

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
LEANDRO VIEIRA DO PRADO

**APLICAÇÃO DE MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO (MRAF) EM
ESTRADA VICINAL, NO MUNICÍPIO DE MERCEDES NO OESTE DO PARANÁ:
UM ESTUDO DE CASO**

CASCADEL - PR
2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
LEANDRO VIEIRA DO PRADO

**APLICAÇÃO DE MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO (MRAF) EM
ESTRADA VICINAL, NO MUNICÍPIO DE MERCEDES NO OESTE DO PARANÁ:
UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Professora orientadora: Especialista Engenheira Civil
Chirley Taina Kaul**

CASCADEL - PR

2020

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Estrutura dos pavimentos rígido e flexível.....	12
Figura 02 - Classificação dos revestimentos.....	13
Figura 03 - Dosagens.....	15
Figura 04 - Trincas transversais.....	17
Figura 05 - Afundamento de trilha de roda.....	18
Figura 06 - Ondulação ou corrugação.....	19
Figura 07 - Escorregamento.....	19
Figura 08 - Manchas de exsudação.....	20
Figura 09 - Desgaste do pavimento.....	21
Figura 10 - Panela ou buraco.....	21
Figura 11 - Ilustração de remendos.....	22
Figura 12 - Imagem de localização.....	23
Figura 13 - Perfil longitudinal do pavimento.....	24
Figura 14 - Formulário de inventário do pavimento.....	25
Figura 15 - Termologias dos defeitos.....	27
Figura 16 - Superfície avaliada.....	28
Figura 17 - Trinca isolada longitudinal longa.....	29
Figura 18 - Desgaste do pavimento.....	30
Figura 19 - Exsudação do pavimento.....	30
Figura 20 - Trinca isolada longitudinal curta.....	31
Figura 21 - Trinca interligada.....	32
Figura 22 - Planilhas de cálculo do índice de gravidade global (IGG).....	33
Figura 23 - Talude pista direita.....	34
Figura 24 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.....	35

LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 01 - Fórmula para encontrar a frequência relativa.....	25
Fórmula 02 - Fórmula para encontrar a média aritmética dos valores das flechas.....	26
Fórmula 03 - Fórmula para encontrar a variância dos valores das flechas.....	26
Fórmula 04 - Fórmula para encontrar o índice de gravidade individual.....	26
Fórmula 05 - Fórmula para encontrar o índice de gravidade global.....	27

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	7
1.1 INTRODUÇÃO	7
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo geral	9
1.2.2 Objetivos específicos	9
1.3 JUSTIFICATIVA	9
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	10
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE	10
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	10
CAPÍTULO 2	11
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1.1 Pavimentação	11
2.1.2 Tipos de pavimento	11
2.1.3 Regularização do subleito	12
2.1.4 Sub-base e base	12
2.1.5 Tipos de revestimentos	13
2.1.5.1 Revestimentos flexíveis betuminosos	14
2.1.5.1.1 Microrrevestimento asfáltico a frio	15
2.1.5.2 Revestimentos flexíveis por calçamento	16
2.1.5.3 Revestimentos rígidos	16
2.1.6 Tipos de defeitos em pavimento com revestimentos flexíveis betuminosos	16
2.1.6.1 Fenda	17
2.1.6.2 Afundamento	17
2.1.6.3 Ondulação ou corrugação	18
2.1.6.4 Escorregamento	19

2.1.6.5	Exsudação	20
2.1.6.6	Desgaste	20
2.1.6.7	Panela ou buraco	21
2.1.6.8	Remendo	22
CAPÍTULO 3		23
3.1	METODOLOGIA	23
3.1.1	Tipo de estudo e local da pesquisa	23
3.1.2	Caracterização da amostra	24
3.1.3	Procedimentos e coleta de dados	24
CAPÍTULO 4		29
4.1	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.2	QUANTIFICAÇÃO DOS DEFEITOS NO TRECHO	32
4.3	CARACTERIZAÇÃO DAS TIPOLOGIAS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	32
CAPÍTULO 5		37
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
CAPÍTULO 6		38
6.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	38
REFERÊNCIAS		39
APÊNDICE A		41
APÊNDICE B		42

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil e o mundo atravessam uma grande crise financeira, devido a pandemia de covid-19, sendo assim um dos setores que estão conseguindo atravessar essa crise com certa estabilidade é o agronegócio, esse setor necessita entre muitas coisas, de mobilidade rural, estradas em boas condições, sendo assim esse estudo buscou mostrar a importância das estradas vicinais e também nova tecnologia para projetos em estradas vicinais.

A safra agrícola nacional de 2020 deve bater recordes de grãos, superando as séries históricas desde 1975 (IBGE, 2020). De acordo com a CNT (Confederação Nacional do Transporte, 2020), no Brasil a principal forma de escoamento da produção agrícola é pelo modal rodoviário, esse modal representa a movimentação de mais de 60% das mercadorias e dos 1.720.156 km de rodovias brasileiras, apenas 12,3% são pavimentadas.

Ainda, segundo a CNT (2020), as condições das rodovias impactam diretamente nos custos do transporte. Neste ano, estima-se que, na média nacional, as inadequações do pavimento resultarão em uma elevação do custo operacional do transporte em torno de 28,5%. O agronegócio por sua vez é um dos principais pilares da economia brasileira e o escoamento da produção agrícola na grande maioria, é realizado pelas estradas vicinais, visto que as áreas produtivas estão localizadas em pontos afastados das cidades.

As estradas vicinais são as ligações entre as propriedades rurais e os entrepostos de armazenagem. As estradas não pavimentadas permitem também o acesso da população rural a serviços básicos, como saúde, educação, comércio, lazer e ainda ajudam a reduzir o êxodo rural. Desta forma, estradas em boas condições de tráfego são importantes para a economia agrícola, para a convivência social e o acesso a recursos fundamentais da sociedade (INBEC, 2019).

Neste sentido, vemos a importância de se existir estradas que permitam o tráfego ininterrupto de cargas e pessoas em todas as condições climáticas. A manutenção de estradas vicinais dispõe de máquinas, mão de obra qualificada e também de dotação orçamentária geralmente por parte dos municípios, para a realização da mobilização e desmobilização de equipes de manutenção, em virtude disso alguns municípios estão adotando projetos que visam

a melhoria da trafegabilidade, por períodos prolongados, com isso, consolidando as pessoas no meio rural.

Sendo assim, muitos municípios estão investindo em estradas vicinais pavimentadas, sendo uma solução que reduz consideravelmente as manutenções das vias, disponibilizando as equipes para a realização de outras atividades (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Os pavimentos são estruturas de múltiplas camadas, em que o revestimento é a camada final, selante que recebe diretamente as cargas dos veículos e ações climáticas. Existem no mercado vários tipos de revestimento, entre eles o concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), ele é o resultado de uma mistura executada em usina apropriada, composto de agregado mineral graduado, material de enchimento e ligante betuminoso, espalhado e comprimido a quente. Na usina, tanto agregado como ligante são previamente aquecidos para depois serem misturados. Esse, por demandar de vários equipamentos e operários qualificados para a aplicação, acarreta em um alto valor financeiro, sendo em muitos casos inviáveis para os municípios.

