

REABILITAÇÃO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL COM APLICAÇÃO DE MICRO REVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO COM EMULSÃO MODIFICADA POR POLÍMERO

FLEXIBLE PAVEMENT REHABILITATION WITH ASPHALT LAYER MICRO APPLICATION WITH COLD EMULSION MODIFIED BY POLYMER

SARA GASPARETI **BARBOSA**¹, TAMISLAINE DE ARAUJO **SANTOS**², GABRIEL XAVIER **JORGE**^{3*}

1. Acadêmica do curso de pós-graduação em Engenharia de Infraestrutura de Rodovias pela Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico e Profissional - FEITEP, Maringá – PR; 2. Acadêmica do curso de pós-graduação em Engenharia de Infraestrutura de Rodovias pela Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico e Profissional - FEITEP, Maringá. 3. Professor da Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico e Profissional – FEITEP, Maringá – PR

Avenida Paranavaí, 1164, Parque Industrial Bandeirantes, Maringá, Paraná, Brasil. CEP: 87070-130. tutoria.ead@feitep.edu.br

Recebido em 06/02/2023. Aceito para publicação em 29/03/2023

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade da técnica do Micro revestimento a frio - MRAF na recuperação ou manutenção de vias de pavimentos flexíveis de concreto betuminoso usinado a quente – CBUQ, considerando as altas taxas de patologias encontradas nas vias. As patologias apresentadas e estudadas pelo presente trabalhos foram encontradas em trechos das vias da região sudeste do estado do Paraná - PR. Foram fotografadas e analisadas diversas patologias para a identificação dos principais motivos para suas ocorrências e a melhor forma de sanar tais problemas. Prontamente, foi realizado um estudo teórico da técnica MRAF na recuperação superficial das vias, considerando a vida útil, matéria prima, tempo de manutenção, entre outros fatores. Desta forma foi possível determinar que essa é uma solução viável para malha rodoviária nacional sob o aspecto econômico e técnico, pois revitaliza a superfície do antigo pavimento, aumenta drenagem superficial da camada de rolamento e reduz gastos com manutenções tornando-a ideal para tráfego intenso e repetitivo.

PALAVRAS-CHAVE: Pavimentação; Manutenção Preventiva; Rodovias.

ABSTRACT

The purpose of this work is to analyze the viability of cold asphalt micro-coating - MRAF technique in recovery or maintenance of flexible roads of bituminous concrete machined to the hot - CBUQ, considering the high rates pathologies found in highways. The pathologies presented and studied in this work were found in road sections from the southeast region in the Paraná - PR state. It was photographed and analyzed for different pathologies to identify the main reasons for its occurrences and the better manner to solve the problems. Promptly, it was made a teoric study of the MRAF technique in superficial highway recovery, considering the service life, raw material, maintenance time, among

other factors. As a result, it was possible to determine that this is a viable solution to the national highway network under the economic and technical aspect, since it revitalizes the old paving surface, increasing the superficial drainage of the rolling layer and reduces expenses with maintenance making it ideal for heavy and repetitive traffic.

KEYWORDS: Paving; Preventive Maintenance; Highways.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Albano (2018)¹, a estrutura do pavimento é composta por diversas camadas dispostas sob uma superfície terraplanada. Estas estruturas possuem importância para a globalização e expansão de cidades, tendo como intuito a interligação de cidades, estados, regiões.

De acordo com o Instituto IDD (2017)², como uma estrada é um empreendimento de grande porte, com impacto ambiental, social e econômico, ela depende inicialmente da preparação e aprovação do Estudo de Impacto Ambiental – Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA). Este documento é elaborado por uma junção de profissionais para que analisem todos os impactos que ela possa gerar para aquela região. Após a aprovação do EIA-RIMA, é iniciado a fase do projeto executivo, que engloba todos os projetos necessários para a construção da estrada, assim como um cronograma de planejamento de obra, chamada proposta de metodologia de construção.

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Trânsito (DNIT, 2005)³, os principais tipos de pavimentos rígidos são: pavimento de concreto simples convencional ou rolado; com armadura descontínua; continuamente armado; estruturalmente armado; protendido; com fibras; e o tipo *whitetopping*.

Segundo o DNIT (2005)³ no Brasil o pavimento de concreto simples (método da *Portland Cement Association* – PCA), é o método mais utilizado quando

se trata de pavimento rígido, já o pavimento do tipo flexível mais utilizado é o concreto betuminoso usinado a quente – CBUQ.

Os materiais usados para a preparação do revestimento diferem totalmente entre um e outro. Os materiais do pavimento flexível são constituídos de uma associação de agregados e materiais betuminosos, enquanto o pavimento rígido é constituído de agregados, cimento Portland, água, aditivos, selantes de juntas e aço para armar o pavimento contra a tração³.

De acordo com o DNIT (2005)³ sua execução é iniciada ao regularizar o subleito, o solo a ser usado nesta etapa normalmente é o solo argiloso de qualidades superiores à do subleito. A sub-base e a base deste pavimento devem ter boa capacidade de suporte, a base também fornece um suporte estrutural, aliviando as tensões do revestimento e distribuindo para as camadas inferiores.

