



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES DE MATERIAL FRESADO COM ADIÇÃO DE CIMENTO PORTLAND

Bruna S. de Azevedo

Bolsista PIBIC/UPF e acadêmica do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo.
bruna142592@gmail.br

Felipe Castelli

Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo.
castellifelipe28@gmail.com

Yohan Casiraghi

Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo.
yohancasi@hotmail.com

Alessandro Graeff Goldoni

Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental pelo PPGEng UPF.
goldoni@upf.br

Francisco Dalla Rosa

Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, UPF.
dallarosa@upf.br

Resumo. *Com o objetivo de reabilitar pavimentos degradados e reutilizar o material proveniente da reciclagem profunda da camada de revestimento, este trabalho estuda o comportamento mecânico de misturas de material fresado asfáltico com a adição de cimento Portland. Têm-se avaliado a resistência à compressão simples de misturas com teores de fresado em 20, 45 e 70%. Já os teores de cimento Portland adicionado é de 2, 4 e 6%. Foram realizados ensaios de caracterização do material fresado, assim como o ensaio de RCS. Os resultados apontaram que o teor de cimento causou um aumento exponencial da resistência à compressão das misturas, enquanto que o teor de fresado causou uma queda na resistência.*

Palavras-chave: *Fresado. Cimento Portland. Reciclagem de pavimentos.*

1. INTRODUÇÃO

Devido a vasta utilização do modal rodoviário no Brasil, a demanda por rodovias vem aumentando, assim como a degradação das mesmas em função do abundante fluxo de veículos. Segundo a Confederação Nacional de Transportes (CNT) [1] o setor rodoviário é responsável por mais de 60% do transporte de cargas e por mais de 90% do transporte de passageiros no país e não tem tido progresso devido a falta de planejamento e escassez de recursos.

Levando isso em consideração, fica evidente a necessidade de práticas alternativas e com melhor desempenho para a recuperação de pavimentos. A fresagem e recapeamento do pavimento são atividades usuais na manutenção de rodovias. Entretanto, geram problemas ambientais devido a extração de recursos naturais, como

agregados virgens e Cimento Asfáltico de Petróleo, além da produção exacerbada de resíduo asfáltico proveniente da fresagem.

Segundo Bonfim [2] pode-se conceituar a fresagem de pavimentos como sendo o "corte ou desbaste de uma ou mais camadas do pavimento, com espessura pré-determinada, por meio de processo mecânico realizado a quente ou a frio".

A reciclagem do material proveniente da fresagem (fresado) é uma solução para recuperação de pavimentos, pois evita o depósito incorreto de resíduo asfáltico e ainda reduz a extração de materiais novos, diminuindo o impacto ambiental. A redução de custos também é uma consequência rentável da reciclagem de pavimentos flexíveis.

Com o intuito de melhorar o desempenho do sistema de infraestrutura de transportes reutilizando o material fresado, a presente pesquisa estuda os comportamentos mecânicos de misturas de fresado estabilizadas quimicamente com Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CPV - ARI).

2. METODOLOGIA

2.1 Planejamento da pesquisa

Foram definidas como variáveis independentes o peso específico da mistura, a umidade, a quantidade de cimento e a quantidade de fresado. Os teores de fresado foram estipulados em 20, 45 e 70%, já os teores de cimento foram de 2, 4 e 6%. As variáveis fixas estabelecidas são o tempo de cura em 7 dias, o tipo de cimento CP-V-ARI e a energia modificada no ensaio de compactação Proctor.

Em primeiro momento, ensaios de caracterização foram realizadas com o material fresado. Em seguida, foi realizado o ensaio de compactação Proctor para definição de umidade ótima e massa específica máxima da mistura. No presente momento, tem sido moldados corpos de prova das misturas definidas, de dimensões

10 x 20 cm, para realização de ensaio de Resistência à Compressão Simples.

2.2 Materiais

O material fresado utilizado na pesquisa é proveniente da BR-285, próximo a cidade de Mato Castelhana, km 275-276.

O estabilizante químico utilizado foi o Cimento de Alta Resistência Inicial (CP-V-ARI), pois esse atinge grande parte da sua resistência nos primeiros dias após a aplicação. Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), o CP V-ARI possui valores de resistência à compressão de 26 MPa a 1 dia de idade e de 53 MPa aos 28 dias, que superam em muito os valores normativos de 14 MPa, 24 MPa e 34 MPa para 1, 3 e 7 dias, respectivamente.