Entretanto, existem outras soluções de revestimentos mais acessíveis economicamente, entre eles o microrrevestimento asfáltico a frio (MRAF). Segundo a Norma DER 30 ES-P (2017), o MRAF é uma mistura de agregados miúdos, material de enchimento (filler), água e emulsão asfáltica, aplicados uniformemente por usina móvel.

A aplicação do MRAF, em estradas vicinais como camada selante única, ainda é pouco utilizada nos municípios, com isso, se justifica um acompanhamento técnico mais próximo. Sendo assim, com este estudo pretende-se analisar a solução adotada pelo Município de Mercedes, no Oeste do Paraná, em um trecho de estrada vicinal, no que se refere ao comportamento do pavimento após a abertura do tráfego.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar o desempenho adotado pelo Município de Mercedes, no Oeste do Paraná, em um trecho de estrada vicinal, no que se refere ao comportamento do pavimento após sua abertura ao tráfego.

1.2.2 Objetivos específicos

- 1- Identificar as manifestações patológicas em 1500 metros de uma estrada vicinal no Município de Mercedes-PR;
- 2- Quantificar as manifestações patológicas e as suas frequências, baseando-se na Norma DNIT 006 PRO (2003);
- 3- Caracterizar as tipologias das manifestações patológicas baseando-se na Norma DNIT 006 PRO (2003).

1.3 JUSTIFICATIVA

O investimento em infraestrutura é fundamental para o desenvolvimento de uma região, nos municípios nos quais a malha viária rural é extensa e os investimentos geralmente são limitados, os trabalhos de conservação das estradas são atividades desempenhadas diariamente, devido essas serem na grande maioria de leito natural e apresentarem em alguns trechos apenas revestimento primário. Em alguns casos podem ocasionar prejuízos de grande monta, sendo no escoamento da produção, na manutenção dos veículos e até mesmo risco a vida.

Nesse sentido, este trabalho acadêmico tem o objetivo de verificar se a solução adotada pelo Município de Mercedes foi efetiva, alcançando a finalidade proposta a fim de ser utilizada

novamente, auxiliando o Município na tomada de decisão diante dos projetos futuros.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A solução adotada pelo Município de Mercedes, utilizando tratamento superficial, teve efetividade?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

O tratamento superficial em (MRAF), é uma solução viável para estradas vicinais, desde que essas tenham estruturas para permitir a aplicação da camada impermeabilizante, a aplicação é um processo rápido, podendo ser mais efetiva se aplicada sob base e sub base compactada conforme Normas específicas.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa ficou limitada ao levantamento das manifestações patológicas, em um trecho de aproximadamente 1500 metros, entre o Portal de acesso a Mercedes e a Linha Sanga Mineira, localizado no Município de Mercedes, no Oeste do Paraná.

O levantamento das manifestações patológicas foi realizado por inspeção visual, não ocorrendo testes laboratoriais. Ficou restrita à localização e identificação dos defeitos, bem como, a análise das manifestações patológicas, utilizando índices, conforme normas.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados os conceitos de pavimento e suas patologias, origem, causas de manifestações patológicas, detalhando as mesmas e demais informações que se fazem necessárias para o embasamento da pesquisa.

2.1.1 Pavimentação

Pavimentação é uma estrutura de múltiplas camadas com espessuras definidas em projetos, construída sobre a superfície final de terraplenagem e tem a finalidade técnica de resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de trafegabilidade com conforto, economia e segurança (BERNUCCI *et al.*, 2008).

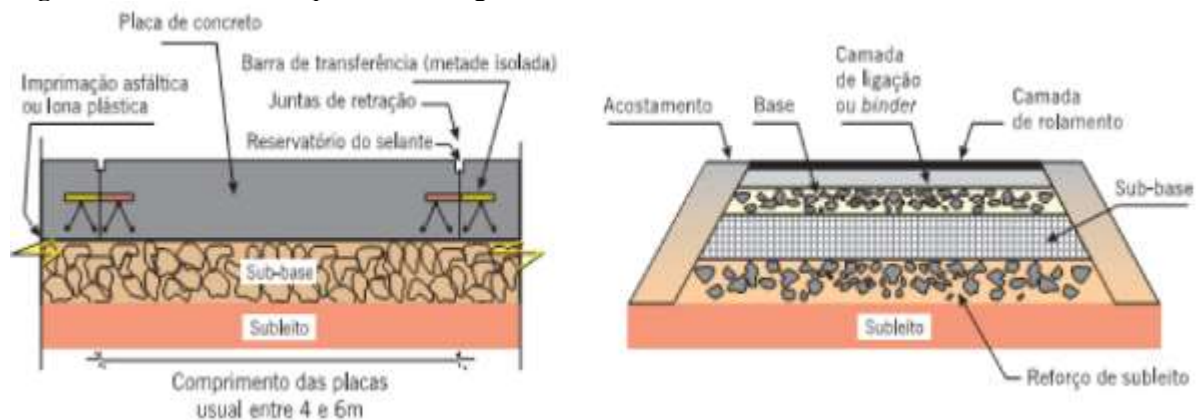
2.1.2 Tipos de pavimento

Segundo DNIT (2006), os pavimentos são classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos, os flexíveis são aqueles que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa, quando solicitado, portanto, a uma distribuição equivalente das cargas entre elas.

O pavimento semirrígido é o tipo de pavimento constituído por revestimento asfáltico e camadas de base ou sub-base em material estabilizado com adição de cimento, esse tipo de pavimento tem uma deformabilidade maior que o rígido e menor que o flexível. Já os rígidos são aqueles que apresentam uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado.

Entender os diferentes tipos de pavimentos para vias públicas e escolher o ideal requer estudo específico de cada obra. O projeto deve contemplar a intensidade de tráfego, propriedades geotécnicas da região e o sistema de drenagem superficial. A partir dessas informações, é possível determinar qual será o pavimento utilizado, a Figura 01 esboça as camadas dos diferentes tipos de pavimentos (DNIT, 2006).

Figura 01: Estrutura dos pavimentos rígido e flexível



Fonte: DNIT (2006).

2.1.3 Regularização do subleito

Segundo a Norma DNIT 137 ES (2010), é a operação destinada a conformar o leito da estrada, transversalmente e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes das notas de serviço de regularização de terraplenagem do projeto, compreendendo cortes ou aterros até 20 (vinte) centímetros de espessura. Os materiais empregados na regularização do subleito devem ser preferencialmente os do próprio material e em caso de substituição ou adição de material, estes devem ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto.

