

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

**REAPROVEITAMENTO DE MATERIAL FRESADO VISANDO SEU EMPREGO
NA CAMADA DE SUBLEITO DE RODOVIAS¹
REUSE OF MILLED MATERIAL AIMING AT ITS USE IN THE SUBSOIL
LAYER OF HIGHWAYS**

**Laura Alpe Coppetti², Fábio Pereira Rossato³, Augusto Felipe Strieder⁴,
Paola Johann Külzer⁵**

¹ Trabalho de Conclusão do Curso realizado no curso de Engenharia Civil da URI - Santo Ângelo

² Graduanda em Eng. Civil pela URI Santo Ângelo

³ Professor Me. de Eng. Civil na Uri Santo Ângelo

⁴ Eng. Civil pela URI Santo Ângelo

⁵ Graduanda em Eng. Civil URI Santo Ângelo

INTRODUÇÃO

A necessidade de reaproveitamento dos resíduos é um assunto muito pautado em estudos, já que sua produção é alta e sua destinação causa danos ao meio ambiente. Assim ao relacionar o alto custo de uma rodovia com a necessidade de preservação é imprescindível a aplicação de estudos visando a solução e transformando meios mais sustentáveis no setor rodoviário. A Pesquisa Confederação Nacional de Transportes (CNT) de Rodovias (2017) aproximadamente 61,8% das rodovias avaliadas se encontram em condições regular, ruim e péssima, fazendo com que a manutenção periódica seja primordial para que se possa trafegar com conforto e segurança. No processo de manutenção, a fresagem dos revestimentos é realizada por um equipamento, extraíndo material deteriorado, porém nobre em relação ao custo das misturas asfálticas. Este material ao ser retirado é depositado às margens das rodovias ou em locais inadequados, poluindo visualmente e contaminando o meio. Porém este resíduo pode ser reaproveitado a través de técnicas de reciclagem, podendo transformá-lo em matéria-prima novamente. Diante deste contexto, esta pesquisa visou a utilização deste material como substituição parcial do agregado virgem, como mistura na camada de subleito de pavimentos rodoviários, propondo uma mistura ideal para a execução do mesmo. Este material em estudo é proveniente da fresagem da rodovia RS-344, trecho localizado entre os municípios de Santo Ângelo e Entre-Ijuís no estado do Rio Grande do Sul.

METODOLOGIA

Para a realização dos estudos foram caracterizados materiais por meio de ensaios de laboratório como: Ensaio de Compactação; Ensaio de Índice de Suporte Califórnia (ISC) e o Ensaio de Permeabilidade. Os materiais utilizados para esses ensaios foram o solo jazida e o fresado. Foram preparadas 5 composições de solo. Uma de referência, contendo apenas solo natural, e outras 4 composições contendo teores de 10% a 50% de material fresado em substituição ao solo conforme

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

apresentando na figura 1.

Figura 1 - Diagrama de misturas preparadas



Foi preparada uma amostra para cada mistura com o intuito da determinação do ensaio de compactação e da umidade ótima, assim também para o ensaio de ISC para a obtenção de todos os resultados necessários. As porcentagens propostas foram definidas com base em dados encontrados na literatura existente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Ensaio de Compactação

Realizado utilizando a Energia modificada, cujo efeito confere ao aumento de sua massa específica aparente seca e redução de vazios, conseqüentemente um aumento na resistência ao cisalhamento e redução da permeabilidade e compressibilidade.

