

RESISTÊNCIA E ERODIBILIDADE DE MISTURAS DE FRESADO E SOLO LATERÍTICO ESTABILIZADAS COM CIMENTO

Lucas M. Malabarba

Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
lucas_malabarba@hotmail.com

Washington P. Núñez

Professor do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
wpnunez@superig.com.br

Thaís R. Kleinert

Acadêmica do programa de pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
trkleinert@gmail.com

William Fedrigo

Acadêmico do programa de pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
williamfedrigo@hotmail.com

Resumo. Este artigo apresenta e analisa a resistência à compressão simples (RCS) e a erodibilidade de misturas provenientes da reciclagem de pavimentos com base de solo laterítico. Buscou-se verificar a influência do teor de cimento e da porcentagem de fresado asfáltico. Para isso, foram estudadas as seguintes misturas: 1,17-50, 2-20, 2-80, 4-7,57, 4-50, 4-80, 6-20, 6-80 e 6,83-50, sendo o primeiro termo referente ao teor de cimento e o segundo à porcentagem de fresado. A partir dos resultados, verificou-se que, nas misturas com mesma quantidade de cimento, o aumento no teor de fresado elevou os valores de RCS. No ensaio de erodibilidade, as misturas com maiores porcentagens de fresado apresentaram menores valores de erodibilidade.

Palavras-Chave: Fresado. Resistência. Erodibilidade.

1. INTRODUÇÃO

A procura por tecnologias que possibilitam a reutilização dos materiais e a redução dos custos de produção é fator essencial para a manutenção da competitividade de empresas no mercado.

No setor rodoviário, pode-se utilizar a reciclagem de pavimento como uma dessas técnicas. Segundo a Portland

Cement Association [1], a reciclagem de pavimento consiste na trituração do revestimento asfáltico degradado juntamente com a camada de base, cimento e água. O processo gera uma nova mistura estabilizada que pode ser reutilizada na base do pavimento.

A técnica vem sendo utilizada há pouco mais de três décadas no país, porém a falta de informação, do ponto de vista científico, compromete a eficácia do método, resultando em um desempenho da camada reciclada não condizente com o previsto em projeto. Por isso, são necessários mais estudos acerca dos fatores que influenciam no desempenho da técnica, viabilizando desta forma uma maior utilização desse método.

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo analisar a resistência à compressão simples (RCS) e a erodibilidade, aos 7 dias de cura, de misturas de solo laterítico (típico material de base da região centro-oeste) e fresado asfáltico estabilizadas com cimento.

2. METODOLOGIA

Para os ensaios foi utilizado o cimento Portland CP II E 32 nos teores de 1,17%, 2%, 4%, 6% e 6,83%. A incorporação do fresado asfáltico foi realizada nas porcentagens de 7,57%, 20%, 50%, 80% e 92,43%. Os níveis das variáveis estudadas (teor de cimento e porcentagem de fresado) foram definidos por um planejamento experimental conforme estudo desenvolvido por Kleinert [2].

2.1 Ensaios de resistência à compressão simples

Os ensaios de resistência à compressão simples (RCS) foram realizados conforme o método de ensaio DNER-ME 091 [3]. Os corpos de prova (CPs) foram confeccionados utilizando-se moldes cilíndricos (10 cm de diâmetro e 20 cm de altura) e moldados por meio da compactação dinâmica de 5 camadas de 4 cm de espessura cada uma, a fim de atingir a massa específica aparente seca obtida em ensaios de compactação prévios. Para o ensaio, foi utilizada uma prensa hidráulica digital e velocidade de aplicação de tensão média igual a 0,25 MPa/s.

2.2 Ensaios de Erodibilidade

Para a realização dos ensaios de erodibilidade foi consultada a norma TM-T186 [4]. O molde utilizado foi o Proctor grande (15,24 x 11,23 cm), onde foram compactadas 5 camadas de espessura idênticas. A cura empregada foi acelerada em estufa, sendo os corpos de prova envolvidos em jornal úmido e papel alumínio, ficando 7 dias à temperatura de 333,15 K.

Após a cura, os CPs foram posicionados dentro de uma lâmina de água de 2,5 cm durante 1 hora. Após isso, eles foram retirados e colocados em um recipiente metálico de 20 cm de diâmetro e com 200 ml de água. Sobrecargas de 6,75

kg foram fixadas sobre os CPs e, em seguida, o recipiente foi disposto sobre uma mesa vibratória por 15 minutos.

O material erodido foi peneirado em peneira com abertura de 2,36 mm e o passante foi seco em estufa a 383 K. A partir da massa seca do material passante na peneira e o tempo de vibração foi determinada a erodibilidade de cada mistura.

3. RESULTADOS

Os resultados de RCS são apresentados na Figura 1. A partir dessa, verifica-se que o aumento da porcentagem de fresado gerou ganhos de resistência. Para as misturas com 50% e 80% de fresado, o aumento de teor de cimento elevou os valores de RCS. Já para a mistura com 20% de fresado houve um decréscimo da resistência.