2.1.4 Sub-base e base

Conforme DER/SP 014 ESP (2006), a sub-base e base estabilizada granulo metricamente são camadas constituídas por solos naturais que possuem em sua composição

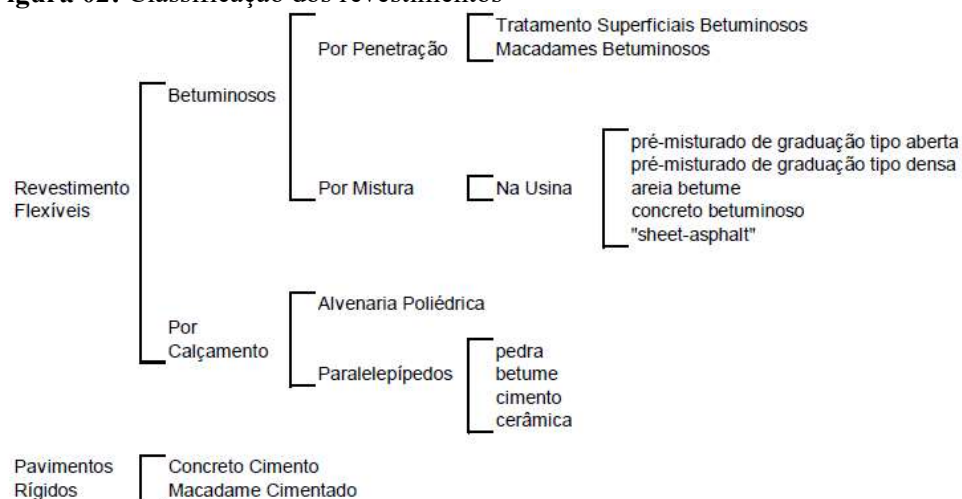
pedregulhos de cava, rochas alteradas, misturas artificiais de solos, de rochas alteradas, britadas ou não, misturas de diferentes tipos agregados, como pedra britada, pedrisco, pó de pedra, areia, ou ainda quaisquer combinações desses materiais ou de demais materiais granulares que apresentem estabilidade e durabilidades adequadas e capazes de resistirem às cargas previstas e à ação dos agentes climáticos quando corretamente compactadas.

2.1.5 Tipos de revestimentos

Os revestimentos são camadas que são destinadas a receber a carga dos veículos e mais diretamente a ação climática. Portanto, essa camada deve ser tanto quanto possível impermeável e resistente aos esforços do contato com o pneu em movimento, que são variados conforme a carga e a velocidade dos veículos (Bernucci *et al.*, 2008).

O material de revestimento pode ser fabricado em usina específica, fixa ou móvel, ou preparado na própria pista, nesse caso, sendo um tratamento superficial. Os revestimentos também são identificados quanto ao tipo de ligante, sendo a quente, com o uso de cimento asfáltico de petróleo (CAP), ou a frio, com o uso de emulsões asfálticas de petróleo (EAP). As misturas usinadas podem ser separadas quanto à distribuição granulométrica, sendo densas, abertas, contínuas e descontínuas, a Figura 02 esboça a classificação dos revestimentos (Bernucci *et al.*, 2008).

Figura 02: Classificação dos revestimentos



Fonte: DNIT (2006).

2.1.5.1 Revestimentos flexíveis betuminosos

Segundo DNIT (2006), os revestimentos betuminosos são constituídos por associação de agregados e materiais betuminosos, esta associação pode ser feita por mistura ou penetração, sendo a última, dividida em penetração direta e invertida.

Revestimentos por mistura são revestimentos preparados em usinas fixas ou móveis, o agregado é pré-envolvido com o material betuminoso, antes da compressão, sendo adotadas ainda as seguintes designações:

Pré-misturado a frio, quando os tipos de agregados e de ligantes utilizados permitem que o espalhamento seja feito à temperatura ambiente;

Pré-misturado a quente, quando o ligante e o agregado são misturados e espalhados na pista ainda quentes.

A designação, concreto betuminoso usinado a quente ou concreto asfáltico, tem sido reservada para pré-misturados a quente de graduação densa, em que são feitas rigorosas exigências no que diz respeito a equipamentos de construção e índices tecnológicos, como granulometria, teor de betume, estabilidade e vazios.

Revestimentos betuminosos por penetração direta são os revestimentos executados através do espalhamento e compactação de camadas de agregados com granulometria apropriada, sendo cada camada, após compressão, submetida a uma aplicação de material betuminoso e recebendo, ainda, a última camada, uma aplicação final de agregado miúdo.

Ainda segundo DNIT (2006), revestimentos betuminosos por penetração invertida, são os tratamentos superficiais de pequena espessura, executado por espalhamento sucessivo de ligante betuminoso e agregado, em operação simples ou múltipla, em comboio de forma quase simultânea. O denominador comum para essa família de revestimentos é a modalidade de aplicação, sendo por espalhamento de materiais, separadamente é o envolvimento do agregado pela penetração do ligante, que pode ser direta ou invertida. O tratamento superficial é uma solução de ótimo custo-benefício, usado em muitos países em estradas rurais e também em rodovias pavimentadas, utilizando ligantes asfálticos modificados por polímeros para melhorar suas propriedades. Entre eles destaca-se o MRAF.

2.1.5.1.1 Microrrevestimento asfáltico a frio

Segundo DER/PR 30 ES-P (2017), MRAF com emulsão modificada por polímeros elastoméricos é a mistura de agregados miúdos, material de enchimento *filer*, água e emulsão asfáltica modificada por polímeros elastoméricos, aditivos se necessários, com consistência fluída e uniformemente aplicada.

Esta é uma técnica que pode ser considerada uma evolução das lamas asfálticas, pois usa o mesmo princípio e concepção, porém utiliza emulsões modificadas com polímero para aumentar a sua vida útil. O MRAF é uma mistura a frio processada em usina móvel especial.

Segundo a Bernucci *et al.* (2008), a técnica do MRAF tem sido aplicada na conservação preventiva e corretiva de rodovias e vias públicas desde meados da década de 1990 apresentando bons resultados de desempenho e crescente utilização, sendo necessário alguns cuidados:

- Seleção e caracterização adequada dos materiais da mistura;
- Usina móvel apropriada para execução de MRAF e equipamentos auxiliares em bom estado de conservação;
- Equipes operacionais capacitadas para a execução e controle da qualidade dos serviços.

Conforme DER/PR 30 (ES-P 2017), as taxas de aplicação de agregados e ligante asfáltico são definidas no projeto de dosagem. Usualmente, o consumo necessário encontra-se nos intervalos estabelecidos na Figura 03 a seguir.

Figura 03: Dosagens

Material	Unidade	Limites especificados		
		Faixa I	Faixa II	Faixa III
Asfalto residual	% em peso do agregado seco	7,0 – 13,0	6,5 – 11,5	5,0 – 8,0
Filler	% em peso do agregado seco	0 – 3	0 – 3	0 – 2
Polímero	% em peso do asfalto residual	3 mínimo	3 mínimo	3 mínimo
Taxa de aplicação da mistura	kg/m ²	6 – 11	8 – 16	15 – 30
Espessura	mm	4 – 15	6 – 20	12 – 30

Fonte: DER/PR 30 (ES-P 2017).

2.1.5.2 Revestimentos flexíveis por calçamento

De acordo com o Manual de Utilização de Paralelepípedos e Alvenaria Poliédrica (Mine-ropar, 1983), os pavimentos constituídos por calçamento são mais vantajosos onde os volumes de tráfego são menores e a topografia ou drenagem são muito exigentes, os subleitos muito fracos, ou, ainda, em condições muito severas de uso como em terminais de transporte, postos de gasolina entre outros, onde os derramamentos de combustíveis e os esforços de arranque deterioram rapidamente as misturas asfálticas.

