

ESTUDO DE CASO COM A REUTILIZAÇÃO DE MATERIAL FRESADO COMO REVESTIMENTO PRIMÁRIO EM VIAS DO MUNICÍPIO DE VIDEIRA E JOINVILLE

*CASE STUDY WITH THE REUSE OF MILLED MATERIAL
AS PRIMARY COATING ON WAYS IN VIDEIRA AND JOINVILLE*

Alessandro Moschetta¹
Prof. MSC. Miguel Ângelo da Silva Mello²

Recebido em: 20 abr. 2020

Aceito em: 15 maio 2020

RESUMO

Este artigo irá apresentar a avaliação da potencialidade de utilização do material asfáltico fresado como material para uso no revestimento em vias primárias. A reutilização do material proveniente da pavimentação asfáltica, se tornou uma opção viável para a reabilitação de vias, por ser um método mais barato que a execução convencional, mais rápido e também com menor impacto ambiental. Sendo assim, realizou-se um estudo de caso a respeito da reutilização do material fresado quanto a utilização, armazenamento e aplicação do mesmo em vias primárias. Para tanto, analisou-se o método de reaproveitamento utilizado pelas prefeituras de Videira e Joinville, que é executado com o auxílio de máquinas fresadoras de asfalto. A partir de visitas *in loco* e pesquisas realizadas nos municípios, pode-se identificar que a aplicação do material fresado, se for realizada de maneira correta, tem maior funcionalidade, levando em consideração que seja feita em todo trajeto da via, aplicando o material com o uso de carregadeira para a carga, caçamba para o transporte, motoniveladora para espalhar o material bem como o rolo para obter uma compactação uniforme. Como toda via necessita de manutenção, necessitando sempre de investimentos, a aplicação correta deste material fresado pode ser vista como uma economia na manutenção, além disso, é bem mais fácil o seu espalhamento e compactação, se comparado com o cascalho usado no município de Videira e saibro no município de Joinville. Como resultado, espera-se proporcionar melhorias no processo de reciclagem e reutilização do material fresado realizado pelas prefeituras.

Palavras-chave: Reciclagem, pavimento asfáltico, reutilização, vias primárias.

¹ Egresso do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). email: alessandro_moschetta@hotmail.com

² Professor Orientador. Graduado em Engenharia Civil, pela Universidade Veiga de Almeida, Pós Graduado em Administração de Empresas, pela Universidade da Região de Joinville, Mestre em Infraestrutura e Gerência Viária, pela Universidade Federal de Santa Catarina e docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe. email: miguelasmello@gmail.com.

ABSTRACT

This article will present the evaluation of the potential use of the milled asphalt material as material for use in the coating on primary roads. The reuse of material from asphalt paving has become a viable option for the rehabilitation of roads, as it is a cheaper method than conventional construction, faster and also with less environmental impact. Therefore, a case study was carried out regarding the reuse of the milled material regarding its use, storage and application in primary roads. To this end, we analyzed the reuse method used by the municipalities of Videira and Joinville, which is carried out with the aid of asphalt milling machines. From on-site visits and surveys carried out in the municipalities, it can be identified that the application of the milled material, if carried out correctly, has greater functionality, taking into account that it is made throughout the path of the road, applying the material with the use of loader for the load, bucket for transport, motor grader to spread the material as well as the roller to obtain uniform compaction. As every road needs maintenance, always needing investments, the correct application of this milled material can be seen as a maintenance saving, in addition, it is much easier to spread and compact, compared to the gravel used in the municipality of Videira and clay in the municipality of Joinville. As a result, it is expected to provide improvements in the recycling process and reuse of milled material carried out by city halls.

Keywords: Recycling, asphalt pavement, reuse, primary routes.

INTRODUÇÃO

Segundo Pache (2013 apud FREIRE et al., 2013, p. 13), uma vez que o pavimento asfáltico em uso se torna deteriorado estruturalmente, deve-se restaurar sua capacidade de carga adicionando novas espessuras de camadas ou através do corte parcial ou total do revestimento deteriorado por meio do uso de máquina fresadora, para posteriormente executar nova camada de revestimento. E este material gerado no corte da manutenção e restauração das vias pode ser reaproveitado por reciclagem.

Para tanto, nesta pesquisa pretende-se apresentar as vantagens a respeito da redução do uso de materiais asfálticos convencionais e agregados, a redução no tempo de execução, redução de custos e restauração das vias.

Assim, estudar as alternativas de reaproveitamento da pavimentação asfáltica, visando um destino correto dos materiais e fazer uso do material fresado em vias primárias, visando sua utilização de forma correta, e com economia.

