

ANÁLISE PARA UTILIZAÇÃO DE AREIA RESIDUAL DE FUNDIÇÃO NA INCORPORAÇÃO EM BASES ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE PARA PAVIMENTOS FLEXÍVEIS¹

Marcelo Antonio De Conti², Rodrigo Henrique Puhl³, Luiz Carlos Mittelstadt Júnior⁴, Luis Paulo Jantsch Fagundes⁵, José Antonio Santana Echeverria⁶.

¹ Pesquisa Institucional voluntária desenvolvida no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias – DCEEng

² Acadêmico de Engenharia Civil – DCEEng – UNIJUI

³ Acadêmico de Engenharia Civil – DCEEng – UNIJUI

⁴ Acadêmico de Engenharia Civil – DCEEng – UNIJUI

⁵ Acadêmico Eng^a. Civil, Responsável Técnico Laboratório – DCEEng – UNIJUI

⁶ Professor Orientador – DCEEng – UNIJUI, Mestre - UFRGS

INTRODUÇÃO

Materiais descartados considerados inúteis se tornam um problema ambiental devido à necessidade de local apropriado para sua deposição final. Neste sentido, a incorporação de determinados resíduos pode ser uma alternativa, não somente para redução do impacto ambiental de processos produtivos da indústria de transformação, é também uma alternativa para redução custos rodoviários.

A areia de fundição é um dos principais resíduos de descarte, que aumentou de forma significativa, principalmente após a revolução industrial, acarretando um maior custo à indústria pelo fato da indisponibilidade de disposição (KLINSKY, 2008).

O presente trabalho apresenta uma pesquisa realizada para avaliar a utilização de resíduos provenientes dos processos de uma empresa de fundição, como insumo parcial em camadas de base de pavimentos asfálticos, em conjunto com materiais tradicionalmente utilizados em pavimentação. Apesar da reutilização de um resíduo, o objetivo é a aplicação destes materiais em pavimentos de uso convencional e manutenção do período de vida útil.

METODOLOGIA DA PESQUISA

A realização do presente trabalho tem por objetivo a análise da viabilidade técnica da utilização dos resíduos de fundição em pavimentação, através da incorporação em bases de pavimentos estabilizadas granulometricamente, em substituição aos agregados rotineiramente utilizados.

Para realização da pesquisa foram utilizados resíduos (areias) do processo de fundição de uma empresa da cidade de Santo Ângelo/RS. As areias são utilizadas na fabricação de moldes para confecção de peças metálicas, onde o metal é vazado, e, no final do processo as peças são

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XIX Jornada de Pesquisa

desmoldadas, resultando a areia como resíduo. Parte da areia é retornada ao sistema de moldes para fundição como forma de reaproveitamento, porém o restante do material é descartado.

O material descartado é estocado temporariamente no próprio local de geração e posteriormente encaminhado à destinação final no aterro de resíduos sólidos licenciado pelo órgão competente e de responsabilidade de empresa geradora.

Foram analisadas quatro tipos de areias diferentes pelo seu modo de obtenção/uso no processo de fundição dos metais e pelas suas características tátil/visual:

- Areia macharia: é composta de areia fina, preparada de forma resistente para a confecção dos machos utilizados nos moldes. Para sua utilização é necessário a incorporação de resinas (fenois e solventes aromáticos) e catalisadores;
- areia IMF: são areias naturais com adição de resinas e catalisador, utilizadas para formação dos moldes para máquina de fundição IMF;
- quebra-canal: é a areia grossa utilizada na fabricação dos moldes de fundição;
- pó dos exaustores: é o material de granulometria muito fina que fica suspenso no ar, proveniente do processo de exaustão da fábrica;

Para incorporação da areia de resíduos da fundição ao material de base de pavimentos, também foram utilizados agregados naturais de origem basáltica oriundos do processo de britagem de uma empresa da cidade de Santa Rosa – RS.

Para realização dos ensaios buscaram-se normas específicas do ramo rodoviário, principalmente junto ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte–DNIT, e também às normas dos Departamentos de Estradas de Rodagem estaduais, sendo realizados os seguintes ensaios de laboratório:

Ensaio de Granulometria: com base na Norma do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) nº 83/1998, sendo executado de forma manual e com todos os cuidados necessários. Foram utilizadas todas as peneiras da série normal e intermediária para uma melhor caracterização e conforme recomendação da Norma DNER-ME 035/1995.

