

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DO RCD VISANDO APLICAÇÃO EM BASES E SUB-BASES DE PAVIMENTOS: ANÁLISE DAS CURVAS DE COMPACTAÇÃO

JARDEL ARNOLD SIVERIS¹; FERNANDA PASQUALOTTI², ANA CAROLINA LEITE CÉSPEDES³; OTÁVIO KICKHÖFEL DA FONSECA⁴; KLAUS MACHADO THEISEN⁵

¹Universidade Federal de Pelotas – jardel.siveris@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – fernandapasqualotti@yahoo.com.br

³Universidade Federal de Pelotas – aclicespedes@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – otaviokfonseca@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – theisenkm@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O Resíduo da Construção e Demolição (RCD), oriundo das atividades da indústria da Construção Civil, representa uma parcela significativa dos resíduos sólidos urbanos produzidos no mundo. Este material, no entanto, possui alto potencial de reciclabilidade, podendo ser empregado no ramo da Engenharia Civil, especialmente na pavimentação como material passível de utilização em camadas de bases e sub-bases de pavimentos.

Neste sentido, esse trabalho tem como objetivo comparar o comportamento do RCD em relação aos agregados de brita granítica, tomado como referência e comumente empregados em obras de pavimentação, através da análise da curva de compactação desses materiais. Para isto, foram analisados aspectos quanto à origem do material reciclável – agregados mistos de cerâmicos e cimentícios, de acordo com as faixas granulométricas do Manual de Pavimentação do DNIT (2016).

2. METODOLOGIA

A metodologia está de acordo com:

- DNER-ME 083/98 – Agregado – Análise granulométrica;
- DNER-ME 129/94 – Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas;
- DNIT-ES 141/2010 – Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente – Especificação de serviço;
- DNER-ES 301/97 – Pavimentação – sub-base estabilizada granulometricamente – Especificação de serviço; e,
- Faixas granulométricas do DNIT (2016).

Os materiais empregados foram: material britado de rocha granítica e agregados mistos de cerâmicos e cimentícios, provenientes da reciclagem de resíduos da construção e demolição (RCD), oriundos da construção de um edifício residencial de alto padrão localizado no município de Pelotas/RS.

Em relação ao material britado de origem granítica, este foi adquirido em diversas granulometrias. No caso do pó de pedra, necessitou-se a aquisição comercial do material e, por este motivo, considerou-se como de origem distinta.

Os RCD's representam aproximadamente 435 kg de materiais coletados, os quais foram encaminhados para o Laboratório de Pavimentação da Universidade Federal de Pelotas e passaram previamente por uma triagem, separando todos aqueles materiais indesejáveis, como: madeiras, gessos e plásticos. Além disso,

houve a separação dos materiais quanto à sua origem, em agregados recicláveis cerâmicos e cimentícios. Para que esses materiais pudessem ser utilizados nos ensaios posteriormente, de acordo com DNER-ME 083/98, necessitou-se ainda a britagem de cada um dos tipos separadamente, de modo a diminuir suas dimensões e se enquadrar nas faixas granulométricas adotadas pelo DNIT (2016). Esse processo de beneficiamento ocorreu por meio de um britador de mandíbulas que, no caso do material cimentício, houve a separação prévia do material miúdo na peneira #4,76 antes do processo de britagem, devido a grande presença desse material na massa total de agregados (PASQUALOTTI, 2018).

Para os ensaios de compactação foram analisadas três composições granulométricas de cada material distinto, sendo esses materiais o agregado reciclado misto e a brita granítica. Para cada um, foram montadas composições granulométricas cujas curvas representativas correspondiam à curva média entre os limites superior e inferior das faixas, B, C e D do DNIT, totalizando seis materiais ensaiados (brita granítica, faixas B, C e D; e agregado reciclado misto, faixas B, C e D). A partir disso, possibilita-se verificar a variação dos parâmetros de compactação conforme cada faixa granulométrica e material do agregado. O procedimento de análise regeu-se pelo método de ensaio DNER-ME 129/94, o qual correlaciona teor de umidade do solo a sua massa específica aparente seca (PASQUALOTTI, 2018). A umidade ótima é aquela onde o solo atinge o maior valor de peso específico aparente seco ou uma densidade máxima.