Conforme DNIT (2006), a utilização destes tipos de pavimentação, em rodovias caiu consideravelmente, em maneira geral, a sua execução se restringe a pátios de estacionamento, vias urbanas e alguns acessos viários, consiste no assentado de pedras irregulares e comprimidas sobre um colchão de regularização, constituído de material granular apropriado.

2.1.5.3 Revestimentos rígidos

Segundo DNIT (2006), o concreto de cimento, é constituído por uma mistura relativamente rica de cimento Portland, areia, agregado graúdo e água, distribuído numa camada devidamente adensado, essa camada funciona ao mesmo tempo como revestimento e base do pavimento.

2.1.6 Tipos de defeitos em pavimento com revestimentos flexíveis betuminosos

A durabilidade de uma rodovia está condicionada a três itens importantes, elaboração de um bom projeto, execução satisfatória das obras e a manutenção preventiva e corretiva do pavimento. Quando da ocorrência de falhas em qualquer uma dessas etapas, podem ocasionar patologias prematuras, como trinca mentos, fissuras, exsudação, desagregação, deformações, panelas e remendos (DYNATEST, 2017).

2.1.6.1 Fenda

Segundo DNIT 005 TER (2003), são fissuras no revestimento asfáltico que ainda não causam problemas funcionais nem estruturais na rodovia. Elas podem estar posicionadas longitudinal, transversal ou obliquamente podendo ser observadas somente a 1,5 metros de distância e normalmente são inferiores a 30 centímetros.

As causas de ocorrência estão ligadas a má dosagem do revestimento, podendo ser por excesso de finos, compactação excessiva ou em momento inadequado, a Figura 04 mostra um exemplo de trinca (CNT, 2017).

Figura 04: Trincas transversais



Fonte: DNIT 005 TER (2003).

2.1.6.2 Afundamento

Dentre os diversos tipos de defeitos a que um pavimento está sujeito, a deformação permanente em trilha de roda da camada de rolamento é uma das mais importantes, pois esse tipo de defeito, além de propiciar uma degradação acelerada da estrutura do pavimento, reduz consideravelmente o conforto ao rolamento, a segurança do usuário e aumenta os custos operacionais. Caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de compensação volumétrica lateral, apresentando-se sobre a forma de afundamento plástico DNIT 005 TER (2003), conforme Figura 05.

Figura 05: Afundamento de trilha de roda



Fonte: DNIT 005 TER (2003).

Quando sua extensão for de até 6 metros, denomina-se de afundamento plástico local, para extensões maiores e localizadas na trilha de roda, denomina-se afundamento plástico de trilha de roda. Podem incidir por fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, falha na dosagem de mistura asfáltica ou falha na seleção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante (CNT, 2017).

2.1.6.3 Ondulação ou Corrugação

Conforme DNIT 005 TER (2003), são deformações caracterizadas por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento. Segundo a CNT (2017), é o movimento plástico do revestimento, caracterizado por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento, com suas principais causas de ocorrência, a falta de estabilidade da mistura asfáltica, excessiva umidade do solo subleito, contaminação da mistura asfáltica ou falta de aeração das misturas líquidas de asfalto, conforme Figura 06.

Figura 06: Ondulação ou Corrugação



Fonte: DNIT 005 TER (2003).

2.1.6.4 Escorregamento

É o deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua, suas principais causas de ocorrência são falhas construtivas, principalmente na etapa de pintura de ligação, a Figura 07 ilustra esse defeito, DNIT (2006).

Figura 07: Escorregamento



Fonte: DNIT 005 TER (2003).

2.1.6.5 Exsudação

Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento, DNIT 005 TER (2003). Apresenta-se como um filme de material betuminoso que aparece na superfície do pavimento criando um brilho vítreo, causado pela migração do ligante por meio do revestimento, sendo causado por excessiva quantidade de ligante e baixo conteúdo de vazios, como ilustra a Figura 08 (CNT, 2017).

Figura 08: Manchas de exsudação



Fonte: DNIT 005 TER (2003).

2.1.6.6 Desgaste

Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego. Suas principais causas são falhas de adesividade ligante-agregado, presença de água aprisionada, sobreposição em vazios da camada de revestimento, deficiência no teor de ligante, problemas executivos ou de projeto de misturas, conforme Figura 09 DNIT (2006).

Figura 09: Desgaste do pavimento



Fonte: DNIT 005 TER (2003).

2.1.6.7 Panela ou buraco

Cavidade formada na superfície do pavimento, podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação das mesmas. DNIT 005/2003-TER. Suas principais causas são trincas de fadiga, processo que ocorre devido ao acúmulo das solicitações do tráfego ao longo do tempo, desintegração localizada na superfície do pavimento, deficiência na compactação, umidade excessiva em camadas de solo e falha na imprimação, conforme ilustrado na Figura 10 (CNT, 2017).

Figura 10: Panela ou buraco

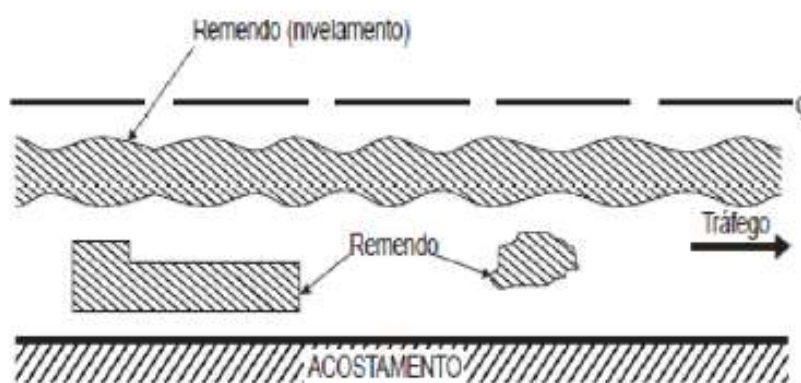


Fonte: DNIT 005 (TER 2003).

2.1.6.8 Remendo

É uma correção de patologia, onde se preenche com uma ou mais camadas de pavimento, apesar de ser uma atividade de conservação é considerado um defeito por apontar um local de fragilidade e por impactar o conforto na trafegabilidade. Suas principais causas são carga excessiva de tráfego, emprego de material de má qualidade, ação do meio ambiente e problemas na execução da obra, conforme Figura 11 (CNT, 2017).

Figura 11: Ilustração de remendos



Fonte: DNIT 005 TER (2003).

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de um levantamento visual das patologias aparentes de um pavimento em estrada vicinal no Município de Mercedes, no oeste do Paraná, a via fica localizada entre o portal de acesso a Mercedes e a Linha Sanga Mineira, conforme representada na Figura 12.

Figura 12:-Imagem de localização



Fonte: Google Earth (2020).

3.1.2 Caracterização da amostra

A obra foi finalizada na data de cinco de abril de dois mil e vinte (05/04/2020), pela empreiteira contratada pelo município, quando da liberação da via, sendo que o levantamento foi realizado em dezessete de julho de dois mil e vinte (17/07/2020), se passaram cento e dois dias (102).

