



AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO USO DE MISTURAS DE SOLO E RCD PARA A CONFECÇÃO DE BASES DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Juliana Maria de Souza (PIBIC/FA/UEM), Jeselay Hemérito dos Reis (Orientador), e-mail: jumaria.souza13@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Departamento de Engenharia Civil / Maringá, PR.

Engenharia Civil; Geotecnia, Pavimentação.

Palavras-chave: Solo-RCD, cisalhamento direto, pavimentação.

Resumo:

Neste trabalho foi avaliada a viabilidade do uso de misturas de solo e RCD (resíduos de construção e demolição) para fins de pavimentação. Para isso, foram realizados ensaios de cisalhamento direto em corpos de provas prismáticos de 50 mm x 50 mm x 20 mm, confeccionados com cinco misturas que diferem na quantidade de solo e RCD nas proporções: 100% solo, 75% solo 25% RCD, 50% solo 50% RCD, 25% solo 75% RCD e 100% RCD. A caracterização dos materiais consistiu na determinação da distribuição granulométrica, do peso específico dos sólidos, dos limites de liquidez e plasticidade (LL e LP) e das propriedades de compactação na energia normal ($\gamma_{d \text{ máx}}$, $W_{\text{ótima}}$). Os prismas foram moldados nas condições ótimas de compactação na energia normal e ensaiados com tensões normais de 50 kPa, 100 kPa e 150 kPa, nas condições de umidade natural e inundada, após um período de compactação variando de 15 a 120 minutos. O cisalhamento deu-se com uma velocidade de 0,25 mm/min e a ruptura foi definida com o pico de resistência ou com a resistência mobilizada para um deslocamento de 2,5 mm. Concluiu-se que todas as misturas apresentam comportamento de solo misto, onde a resistência depende tanto do atrito entre as partículas quanto da coesão entre as mesmas, exceto a porção de 100% RCD que apresentou comportamento de solo granular, sendo a resistência dependente apenas do atrito entre os sólidos.

Introdução

A indústria da construção civil contribui com a produção de resíduos, principalmente derivados de demolição, reformas ou uso inadequado dos materiais, ou ainda, técnicas obsoletas na execução de novas obras



(AMORIM, 2013). Para amenizar o impacto no ambiente e diminuir os danos causados, tem se desenvolvido uma série de pesquisas para incorporar esses resíduos na confecção de novos produtos, como por exemplo, na fabricação de base de rodovias.

Segundo BERNUCCI et al. (2006), pavimentos são sistemas de múltiplas camadas sobrepostas usada para transferir os esforços do tráfego para a fundação chamada de subleito. A seleção dos materiais para a camada de base deve averiguar suas características naturais, pois estas influenciam nas propriedades geotécnicas quando compactado. É nessa camada que se aliviam as pressões sobre as camadas inferiores e a drenagem superficial dos pavimentos (BALBO, 2007).

A combinação de solo e RCD, por meio da estabilização granulométrica, visa avaliar a possibilidade desses compostos apresentarem comportamento típico de um solo natural e ainda proporcionar as propriedades mecânicas necessárias aos materiais usados em estruturas de pavimentos. De acordo com BALBO (2006), um dos fatores que determinam a viabilidade desta técnica é a compactação adequada dos materiais, conferindo resistência aos esforços verticais aplicados na estrutura dos pavimentos pela ação das cargas, sendo esta conhecida como resistência ao cisalhamento.

A verificação da resistência é feita a partir de ensaios, como o cisalhamento direto, que objetiva a obtenção de parâmetros que caracterizem a coesão dos sólidos e como se dá o atrito entre eles, podendo acontecer em condições de umidade natural ou inundação.

Materiais e métodos

A amostra de solo laterítico residual de arenito da formação Caiuá, recolhida na cidade de Mandaguáçu, foi retirado de um talude em corte localizado ao logo da rodovia BR-376, entre os municípios de Maringá e Mandaguáçu. O talude em questão é formado de dois horizontes, sendo o superior de solo evoluído, com coloração avermelhada, e o inferior, de onde colheu-se a amostra, de solo residual jovem de arenito, apresentando coloração rósea. A amostra de RCD usada é constituída de resíduos de tijolos cerâmicos e alvenaria, contendo um pouco de argamassa de assentamento, com sólidos passantes na peneira 10, ou seja, menores que 2 mm.

Os métodos de ensaios utilizados foram granulometria das misturas realizados de acordo com as normas DNER-ME 041/94, DNER-ME 051/94, DNER-ME 080/94, compactação na energia normal seguindo os procedimentos descritos na norma NBR 7182/86, e, por fim, limite de liquidez e limite de plasticidade obedecendo os procedimentos prescritos nas normas NBR 6459/84 e NBR 7180/84, respectivamente.