Por fim, para obtenção das curvas de compactação, foram empregadas as energias de compactação modificada e intermediária, para cada faixa granulométrica e material distinto, de acordo com as especificações de serviço DNIT-ES 141/2010 e DNER-ES 301/97, representadas pelas camadas de base e sub-base, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos 1, 3 e 5 apresentam os resultados obtidos pelos ensaios descritos nesse trabalho e referem-se ao material brita granítica. Para os resultados obtidos pelos RCD's mistos, estes podem ser verificados nos gráficos 2, 4 e 6. Ambos os ensaios consideraram as energias intermediárias e modificada para as faixas granulométricas de B a D, de acordo com os ensaios praticados por Pasqualotti (2018).

Os valores de umidade ótima no caso da brita granítica tiveram pouca variação nas três faixas granulométricas analisadas, quando comparadas em relação às suas energias de compactação intermediária e modificada. O detalhe pode ser visto na Tabela 1. Além disso, pela comparação com os dois materiais, observa-se que o RCD misto apresenta valores menores para o peso específico aparente seco em todas as faixas granulométricas analisadas, somado a um aumento no percentual de umidade ótima das amostras.

Tabela 1 – Resultados da brita granítica

Energia Intermediária			Energia Modificada		
Faixa DNIT	Umidade ótima (%)	Peso esp. aparente seco (g/cm³)	Faixa DNIT	Umidade ótima (%)	Peso esp. aparente seco (g/cm³)
B	3,8	2,186	B	3,5	2,244
C	5,3	2,175	C	5,4	2,236
D	6,2	2,168	D	6,1	2,18