A compactação da base é executada com rolos compactadores, e deve ser feita logo após o espalhamento para que a brita não perca umidade. Após todas as etapas anteriormente citadas estiverem prontas, é aplicada uma camada de um material asfáltico para conferir impermeabilização da base e ajudar na aderência com o revestimento. Em seguida, é feito o lançamento da mistura asfáltica, lançada por uma vibro acabadora de forma uniforme, esta mesma já faz o nivelamento e uma pré-compactação. Prontamente, inicia-se, a compactação do asfalto, que pode ser dividida em rolagem de compactação e rolagem de acabamento. A primeira visa alcançar a densidade, impermeabilização e uma suavidade superficial, e a segunda visa corrigir marcas possivelmente deixadas na compactação anterior.

Conforme consta no manual do DNIT (2005)³, o pavimento rígido consiste na execução das camadas: sub-base, pintura betuminosa com emulsão asfáltica, revestimento. A sub-base é executada a fim de padronizar e tornar constante o apoio disponível para a recepção de cargas, podendo essa ser uma sub-base granular ou tratada. Após a execução da sub-base é executada a pintura betuminosa com emulsões asfálticas, executada com um caminhão tanque para asfalto.

Antes da execução da placa de concreto o DNIT (2005)³ indica que deve-se confirmar se a compactação da sub-base foi atingida, caso esteja correto iniciado o processo de concretagem, a mistura deverá ser espalhada de forma uniforme com uma espessura de 4 cm, para a colocação das placas, que o seu comprimento varia de acordo com o pavimento adotado.

DNIT (2005)³ determina que após finalizada a pavimentação, devem ser feitas as aberturas das juntas no pavimento, para que este possa trabalhar (dilatarse ou contrair) sem causar danificações a superfície de rolagem.

Já no que diz respeito a manutenção dos pavimentos, estas são divergentes. Segundo o DNIT

(2004)⁴, o pavimento flexível demanda de mais manutenções sendo elas: rotineira, a cada oito anos e a cada vinte anos, enquanto o pavimento rígido demanda uma manutenção a cada cinco anos e outra a cada 20 anos. Estas manutenções sendo executadas de acordo com o projeto inicial de forma efetiva, garantirão pavimentos em bom estado de rodagem.

Segundo Ji *et al.* (2013)⁵ as estratégias de prevenção a degradação do pavimento são a longo prazo, visando a melhoria do pavimento, elevando seu desempenho e buscando sempre métodos econômicos que possa prolongar a vida útil do pavimento. Os métodos preventivos devem ser selecionados criteriosamente e aplicados antes que o pavimento possa apresentar danos em sua estrutura.

Broughton & Lee (2012)⁶ afirmam que para escolher a melhor estratégia de manutenção que gere uma melhor qualidade de vida, desempenho e custo-benefício deve se levar em consideração as ferramentas analíticas usadas. Sendo assim, o conjunto de condições determina qual o melhor tratamento a ser utilizado para a prevenção e manutenção das vias.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo abordar as vantagens do micro revestimento asfáltico a frio, uma técnica de manutenção preventiva para pavimentos asfálticos tendo como base a superposição com novas camadas de uma mistura asfáltica a frio sobre o pavimento já existente.

Considerando que esta técnica exige poucos reparos no pavimento asfáltico existente sendo uma tecnologia amplamente utilizada em países da Europa e Estados Unidos, passando a ser empregada no Brasil a partir de 1995 com o advento das concessões de rodovias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Ao analisar o cenário atual das estradas e ruas do país, é possível constatar através dos dados fornecidos pela Confederação Nacional de Transportes – CNT (2019)⁷ a precariedade e o declínio da qualidade das vias.

Sendo assim foi realizado uma análise com registro fotográfico de um pequeno trecho da Av. Valério Osmar Estevão na cidade de Ângulo – PR, buscando identificar patologias e suas possíveis causas.

Através do embasamento teórico foi realizado a identificação dos sinistros encontrados no trecho. A classificação e categorização de cada patologia foi realizada por meio das diretrizes determinadas pela CNT (2003)⁷.

Após a classificação das patologias pelo método teórico foi realizado a análise do custo benefício para a recuperação e restauração das vias de acordo com cada tipo de patologia.

2.1 Fundamentação Teórica

PATOLOGIAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL

De acordo com a CNT (2019)⁷, no Brasil as exigências técnicas da qualidade dos materiais empregados, quando da capacidade de apoio das camadas do pavimento não são atendidas, as falhas

construtivas têm como consequência a degradação da pista, acarretando a maiores custos de manutenção.