O estudo de caso foi realizado em um trecho de estrada rural de aproximadamente 1500 metros, sendo esse demarcado a cada 20,0 metros por um numeral, iniciando com a demarcação 00 (zero) até a estaca de numeral 75 (setenta e cinco), salientando que o trecho total tem uma extensão de 2200 metros.

O pavimento foi executado obedecendo ao antigo traçado, sendo o subleito reforçado utilizando materiais locais, na sub base o município utilizou também materiais locais, sendo esses, cascalhos de jazidas próximas. A base do pavimento foi composta utilizando brita graduada, adquirida em pedreiras próximas. No revestimento ou capa selante foram utilizados microrrevestimento asfáltico a frio.

O perfil longitudinal do pavimento se caracteriza por rampas que variam de - 2,5% a 10,1%, conforme ilustrando na Figura 13.

Figura 13: Perfil longitudinal do pavimento



Fonte: Google Earth (2020).

3.1.3 Procedimentos e coleta de dados

A coleta de dados foi realizada pelo método quantitativo, sendo por inspeção visual *in loco*, com o auxílio de veículo equipado com trena automotiva, trena manual, trelça de

Onde,

fr é a frequência relativa;

f_a é a frequência absoluta;

n é o número de estações inventariadas.

Para as flechas medidas, a frequência relativa (fr) foi calculada pelos parâmetros, para as rodovias de pista simples, a média e a variância das flechas medidas nas TRI e TRE de ambas as faixas de tráfego, conforme a Norma DNIT 006 PRO (2003), sendo as Fórmulas 02 e 03;

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (02)$$

Onde,

$\bar{x}$ é a média aritmética dos valores das flechas;

$\sum x_i$ é a somatória dos valores individuais;

n é o número de estações inventariadas.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (03)$$

Onde,

S é o desvio padrão dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

$\bar{x}$ é a média aritmética dos valores das flechas;

x_i são os valores individuais;

n é o número de estações inventariadas;

S² é a variância.

Com os valores de fator de ponderação (fp), atribuídos pela Norma DNIT 006 PRO (2003), para cada tipo de defeito e utilizando a Fórmula 04, foi possível obter o valor de índice de gravidade individual (IGI), para cada uma das ocorrências inventariadas.

Índice de gravidade individual (IGI);

$$IGI = fr \times fp \quad (04)$$

Onde,

fr é a frequência relativa;

fp é o fator de ponderação;

IGI é o índice de gravidade individual.

Utilizando as fórmulas citadas, foram encontrados, os índices de gravidade individuais, calculados de acordo com o estabelecido em Norma, sendo que o somatório desses índices de gravidade individual é igual ao índice de gravidade global (IGG), conforme Fórmula 05.

$$IGG = \sum IGI \quad (05)$$

Onde,

$\sum IGI$ é a somatória dos índices de gravidade individual;

IGG é o índice de gravidade global.

Os defeitos encontrados foram registrados conforme a revisão bibliográfica, bem como terminologias seguindo a norma DNIT 005 TER (2003), nos quais foi possível quantificar por inspeção visual os defeitos encontrados no trecho, conforme a Figura 15.

Figura 15: Terminologias dos defeitos

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3

Fonte: DNIT 005 TER (2003).

A coleta de dados do estado da superfície do pavimento seguiu as considerações e exigências da norma DNIT 006/2003-PRO. A avaliação consiste na contagem e classificação de ocorrências aparentes de defeitos no revestimento asfáltico e em médias das deformações

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo estão descritos os resultados e discussões obtidos no levantamento das manifestações patológicas seguindo as normas DNIT 005 TER (2003) e DNIT 006 PRO (2003), realizadas no trecho proposto de aproximadamente 1500 metros, entre o Portal de acesso a Mercedes e a Linha Sanga Mineira, localizado no Município de Mercedes, no Oeste do Paraná.

O levantamento se iniciou na estaca 00 (zero) e prosseguiu até a estaca de numeral 75 (setenta e cinco), o trecho apresentou com maior expressão defeitos na pista da direita, sentido a demarcação crescente, sendo esses, na grande maioria trincas longitudinal e trincas isoladas também se identificou trincas transversais, sendo que quando teve extensão de até 100 cm foi denominada trinca longitudinal curta, quando a extensão foi superior a 100 cm denominou-se trinca longitudinal longa conforme DNIT 005 TER (2003), como ilustrado na Figura 17, sendo catalogado na estação nº 02

Figura 17: Trinca isolada longitudinal longa



Fonte: Autor (2020).

O trincamento do pavimento pode ser devido a muitos motivos, entre eles, a fadiga, decorrente da passagem repetida das cargas dos veículos, causando a ruptura da camada após determinado número de ciclos. Observamos também na Figura 17 o processo de desgaste do pavimento.

Conforme a Norma DNIT 005 TER (2003), desgaste do pavimento é o processo de arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego, catalogados na estação nº 08, 41 e 37, conforme a Figura 18.

Figura 18: Desgaste do pavimento



Fonte: Autor (2020).

De acordo com a Norma DNIT 005 TER (2003), a exsudação é o excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento, gerando manchas escuras e baixa resistência à derrapagem. Ocorrência inventariada nas estações nº 34 lado direito da pista e 33, lado esquerdo da pista, conforme a Figura 19.

Figura 19: Exsudação do pavimento

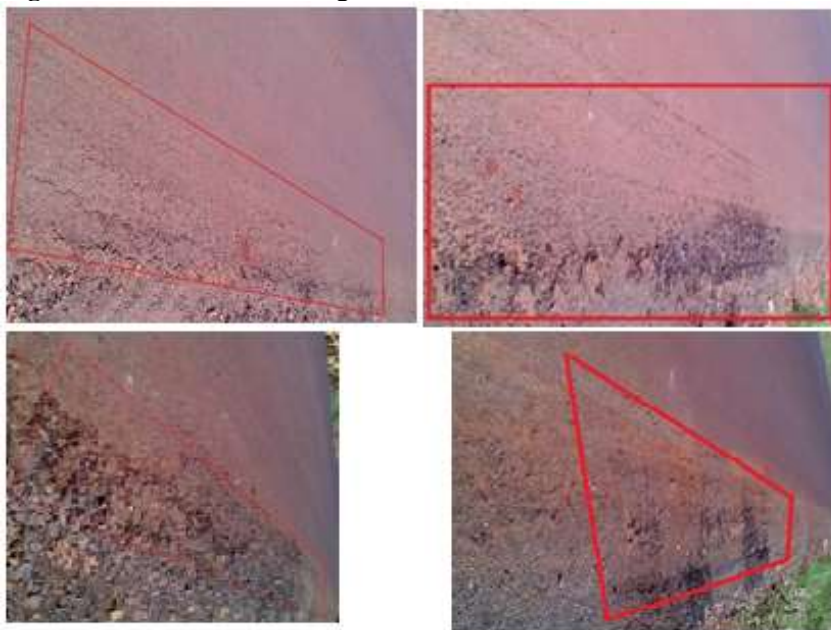


Fonte: Autor (2020).