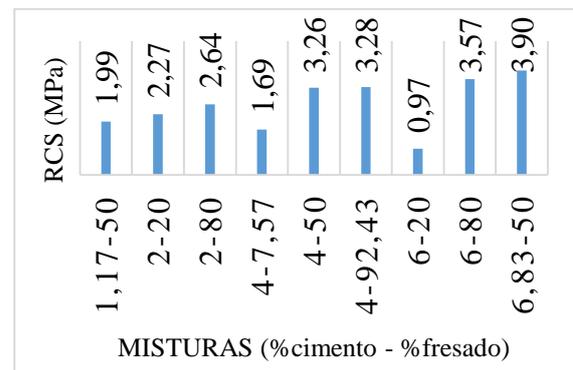


Figura 1 – Resultados de RCS de misturas (%cimento - %fresado).

Com base na Figura 1 nota-se, também, que a RCS da maioria das misturas atinge as especificações recomendadas por órgãos nacionais e internacionais conforme Tabela 1.

Como as especificações do DER-PR [5] são bastante elevadas comparadas aos demais órgãos, as misturas mais indicadas são as com 6% de cimento, sendo a 6-80 a mais indicada. Já para a Ref. [1] e para o Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones [6] a mistura mais adequada é a 2-80.

Desta forma, nota-se que, mesmo utilizando 80% de material reciclado, a nova base estabilizada pode ser utilizada seguindo todas as recomendações dos órgãos fiscalizadores.

Referência	RCS aos 7 dias de cura
DNIT DEINFRA-SC	2,1 MPa – 2,5 MPa
DER-PR	3,5 MPa – 8,0 MPa
Portland Cement Association	2,1 MPa – 2,8 MPa
Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones	> 2,5 MPa

Tabela 1 – Intervalo dos valores de RCS.

Na Figura 2 são apresentados os resultados de erodibilidade. É possível observar que as misturas com quantidade de fresado de 20% e 80%, o aumento do teor de cimento diminuiu a erodibilidade. Nas misturas com 4% de cimento, o aumento do fresado reduziu a erodibilidade, possivelmente pelo fato de a adição do fresado diminuir a quantidade de finos da mistura.

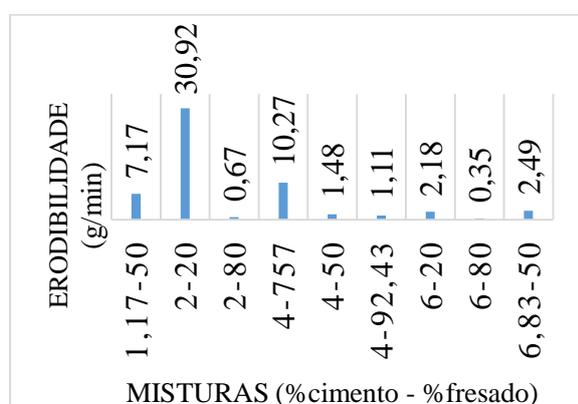


Figura 2 – Material erodido das misturas.

Utilizando os valores de RCS com base na Ref. [1], que estipula uma faixa (aos 7 dias de cura) entre 2,1 MPa e 2,8 MPa; combinados com valores mais baixos de erodibilidade (característica indicada pela Austroads, 2002) [7], pode-se citar a mistura com 2% de cimento e 80% de fresado como a que apresenta o melhor comportamento, com RCS de 2,64 MPa e erodibilidade de 0,67 g/min.

4. CONCLUSÕES

Como foi constatado, o aumento da porcentagem de fresado nas misturas aumentou sua resistência. O cimento nas misturas com 50% e 80% de fresado elevou os valores de resistência, porém nas misturas com 20%, o acréscimo de cimento reduziu a resistência.

Para a erodibilidade, o acréscimo de cimento nas misturas com 20% e 80% de fresado ajudou a diminuir a erosão do material. De um modo geral, o fresado diminuiu a erodibilidade das misturas; possivelmente por ser um material mais graúdo e dificultar a erosão dos finos.

Portanto, a utilização desse material fresado na confecção da base do pavimento pode ser uma alternativa de baratear custos e diminuir a degradação do meio ambiente.

Do mesmo modo, os resultados de erodibilidade mostraram que as misturas com maior quantidade de fresado tiveram bons resultados.

Agradecimentos

A todos os funcionários do LAPAV, LEME, LAGEOTEC e às empresas responsáveis pela coleta dos materiais.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Portland Cement Association. Guide to Full Depth Reclamation (FDR) with Cement. Illinois, E.U.A, 2005.
- [2] Kleinert, T. R. "Reciclagem de pavimentos semirrígidos com adição de cimento : contribuição ao desenvolvimento de um método de dosagem" (2016), p. 57.
- [3] Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Concreto – ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos: DNER-ME 091/98. Rio de Janeiro, 6 p. 1998.
- [4] ROADS AND TRAFFIC AUTHORITY. Determination of the Erodibility of Stabilized Materials: Test

Method T186 Draft. Roads and Traffic Authority, Sydney, 7p. 1994.

- [5] Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná. Pavimentação: Reciclagem de pavimento in situ com adição de cimento: DER/PR ES-P 33/05. Curitiba, 13 p. 2005.
- [6] Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. Reciclado de firmes in situ con cemento: Guías técnicas. Madrid, 12 p. 2013.
- [7] Austroads. Mix design for stabilised pavement materials: Austroads Publication AP-T16, Sydney, 43 p., 2002.
- [8] Departamento Estadual de Infraestrutura do Estado de Santa Catarina. Reciclagem profunda de pavimento com adição de cimento Portland: DEINFRA-SC-ES-P-09/12. Florianópolis, 2012.