Tem-se que a produção de asfalto no Brasil iniciou-se em 1944, na refinaria Ipiranga, com petróleo importado geralmente da Venezuela. Até então, utilizava-se, nos serviços de

pavimentação, o asfalto importado de Trinidad, acondicionado em tambores de cerca de 200 litros. As principais propriedades que resultaram na preferência pelos pavimentos betuminosos, ainda hoje geralmente manifestada, apesar dos inúmeros percalços decorrentes da crise desencadeada em dezembro de 1973, ampliada em 1979, e da diversificação das fontes atuais de fornecimento da matéria-prima, podem assim ser resumidas (SENÇO, 2007).

A norma brasileira de pavimentação NBR 11170 – Serviços de Pavimentação da (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 1990) define:

O pavimento é uma estrutura construída sobre o leito natural ou terrapleno de uma via, constituída de uma ou várias camadas, capaz de resistir às tensões geradas pelas cargas dos veículos e pelas variações ambientais, distribuí-las minoradas no subleito, e dar condições de conforto e segurança de rolamento.

Hunter (1994 apud SOTOMAYOR, 2008, p. 16), indica que o revestimento deve satisfazer os seguintes requerimentos:

- a) Resistir às deformações pelo tráfego;
- b) Resistir à fissuração, como resultado do movimento térmico ou de tensões de tráfego;
- c) Ser impermeável, protegendo as camadas inferiores do pavimento;
- d) Ser resistente aos efeitos do clima, abrasão e fadiga;
- e) Prover uma superfície aceitável ao rolamento de qualidade;
- f) Prover uma superfície com baixos níveis de geração de ruído.

A reciclagem de pavimentos consiste na reutilização, após reprocesso, dos materiais existentes em um pavimento deteriorado. Esse processo visa diminuir o consumo de materiais virgens, reduzindo a exploração de materiais pétreos. Pesquisas demonstram que nos processos de restauração de pavimentos, o reaproveitamento dos materiais existentes no pavimento antigo minimiza os custos da obra. Mesmo em regiões com abundância de recursos minerais, a reciclagem pode ser a solução mais viável economicamente (DAVID, 2006 apud PINTO, 2010).

A técnica de reciclagem iniciou nos Estados Unidos em 1915. No entanto, a partir de 1930 a operação perdeu força devido ao aumento da oferta de petróleo. Em 1970, com a falta de materiais asfálticos e com a crise econômica internacional, voltou-se novamente a atenção ao reaproveitamento de materiais presentes em pavimentos deteriorados. No Brasil

a técnica foi empregada pela primeira vez em 1960 pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro em ruas daquela cidade (DAVID, 2006 apud PINTO, 2010).

Atualmente o Brasil vem executando projetos que contemplam o processo de reciclagem do pavimento. Devido ao sucesso apresentado pelas soluções que abordam a técnica, percebe-se que esta tecnologia vem se consolidando nos serviços de restauração de pavimentos no País. Existem diversas maneiras de executar a reciclagem e um dos problemas apresentados em projetos que contemplam a técnica diz respeito à granulometria resultante do material fresado.

Segundo Bonfim (2007 apud PINTO, 2010), “A origem do termo fresagem remonta à técnica de desbaste ou corte de metais, ou outras peças, por intermédio de uma engrenagem motora constituída de um cortador giratório de ângulos diversos, ou de várias *freses*, em movimento giratório contínuo”.

O DNER em seu Glossário de Termos Técnicos Rodoviários (BRASIL, 1997 PINTO, 2010), define a fresagem de pavimentos como:

Desbastamento a quente ou a frio de superfícies asfálticas, como parte de um processo de reciclagem de pavimento asfáltico. Bonfim (2007) conceitua a fresagem de pavimentos como: [...] 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, empregado como intervenção visando a restauração de pavimentos.

Na década de 1970, quando iniciou-se o processo de reciclagem de pavimento, o material era extraído da pista por meio de escarificação do pavimento. Esse processo resultava em um material que, devido as suas grandes dimensões, necessitava ser rebitado para posterior reutilização. Dessa forma, considerou-se a técnica inadequada. A máquina para fresar foi desenvolvida a partir da segunda metade da década de 1970. O equipamento foi considerado útil na realização do desbaste do pavimento em profundidades pré-determinadas, o que antes não era possível (BONFIM, 2007 apud PINTO, 2010).