Resultados e Discussão

Os resultados dos ensaios de cisalhamento direto nas misturas de solo e RCD são apresentados com as envoltórias de resistência de Mohr-Coulomb (Figura 1) e os valores de coesão e ângulo de atrito obtidos estão reunidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Coesão (kPa) e Ângulo de Atrito (Graus) das misturas solo/RCD

	100% solo		75% solo 25% RCD		50% solo 50% RCD		25% solo 75% RCD		100% RCD	
	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ
Natural	0,0	41,2	28,8	27,5	33,4	29,5	19,4	25,4	0	41,0
Inundado	23,5	23,2	33,9	13,5	7,6	27,0	25,0	17,4	0	39,0

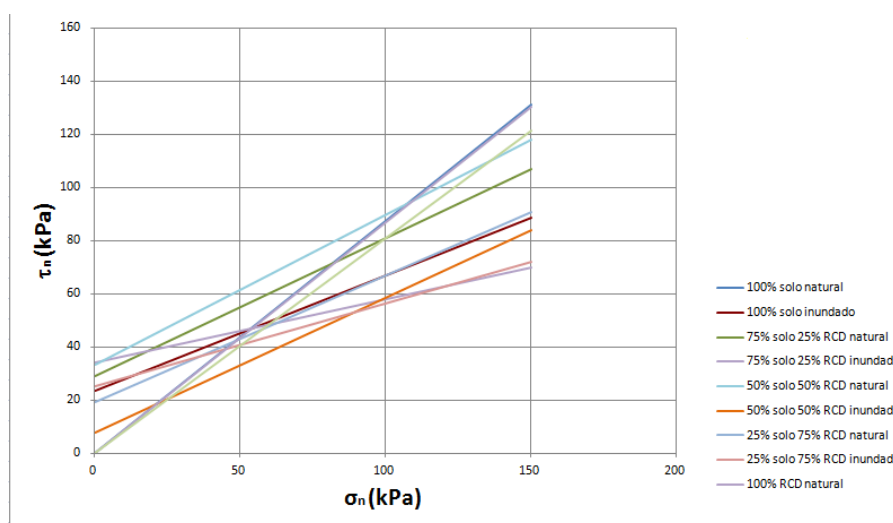


Figura 1 - Envoltórias de resistência de Mohr-Coulomb das misturas utilizadas no ensaio de cisalhamento direto (Fonte: o autor)

Analisando os resultados obtidos, observamos que os conjuntos que envolvem solo e RCD e o conjunto de solo puro apresentam valores para a coesão, porém, por este ser um solo granular A2, podemos inferir que esses valores representam uma coesão aparente, principalmente nas misturas que envolvem os dois materiais em estudo, pois essa coesão resulta provavelmente de algum composto em pequena quantidade do RCD, no entanto, esta não é característica intrínseca dos materiais. Nos resultados do composto de 100% RCD, nota-se que nenhuma das condições ensaiadas apresentou coesão.



Portanto deduz-se que todos os compostos têm comportamento de solo granular ou não-coesivo, onde a resistência ao cisalhamento deriva exclusivamente do atrito entre os grãos.

Outra ressalva é que, exceto na porção de 100% RCD, o ângulo de atrito reduz muito em comparação ao solo puro, principalmente nas condições inundadas. A diminuição do ângulo em inundação pode ser explicado pela diminuição da superfície de fricção dos sólidos devido à presença de água em quantidade abundante.

Conclusões

A incorporação dos resíduos de construção e demolição ao solo formam compostos que funcionam como solos natural, sendo as misturas caracterizadas como solo granular. Na condição de inundação observou-se, em todos os casos, que devido à abundância de água a superfície de atrito entre os sólidos diminui.

Conclui-se por fim, com base nos experimentos realizados e com base nas recomendações da utilização dos variados tipos de solo em obras rodoviárias, conforme BERNUCCI et al. (2006), e pela recomendação do uso dos diferentes tipos de solo, de acordo com a classificação HRB/AASHTO, que as misturas de solo-RCD ensaiadas não apresentam as características necessárias para o uso em bases compactadas de pavimentos por apresentar desempenho inferior ao do solo A2. No entanto, como o RCD puro apresenta valores de ângulo de atrito muito próximos ao do solo recomendado para pavimentação, esse pode ser usado para o mesmo fim.

Agradecimentos

À Fundação Araucária pelo financiamento do projeto.

Referências

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B. MOTTA, L. M. G. CERATTI, J. A. P. SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, ABEDA, 2006.

AMORIM, E. F. **Viabilidade técnica econômica de misturas de solo-RCD em camadas de base de pavimentos urbanos. Estudo de caso: município de Campo Verde - MT**. 2013. 173 f. Tese - Doutorado em Geotecnia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.