Foi adicionado ao material fresado porções de brita 3/4", 3/8" e pó de pedra para que melhor se encaixasse a curva granulométrica da mistura à faixa II estabelecidos pela norma DNIT 167/2013-ES [3]. Todos os materiais granulares virgens são oriundos da Britadeira Fuchs localizada na cidade de Passo Fundo.

2.3 Caracterização dos materiais

No presente estudo houve a necessidade da caracterização tecnológica do material fresado, assim como das misturas. Na Tabela 1 são apresentadas ensaios e as normas utilizadas como referência.

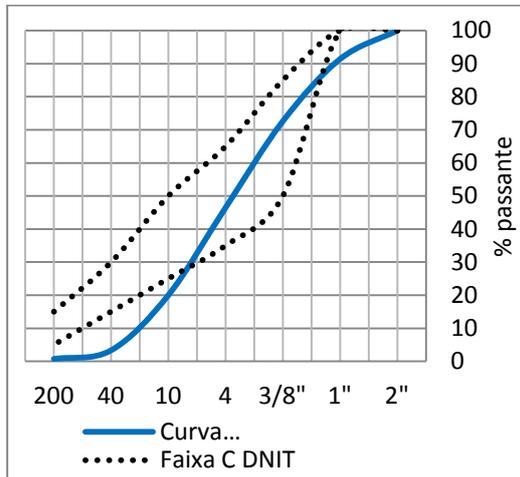
Tabela 1. Ensaios de caracterização e normas vigentes

Ensaio realizado	Norma vigente
Análise granulométrica	DNER-ME 083/98 [4]
Teor de umidade	DNER-ME 196/98 [5]
Teor de betume	DNER-ME 053/94 [6]
Massa específica	DNER-ME 195/97 [7]
Absorção	DNER-ME 195/97 [7]

Conforme já citado, a Ref. [3] sugere que a curva granulométrica do material

reciclado se enquadre em uma das suas faixas de limite. Entretanto, observou-se que não houve enquadramento da curva nas faixas citadas pela norma, conforme é apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Curva granulométrica do Material Fresado



Na tabela 2 é apresentado os resultados dos demais ensaios:

Tabela 2. Resultados dos ensaios de caracterização

Ensaio	Resultado
Teor de betume	5,45%
Teor de umidade	0,635%
Massa específica real	2,42 g/cm ³
Massa específica aparente	2,25 g/cm ³
Absorção	3,09%

2.4 Composição e caracterização das misturas

A partir da análise granulométrica do fresado, visto que não se enquadrou nas faixas I e II da norma da Ref. [3], optou-se por compor misturas com demais agregados virgens: 3/4", 3/8" e pó de pedra. Os teores de fresado foram fixados em 20, 45 e 70%, de maneira que fosse avaliado a interferência da quantidade do material nas propriedades mecânicas das misturas. As composições podem ser observadas na Tabela 3:

Tabela 3. Composições das misturas

FRESADO	3/4"	3/8"	PÓ
20%	21%	21%	38%
45%	10%	12%	33%
70%	0%	0%	30%

Após dosar as misturas, foi adicionado 4% de cimento em relação a massa seca e realizado o ensaio de compactação Proctor para obter-se o teor de umidade ótima e a massa específica aparente máxima das misturas com adição de cimento Portland. Umedeceu-se o primeiro ponto a um teor de umidade (w) de 3,4%, que foi aumentado em 1% a cada ponto. Após encontrar as massas específicas secas e as umidades das misturas (pontos), foi traçada a curva de compactação para verificar a massa específica seca máxima e a umidade ótima.

2.5 Moldagem dos corpos de prova

Após encontrar a umidade ótima e massa específica máxima, observou-se resultados próximos entre as misturas com diferentes teores de fresado, por esse motivo, realizou-se uma média obtendo-se os valores de 1,95 g/cm³ e 7,1% para massa específica e umidade ótima, respectivamente. Valores quais foram usados para a moldagem dos corpos de prova (CP), com tolerância de 0,1 g/cm³ para massa específica e de 1% para umidade.

As misturas foram as apresentadas na Tabela 3, com adição de cimento 2, 4 e 6% em relação à massa total. Foram moldados três CP para cada mistura, com dimensões de 10 x 20 cm, totalizando 27 CP.