No Brasil, a técnica teve início no ano de 1980, com o emprego de uma fresadora americana nas obras de restauração da via Anchieta para a DERSA (Desenvolvimento Rodoviário S.A.) de São Paulo. Dessa forma, este serviço pode ser considerado recente no que diz respeito ao seu emprego e ao conhecimento adquirido em torno do tema o que garante a motivação da questão de pesquisa desse trabalho.

O principal equipamento para realização da operação de fresagem é a máquina fresadora. Esse equipamento é responsável por efetuar o desbaste da camada superficial do pavimento por meio do movimento de rotação de um cilindro, chamado de cilindro fresador. Atualmente o mercado disponibiliza algumas opções deste equipamento.

Segundo Bonfim (2007 apud PINTO, 2010), pode-se afirmar que os equipamentos para fresar dividem-se em:

- a) de pequeno porte: destinados a arremates existentes nos pavimentos, usadas em serviços de remendos, acabamentos ao redor de tampões de ferro, junto a sarjetões, entre outros;
- b) de médio porte: destinados à execução de pequenas e médias áreas, possuem uma correia transportadora para o carregamento de material fresado em caminhões basculantes;
- c) de grande porte: destinados a grandes áreas, por tratar-se de equipamentos com cilindro fresador com largura superior. Há a venda no mercado equipamentos que podem atingir a largura de 4000 mm de fresagem.

Nesse contexto insere-se o cilindro fresador, um componente da máquina fresadora. Esse equipamento pode ser descrito como um tambor rígido construído em aço especial, no qual dentes de corte são fixados. É também conhecido como rolo fresador ou tambor fresador.

Esse equipamento gira em alta rotação e quando em contato com o pavimento inicia o desbaste do mesmo (BONFIM, 2007 apud PINTO, 2010). Pode-se perceber a grande quantidade de dentes de corte dispostos em forma de “V”, fazendo com que o material fresado seja conduzido para o meio do cilindro, facilitando assim o seu lançamento pela correia transportadora.

Segundo Bonfim (2007 apud PINTO, 2010):

“Vários autores divergem quanto à classificação dos tipos de fresagem e suas aplicações; mas, de maneira resumida, pode-se classificar a fresagem de pavimentos quanto à espessura de corte e à rugosidade resultante na pista”.

A classificação referente à espessura de corte é subdividida em superficial, rasa e profunda. A fresagem superficial é destinada apenas à correção de defeitos existentes na superfície do pavimento. Sendo assim, dispensa o posterior recapeamento da pista, uma vez que permite níveis mínimos de conforto e segurança. Dessa forma, defeitos como exudação e

deformações plásticas podem ser tratados com essa técnica (BONFIM, 2007 apud PINTO, 2010).

A fresagem rasa atinge profundidades maiores, em torno de 5 cm. Esse procedimento é utilizado na correção de defeitos funcionais e em remendos superficiais. Aplicado principalmente em vias urbanas, onde se deseja manter o greide do pavimento (BONFIM, 2007 apud PINTO, 2010).

A fresagem profunda é aquela em que o corte atinge níveis consideráveis, podendo alcançar a camada de base e até mesmo de sub-base do pavimento. Essa técnica normalmente é utilizada em pavimentos que necessitam de reparos estruturais. Além disso, pode ser empregada em serviços de pequeno porte como o requadramento de buracos (BONFIM, 2007 apud PINTO, 2010).

A fresagem de um pavimento pode ser realizada de duas maneiras quanto à temperatura de ocorrência: a frio ou a quente. Na primeira situação, o processo é realizado na temperatura ambiente, sem o pré-aquecimento do pavimento. Nessa situação ocorre a quebra de parte dos agregados, havendo, assim, a alteração da curva granulométrica do material existente na pista.

Já na fresagem a quente, utilizada como parte do processo de reciclagem *in situ* a quente, é efetuado o pré-aquecimento do revestimento. O prévio aquecimento do material faz com que a sua resistência ao corte seja diminuída não ocasionando alteração significativa na curva granulométrica do material, como é o caso da fresagem a frio (BONFIM, 2007 apud PINTO, 2010).

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho proposto trata de um estudo de caso a respeito da reutilização do material fresado, armazenamento e aplicação do mesmo em vias primárias, tendo como área de estudo vias dos municípios de Videira e Joinville.

Para pesquisa preliminar, realizou-se uma visita em obra onde o material fresado foi retirado. A obra em questão faz parte da revitalização das ruas de Videira, este serviço foi executado pela empresa que ganhou a licitação da prefeitura municipal da cidade. Destaca-se que, o material fresado, é parte do ponto asfáltico da rua XV de Novembro, onde foi realizado

sua remoção e transporte até um depósito da prefeitura, no qual efetuará a sua aplicação em vias primárias.