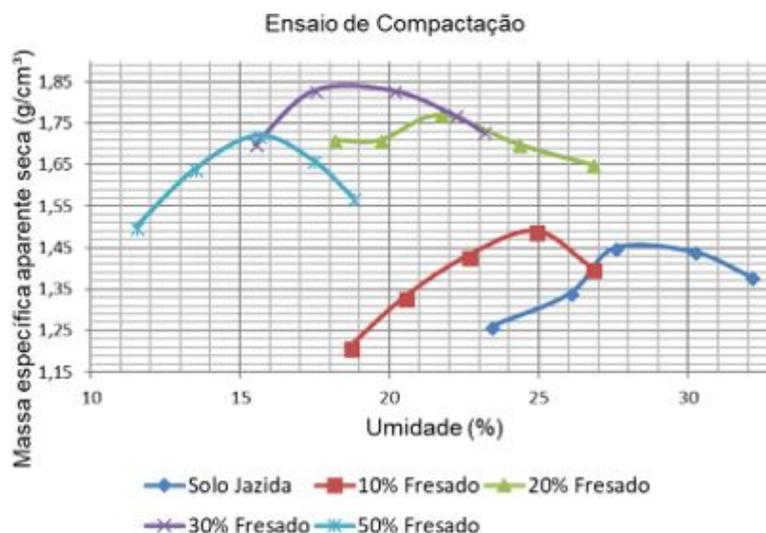
A compactação foi realizada para misturas com granulometria estabilizada, tendo em vista a utilização do material na camada de subleito do pavimento conforme o Método de ensaio da norma DNER-ME 162-94. Logo após a homogeneização da mistura, a mesma foi fracionada em cinco amostras onde se adicionou 60ml de água a cada ponto.

Na Figura 2 são apresentados os resultados obtidos com a realização do ensaio de compactação para amostra de solo jazida puro, 90% solo jazida + 10% material fresado, 80% solo jazida + 20% material fresado, 70% solo jazida + 30% material fresado e 50% solo jazida + 50% material fresado. O valor do peso específico máximo obtidos foram de: 1,49 g/cm³, 1,51 g/cm³, 1,76 g/cm³, 1,90 g/cm³ e 1,73 g/cm³, respectivamente.

Figura 2 - Gráfico do ensaio de compactação (Massa específica aparente seca x umidade)

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

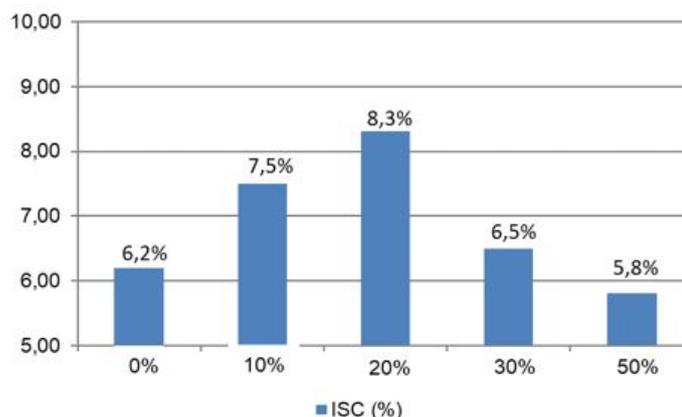


Os resultados da umidade ótima encontrada, conforme a sequência das amostras do gráfico, foram de: 28,45 %, 24,3 %, 21,6 %, 18,8 %, 15,5 %, indicando que os solos serão compactados de forma a atingirem a sua densidade máxima, demonstrado pelo aumento de valor da massa específica aparente seca diminuindo o índice de vazios e obtendo uma maior resistência ao cisalhamento e uma menor rigidez, propriedades de grande importância e interesse na aplicação das camadas do pavimento.

2. Ensaio de ISC

As adições realizadas de material fresado são de proporções de 10 %, 20 %, 30 % e 50 %, em massa, em relação à massa total da amostra são apresentados na figura 3.

Figura 3 - Resultados do ISC (%)



01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

Por meio do ensaio foi possível verificar a variação significativa nos valores obtidos para o ISC, tais misturas apresentaram um aumento de resistência proporcional à quantidade de material fresado adicionado à mistura até 20 %, e decrescendo nas misturas seguintes. A melhoria do ISC foi de 8,3% na adição de 20% de fresado na mistura, em relação ao solo puro de 6,2 %. A partir da mistura de 30 %, o ISC sofreu um decréscimo, deixando claro que o teor de fresado deve ser substituído até 20 %. A norma DNIT 138/2010 - ES, determina que o ISC deverá ser maior ou igual ao do solo natural, satisfazendo dessa forma a especificação de serviço.

A expansão das amostras diminuiu conforme o aumento do teor de fresado, uma vez que, é necessário um solo com baixa expansão para haver pouca deformabilidade da estrutura. Solos expansivos apresentam aumento do volume ao serem desconfinados e sob a ação da umidade.

