

RECICLAGEM DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS COM ADIÇÃO DE AGENTE ESTABILIZANTE

Andréa Silveira Netto Nunes

Aluna do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo
106270@upf.br / andreasnunes@yahoo.com.br

Francisco Dalla Rosa

Professor Doutor e Pesquisador do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo
dallarosa@upf.br / f.dallarosa@gmail.com

Resumo. Nesta pesquisa são apresentados os resultados do estudo da reciclagem de pavimentos flexíveis com a adição de cimento Portland. Inicialmente, o material foi caracterizado tecnologicamente para posterior composição da mistura com o agente estabilizante. Para a realização da mistura, houve a necessidade da correção da curva granulométrica do fresado com adição de 22% de rocha virgem, dentro dos limites propostos pela especificação DAER-ES-P 11/91 (DAER/RS, 1991). As misturas sofreram adição de teores de cimento entre 1% a 8%. Os resultados preliminares têm mostrado que, segundo ensaios de resistência à compressão simples e à tração, a mistura obteve resultados compatíveis com o de umidade ótima (8%) e massa específica seca (2 g/cm^3), obtidos no ensaio de compactação Proctor. Além de que, as porcentagens de 4% e 8% de cimento apresentaram os resultados mais compatíveis de resistência à compressão e à tração segundo DER/PR ES-P 11/05 (DEP/PR, 2005) e VITALI et al, concluindo-se que o teor ideal de cimento a ser utilizado deverá ser maior que 3,5%. Todos esses resultados servirão de base para um posterior estudo do comportamento de vida de fadiga das camadas recicladas.

Palavras-chave: Reciclagem Profunda.

Fresado. Materiais cimentados.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente com o crescimento da economia, há a necessidade da existência de vias que interligam e agregam valores. Com o decorrer do tempo, devem ter a capacidade de suportar tráfegos que aumentam consideravelmente, e com isso, o pavimento asfáltico passa a deteriorar-se estruturalmente, havendo a necessidade de restauração da sua capacidade de carga. Para isso, é necessário que haja um cuidado em relação aos materiais empregados em sua restauração, bem como, do impacto ambiental causado pelos mesmos.

Surge então, a alternativa da Reciclagem, onde o reaproveitamento baseia-se na retirada do material gerado no corte da camada desgastada (por máquina fresadora) ou também chamado de fresado, para a produção de novas misturas, que aproveitam os agregados e ligantes remanescentes. Esse material proveniente do corte é misturado com cimento Portland CPV-ARI e quando necessário, com agregado virgem, para a construção da nova camada recuperada.

Experiências recentes (TRICHÊS e SANTOS, 2011; BONFIM, 2010; outros) têm demonstrado o sucesso da utilização da

reciclagem de pavimentos com adição de agentes cimentantes.

Para os ensaios, o material foi devidamente desagregado e caracterizado tecnologicamente. Todos os resultados atingidos até agora, serão a base para o estudo do comportamento de vida de fadiga das camadas recicladas, que será realizado na sequência da pesquisa.

2. MATERIAIS UTILIZADOS

Todos os materiais utilizados são provenientes da região de Passo Fundo, no norte do estado do Rio Grande do Sul.

2.1 Fresado

O fresado (Fig. 1) é um material impermeabilizado com presença de gums que dependem diretamente da máquina fresadora e das dimensões do cilindro de corte que realiza o serviço de retirada do material.



Figura 1 - Material Fresado.

2.2 Rocha Basáltica

A rocha basáltica é caracterizada pela sua dureza e resistência, fatores que possibilitam o uso em pavimentação de ruas e estradas. Para os ensaios de caracterização foram utilizados três tamanhos de rocha basáltica: $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ " e areia britada.

2.3 Cimento e água

O agente estabilizante utilizado foi o cimento Portland CP-V ARI, por possuir alta

resistência inicial. A presença da água é importante para melhorar a trabalhabilidade e para facilitar a compactação. A quantidade de água da mistura exercerá grande influência na resistência da mesma.

3. METODOLOGIA

3.1 Ensaios de Caracterização

Segundo Roberts *et al* (1996) são as propriedades físicas dos agregados que determinam principalmente a adequação para o uso em misturas asfálticas.

Massas específicas e absorção. Segundo a Tabela 1, o fresado apresentou valores inferiores de massa específica em relação aos do agregado virgem, pelo fato de ser um material impermeabilizado possuir grumos.

Tabela 1 - Valores de massas específicas.