A CNT realiza anualmente uma pesquisa para classificar o estado geral do pavimento, a sinalização da via, velocidade devido ao pavimento, entre outros, a pesquisa do ano de 2019, avaliou 108.863 quilômetros de rodovias em todo o país e constatou que 59,0 % das vias pesquisadas foram consideradas regular, ruim ou péssima, devido a redução dos investimentos em infraestrutura rodoviária. Conforme apresentado na Tabela 1 os dados do estado geral obtidos através da avaliação das rodovias.

Tabela 1: Classificação do Estado Geral

ESTADO GERAL	EXTENSÃO TOTAL	
	KM	%
Ótimo	12.951	11,9
Bom	31.714	29,1
Regular	37.628	34,6
Ruim	19.039	17,5
Péssimo	7.531	6,9
TOTAL	108.863	100,0

Fonte: CNT (2019)⁷.

Já na Tabela 2 são apresentados os dados em relação a qualidade do pavimento avaliado na pesquisa realizada pela CNT no ano de 2019.

Tabela 2: Classificação do Pavimento.

PAVIMENTO	EXTENSÃO TOTAL	
	KM	%
Ótimo	42.015	38,6
Bom	9.768	9,0
Regular	38.060	35,0
Ruim	14.965	13,7
Péssimo	4.055	3,7
TOTAL	108.863	100,0

Fonte: Relatório Gerencial 2019 – CNT⁷.

Com o constante aumento do tráfego rodoviário no país, a degradação do pavimento ocorre cada dia em ritmo mais acelerado. Segundo a CNT (2019)⁷, de 2009 a 2019, a frota rodoviária do país aumentou em média 80,8%, sendo que só na região norte do país, esse aumento foi de 130,1%, ou seja, o tráfego mais que dobrou.

De acordo com a CNT (2019)⁷ quando comparado ao aumento da malha rodoviária no mesmo período, nota-se um desequilíbrio dentre ambos, visto principalmente que a malha rodoviária do Brasil permaneceu praticamente inalterada. Com isso, caso não haja intervenções e manutenções constantes da malha, o processo de desgaste do pavimento, assim como o surgimento de defeitos no mesmo deverá se intensificar, comprometendo a qualidade das vias.

Segundo Queiroz *et al.* (1994)⁸, o desenvolvimento econômico de uma região está ligado a quantidade e a qualidade da infraestrutura de suas vias, demonstrando a importância da sua conservação e manutenção.

De acordo com o DNIT (2003)¹⁰, as patologias em pavimentos referem-se a quaisquer irregularidades que tragam desconforto aos condutores que ali trafegam. Essas patologias podem dividir-se em afundamento, desgaste, escorregamento, exsudação, fenda, fissura, trinca, ondulação ou corrugação, buraco e remendo. Algumas patologias apresentam subdivisões como afundamento, remendo e trincas.

AFUNDAMENTO

Ribeiro (2017)⁹, define que o afundamento pode ser de forma plástica ou de consolidação, podendo ou não ser acompanhado de solevamento (elevação do pavimento no perímetro do afundamento). Tais patologias podem ser locais (até seis metros de extensão) ou de trilha de roda (extensão superior a seis metros e localizado ao longo da trilha de roda), conforme pode ser observado na Figura 1.



Figura 1: Patologia de Afundamento causado na Av. Valério Osmar Estevão, Ângulo – PR. Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Ainda segundo o DNIT (2003)¹⁰, o afundamento é uma deformação permanente do pavimento, que é classificado como afundamento local, quando ocorre em extensões menores que 6,00 metros, seja ele plástico, ou de consolidação, o qual também pode ser classificado como afundamento de consolidação de trilha de roda.

DESGASTE

De acordo com Ribeiro (2017)⁹, o desgaste é ocasionado primeiramente pelo próprio tráfego da rodovia, associado as intempéries a qual o pavimento fica exposto durante toda a sua vida útil. Porém, podendo ser causado também devido á deficiência na ligação entre os ligantes betuminosos, erros na dosagem e formulação dele, além de uso de materiais inadequados e falhas da mão de obra durante a execução dos trabalhos. Conforme podemos observar na Figura 2, o desgaste ocorrendo em seu estágio inicial.



Figura 2: Desgaste na Av. Valério Osmar Estevão, Ângulo – PR.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

Quando já em estágio avançado, o desgaste provoca o arrancamento dos agregados devido a superaquecimento do ligante ou falta deste, podendo gerar assim, uma macro textura no pavimento.

ESCORREGAMENTO

O escorregamento, é definido pelo DNIT (2003)¹⁰, pelo deslocamento da camada superficial do pavimento em relação as demais camadas adjacentes, causando assim o aparecimento de fendas em forma de meia lua, apresentado na Figura 3.



Figura 3: Escorregamento na Av. Valério Osmar Estevão, Ângulo – PR.
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Já Ribeiro (2017)⁹ aborda, que o escorregamento, é o resultado da movimentação do revestimento, pode ocorrer devido à falta de aderência do revestimento à base ou à baixa resistência da composição asfáltica. É um defeito dos pavimentos, localizados principalmente em áreas que tenham constantes frenagens, como próximo a redutores de velocidades, como lombadas.