Conforme Molenaar (1993), o trincamento longitudinal nas trilhas de roda é o mais influenciado pelo tráfego, as forças horizontais de cisalhamento provocadas pelo rolamento das cargas do tráfego, são responsáveis por elevadas tensões de tração e deformações na superfície

do pavimento. Conforme a Norma DNIT 005 TER (2003), trinca isolada é aquela que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via, quando apresentam extensão de até 100cm é denominada trinca longitudinal curta, ocorrência inventariada nas estações nº 40, 52, 58 e 62 ambas no lado direito da pista, já no lado esquerdo se observou na estação nº 53, conforme Figura 20.

Figura 20: Trinca isolada longitudinal curta

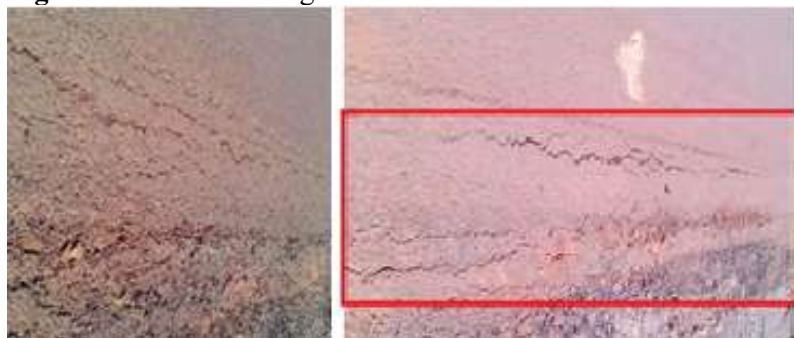


Fonte: Autor (2020).

Conforme a Norma DNIT 005 TER (2003), conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré, essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.

De acordo com Molenaar (1993), as trincas tipo couro de jacaré, decorrem da fadiga da mistura asfáltica devido à ação repetida das cargas de tráfego, a severidade é uma medida da abertura das trincas, o que é usualmente expresso em classes. Em alguns sistemas de classificação, as classes de severidade incluem tanto a abertura das trincas como a intensidade. Quanto ao nível de severidade o trincamento pode ser classificado como trincas com pouca erosão nas bordas, abertura > 1 mm. Essa manifestação patológica foi registrada nas estações nº 46 e 72 ambas no lado direito da pista, como ilustrado na Figura 21.

Figura 21: Trinca interligada



Fonte: Autor (2020).

4.2 QUANTIFICAÇÃO DOS DEFEITOS NO TRECHO

Utilizando o Formulário de inventário do pavimento, após a coleta de dados, foi realizado o cálculo quantitativo de defeitos no trecho, encontrando assim a frequência absoluta (fa) correspondendo ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada, podendo ser melhor visualizado no apêndice A e B.

A planilha de cálculo do índice de gravidade global (IGG) mostra os resultados obtidos nos dois lados da pista analisada, sendo o primeiro o lado direito, onde se obteve o maior número de defeitos, constatando um índice de gravidade individual (IGI) igual a 16,42. Logo após se analisou o lado esquerdo, encontrando um índice de gravidade individual (IGI) igual a 7,86, sendo que a média simples dos dois índices resultou em um valor correspondente a 12,14 sendo esse o valor igual ao Índice de Gravidade Global (IGG), conforme a Figura 22.

Figura 22: Planilhas de cálculo do índice de gravidade global (IGG)

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)							
Ocorrência Tipo	NATUREZA DO DEFEITO	Frequência absoluta (fa)	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa (%)	Fator de Ponderação fp	Índice de gravidade individual (IGI)	OBS
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	6	2	16,22	0,2	3,24	
2	FC-2 (J e TB)	2	1	5,41	0,5	2,70	
3	FC-3 (JE e TBE)	0	2	0,00	0,8	0,00	
4	ALP, ATP, e ALC, ATC	0		0,00	0,9	0,00	
5	O, P, E	0		0,00	1	0,00	
6	EX	1		2,70	0,5	1,35	
7	D	4		10,81	0,3	3,24	
8	R	0		0,00	0,6	0,00	
9	MÉDIA ARITMÉTICA DOS VALORES DAS FLECHAS MEDIDAS (TRI E TRE)	TRE= 2,16	TRI= 0,62		F= 1,39	1,86	
10	MÉDIA ARITMÉTICA DAS VARIAÇÕES DAS FLECHAS MEDIDAS EM AMBAS AS TRILHAS	TRE= 6,10	TRI= 1,95		F= 4,03	4,03	CONCEITO
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		37	Σ IND. GRAVIDADE INDIVIDUAL= IGG			16,42	Otimo
NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1,2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índices de Gravidade Individual (IGI);do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.				OBS: PISTA DA DIREITA			
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)							
Ocorrência Tipo	NATUREZA DO DEFEITO	Frequência absoluta (fa)	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa (%)	Fator de Ponderação fp	Índice de gravidade individual (IGI)	OBS
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	1	1	2,63	0,2	0,53	
2	FC-2 (J e TB)	0	0	0,00	0,5	0,00	
3	FC-3 (JE e TBE)	0	0	0,00	0,8	0,00	
4	ALP, ATP, e ALC, ATC	0		0,00	0,9	0,00	
5	O, P, E	0		0,00	1	0,00	
6	EX	1		2,63	0,5	1,32	
7	D	6		15,79	0,3	4,74	
8	R	0		0,00	0,6	0,00	
9	MÉDIA ARITMÉTICA DOS VALORES DAS FLECHAS MEDIDAS (TRI E TRE)	TRE= 0,19	TRI= 0,56	F= 0,38		0,50	
10	MÉDIA ARITMÉTICA DAS VARIAÇÕES DAS FLECHAS MEDIDAS EM AMBAS AS TRILHAS	TRE= 0,28	TRI= 1,28	F= 0,78		0,78	CONCEITO
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		38	Σ IND. GRAVIDADE INDIVIDUAL= IGG			7,86	Otimo
NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1,2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índices de Gravidade Individual (IGI);do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.				OBS: PISTA DA ESQUERDA			

Fonte: DNIT 006 PRO (2003).

4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS TIPOLOGIAS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Como observado anteriormente esses problemas podem ter diversas origens entre elas podemos citar a etapa de execução da obra. Segundo DNIT (2006), podem ocorrer por falta de compactação, os solos bem graduados, geralmente apresentam curvas de compactação com um máximo pronunciado, ao contrário dos solos de graduação uniforme, que se caracterizam por curvas achatadas. Na construção de todas as camadas de um pavimento, intervém a operação

de compactação, cujos objetivos são obter uma máxima estabilidade e atenuar os recalques devidos ao tráfego. Um pavimento, durante sua vida de serviço, sofrerá deformações elásticas, inevitáveis e deformações plásticas, que podem ter uma dupla origem. Com escoamento lateral, o volume aproximadamente constante e correspondente a falta de estabilidade ou com diminuição de volume, o que significará recalques e aumento da compacidade.