A compactação foi realizada em cinco camadas de 4 cm, de mesma quantidade de material, porém com quantos golpes fossem necessários para a obtenção da densidade de 1,95 g/cm³.

Após a moldagem, o corpo de prova ficou 24 horas plastificado dentro do molde e então foi desmoldado e levado para câmara úmida onde permaneceu por 7 dias antes do ensaio de resistência à compressão simples.

2.6 Resistência à Compressão Simples

A longo prazo, o objetivo da pesquisa é também avaliar as características mecânicas das misturas em diferentes temperaturas. Entretanto, no presente momento, o ensaio de resistência à compressão simples está sendo realizado a uma temperatura de aproximadamente 25°C. Como descrito no item 2.5, os corpos de prova ficaram 7 dias na câmara úmida e posteriormente foram levados à câmara climatizada a uma temperatura de 25 ± 2 °C, onde permaneceram por 24 horas antes do rompimento.

A prensa utilizada para o rompimento foi uma prensa hidráulica, a uma taxa de carregamento 0,45 MPa/s. Foram utilizados discos de neoprene nas extremidades dos corpos de prova para nivelar a área de

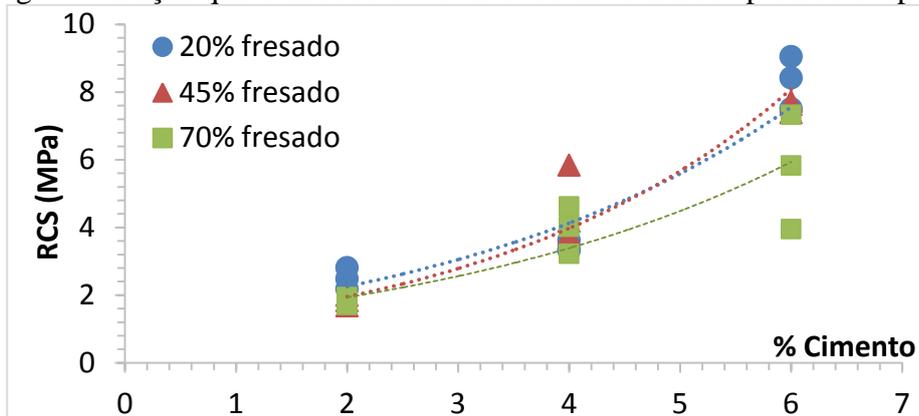
contato no momento em que fosse aplicado o carregamento.

3. RESULTADOS

Nesse trabalho foram utilizados teores de cimento Portland de 2, 4 e 6%. Observou-se que de 2% a 6% a Resistência à Compressão Simples em média triplicou. Já em relação a quantidade de fresado, verificou-se que há uma queda na resistência conforme aumenta-se a quantidade de material. Exceto para a mistura com 4% de cimento, que houve um ganho de resistência da porcentagem de 20 a 45% de fresado.

Na Fig. 2 é possível observar a resistência à compressão simples em relação a quantidade de cimento. São três pontos para cada composição, os quais representam os três corpos de prova:

Fig. 2 - Relação quantidade de cimento e resistência à compressão simples



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise granulométrica do fresado, observou-se que esse possui uma deficiência de finos em sua granulometria, sendo necessário realizar composições de material fresado com diferentes tamanhos de agregados virgens. Porém, ainda assim houve uma grande dificuldade de encaixar a curva granulométrica das misturas nos limites indicados pelo DNIT, sendo necessário fazer uso das curvas que mais de aproximavam da faixa granulométrica usada como referência no estudo.

Quanto à resistência à compressão simples, conclui-se que o teor de cimento gera um ganho exponencial de resistência. Entretanto, o teor de fresado causou uma pequena queda na resistência das misturas.

6. REFERÊNCIAS

- [1] CNT. Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram? - Brasília : CNT, 2017.
- [2] Bonfim, V. *Fresagem de pavimentos asfálticos*. São Paulo: Ed. Exceção, 3.ed, 2010, p.127.

- [3] DNIT. Pavimentação – Reciclagem profunda de pavimentos “in situ” com adição de cimento Portland: especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2013.
- [4] DNER. Agregados - análise granulométrica: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- [5] DNER. Agregados - determinação do teor de umidade total, por secagem, em agregado graúdo: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- [6] DNER. Misturas Betuminosas - porcentagem de betume: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- [7] DNER. Agregados - determinação da absorção e da massa específica de agregado graúdo: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1997.