O material em questão foi fresado, transportado e depositado em um local específico fornecido pelo setor do Departamento de Serviços Urbanos (DSU) da Prefeitura Municipal de Videira. O transporte foi realizado pela empresa a qual ganhou a licitação para a revitalização, segundo informações do responsável pelo setor de Planejamento, e pelo diretor do DSU da Prefeitura de Videira. Observa-se que este material seria descartado, por este motivo optaram pela sua reutilização, uma vez que era necessário fazer a regularização em algumas vias primárias. E para tanto, a realização deste serviço deveria fazer uso de materiais como a brita, onde decidiram pela reutilização do material que estava sendo fresado.

Considerando-se que este material deveria ser depositado em algum lugar, ficando exposto por um longo tempo, o reaproveitamento estaria de acordo com uma decisão voltada a preservação ambiental.

O material fresado pode ser usado do mesmo modo que o cascalho e a escória, promovendo maior aderência dos veículos no pavimento. Também contribui para eliminar pontos de formação de atoleiros em períodos de chuva e, em tempos de seca, a mitigação da poeira.

O material fresado utilizado foi coletado na Rua XV de Novembro em Videira, durante o processo de revitalização do pavimento asfáltico em 2015. As coletas foram feitas diretamente da esteira da máquina fresadora. A máquina fresadora utilizada foi uma Wirtgen W1000 L com largura de corte de 1m e espessura de corte de até 25cm e considerada uma máquina de médio porte. O cilindro de corte utiliza 100 dentes de corte. A velocidade de corte utilizada foi de 9,5m/min, aproximadamente. Na Figura 1 é apresentada uma foto do equipamento e do processo de coleta do material.

Figura 1: Fresadora Wirtgen W1000 L



Fonte: Vianmaq (2016)

No estudo realizado em Joinville, com intuito de se verificar a adaptação do material fresado reutilizado como revestimento em vias primárias, tem-se como estudo de caso as ruas Água Marinha e Ágata, localizadas no bairro Saguauçu na cidade de Joinville, estado de Santa Catarina.

Assim, foram realizadas visitas *in loco*, junto a Secretaria de Infraestrutura Urbana (SEINFRA) da Prefeitura Municipal de Joinville, com a presença do professor orientador deste trabalho, onde observou-se o local onde o material fresado, a ser reaproveitado, se encontrava depositado. Destacando-se que o material estava sem nenhum tipo de cobertura, exposto a sol e chuva, aproximadamente há 3 meses, segundo informações do professor orientador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo informações repassadas pelo diretor do DSU da Prefeitura Municipal de Videira, o material foi fresado pela empresa a qual ganhou a licitação para fazer a revitalização da Rua XV de Novembro, foi realizada a fresagem com uma espessura de 3 cm, este material foi encaminhado até o depósito da prefeitura para que posteriormente pudessem utilizar em vias primárias.

A utilização deste material teve que ser feita em poucos dias, prevenindo a ocorrência de dias muito quentes, onde poderá ocorrer o derretimento do Cimento Asfáltico de Petrólio (CAP), que está aglutinado junto a brita, formando o material fresado numa bola, dificultando na hora da sua aplicação. Outro motivo é em relação a ocorrência de dias chuvosos, que

mesmo o material estando depositado embaixo de uma lona para proteção, poderá ocorrer o mofo e não poderá mais ser utilizado.

Foram repassadas algumas informações:

- O material fresado foi aplicado com a utilização de uma caçamba que fez a descarga utilizando como guia dois ou três anéis de corrente;
- Caso necessário, passar somente a motoniveladora para realizar alguma regularização;
- Não foi utilizado o rolo compactador após o material ter sido despejado;
- O consumo da caçamba está em torno de 3 lts/km de diesel;
- A brita comprada estava entorno de R\$ 40,00 a tonelada entregue no depósito da prefeitura;

Em média, o material fresado ou até mesmo a brita após aplicados tem uma durabilidade em torno de 6 meses, com o movimento do tráfego em rodovias e estradas, e até mesmo com as chuvas, acabam deslocando o material para as laterais, deixando a faixa de rodagem dos carros sem material. Sendo assim, se faz necessário a manutenção da via, com a utilização da motoniveladora para repor o material das laterais da rodovia para o centro da mesma, conforme pode-se observar nas Figuras 2 e 3.