Fica evidente que a expansão cai de 3 % no solo natural para 1 % com substituição de 50 % de fresado na energia normal. Para a norma DNIT 138/2010 - ES, a expansão do solo deverá ser menor ou igual a 2 %, sendo dessa forma, a partir do teor de 20 % aceitável para a especificação de serviço. A tendência mostra ainda que a expansão tende a zero para maiores percentuais de fresado.

3. Ensaio de Permeabilidade

As propriedades dos solos que influenciam a permeabilidade, destacam-se o tamanho das partículas, o índice de vazios, a composição, a estrutura e o grau de saturação. A maior influência sobre a permeabilidade deve-se às partículas mais finas do solo. Para análise dos resultados utilizou-se como referência a classificação de Kanappett e Craig (2016). Para os autores, a permeabilidade está relacionada com a composição do solo, sua granulometria, quanto maior o volume de vazios do solo, maior a permeabilidade. Foram moldados 5 corpos-de-prova, um com a apenas o solo, e os demais conforme as misturas programadas. Os resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados dos ensaios de Permeabilidade

Teor de fresado (%)	Permeabilidade k (cm/s)	Grau de Permeabilidade
0	5,20x10-5	Baixa
10	7,06x10-4	Alta
20	2,57x10-4	Alta
30	1,98x10-4	Alta
50	2,28x10-3	Alta

Pode-se observar que houve um aumento de quase 50 vezes no valor da permeabilidade com substituição de fresado no teor de 50 % em comparação com solo natural. Para Bernucci et al. (2008), os materiais granulares com presença de frações mais finas, que neste caso compreende na composição de um solo argilo-siltoso, costuma-se tradicionalmente limitar a porcentagem e a atividade dessas frações de solo para uso como materiais de construção de pavimentos. Na maior parte das vezes esses finos reduzem a permeabilidade dos materiais e sua rigidez, aumentam sua

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

deformabilidade e, principalmente, aumentam expansão volumétrica em presença de água, o que causa também uma redução da sua resistência. Tal afirmativa explica o aumento de permeabilidade, em conformidade com o aumento de teor de fresado, uma vez que o fresado é envolto pelo ligante asfáltico, tornando um material aglutinante, aumentando sua granulometria e ainda sendo este um material hidrofóbico, que dificulta o contato da água com os grãos, facilitando sua percolação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do material fresado é uma alternativa essencial para reduzir custos de obras e redução do impacto causado pela retirada de matéria-prima da natureza, permitindo o reaproveitamento de um material que se tornaria resíduo, transformando-o em matéria-prima novamente. Por meio de ensaios foi possível identificar que a adição de material fresado proporcionou um aumento na resistência em relação ao solo jazida puro, onde a mistura (80 % solo jazida + 20 % material fresado) atingiu o maior valor de ISC igual a 8,3 % em comparação a 6,2 % de ISC para o solo, comprovando assim que é possível o uso do material fresado como um reforço do subleito, ou como bloqueio na regularização do subleito, aumentando o ISC e diminuindo a expansão do solo. Em se tratando de projeto de dimensionamento de rodovias, essa melhora do ISC proporcionará muito possivelmente uma redução nas espessuras das camadas do pavimento e, conseqüentemente, uma redução do custo da rodovia. Devido a presença de ligante asfáltico no material, o mesmo se torna aglutinante de maior granulometria, dificultando a permeabilidade no agregado em si, explicando a baixa expansão à medida que o teor de fresado aumenta. Assim é possível com a utilização deste material solucionar o problema que se encontra no seu descarte, podendo até eliminar futuramente a utilização de depósitos ou bota-foras.

Palavras-chave: Reutilização. Fresado. Subleito.

Keywords: Reuse. Milling. Subleite.

REFERÊNCIAS

- BERNUCCI, et al. - Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. 1ª Edição: PETROBRAS/ABEDA. Rio de Janeiro-RJ, 2008.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, Pesquisa CNT de rodovias 2017: relatório gerencial. Brasília-DF, 2017.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ME 162/94 - Solos - Ensaio de compactação. Rio de Janeiro-RJ, 1994.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ME 049/94 - Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 1994.
- KANAPPETT, J. A.; CRAIG, R. F. Mecânica dos Solos. 8.ed. Rio de Janeiro, Livros Tecnicos e Científicos, 2014.