	Fresado	Areia	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{3}{4}$ "
Aparente Agr. Graúdo (g/cm^3)	2,08	-	2,24	2,41
Real Agr. Graúdo (g/cm^3)	2,32	-	2,70	2,58
Real Agr. Miúdo (g/cm^3)	2,42	2,56	2,56	-
Aparente Estado Solto (g/cm^3)	1,30	1,64	1,55	1,30

Foi realizada a absorção da brita $\frac{3}{4}$ ", resultando em 2,81%.

Granulometria. Foram realizados ensaios de granulometria do fresado (Fig. 2), bem como do material virgem.

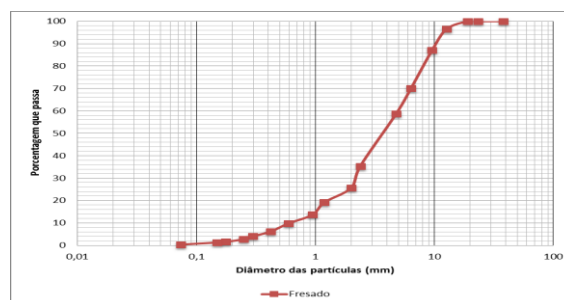


Figura 2 - Análise Granulométrica do fresado.

Extração de Ligante Asfáltico. Foi utilizado o extrator centrífugo Rotarex e o solvente Tricloroetileno (C_2HCl_3), resultando em 4,88% de asfalto.

3.2 Correção da curva granulométrica

Como pode ser visto na Figura 3, a correção da curva do fresado com rocha virgem, foi realizada para que se enquadrasse dentro dos limites da “Especificação para base de brita graduada tratada com cimento” do DAER-ES-P 11/91 (DAER/RS, 1991). Obteve-se a quantidade de 78% de fresado, 6% de brita $\frac{3}{4}$ ” e 16% de areia britada do peso total seco, para posterior realização do Ensaio Proctor.

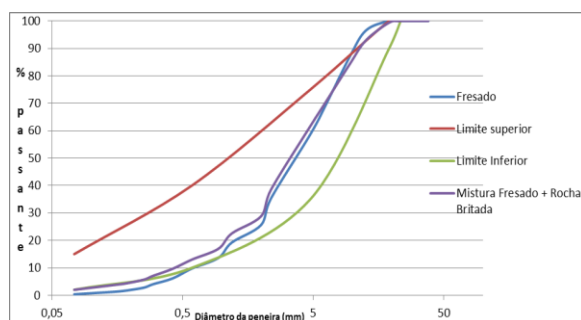


Figura 3 - Limites da especificação para correção.

3.3 Ensaio de Compactação

O ensaio foi realizado utilizando a energia Proctor Modificado com teores de cimento variando de 1 a 8% (Fig. 4). Os parâmetros ótimos da compactação encontrados foram 8% de umidade ótima e 2 g/cm³ de massa específica seca máxima, com o que, serão asseguradas as propriedades necessárias que o material fresado deve ter para um bom desempenho, posteriormente.

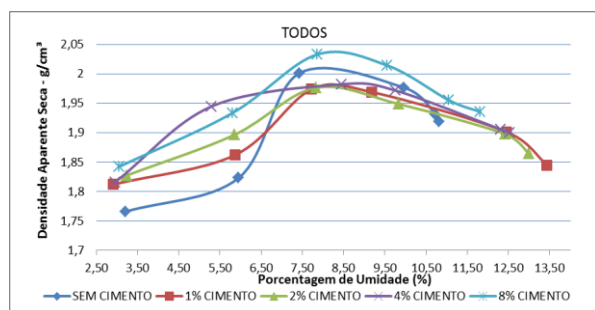


Figura 4 - Ensaio Proctor.

3.4 Ensaios de Resistência Mecânica

Os ensaios de resistência foram realizados com porcentagens de cimento de

1%, 2%, 4% e 8%, com cura de sete dias e buscam compatibilizar ações solicitantes do tráfego com a capacidade dos materiais utilizados.

Compressão Simples. A moldagem dos corpos de prova (Fig. 5) seguiu as normas de concreto (ABNT NBR 5739). O objetivo é avaliar a evolução da resistência das misturas para dos diferentes teores de cimentos.



Figura 5 - Prensa de compressão simples.

Tração. Os resultados obtidos no ensaio de tração com aplicação de forças através de frisos de carga no CDP cilíndrico Marshall convencional (Fig. 6), posteriormente influenciarão nas cargas que serão utilizadas no ensaio de vida de fadiga.