Figura 2: Material fresado sendo espalhado pela caçamba em Videira



Fonte: O Próprio autor

Figura 3: Nivelamento do material fresado com

uso da motoniveladora em Videira



Fonte: O autor

Como resultado da visita em Joinville, destaca-se que, no depósito de material fresado, foi possível identificar três tipos de material de fresagem: fina, grossa e com material de base, conforme mostram as Figuras 4, 5 e 6.

Figura 4: Material de Fresagem em
Joinville



Fonte: O autor

Figura 5: Material de Fresagem Grossa - Joinville



Fonte: O Próprio autor

Figura 6: Material de Fresagem com Material de Base em Joinville



Fonte: O autor

Este material foi aplicado em algumas vias primárias do município de Joinville, tal sejam, as ruas Água Marinha e Ágata, durante o mês de Junho/2016. Destaca-se que sua aplicação foi realizada com a utilização de uma caçamba para espalhar o material, uma motoniveladora para fazer um emparelhamento e por fim, o rolo compressor para uma melhor compactação.

Após período de 3 meses da sua aplicação, foi realizada a manutenção com a utilização de uma motoniveladora para recolocar o material que se encontrava nas laterais das vias. Desta forma, o material foi transferido para o centro da pista de rodagem das vias em estudo, passando-se novamente o rolo compressor para efetivar uma nova compactação, conforme Figura 7. O que pode-se observar que o produto resultante atingiu qualidade, atendendo o objetivo, frente a necessidade de manutenção das vias.

Figura 7: Via Primária com o Material Fresado em Joinville



Fonte: O autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar os resultados da aplicação do material fresado em uma via primária, de maneira a utilizar uma alternativa técnica, econômica e ecologicamente correta proporcionando uma destinação final dos resíduos de fresagem de pavimentos asfálticos gerados através da manutenção e restauração de ruas da cidade de Videira.

Com as visitas e pesquisa realizada nos municípios de Videira e Joinville pode-se identificar que a aplicação do material fresado, se for realizada de maneira correta, tem muita funcionalidade, levando em consideração que seja feita na via desde o seu início até o fim, aplicando o material com o uso de carregadeira para a carga, caçamba para o transporte, da motoniveladora para espalhar o material e o rolo para uma compactação uniforme.

Toda via implica de manutenção, necessitando sempre de investimentos, assim sendo, a aplicação correta deste material fresado pode ser vista como uma economia na manutenção, além disso, é bem mais fácil o seu espalhamento e compactação, se comparado com o cascalho usado no município de Videira e saibro no município de Joinville.

A aplicação no município de Videira não teve o resultado esperado, pois a forma como foi realizado o serviço, onde o material fresado foi simplesmente descarregado na via e espalhado com a motoniveladora, com a ausência da aplicação do rolo, para a devida compactação, deixou o material solto, gerando poeira e na sequência sendo carregado para os bordos da via.

Considerando-se todos os resultados obtidos, observa-se que, sendo feita a aplicação correta, seja uma solução ambientalmente correta, pois permite a reutilização de grande volume do material fresado, técnica e economicamente viável, pois é de fácil execução, apenas exigindo equipamentos de pequeno porte para vias de baixo volume de tráfego.

Com este trabalho foi possível identificar que o material fresado, gerado nas atividades de manutenção e restauração rodoviária, contribuindo como um estudo inicial para outras pesquisas que envolvam o aperfeiçoamento das atividades propostas. A seguir apresenta-se algumas sugestões para pesquisas futuras: realizar ensaios com adições de diferentes porcentagens de aglomerantes como cal e cimento na mistura para possível aumento de resistência e uso em bases de pavimentos rodoviários; realizar o estudo do aproveitamento do material fresado em outros serviços dentro da construção de rodovias; bem como avaliar outras misturas com o material fresado como o pó-de-pedra e/ou outro agregado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11170**: Serviços de Pavimentação. TB-372. Rio de Janeiro, 1990.

BONFIM, Valmir. **Fresagem de pavimentos asfálticos**. 3. ed. São Paulo: Exceção, 2007.

DAVID, Daniela de. **Misturas asfálticas recicladas a frio: estudo em laboratório utilizando emulsão e agente de reciclagem emulsionado**. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER-ES 301/97. **Pavimentação - Sub-Base Estabilizada Granulometricamente**. Rio de Janeiro: IPR, 1997.

HUNTER, Robert N. **Bituminous Mixtures in Road Construction**. London: Thomas Telford, 1994.

PACHE, Eduardo. **Análise do Desempenho de Misturas Asfálticas com a Incorporação de Material Fresado e Cal**. Rio Grande do Sul, 2013.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual técnico de pavimentação**: volume 2. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2007.