



ANÁLISE DE PATOLOGIAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL DE TRECHO DA RODOVIA MS - 295 SITUADA NO MUNICÍPIO DE IGUATEMI – MATO GROSSO DO SUL.

¹ André Pereira da Silva Ursulino; ² Eduardo Vedovetto Santos

¹Discente Engenharia Civil UNIPAR

²Docente Engenharia Civil UNIPAR

Resumo

A busca por um pavimento asfáltico com capacidade de permitir a circulação segura e confortável durante todo o seu tempo de vida tem sido desejada em todos os lugares onde são executados, entretanto, as degradações podem ocorrer durante esse período. Este trabalho apresenta um estudo sobre as patologias presentes em um trecho da rodovia MS - 295 entre a cidade de Iguatemi – MS e Tacuru – MS. Com objetivo de analisar e classificar as patologias encontradas e ainda determinar o índice de gravidade individual (IGI) e o índice de gravidade global (IGG), classificando o pavimento de acordo com as Normativas DNIT 005/2003 – TER e DNIT-PRO 006/2003. Foram analisadas quinze estações, sendo que, para cada estação de amostragem foi delimitada uma área de 18.30 m² (3.10m x 6.0 m). O trecho estudado possui uma extensão de 300 metros, constituída por pista simples. Os resultados obtidos indicaram que o trecho de 300 metros é classificado como péssimo. Os defeitos mais pontuados no trecho foram às trincas isoladas transversal curtas, trincas interligadas tipo couro de jacaré e remendo, defeitos com maior índice de patologias na faixa da esquerda.

Palavras-chave: pavimento flexível; patologias; índice de gravidade global.

Abstract

The search for an asphalt pavement with the capacity to allow safe and comfortable circulation throughout its lifetime has been desired in all the places where they are executed, however, degradations can occur during this period. This work presents a study on the pathologies present in a section of the MS-295 route between the city of Iguatemi-MS and Tacuru-MS. In order to analyze and classify the pathologies found and also to determine the individual severity index (IGI) and the global severity index (IGG), classifying the pavement in accordance with DNIT 005/2003 – TER and DNIT-PRO 006/2003. Regulations. Fifteen stations were analyzed, and for each sampling station an area of 18.60 m² (3.10m x 6.0m) was delimited. The studied stretch has a length of 300 meters, consisting of a single track. The results obtained indicated that the 300-meter stretch is classified as very bad. The most punctuated defects in the stretch were the isolated short transverse cracks, interconnected cracks such as alligator leather and patch, defects with a higher rate of pathologies in the left band.

Keywords: flexible pavement; pathologies; global severity index.



1 Introdução

Os pavimentos asfálticos proporcionam às vias de circulação condições de trafegabilidade, comodidade e segurança. A escassez de manutenção, falhas nos projetos e execuções, intempéries, materiais de baixa qualidade, dentre outros são fatores que acarretam aparecimento de patologias gerando transtornos e reduzindo a vida útil do pavimento (ROCHA, 2009).

Como órgão de controle, a Confederação Nacional do Transporte visa apreciar a qualidade e as principais inconformidades encontradas nas rodovias federais e estaduais (CNT, 2019).

No cenário de elevado fluxo de veículos, caso não haja uma manutenção com frequência, pode ocorrer um processo de degradação da infraestrutura dos pavimentos. Outro fator que influencia no desgaste das vias, está ligado a sobrecarga de veículos acima do peso limite, gerando danos não previstos em projeto (CNT, 2019).

Conforme a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2019), a falta de investimentos nas rodovias considerando o aumento do tráfego, favorece um número maior de acidentes, tornando um investimento maior e preocupante para o poder público. Quando se trafega por vias em estágio de deformação há um aumento no desenvolvimento de patologias, como, buracos, defeitos de afundamentos e remendos mal executados, a importância de manter a manutenção de forma recorrente das vias, evita o tempo de trajeto e o próprio desgaste dos veículos.

Para Balbo (2007), a escolha dos tipos de pavimentos a ser utilizado depende da disponibilidade dos materiais a serem aplicados e na redução de custos empregados, pois são fatores que proporcionam a concepção de um projeto.

De acordo com Marques (2014), pavimento pode ser dividido em dois tipos, sendo, rígidos e flexíveis, o pavimento rígido é formado por placa de concreto que absorve grande parte dos esforços recebida pelo tráfego, transferindo a carga ao subleito de forma distribuída com uma área maior do subleito, já o flexível utiliza mais camadas e distribui a carga para um ponto mais concentrada do subleito, constituída por uma camada de revestimento sendo a mistura de agregados e ligantes asfálticos.

