,654	0,469	2,351	2,045	12,519
Faixa C	2,671	2,649	0,484	2,401	2,071	12,837
Faixa D	2,669	2,647	0,506	2,357	2,035	13,195

### 3.2. Índice de forma

O índice de forma (IF) permite avaliar a qualidade de um agregado graúdo em relação à forma dos grãos, considerando um IF= 0, os grãos são classificados com lamelares e IF = 1, cúbicos. Através dos resultados dos ensaios foi analisou-se que o agregado cerâmico, apresentou bastante variação nas formas dos grãos para as diferentes aberturas do britador de mandíbulas. O índice de forma obtido para o resíduo britado com abertura de 1,0 cm foi igual à 0,76, possuindo uma predominância de grãos cúbicos, enquanto o resíduo britado com abertura de 2,0cm apresentou um índice de forma igual à 0,56, possuindo um formato mais lamelar. O agregado cimentício apresentou grãos com forma predominantemente cúbicas, sendo o índice de forma para o resíduo britado com abertura de 1,5cm igual à 0,86 e para o resíduo britado com abertura de 2,5cm igual à 0,89.

Para os agregados RCD todas as faixas apresentaram grãos com forma predominantemente cúbica, sendo os valores do índice de forma obtidos para a faixa B de 0,81, para a faixa C de 0,84 e para a faixa D de 0,86 e em relação aos agregados graníticos as três faixas granulométricas do DNIT B, C e D apresentaram uma forma predominantemente cúbica, sendo o índice de forma para a faixa B de 0,90, enquanto as faixas C e D apresentaram um índice de forma de 0,91. Assim, o RCD apresenta IF adequado para uso em pavimentação, observando-se valores próximos ao material de referência.

### 3.3 Abrasão Los Angeles

Foram realizados três ensaios para a brita granítica, as quais apresentaram abrasões de 23%, 21% e 20%, para as Faixas B, C e D, respectivamente. Conforme a especificação de serviço ES 141/2010, o agregado granítico pode ser empregado em bases estabilizadas granulometricamente, pois apresentam um desgaste inferior à 55%. Para os resíduos cerâmicos britados nas aberturas de 2 cm e 1 cm obteve-se abrasões de 57% e 55%, respectivamente. Para os resíduos cimentícios britados nas aberturas de 2,5 cm e 1,5 cm, graduações A e B, obteve-se abrasões de 88% e 83%, respectivamente.

Observou-se que a abrasão para os resíduos cimentícios é superior à abrasão dos resíduos cerâmicos. Considerando-se a composições granulométricas de RCD para as faixas do DNIT, a faixa granulométrica B apresentou uma abrasão de 82%, a faixa C uma abrasão de 80% e a faixa D de 88%. Conforme a especificação de serviço ES 141/2010, as faixas compostas com agregado reciclado não podem ser empregadas em bases estabilizadas granulometricamente, pois apresentam um desgaste superior à 55%.

## 4. CONCLUSÕES

Com as análises laboratoriais realizadas pode-se concluir que, embora o RCD e a brita granítica possuam densidades semelhantes, o primeiro possui uma capacidade de absorção muito superior, isso se deve ao fato de que o RCD possui um teor de vazios superficiais superior ao da brita granítica.

Os valores de índice de forma do RCD demonstram potencial quando comparados ao da brita granítica. Embora levemente inferiores, o formato cubico pode ser uma característica desejada na pavimentação devido a sua maior facilidade na compactação.

Todavia o desgaste apresentado através dos ensaios de Abrasão Los Angeles inviabilizou o RCD a ser empregado em camadas de bases estabilizadas granulometricamente, limitando seu uso em camadas de sub-base. Ressalta-se que os resultados obtidos são válidos para o tipo de RCD estudados na presente pesquisa, no qual estudos são recomendados com diferentes tipos e composições de RCD para corroboração dos resultados aqui apresentados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. **ABRECON**. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/entulho/o-que-e-entulho/>> Acesso em 06 nov. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM DNER. **Agregado – análise granulométrica. DNER-ME 083/98**. Rio de Janeiro, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM DNER. **Agregados – determinação da absorção e da densidade de agregado graúdo. DNER-ME 081/98**. Rio de Janeiro, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM DNER. **Agregados – determinação do índice de forma. DNER-ME 086/94**. Rio de Janeiro, 1994.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM DNER. **Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”. DNER-ME 035/98**. Rio de Janeiro, 1998

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DNIT. **Pavimentação – base estabilizada granulometricamente – especificação de serviço. Norma DNIT 141/2010**. Rio de Janeiro, 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental: **Panorama dos resíduos da construção e demolição (RCD) no Brasil**. Disponível em: <[http://www.mpt.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina\\_24.pdf](http://www.mpt.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina_24.pdf)> Acessado em 28 jan. 2018.

PASQUALOTTI, F. **Estudo da influência da granulometria do RCD visando aplicação em bases e sub-bases de pavimentos**. 2018. 80f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pelotas.