EXSUDAÇÃO

A exsudação, é definida pelo DNIT (2003)¹⁰, como o excesso de ligante betuminoso, que aflora ao pavimento, permanecendo em sua superfície. Deixando o pavimento com um aspecto brilhoso, é possível observar a ocorrência desse fenômeno na Figura 4.



Figura 4: Exsudação na Av. Valério Osmar Estevão, Ângulo – PR.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

Ribeiro (2017)⁹ explica que a exsudação do asfalto para a superfície ocorre devido a dilatação do asfalto com as altas temperaturas, onde os ligantes têm dificuldade de se acomodar no interior do pavimento, seja pelo seu excesso, ou pela falta de vazios no pavimento, que acaba por expulsar o ligante para a superfície. Quando ocorre, o pavimento fica com uma forma brilhosa, como se fosse polido e liso.

FENDAS

As fendas, segundo o DNIT (2003)¹⁰, são definidas como qualquer falta de continuidade na superfície do pavimento, podendo ser de pequenas a grandes, onde são classificadas como: fissuras, quando está pode ser vista apenas a uma distância a olho nu menor que 1,50 metro, também chamada de fissura capilar; trincas, sendo esta, fendas existentes no pavimento que podem ser facilmente visíveis, podendo apresentar trincas isoladas ou interligadas, conforme pode ser observado na Figura 5.

Ribeiro (2017)⁹, define a fenda como a patologia mais frequente em pavimentos flexíveis. É descrita como uma descontinuidade na superfície, causando aberturas no revestimento, podendo ser fenda, fissura ou trinca. Tais classificações são dadas de acordo com as espessuras, podendo ser longitudinal, transversal, de retração, interligada, tipo bloco, tipo pele de crocodilo,

a evolução das fendas pode causar danos ainda maiores para o pavimento.

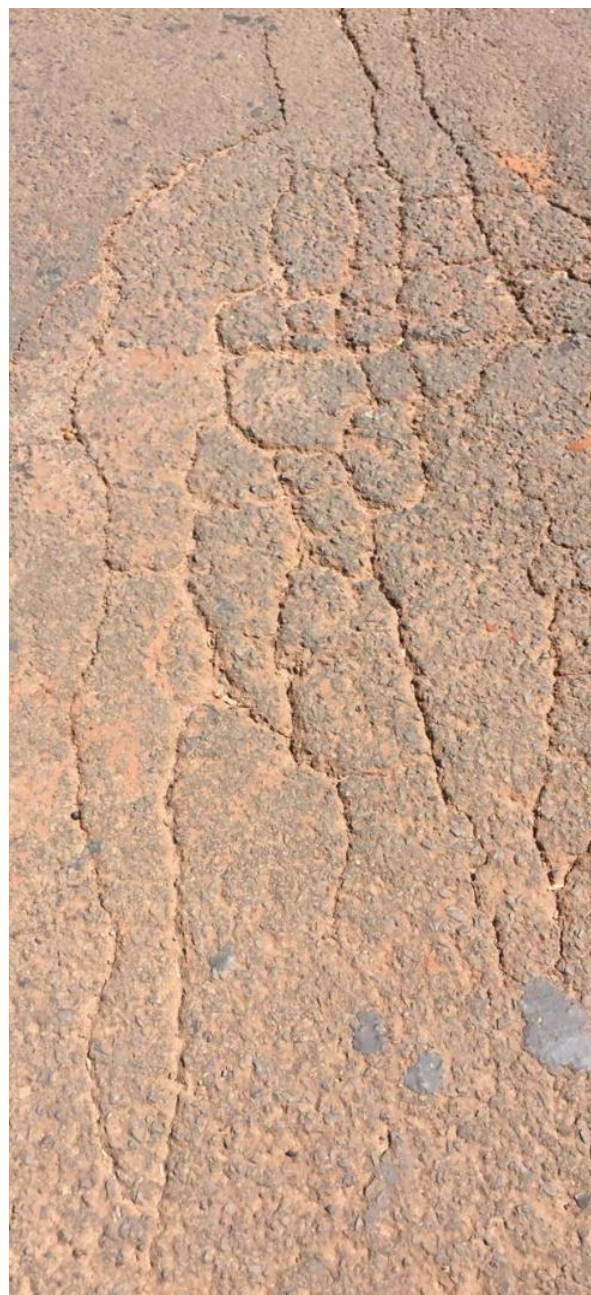


Figura 5: Fendas na Av. Valério Osmar Estevão, Ângulo – PR.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

ONDULAÇÃO OU CORRUGAÇÃO

As ondulações segundo DNIT (2003)¹⁰, são é uma patologia que se caracteriza pela ondulação ou corrugação do pavimento devido ao movimento plástico do revestimento asfáltico, sendo possível visualizar a ocorrência dessa patologia na Figura 6.

