



# CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



## **AVALIAÇÃO DA DEFORMAÇÃO E VISCOELASTICIDADE DE MISTURAS 100% RAP COM LIGANTES CONVENCIONAL E MODIFICADO POR POLÍMERO**

### **Luciano Pivoto Specht**

Professor do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria.  
luspecht@gmail.com

### **Debora Tanise Bordin**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria.  
dt\_bordin@hotmail.com

### **Cléber Faccin**

Mestrando do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria.  
crfaccin@gmail.com

### **Gustavo dos Santos Pinheiro**

Acadêmico do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria.  
gustavo.snt@hotmail.com

**Resumo.** Atualmente, buscam-se medidas sustentáveis em todos os setores, inclusive na área de pavimentação. Com isso, o presente trabalho consiste em avaliar a rigidez e a deformação permanente de materiais 100% fresados, também conhecidos como RAP (Reclaimed Asphalt Pavement). Foram moldados 36 corpos de prova, 18 com fresado CAP 50/70 e 18 com CAP 60/85. Todas as misturas foram mantidas por 24 horas na estufa a 60°C e mais quatro horas na temperatura de moldagem. Depois, foram dispostas no misturador e compactadas no CGS, da IPC Servopac pelo método SUPERPAVE. As temperaturas de compactação utilizadas foram 100, 140 e 170°C. Após a moldagem, os corpos de prova foram submetidos a dois ensaios: Módulo Complexo e Flow Number. Os resultados obtidos com o ensaio Flow Number permitiram identificar que todos os corpos de prova em estudo atenderam a solicitação máxima de deformação permanente. Já a elasticidade do material, obtida no ensaio de Módulo complexo, será analisada posteriormente.

**Palavras-chave:** RAP. Rigidez. Deformação permanente.

### **1. INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, a crescente preocupação com o meio ambiente é visível em todos os setores da sociedade, inclusive no setor rodoviário. Arelado à sustentabilidade ocorreu o desenvolvimento de novas tecnologias nesse setor, sendo possível iniciar estudos de reciclagem de pavimentos adicionando escórias, resíduos de construção civil, resíduo industrial, borracha, entre outros. Todos esses processos tem como objetivo contribuir com a redução do consumo de matéria prima e preservar o meio ambiente de uma forma geral.

Atualmente, os países desenvolvidos vêm adotando quantidades cada vez maiores de fresado, também chamado na literatura internacional de Reclaimed Asphalt Pavement (RAP), nas novas misturas, chegando a teores de 100%.

Bohn [1] salienta a grande relevância da reciclagem ao relatar que todos os materiais triturados ou cortados pelas fresadoras podem ser reaproveitados. Essa reutilização dos agregados reduz custos com a britagem, uma vez que evita-se gastos excessivos com os materiais. Esse processo, além de ser uma alternativa sustentável, pode ser atrativamente econômico, uma vez que se tem um destino para os materiais de descarte que surgem nas manutenções das vias. Porém, para obter essa análise econômica, deve ser levada em conta a distância de transporte entre o local de fresagem e a usina. Portanto, é imprescindível a realização de pesquisas com a utilização de fresado para ter um conhecimento maior do comportamento desse material, de modo a propor e viabilizar sua aplicação na pavimentação brasileira.

## 2. METODOLOGIA

Abaixo há um breve relato sobre os materiais, preparação das amostras e ensaios executados.

### 2.1 Materiais

Os materiais em estudo são provenientes da fresagem de dois pavimentos antigos, um deles com ligante asfáltico convencional CAP 50/70 e outro modificado por polímero, CAP 60/85. O material fresado CAP 50/70 é referente a um trecho de pavimentação da Rodovia Governador Leonel de Moura Brizola, localizado do km 112+500 ao 109+500, BR 386, Estado do Rio Grande do Sul. Os materiais granulares utilizados nesse pavimento foram coletados pela Pedreira da Construbrás.

O material fresado CAP 60/85 foi obtido através de uma parceria entre a Triunfo Concepa e GEPPASV (Grupo de Estudos e Pesquisas em Pavimentação e Segurança Viária) da UFSM. O material é proveniente de um trecho de pavimentação da FreeWay, localizado no km 72+700, BR 290, Estado do Rio Grande do Sul. Os

materiais granulares utilizados nesse pavimento foram coletados pela Pedreira que está localizada no km 30+500, BR- 290 em Santa Antônio da Patrulha.

### 2.2 Preparação da amostra

Após a coleta dos materiais e caracterização dos mesmos, iniciou-se a dosagem dos materiais. Os materiais fresados foram peneirados na peneira de abertura #3/8, sendo que somente o material passante foi utilizado. O objetivo desta prática é que a mistura se torne mais homogênea para obter resultados mais satisfatórios. Esses materiais ficaram por 24 horas na estufa a 60°C, para retirar a umidade contida na amostra, e mais 4 horas na temperatura de compactação.

Após o aquecimento em estufa, os materiais foram colocados no misturador utilizado, da marca Infra Test Testing Systems, modelo Bituminous Laboratory Mixer 30 Liter Special Version 380V 60Hz 3Ph. O misturador é preparado na temperatura de compactação, então se adiciona em média 18 kg de material. Este permanece no misturador até atingir a temperatura de compactação. Em seguida, a massa é compactada no CGS, da IPC Servopac. Abaixo tem-se a Fig. 1 do misturador e compactador.