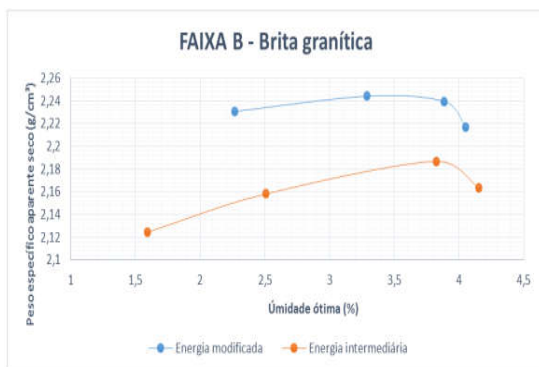


Gráfico 1 – Curva de compactação, brita granítica Faixa B

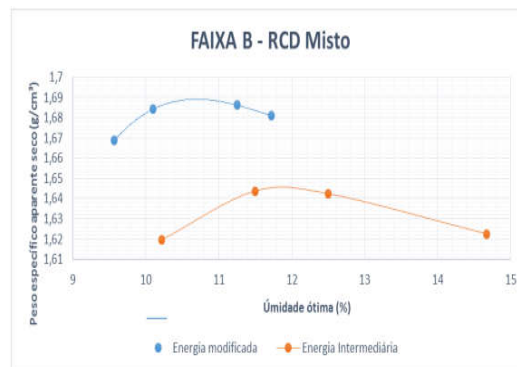


Gráfico 2 – Curva de compactação, RCD Misto Faixa B

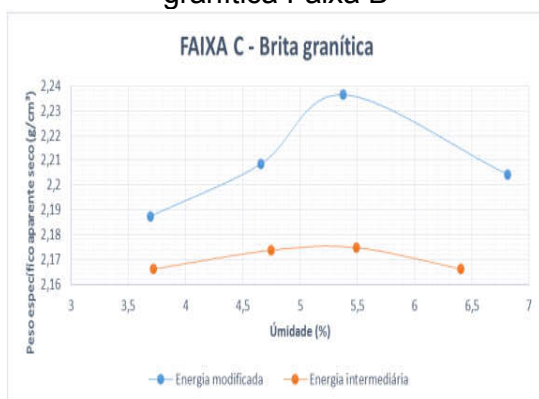


Gráfico 3 – Curva de compactação, brita granítica Faixa C

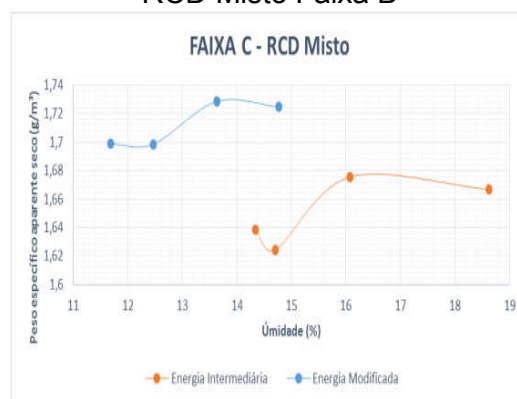


Gráfico 4 – Curva de compactação, RCD Misto Faixa C

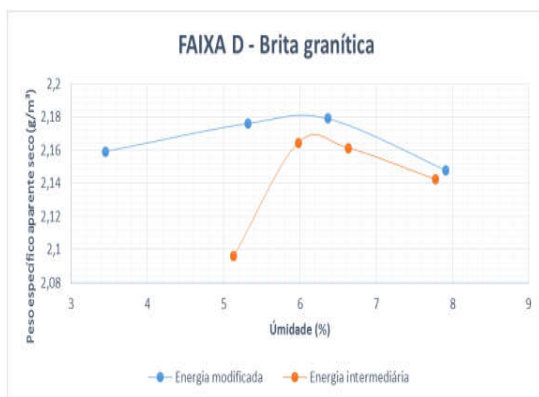


Gráfico 5 – Curva de compactação, brita granítica Faixa D

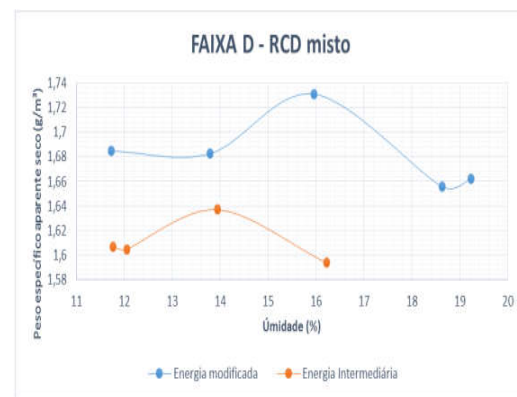


Gráfico 6 – Curva de compactação, RCD Misto Faixa D

Tabela 2 – Resultados do RCD misto

Energia Intermediária			Energia Modificada		
Faixa DNIT	Umidade ótima (%)	Peso esp. aparente seco (g/cm³)	Faixa DNIT	Umidade ótima (%)	Peso esp. aparente seco (g/cm³)
B	11,9	1,646	B	10,7	1,689
C	16,6	1,677	C	13,9	1,73
D	13,9	1,636	D	15,8	1,732

Para os resultados dos ensaios referentes ao RCD misto, apresentados na Tabela 2, observa-se uma certa discrepância entre os valores de umidade ótima em relação às energias de compactação intermediária e modificada, o que não

ocorre com a brita granítica. Ainda, em contraste, no caso do RCD misto, tem-se um comportamento diferente do padrão habitual da curva de compactação – parábola com concavidade para baixo, ocorrido nas faixas C e D, deduzindo haver uma variabilidade nos materiais presentes nestes agregados, influenciados pela sua heterogeneidade. Em ambos os casos, para a faixa de energia modificada, os valores obtidos para umidade ótima tiveram um acréscimo a partir da faixa granulométrica B até a D. No caso da energia intermediária isso não ocorre em ambos, apenas no material reciclado.

4. CONCLUSÕES

Analisando os resultados apresentados, conclui-se que para todos os casos em estudo, exceto no RCD misto sujeito a energia intermediária, a faixa granulométrica D é aquela que apresentou melhores propriedades para compactação, levando a crer que em granulometrias menores, maior será o valor da umidade ótima. Por outro lado, no caso daquela outra, a umidade ótima está adequada à faixa C. Além disso, percebe-se a alta diferença nos valores de umidade para os dois materiais em análise, demonstrando que o RCD misto requer uma maior quantidade de água em sua compactação para a obtenção da umidade ótima.

Para trabalhos futuros, sugere-se a utilização de materiais com granulometrias de maior proporção em finos, como aquelas das faixas E e F do Manual de Pavimentação do DNIT, de modo a buscar mais evidências a respeito das conclusões deste trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Pavimentação – sub-base estabilizada granulometricamente – Especificação de serviço. DNER-ES-301/97.** Rio de Janeiro, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas. DNER-ME 129/94.** Rio de Janeiro, 1994.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE RODAGEM. **Manual de Pavimentação.** Rio de Janeiro, 2006. Online. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual_de_Pavime_Pavime_Versao_Final.pdf. Acesso em: 27 ago. 2018.

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

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.