O DNIT (2003)¹⁰, caracteriza a ondulação ou corrugação, popularmente conhecida também como costela de vaca, como uma patologia que ocorre no revestimento superficial transversal ao eixo da via, e é resultante da má execução e baixa resistência da composição asfáltica, sendo comum em áreas submetidas à aceleração dos veículos.



Figura 6: Ondulação ou corrugação na Av. Valério Osmar Estevão, Ângulo – PR. **Fonte:** Elaborado pelo Autor (2019).

PANELA OU BURACO

Segundo DNIT (2003)¹⁰, os buracos ou, como popularmente conhecidas “panelas”, são ocasionados pelo agravamento de qualquer patologia anteriormente citada não corrigida, e a não correção pode acarretar um agravamento da patologia, podendo aumentar sob a via, aumentando o tamanho do buraco, ou atingir outras camadas inferiores ao revestimento.

É comum ver, após períodos de chuvas, o aparecimento de vários buracos na rodovia, isso acontece porque a água é o fator que mais age para o aparecimento deste, pois se acumula nas trincas e

fissuras do pavimento, e com o tráfego passando e pressionando está para o seu interior, acaba por desfragmentar o pavimento, causando o aparecimento de pequenos buracos, que só aumentam com o tráfego, apresentado na Figura 7 um exemplo da ocorrência das “panelas”.

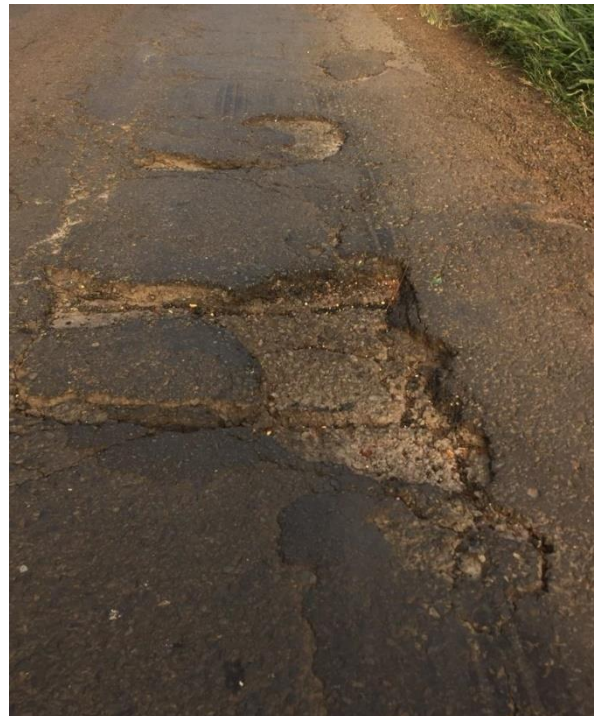


Figura 7: Buraco ou panela na Av. Valério Osmar Estevão, Ângulo – Pr. **Fonte:** Elaborado pelo Autor (2019).

Conforme DNIT (2003)¹⁰ as operações chamadas de “tapa buraco” são bem frequentes principalmente em trechos urbanos. A operação consiste em muitos casos, no simples lançamento do CBUQ no local onde se encontra a patologia, buscando se certa forma sanar o problema.



Figura 8: Remendo na Av. Valério Osmar Estevão, Ângulo – Pr. **Fonte:** Elaborado pelo Autor (2019).

Porém essa operação na grande maioria das vezes acontece de maneira errônea com temperatura inadequada, o qual não recebe nenhum tipo de

compactação ou tratamento, somente a compactação que os veículos que passarão pelo local, deixando um aspecto e uma baixa qualidade como é possível observar na Figura 8.

Porém, serviços como este tendem a não solucionar o problema devido a forma irregular de execução sem levar em consideração a melhor forma de se resolver o problema, fazendo que com a próxima chuva o buraco fique ainda maior.

RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO

Segundo a CNT (2019)⁷, para a recuperação das vias brasileiras seria necessário o investimento de cerca de R\$ 62,9 bilhões para reconstrução ou restauração de trechos que apresentam algum tipo de patologia e cerca de R\$ 19,6 bilhões para manutenção de trechos desgastados.

De acordo com DNIT (2003)¹⁰ as ações para sanar as patologias em pavimentos flexíveis são recorrentes. Com um custo elevado para manter a qualidade da malha asfáltica, e a recorrente necessidade de operações de recuperação e restauração das vias e com o baixo investimento em materiais e mão de obra qualificada, o pavimento flexível de concreto betuminoso usinado a quente – CBUQ acaba se tornando um alto investimento para os cofres públicos.

3. DESENVOLVIMENTO

MICRO REVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO

Segundo Antoszczem & Omena (2015)¹¹, a técnica de micro revestimento asfáltico a frio **MRAF**, surgiu no final da década de 1960 na Alemanha. Tendo como base pesquisas que visavam encontrar uma solução mais econômica e eficaz para o processo de manutenção das *autobahns*. Neste processo se utilizava a lama asfáltica convencional, pois a mesma apresentava problemas como tempo longo para liberação da pista ao tráfego, desgaste excessivo, e proporcionava tempo reduzido para a vida útil do pavimento.