Fig 1. Misturador e compactador



A metodologia SUPERPAVE vem sendo utilizada desde 1993 pelos norte-americanos, sendo que sua compactação é

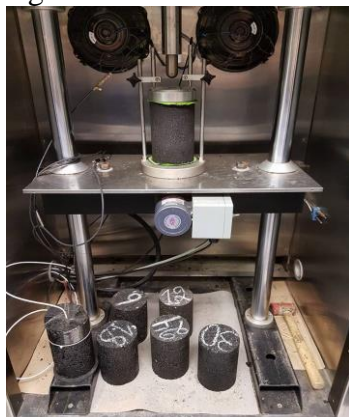
feita por amassamentos, conhecido como giros. Em todos os corpos de provas foram estipulado 100 giros, que corresponde às solicitações de vias de tráfegos de médio a alto. Foram moldados seis corpos de provas para cada material fresado analisado, em cada temperatura estudada. As amostras obtidas registraram um peso médio de 1855 quilogramas e altura média de 151 milímetros.

### 2.3 Flow Number

O ensaio Flow Number é definido pelo número de repetições de carregamento até atingir a taxa mínima de tensão axial permanente, onde a mistura apresentará, em um período pequeno, uma grande deformação permanente, resultando assim, no colapso da estrutura.

Para a realização desse ensaio as amostras foram condicionadas durante uma noite a 60°C na prensa UTM 25, atendendo as recomendações de no mínimo 8 horas como especifica a AASHTO TP 79-12. Os corpos de provas são ensaiados individualmente, e na sua parte superior e inferior é colocada uma membrana de látex, seguido por dois LVDTs, aparelhos que medem deslocamentos. Abaixo tem se a Fig. 2 que mostra a prensa durante o ensaio.

Fig 2. Ensaio Flow Number



### 2.4 Módulo Complexo

O ensaio é realizado segundo as normas da AASHTO T 342-11- Standard Method of

Test for Determining Dynamic Modulus of Hot-Mix Asphalt Concrete Mixtures, para determinar as propriedades viscoelásticas dos materiais. Os corpos de provas, já moldados no SUPERPAVE, passaram pelo processo de colagem dos pinos. Foram colados três conjuntos de pinos para segurar os LVDT'S (Linear Variable Differential Transducer) no ensaio. Esses pinos foram colados com a ajuda de um equipamento que os pressiona por um tempo mínimo de 10 minutos, para que a cola seque.

Após colagem, os corpos de provas ficaram condicionados por no mínimo uma noite na temperatura do ensaio, dentro da prensa UTM 25. As temperaturas utilizadas foram -10°C, 4°C, 21°C, 37°C e 54°C e as frequências foram as disponíveis no software UTS006 – SPT Dynamic Modulus Test: 25,20,10,5,2,1,0,5,0,2,0,1 e 0,01 Hz. O ensaio de módulo complexo consiste na aplicação de uma carga uniaxial senoidal no corpo de prova cilindro. Abaixo tem se a Fig 3 que demonstra o procedimento de colagem e a prensa do ensaio em funcionamento.

Fig 3. Colagem de pinos e ensaio de Módulo Complexo



A relação tensão – deformação é definida como Módulo Complexo ( $E^*$ ) e o valor absoluto  $|E^*|$  é a razão da tensão dinâmica máxima pela deformação axial recuperável máxima. Por fim, tem se o ângulo de fase ( $\phi$ ) que é informado na tela do computador durante a realização do ensaio, juntamente com a frequência. Ambos determinam as propriedades viscosas através da defasagem da aplicação de carga e a respostas das amostras.

### 3. ANÁLISE DE RESULTADOS

#### 3.1 Flow number

Foram submetidos ao ensaio três corpos de prova de cada mistura, resultando num total de nove amostras de cada um dos tipos de material fresado utilizado.

O ensaio é finalizado quando a deformação permanente atinge 5% ou 7200 ciclos conforme determina a norma ABNT/NBR 16505:2016. Todas as misturas chegaram a 7200 ciclos, portanto resultaram em deformações inferiores a 5%.

#### 3.2 Módulo Complexo

Segundo Franco [2], esta é a propriedade que melhor representa a tensão-deformação, pois utiliza diferentes temperaturas e frequências sem romper a amostra.

Foram ensaiadas três amostras de cada mistura, totalizando nove corpos de provas para cada tipo de fresado. Com os resultados foram obtidos os módulos dinâmicos e ângulos de fase.

A próxima etapa, calibração do modelo 2S2P1D, está sendo obtida no presente momento. Após esse procedimento, serão mostradas na apresentação as curvas isotermas, isócronas, os espaços cole-cole, os diagramas Black, os parâmetros utilizados no modelo 2SP1D, a relação  $\log [(a)T]$ , as curvas mestras de módulo e ângulo de fase. Com isso, é possível analisar de forma satisfatória as propriedades viscoelásticas dos materiais.

### 4. CONCLUSÕES

A necessidade de preservar os recursos naturais fez surgir tecnologias sustentáveis voltadas para a pavimentação. A reciclagem de pavimentos com adição de fresado é uma alternativa que ainda merece muitos estudos sobre seu comportamento frente a

pavimentação, à medida que há cada vez maiores teores desse componente.

Dessa forma, essa pesquisa demonstra que, além de contribuir com o meio ambiente, reduzindo consumo com matéria prima e reutilizando um material que era descartado, as misturas com 100% fresado CAP 50/70 e 60/85 resistem bem a deformação permanente.

Contudo, sabe-se que materiais que resistem bem à deformação permanente podem não resistir bem a fadiga. Por isso, é necessário dar continuidade a esse trabalho investigando seu comportamento perante a fadiga.

### 2. REFERÊNCIAS

- [1] K.A. Bohn, “Utilização de material fresado em misturas asfálticas mornas,” NJ: 2017, p. 36.
- [2] F.A.C.P. Franco, “Método de dimensionamento mecanístico-empírico de pavimentos asfálticos – SISPAV,” NJ:2007, p. 80.