Figura 6 – Ensaio de tração.

4. RESULTADOS

Os resultados dos ensaios de compressão simples e tração estão apresentados de forma mais detalhada na Tabela 2.

Ensaio	COMPRESSÃO SIMPLES				TRAÇÃO			
Porcentagem de cimento	1% cim.	2% cim.	4% cim.	8% cim.	1% cim.	2% cim.	4% cim.	8% cim.
Tensão de Ruptura (MPa)	0,69	0,97	2,48	5,66	0,04	0,12	0,33	1,00
Umidade (%)	9,74	9,22	8,38	6,13	6,87	6,84	6,93	6,47
Densidade seca (g/cm³)	2,06	2,04	2,10	2,12	2,02	1,85	1,68	2,11

Tabela 2 - Resultados de Compressão Simples.

Observa-se que o ganho de resistência das amostras ocorre de forma proporcional ao acréscimo de cimento (Fig. 7). Posteriormente, é importante também que haja a avaliação no ponto de vista da vida de fadiga deste novo material cimentado, que será o próximo passo da pesquisa.

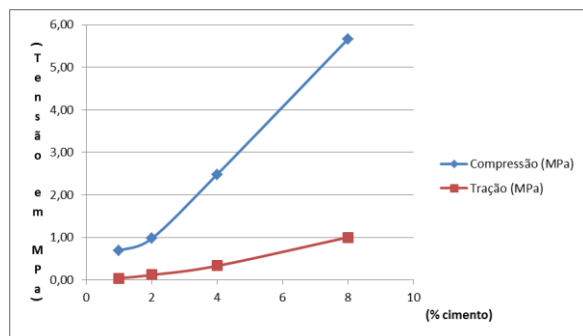


Figura 7 - Comparação dos ensaios de compressão e tração.

5. CONCLUSÕES PARCIAIS

Em se falando de resistência à compressão simples, as porcentagens de 4% e 8% apresentaram conformidade com a norma de solo-cimento (DER/PR ES-P 11/05), onde a resistência à compressão simples da mistura a cura de sete dias é superior a 2,1 Mpa.

“Estudos mostram que a resistência à tração do solo-cimento varia entre 9 a 14% da resistência à compressão” (VITALI *et al.*, 2008). Obtiveram-se valores para a resistência à tração, em média, de 12,44% da resistência à compressão. Por isso, assim como para o ensaio de compressão, as misturas com porcentagem de cimento de 4% e 8% apresentam conformidade com a literatura.

Portanto, misturas com mais de 3,5% de teor de cimento seriam ideais para um bom desempenho, tanto à compressão, quanto à tração.

Para a execução de uma pista experimental ainda é necessário um estudo mais aprofundado do tema, onde um aspecto de grande importância será a avaliação do desempenho destas misturas recicladas do ponto de vista da vida de fadiga, que

posteriormente serão usados como critério de dimensionamento.

Agradecimentos. À FAPERGS e CNPQ (Processo 477775/2011-0) pelo apoio financeiro concedido ao projeto. À Universidade de Passo Fundo pelo apoio técnico.

5. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos*. ABNT NBR 5739:2007;

Bonfim, v. *Fresagem de pavimentos asfálticos*. 3. ed. São Paulo: Exceção Editorial, 2010;

Departamento autônomo de estradas de rodagem, DAER- RS. Especificações gerais. *Base tratada com Cimento*: DAER-ES-P 11/91. Junho/96. P. 1/11- 11/11;

Paraná. Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná, DER-PR. Especificação de Serviços Rodoviários. *Pavimentação: solo-cimento e solo tratado com cimento*: DER/PR ES-P 11/05. 14/12/2005. Rio Grande Do Sul;

ROBERTS, F.L.; KANDHAL, P.S.; BROWN, E.R.; LEE, D-Y.; KENNEDY, T.W. *Hot mix asphalt materials, mixture, design, and construction*. 2. ed. Lanham, Maryland: Napa Education Foundation, 1996;

TRICHÊS, G.; SANTOS, A. dos. *Avaliação do desempenho da reciclagem do pavimento da rodovia SC 303*. 7º Congresso Brasileiro de Rodovias e Concessões. 15p. 2011;

VITALI, O.P.M. *Efeito da composição de misturas de solo-cimento nos parâmetros de rigidez e de resistência*. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2008.