A partir desses estudos foi desenvolvido uma mistura que continha agregados altamente selecionados, água e uma emulsão especial feita com asfalto de alta qualidade no qual foram adicionados polímeros especiais e emulsificantes para sua estabilização. Na Figura 9 é possível observar uma rodovia sendo construída no final da década de 60 na Alemanha utilizando o processo MRAF.

Segundo a empresa Garcia Monteiro (S.D.)¹², o primeiro caso da aplicação do MRAF em vias brasileiras ocorreu em 1997 na Rodovia Presidente Dutra BR-116 no estado de São Paulo, e passou a ser empregada em grande escala pelo país devido ao interesse das empresas responsáveis pelas concessões rodoviárias no Brasil.

Essa técnica é vantajosa, pois preserva a estrutura da via utilizando uma mistura asfáltica

de consistência fluida que será espalhada sobre uma superfície pavimentada preparada, visando o aumento da capacidade de impermeabilização e atrito do pavimento, e aumentando suas condições de segurança. A Figura 10 apresenta a execução de um trecho em MRAF.



Figura 9: Alemanha, final da década de 60. **Fonte:** Greca Asfaltos (1965)



Figura 10 : Micro revestimento asfáltico á frio. **Fonte:** Terrena Asfaltos e Pavimentações (2019).

Antoszczem & Omena (2015)¹¹, afirmam que o micro revestimento asfáltico a frio é caracterizado pelo recapeamento da superfície de uma via utilizando uma mistura a frio de emulsão modificada por polímeros com agregado mineral selecionado, fíler, água, aditivos químicos e, em projetos específicos quando se deseja alcançar elevado desempenho mecânico de flexibilidade do revestimento é adicionado aditivos sólidos (fibra de reforço).

As etapas para execução do MRAF devem atender as especificações brasileiras, geralmente definidas pelo DNIT e da *Internacional Slurry Surfacing Association* – ISSA, que especificam seu processo de aplicação além de determinar as características dos materiais a

serem empregados durante o processo, visando a garantia de qualidade do serviço prestado. Sua aplicação em rodovias ou vias urbanas ocorre, geralmente, em dupla camada, a primeira é responsável pela regularização e impermeabilização do pavimento e a segunda para rugosidade e rolamento, por ser um processo químico permite um tempo reduzido de até uma hora para a liberação do tráfego após sua aplicação.

O DNIT (2004)⁴, define que a aplicação do MRFA ou micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímero tem como finalidade selar, impermeabilizar, regularizar e rejuvenescer pavimentos asfálticos com danos superficiais em sua camada de rolamento. O material ligante é formado por agregado miúdo, filer (material de enchimento), emulsão asfáltica modificada por polímero do tipo SBS de ruptura controlada, aditivos e água quando necessário, devendo esses materiais estarem de acordo com as especificações aprovadas pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER, atual DNIT.

A água a ser empregada para promover a consistência adequada deve ser isenta de quaisquer contaminantes que possam prejudicar a ruptura da emulsão asfáltica. Os aditivos podem ser empregados para acelerar ou retardar o processo de ruptura, e os agregados ou pó-de-pedra devem ser resistentes, livres de torrões de argila e substâncias nocivas, o material de enchimento deve ser constituído por materiais não plásticos, secos e isentos de grumos. Os ensaios recomendados pela ISSA são utilizados para se obter uma dosagem adequada do micro revestimento asfáltico a frio.

Segundo FHWA (1994)¹³ para evitar qualquer tipo de alteração na mistura, que possa influenciar na ampliação e até mesmo na durabilidade e no tempo de ruptura, o agregado precisa estar limpo sem a presença de areia e impurezas, 100% britado com partículas de boa durabilidade.

Segundo o DNIT (2004)⁴, a execução do MRAF será realizada com equipamento adequado (Usinas de Micro Revestimento), devendo apresentar as características estabelecidas de acordo com a especificação de serviço.



Figura 11: Aplicação de MRFA. Fonte: Novo Asfalto (2018)

A superfície onde o material será aplicado deve ser limpa com a utilização de vassouras mecânicas, jatos

de ar comprimido, ou outros. A descarga do micro deve ser uniforme, a distribuição deve ser homogênea, com uma alimentação contínua, em velocidade constante de operação sendo a mais baixa possível, sem interrupções.

Após o espalhamento do MRAF é realizada uma inspeção visual para garantir que não haja falhas de execução, como excesso ou escassez de massa e irregularidade na emenda de faixa, caso haja, as mesmas devem ser corrigidas imediatamente após a execução. O acabamento consiste na passagem suave de qualquer tecido espeço com emulsão, ou umedecido com a própria massa para o alisamento da superfície. A Figura 11 apresenta a aplicação da camada asfáltica pelo método de micro revestimento asfáltico a frio.