O ensaio resulta em uma curva granulométrica, traçada relacionando-se o tamanho dos grãos à percentagem de material passante ou retido (em massa) para determinado tamanho. Tal ensaio é fundamental para caracterização física do material (RIO GRANDE DO SUL, 2001);

Ensaio de Compactação: realizado com base na norma nº007/01 do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem – DAER, com intuito de obtenção de uma umidade ideal para a maior massa específica aparente secada mistura. O ensaio consiste em compactar uma porção da mistura em um cilindro de volume conhecido, fazendo variar a umidade de forma obter o ponto de máxima massa específica aparente seca, sendo esta a umidade ótima para a mistura (RIO GRANDE DO SUL, 2001);

Ensaio de Índice de Suporte Califórnia - ISC: Também conhecido como CBR (California Bearing Ratio), foi realizado com base na norma DNER-ME 49/94, consiste na determinação da relação entre a pressão necessária para introduzir um pistão padrão em um corpo de prova do material

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XIX Jornada de Pesquisa

ensaiado e o valor da penetração em uma brita padrão, e o resultado é apresentado em percentual dessa penetração (RIO GRANDE DO SUL, 2001).

RESULTADOS

O ensaio de granulometria gerou a curva granulométrica individual para cada material, sendo que para um melhor entendimento da denominação de cada material, foi mantida a nomenclatura conforme controle interno da empresa geradora do resíduo.

Com os resultados da granulometria individual de cada material, foi possível simular misturas na busca de uma curva mais graduada possível, dentro da faixa de projeto estabelecida em norma.

Com o auxílio de software apropriado, foram elaboradas e escolhidas 3 misturas para dar prosseguimento aos estudos, nas quais tiveram uma substituição de 12% a 25% em massa da mistura total dos materiais, sendo utilizados um ou dois tipos de areia conforme a necessidade granulométrica de acordo com a Tabela 1 e seu gráfico de acordo com a Figura 1.

FAIXA DE PROJETO DNIT	A	B	
		1	2
Material/Proposta	1	2	3
Brita 2	28%	45%	40%
Brita 3/4'	32%	-	-
Brita 3/8"	-	10%	10%
Pó-de-pedra	28%	20%	30%
Areia Macharia	12%	-	-
Areia IMF	-	15%	-
Areia - Quebra-Canal	-	-	10%
Pó do Exaustor	-	10%	10%

Tabela 01: Misturas adotadas

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
 Evento: XIX Jornada de Pesquisa

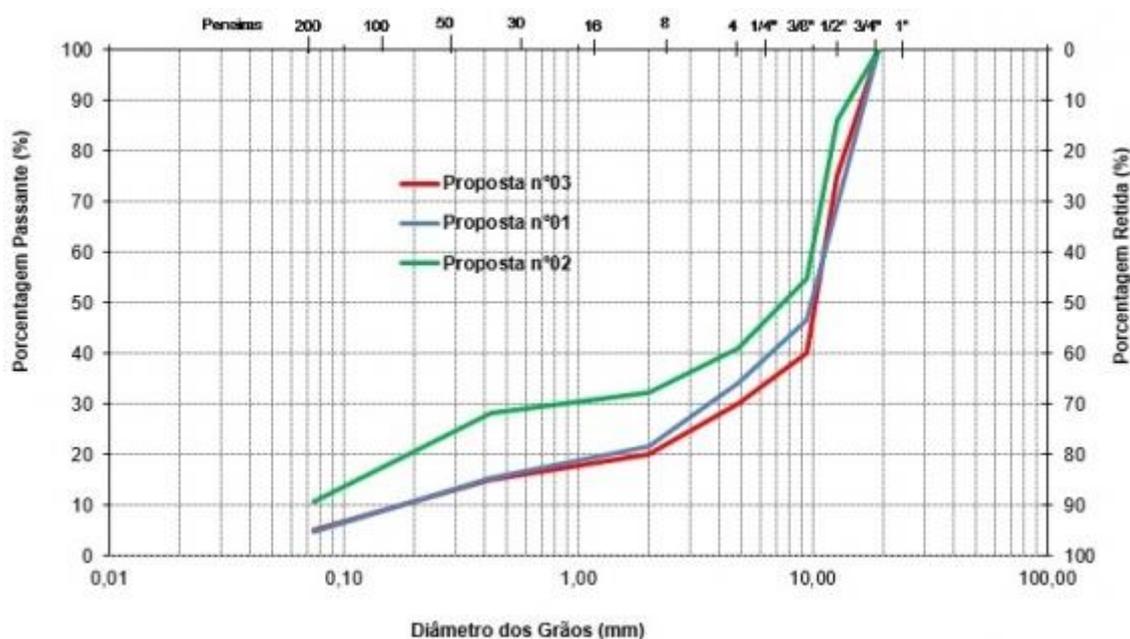


Figura 01: Curvas granulométricas das misturas

A partir dos ensaios de compactação foram obtidas as curvas de compactação da umidade versus massa específica aparente seca, obtendo-se as umidades ótimas para a massa específica aparente seca máxima de cada mistura, conforme Figura 2.