Também se observou a conservação da rodovia sendo que em algumas estações os taludes se encontravam danificados por erosão, conforme Figura 23.

Figura 23: Talude pista direita



Fonte: Autor (2020).

Segundo Manual de Conservação Rodoviária DNIT (2005) a água superficial, que é a fração que resta de uma chuva após serem deduzidas as perdas por evaporação e por infiltração, pode surgir descendo as encostas ou taludes, ou escoando sobre a pista de rolamento. As águas superficiais que descem as encostas em um corte de estrada irão rolar sobre o talude resultando em erosão, além de poder vir a comprometer a estabilidade do maciço, carregando o material de erosão para a pista, o que em conjunto com a água poderá dificultar ou impedir o tráfego normal dos veículos. A erosão nas valetas junto ao pé-do-corte poderá atingir a estrutura do pavimento, sendo necessário o uso de revestimento nessas valetas. De outra parte, se a água de chuva penetra na base e nela se acumula, os efeitos destrutivos pelas pressões hidráulicas que as cargas pesadas dos caminhões transmitem ocasionarão a ruína completa de um

pavimento, ainda que corretamente projetado. A drenagem superficial deverá evitar, assim, que essa água venha a danificar a plataforma ou atingir a estrada.

Outra hipótese observada trata-se do excesso de peso dos veículos, já que o transporte da produção agrícola é levado para os silos de armazenagem que ficam as margens da cidade de Mercedes e a maior incidência de defeitos observada na pista de rolamento se encontra no lado direito crescente da demarcação, justamente onde passam esses veículos.

Segundo o Manual de Conservação Rodoviária DNIT (2005), as variações entre acréscimos de carga por eixo e os correspondentes efeitos de destruição do pavimento ocorrem de forma exponencial, justificando a importância em se evitar o uso de veículos com cargas em excesso. Neste sentido, os órgãos responsáveis que controlam os pesos por eixos, que os veículos de carga e alguns tipos de ônibus transmitem ao pavimento, por meio de balanças fixas, instaladas em pontos estratégicos, e de balanças móveis, detalhe inexistente, nessas vias rurais.

Apesar dos defeitos constatados na pista, os cálculos mostraram que o valor do índice de gravidade global (IGG), se manteve em 12,14. Um valor abaixo de 20, onde esse pavimento pode ser conceituado como ótimo, conforme exposto na Figura 24.

Figura 24: Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} \leq 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} \leq 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

Fonte: DNIT 006 PRO (2003).

Apesar de o pavimento ser conceituado como bom, a certas considerações a serem observadas que impedem de definir sobre a efetividade do investimento empregado pela prefeitura na estrada vicinal, entre elas podemos enfatizar:

- Foram apenas cento e dois dias (102), de utilização pela comunidade;
- Em pouco mais de três meses, houve o aparecimento de manifestações patológicas;
- Projeto não acessível pela construtora, dificultando obter o tempo de projetado para a rodovia;

- Foram pouco mais de três meses de observações das manifestações patológicas, dificultando a formulação de prognósticos mais assertivos.

Embora no momento o conceito da rodovia seja ótimo e que o MRAF proporcione um bom acabamento para a trafegabilidade, no qual o mesmo pode ter inúmeras aplicações em estradas vicinais, não foi possível afirmar se os investimentos aplicados na via foram satisfatórios, pois seria necessário algo em torno de doze (12) meses de observação, o que no momento não foi possível, devido aos prazos.

Há necessidade também de se obter dados do projeto executivo, para se obter o tempo projetado para a rodovia, porque em menos de quatro meses, foram catalogados um número considerado de manifestação patológicas.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do presente estudo buscou analisar a solução adotada pelo Município de Mercedes-PR, que utilizou o microrrevestimento asfáltico a frio, ressaltando que é um procedimento ainda pouco usado em estradas vicinais, onde geralmente se opta por soluções mais tradicionais, como é o caso dos calçamentos poliédricos.

Constatou-se que o conforto ao trafegar no pavimento com revestimento em MRAF, foi maior do que em calçamentos poliédricos, devido ao seu acabamento.

A importância desse tipo de investimento se destaca pela manutenção que essa obra vai necessitar, sendo bem menor que uma estrada com revestimento primário, que pode vir a gerar manutenção a cada chuva intensa, fenômeno climático muito comum em nossa região.

Obras como essa, além de levar uma maior segurança na trafegabilidade da rodovia, levam também qualidade de vida para os moradores das áreas rurais, vindo esses a se fixar no campo, ajudando na diminuição do êxodo rural. Há também, uma valorização das propriedades rurais, conseguindo transportar os insumos com mais agilidade e segurança, com redução do frete e mais rentabilidade para o agricultor da região.

Contudo, seria sugestivo, devido ao pouco tempo de uso pela comunidade e ao aparecimento precoce de manifestações patológicas, que sejam realizados novos estudos no trecho para se obter mais dados sobre o dimensionamento projetado do pavimento ou até mesmo, dados da execução da obra, embora visualmente a obra apresente um conceito ótimo, seriam necessários mais estudos para afirmar sobre a viabilidade da solução aplicada no Município de Mercedes no Oeste do Paraná.

Porém, se constatou que o MRAF, tem um campo amplo para aplicações em estradas vicinais devido a sua rápida aplicação, gerando menos transtornos para os usuários, mostrando também um comportamento uniforme da capa selante, podendo servir até mesmo para correções de calçamentos já implantados.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Em sugestões para futuros trabalhos, indica-se realizar novos estudos no trecho proposto, já que o período de término de execução da obra e o levantamento visual aconteceram em um intervalo de cento e dois dias (102). Com isso, se faz necessário a realização de novos levantamentos, seguindo as mesmas normativas ou até mesmo modernizando a maneira de executar o levantamento, utilizando drones e os sistemas ArcGIS ou Autocad, por exemplo, com o objetivo de comparar o levantamento já executado, com o que será realizado.

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. **Capacitação técnica.** Disponível em: <http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/Capacitacao_Tecnica__Modulo_2.pdf> Acesso em: 02 abr.2020.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P. e SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica.** formação básica para engenheiros: Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Pesquisa CNT de rodovias.** Relatório gerencial: Brasília: CNT, SEST, SENAT, 2020.

_____. **Desempenho do setor, infraestrutura e investimentos.** Brasília: CNT, SEST, SENAT, 2020.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ - DER/PR –**DER/PR ES-P 30.** Pavimentação: Microrrevestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímeros elastoméricos: Curitiba: DER/PR, 2017.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO - DER/SP – **Sub-base ou base estabilizada granulo metricamente.** ET-DE-P00/014: São Paulo: DER/SP, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT – **Manual de pavimentação.** 3 ed., Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

_____. **Norma DNIT 005 - TER.** Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia: Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

_____. **Norma DNIT 006 - PRO.** Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento: Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

_____. **Norma DNIT 137- ES.** Pavimentação – Regularização do subleito - Especificação de serviço: Rio de Janeiro: DNIT, 2010.