O processo de ruptura e cura do micro revestimento, segundo a empresa Novo Asfalto (2018)¹⁴, ocorre pela ação do calor e por meio de reações físico-químicas entre os emulsificantes do agregado. Nas obras viárias o processo de compactação da camada de micro revestimento ocorre devido à ação do tráfego, para obras onde não ocorre a ação do tráfego é necessário a compactação com equipamentos de pneus.

Abeda (2013)¹⁵ afirma que com um controle da qualidade dos materiais, seguindo os procedimentos técnicos corretos e investindo em mão de obra qualificada com equipamentos em boas condições e com a manutenção em dia a sua aplicação melhora e conseqüentemente a sua qualidade.

Segundo Abeda (2010)¹⁶ a MRFA mesmo aplicada em rodovias de tráfego pesado apresenta durabilidade. Além de proporcionar um aumento da vida útil da rodovia, o mesmo apresenta boas condições para que a trafegabilidade possa ocorrer mesmo durante todo o período de projeto. Devido ao processo de fabricação da mistura ser totalmente feita através da usina móvel, e sua aplicação ser realizada através de equipamentos específicos, gerando uma camada lisa e uniforme com um melhor acabamento o que conseqüentemente gera um conforto aos usuários devido ao conforto e a diminuição de ruídos. Esses benefícios se dão devido à baixa influencia humana durante a execução.

Após a finalização da aplicação da MRFA o tráfego pode ser liberado em média de uma hora, segundo Ceratti e Reis (2011)¹⁷ esse tempo pode apresentar variações de até duas horas devido as condições apresentadas pelo clima ou até mesmo a espessura da camada aplicada.

A utilização do MRFA segundo Abeda (2010)¹⁶ é indicada principalmente para a manutenção de superfícies oxidadas, impermeabilização do pavimento, selagem de trincas, melhorar a aderência entre pneu e pavimento, revitalização de superfície que apresenta desgastes, preenchimento de trilha de roda, retarde o processo de reflexão de trincas e em alguns casos para o preenchimento de painelas com menores profundidades.

Abeda (2010)¹⁵ demonstra que devido a emulsão receber em sua composição polímeros do tipo RC1C-E

de ruptura controlada, ou seja a ruptura desse tipo de ligante é um processo químico, fazendo com que o mesmo não dependa diretamente da condição do clima. Sendo assim apresenta a vantagem de poder ser aplicada mesmo em dias com umidade do ar elevada e até mesmo nos períodos noturnos.

4. DISCUSSÃO

A degradação de uma via, segundo Silveira (2019)¹⁸, inicia-se com pequenas patologias superficiais no pavimento devido à atuação de fatores climáticos e de tráfego, caso não ocorra o reparo, essas patologias iram evoluir de forma gradativa até o comprometimento total do pavimento. O MRAF é uma das técnicas empregadas para a correção dessas patologias pois atua diretamente na redução dos vazios da superfície impedindo a percolação de água que causa o carregamento das partículas e agride o pavimento.

Conforme a empresa Novo Asfalto (2018)¹⁴, a aplicação do MRFA é um processo muito utilizado na manutenção preventiva e conservação de rodovias e vias públicas com pavimentação asfáltica sua finalidade é promover um aumento no coeficiente de atrito (pneu/pavimento/rugosidade), proteção e impermeabilização do revestimento antigo, selar fissuras superficiais, preservação do greide, rápida execução além de contribuir para a elevação do tempo de vida útil de pavimentos asfálticos com desgaste superficial.

Para Vaz (2014)¹⁹, o MRFA como ferramenta de reabilitação para pavimento flexível é vantajoso, pois as características que o ligante asfáltico dessa mistura possui auxilia no revestimento das partículas minerais gerando um composto com elevada resistência ao desgaste, baixa permeabilidade e com capacidade para reduzir derrapagens dos veículos ao longo do pavimento aumentando, a segurança ao trafegar pela via na presença de chuva.

De acordo com Rocha (2018)²⁰, após a identificação dos defeitos e do tipo de patologia que atua no pavimento, é fundamental que as medidas corretivas e reparos sejam iniciados, a aplicação do MRAF é recomendado porque promove a impermeabilização do pavimento, aumenta sua condição funcional gerando ótimo custo-benefício. Para que o pavimento tenha sua funcionalidade melhorada deverá ser feita uma avaliação visual para determinar a espessura e o tipo de micro revestimento a ser aplicado.

Dentre todos os sistemas de transporte, o rodoviário é o mais utilizado no Brasil, uma vez que há estradas que cortam todo o país, de norte a sul, de leste a oeste, e nosso escoamento de matéria-prima para exportação é feito em caminhões até portos e aeroportos.

É importante salientar que as principais rodovias do país não foram projetadas para atender o elevado fluxo de veículos, e o pavimento acaba se deteriorando por apresentar baixa resistência, acaba acarretando

patologias com o passar dos anos devido à má manutenção e ao excesso de carga constante passando sob o pavimento.