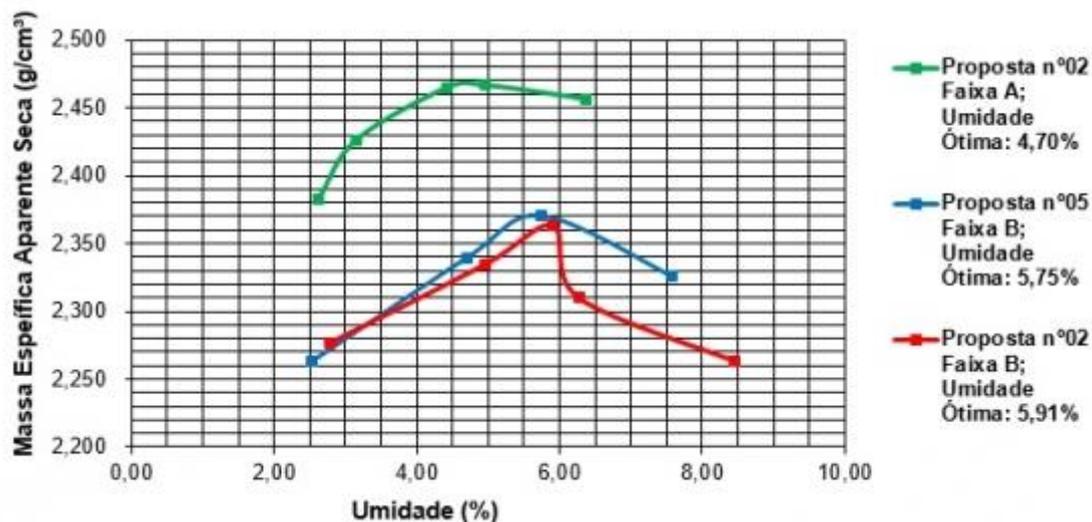


Figura 02: Curvas de compactação das misturas

Depois de encontradas as umidades ótimas das misturas, foram moldados os corpos de prova nesta umidade para os ensaios de ISC, sendo que, para cada amostra foram efetuados dois ensaios ISC na energia modificada (cinco camadas de 55 golpes com soquete de 4,536kg), obtendo-se os seguintes resultados:

MISTURA	UMIDADE	RESULTADOS			
		Ensaio 01		Ensaio 02	
		ISC	Expansão	ISC	Expansão
Proposta nº01	4,70%	377,86%	0,02%	362,75%	0,04%
Proposta nº02	5,91%	57,94%	0,17%	151,15%	0,23%
Proposta nº03	5,75%	159,21%	0,01%	92,20%	0,18%

Tabela 02: REsultados ensaios ISC e expansão

CONCLUSÃO

É possível verificar um bom desempenho dos materiais com substituição parcial dos agregados tradicionalmente utilizados, sendo que as areias residuais de fundição apresentaram viabilidade tecnológica positiva quando analisados os critérios de resistência à penetração (CBR/ISC) e à expansão das misturas. Os valores mínimos de resistência (CBR) e máximos expansão sob presença de água foram atendidos. Deve-se ainda ser considerada no ensaio de ISC a variabilidade normal dos resultados.

Quanto às características granulométricas, as areias possuem uma curva uniforme, típica de materiais arenosos, sendo assim sua utilização em Bases Estabilizadas Granulometricamente é restrita, pois a capacidade resistente da mistura se dá pela distribuição da curva granulométrica dos materiais constituintes, mediante energia de compactação adequada (BRASIL, 2010).

Quanto ao valor do CBR da proposta nº01, com adição de areia de macharia, resultaram valores elevados considerados anormais para misturas sem aglomerantes. Desta forma, os ensaios foram refeitos e resultaram em valores semelhantes. Assim, se enseja a ideia de continuar as pesquisas avaliando os novos resultados em tempos de cura ou imersão diferentes.

Finalizando, para as 3 misturas avaliadas, os resultados dos ensaios normativos necessários para sua utilização em bases de pavimento resultaram satisfatórios. Desta forma, existe o atendimento dos valores mínimos para uso em bases estabilizadas granulometricamente para obras viárias.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XIX Jornada de Pesquisa

PALAVRAS CHAVE: Resíduos de Fundição, Areia, Base Granulometricamente Estabilizada, Reaproveitamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 115/2009-ES: Base Estabilizada Granulometricamente com Escória de Aciaria-ACERITA-Especificação de Serviço. Rio de Janeiro – RJ, 2009.

_____. DNIT 141/2010-ES: Base Estabilizada Granulometricamente – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro – RJ, 2010.

_____. Manual de Pavimentação. IPR -719, Rio de Janeiro – RJ, 2006.

KLINSKY, L. M. G. Proposta de Reaproveitamento de Areia de Fundição em Sub-bases e Bases de Pavimentos Flexíveis, Através de sua Incorporação a Solos Argilosos. Tese de Mestrado, São Carlos – SP, 2008.

RIO GRANDE DO SUL, Secretaria dos Transportes, Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem, Unidade de Normas e Pesquisas. EL – 007/01 – Ensaio de Compactação. Vol.1. Porto Alegre, 2001.