DYNATEST. **Durabilidade de pavimentos.** Disponível em < <http://dynatest.com.br/>> Acesso em: 02 abr.2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Agencia IBGE, Notícias.** Disponível em <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012->

agencia-de-noticias/noticias/26304-safra-2020-deve-bater-recorde-de-240-9-milhoes-de-toneladas> Acesso em: 02 abr.2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO CONTINUADA - INBEC. **Estradas Vicinais e sua importância.** Disponível em < <https://inbec.com.br/blog/o-que-sao-estradas-vicinais-qual-sua-importancia> > Acesso em: 02 abr.2020.

MINERAIS DO PARANÁ S.A. MINEROPAR. **Paralelepípedos e alvenaria poliédrica.** manual de utilização: Curitiba: Mineropar, 1983.

VOTORANTIM. **Pavimentos para vias públicas: Conheça os tipos.** Disponível em < <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/conheca-os-diferentes-tipos-de-pavimentos-para-vias-publicas/> > Acesso em: 02 abr.2020.

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																									
RODOVIA: SANGA MINEIRA									OPERADOR: LEANDRO VIEIRA DO PRADO													FOLHA			
TRECHO: Portal de acesso a Mercedes e a Linha Sanga Mineira									REVESTIMENTO TIPO: MRAF													1			
SUBTRECHO:									DATA: 10/07/20																
Estaca + Fração LD	Seção	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS								TRINCAS RODAS	
		ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLASTICO		CONSOLID											
		FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8	TRI mm	TRE mm		
								J2	TB 2	JE 3	TBE 3														
2 + 0,00	A					X													X		1,00	3,00			
4 + 0,00	A																				0,00	1,00			
6 + 0,00	A																				0,00	1,00			
8 + 0,00	A																		X		1,00	2,00			
10 + 0,00	A																				0,00	1,00			
12 + 0,00	A																				0,00	1,00			
14 + 0,00	A																				0,00	1,00			
16 + 0,00	A																				0,00	1,00			
18 + 0,00	A																				0,00	1,00			
20 + 0,00	A																				0,00	1,00			
22 + 0,00	A																				0,00	1,00			
24 + 0,00	A																				0,00	1,00			
26 + 0,00	A																				0,00	1,00			
28 + 0,00	A																				0,00	1,00			
30 + 0,00	A																				0,00	1,00			
32 + 0,00	A																				0,00	1,00			
34 + 0,00	A																	X			1,00	3,00			
36 + 0,00	A																				0,00	1,00			
38 + 0,00	A																				0,00	1,00			
40 + 0,00	A				X																1,00	3,00			
42 + 0,00	A																				0,00	1,00			
44 + 0,00	A																				0,00	1,00			
46 + 0,00	A							X											X		2,00	4,00			
48 + 0,00	A																				0,00	1,00			
50 + 0,00	A																				0,00	1,00			
52 + 0,00	A				X																2,00	5,00			
54 + 0,00	A																				0,00	1,00			
56 + 0,00	A																				0,00	1,00			
58 + 0,00	A				X														X		1,00	5,00			
60 + 0,00	A																				0,00	1,00			
62 + 0,00	A				X																3,00	8,00			
64 + 0,00	A																				0,00	1,00			
66 + 0,00	A		X																		5,00	10,00			
68 + 0,00	A																				0,00	1,00			
70 + 0,00	A																				0,00	1,00			
72 + 0,00	A							X													6,00	10,00			
74 + 0,00	A																				0,00	1,00			
37		0	1	0	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	23,00	80,00			
Frequência absoluta		6						2		0		0				0				1	4	0	0,62	2,16	

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																							
RODOVIA: SANGA MINEIRA								OPERADOR: LEANDRO VIEIRA DO PRADO												FOLHA			
TRECHO: Portal de acesso a Mercedes e a Linha Sanga Mineira								REVESTIMENTO TIPO: MRAF												2			
SUBTRECHO:								DATA: 10/07/20															
Estaca + Fração LE	Seção	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS	
		ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLASTICO		CONSOLID		O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8	TRI mm	TRE mm
		FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4								
								J2	TB 2	JE 3	TBE 3												
1 + 0,00	A																					0,00	0,00
3 + 0,00	A																					1,00	0,00
5 + 0,00	A																					0,00	0,00
7 + 0,00	A																					0,00	0,00
9 + 0,00	A																					1,00	0,00
11 + 0,00	A																					0,00	0,00
13 + 0,00	A																					0,00	0,00
15 + 0,00	A																					0,00	0,00
17 + 0,00	A																					0,00	0,00
19 + 0,00	A																					0,00	0,00
21 + 0,00	A																					0,00	0,00
23 + 0,00	A																					0,00	0,00
25 + 0,00	A																					0,00	0,00
27 + 0,00	A																					0,00	0,00
29 + 0,00	A																					0,00	0,00
31 + 0,00	A																					0,00	0,00
33 + 0,00	A																	X				0,00	0,00
35 + 0,00	A																					1,00	0,00
37 + 0,00	A																		X			0,00	0,00
39 + 0,00	A																					0,00	0,00
41 + 0,00	A																		X			1,00	0,00
43 + 0,00	A																					0,00	0,00
45 + 0,00	A																					0,00	0,00
47 + 0,00	A																					2,00	1,00
49 + 0,00	A																					0,00	0,00
51 + 0,00	A																					0,00	0,00
53 + 0,00	A				X														X			2,00	1,00
55 + 0,00	A																					0,00	0,00
57 + 0,00	A																					0,00	0,00
59 + 0,00	A																					1,00	0,00
61 + 0,00	A																					0,00	0,00
63 + 0,00	A																		X			3,00	1,00
65 + 0,00	A																					0,00	0,00
67 + 0,00	A																		X			5,00	2,00
69 + 0,00	A																					0,00	0,00
71 + 0,00	A																		X			3,00	2,00
73 + 0,00	A																					0,00	0,00
75 + 0,00	A																					0,00	0,00
38		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	20,00	7,00
Totais de Ocorrência		1						0		0		0				0			1	6	0	0,53	0,18

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

LEANDRO VIEIRA DO PRADO

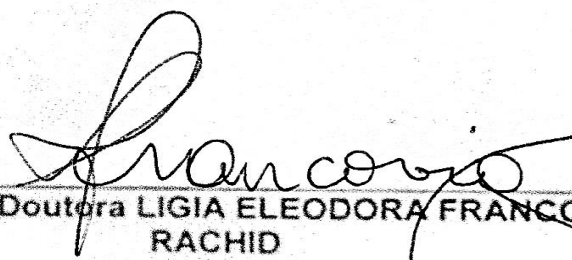
**APLICAÇÃO DE MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO (MRAF) EM
ESTRADA VICINAL, NO MUNICÍPIO DE MERCEDES NO OESTE DO PARANÁ:
UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor (a) Especialista em Engenharia de Infraestrutura de Rodovias/Eng.ª Civil CHIRLEY TAINA KAUL.

BANCA EXAMINADORA



Orientador (a) Prof. Especialista CHIRLEY TAINA KAUL
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Civil



Professor (a) Doutora LIGIA ELEODORA FRANCOVIG
RACHID
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Civil



Mestre CHEILA SIRLENE BEUTLER
Engenharia Civil

Cascavel, 23 de novembro de 2020.