5. CONCLUSÃO

Sendo assim, é possível concluir que a técnica de MRAF - Micro Revestimento a Frio, que já é utilizada em países da Europa e Estados Unidos para reabilitação da superfície de pavimentos flexíveis, é uma solução técnica e economicamente viável para realizar a recuperação de vias terrestres.

Essa técnica previne a deterioração do pavimento flexível existente e também aumenta a vida útil do mesmo, pode ser aplicada sob pavimento que apresenta desgaste superficial, dentre outras patologias, e por sua vez é de fácil preparação e aplicação.

Mesmo inicialmente sendo um pavimento que apresente deterioração superficial em determinado momento, suas características são conservadas por mais tempo que outros tipos de processos, garantindo uma vida útil elevada e com baixa manutenção, garantindo vantagens na área econômica (devido a utilização de materiais simples na sua aplicação e a sua baixa manutenção).

Também é ideal para tráfego intenso e repetitivo, pois apresenta elevada resistência ao desgaste por abrasão, sua cura ocorre de forma rápida devido ao processo químico que emprega emulsão modificada por polímero, reduzindo o tempo de paradas ou interrupções no tráfego, além de elevar o coeficiente de atrito aumentando a segurança dos veículos ao trafegar pelas rodovias e vias urbanas. Os presentes fatos tornam essa técnica mais viável e vantajosa tanto para a economia quanto para o meio ambiente.

6. REFERÊNCIAS

- [1] UFRGS. 2019; 420-03 UFRGS -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS: UFRGS, c2015. Disponível em: http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/420_03-evolucao_das_vias.pdf . Acesso em: 20 nov. 2019.
- [2] Instituto IDD (Brasil). 6 etapas para aplicar uma bela gestão em construção de estradas. 2017. [Acesso em: 25 nov. 2019] Disponível em: <https://www.idd.edu.br/blog/idd-news/6-etapas-para-aplicar-uma-bela-gestao-em-construcao-de-estradas>
- [3] DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de pavimentos rígidos. 2 ed. Rio de Janeiro: IPR – 714, 2005. 233p.
- [4] DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Pavimentos flexíveis – Micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada de polímero – Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR – 035, 2004. 9p.
- [5] Ji Y, Nantug T, Tompkins B, Harris D. 2013. Evaluation for Microsurfacing as Pavement Preservation Treatment. American Society of Civil Engineers. 2013 Web artigos. [Acesso em: 06 Dez. 2019] Disponível: <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29MT.1943-5533.0000568>

- [6] Broughton B, Lee S. Microsurfacing as a Preventive Maintenance Program in Texas. Chinese Society of Pavement Engineering 2012; 5(6):405-410.
- [7] Confederação Nacional de Transportes. Pesquisa CNT de rodovias 2019: relatório gerencial – 23 ed. Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2019. 236 p. [Acesso em 26 nov. 2019] Disponível em: http://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaver_sao/gerencial.pdf
- [8] Queiroz C, Haas R, Cai Y. National economic development and prosperity related to paved road infrastructure. Transportation Research Record. 1994; 1455:147–152.
- [9] Ribeiro TP. Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02. 2017; 01:733-754. ISSN:2448-0959.
- [10] DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Norma DNIT 005/2003 – TER – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Rio de Janeiro: IPR – 005, 2003. 12p.
- [11] Junior JAA, Omena WPS. Aplicação de Micro Revestimento Asfáltico a Frio no Preenchimento de Trilhas de Roda. Greca Asfaltos. 2015.
- [12] Monteiro G. Micro revestimento Asfáltico. [Acesso em: 30 nov. 2019] Disponível em: <http://www.garciamonteiro.com.br/microrrevestimento-asfaltico>
- [13] FHWA. Surface Rehabilitation Techniques: State of the Practice Design, Construction and Performance of Micro-Surfacing. Washington. Estados Unidos. 1994.
- [14] Asfalto, Novo. Micro Revestimento Asfáltico. 2018.[Acesso em: 30 nov. 2019] Disponível em: <https://novoasfalto.com/blog/micro-revestimento-asfaltico>
- [15] Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto (ABEDA): Diretrizes para Execução de Microrrevestimento Asfáltico a Frio. São Paulo: Boletim Técnico 1v, nº 02, 2014. Disponível em: <http://www.sinicesp.org.br/materias/2014/bt02a.htm/> Acesso em: 30 novembro 2019
- [16] ABEDA - Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfaltos. Manual Básico de Emulsões Asfálticas. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ, 2010.
- [17] Ceratti JAP, Reis RMM. Manual de Microrrevestimento Asfáltico a Frio MRAF. Instituto Pavimentar. Rio de Janeiro, 2011.
- [18] Silveira LAX. A recuperação do pavimento asfáltico urbano. S.D.
- [19] Vaz VD'Amato. Você Conhece o Micro revestimento Asfáltico? 2014. Web artigos. [Acesso em: 03 Dez. 2019] Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/voce-conhece-o-microrrevestimento-asfaltico/125847>
- [20] Rocha FO. Patologias em Obras de Pavimentação Asfáltica. 2018.