Diante do exposto, o presente trabalho visa identificar o grau de degradação na pavimentação asfáltica flexível do trecho da rodovia MS - 295 situada no município de Iguatemi – Mato Grosso do Sul. Através da identificação das patologias, determina-se os índices de gravidade individual (IGI) de 15 amostras e gravidade global (IGG), classificando o pavimento de acordo com a Norma DNIT-PRO 006/2003.

2 Revisão Bibliográfica

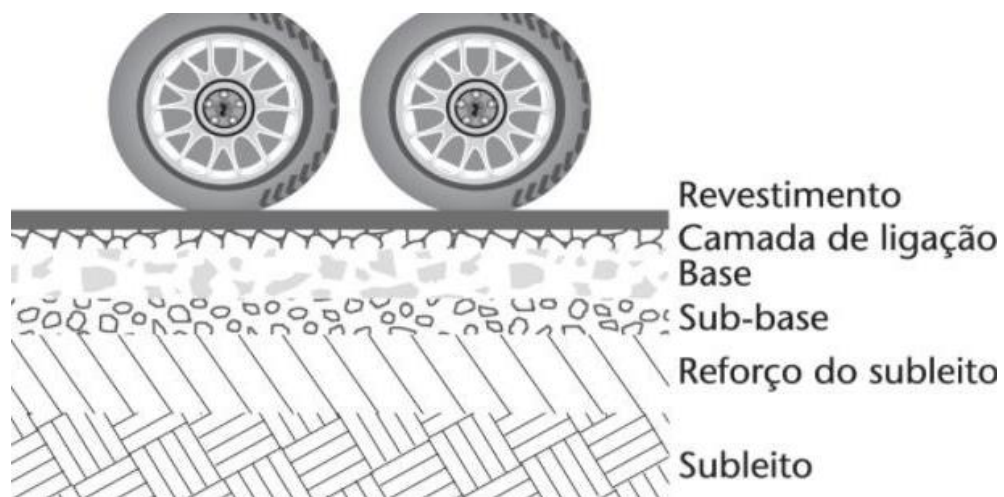
2.1 Pavimentos Flexíveis

De acordo com Balbo (2007), pavimento é uma estrutura formada por camadas sobrepostas de materiais com proporções diferentes, varia conforme a análise do solo, sendo compactada a partir do subleito até a camada superior antecedente a camada de imprimação (base).

Além disso, o pavimento flexível possui função estrutural para resistir às solicitações dos esforços recebidos pelo tráfego e resistir às condições climáticas, transmitindo os esforços da camada superior até a camada inferior, tendo como união todas as camadas, transferindo as cargas recebidas e distribuídas ao longo da camada vertical, impedindo ocorrência de deformação e ruptura (BALBO, 2007).

Ainda conforme Balbo (2007), a camada de revestimento é essencial para absorver determinados esforços, e evitar que a ocorrência da água da chuva possa ser transferida a camada da base, o que ajudaria na degradação do pavimento. O pavimento é formado pelas seguintes camadas: revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e subleito conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1: Camadas do pavimento flexível.



Fonte: BALBO (2007).

2.1.1 Regularização

A regularização é a primeira etapa a ser executada, compactada e preparada em seus dois sentidos, transversal e longitudinal. É uma camada que pode não ser constituída como fração do pavimento devido a cortes e aterros que são realizados nesta primeira etapa de projeto (Manual de Pavimentação do DNIT, 2006).

A Figura 2 apresenta a camada de regularização.

Figura 2: Regularização da BR-487/PR.



Fonte: DNIT (2021).

2.1.2 Subleito

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), após a etapa de regularização a primeira camada que compõem a estrutura de um pavimento é o subleito, conforme demonstrado pela Figura 3.

Figura 3: Compactação do subleito.



Fonte: EMCONBRAS (2014).

2.1.3 Reforço do Subleito

Reforço do subleito é uma camada que fica apoiada sobre a cama de regularização e o subleito. É utilizado material de qualidade superior a camada de subleito e inferior à que lhe for superior (Manual de Pavimentação do DNIT, 2006). A Figura 4 a seguir mostra a forma de execução.

Figura 4: Preparação do reforço do subleito.



Fonte: PEDREIRÃO (2011).

2.1.4 Sub-Base

Na Figura 5, Camada de sub-base, é a fração complementar à base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito, devidamente compactado e regularizado (Manual de Pavimentação do DNIT, 2006).

Figura 5: Execução da sub-base.



Fonte: EMCONBRAS (2014).

2.1.5 Base

Ainda com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), base é uma camada indicada a resistir e distribuir o esforço proveniente do tráfego e transferir para demais camadas inferiores, sobre a qual se executa o revestimento. Sua execução pode ser vista na Figura 6.

Figura 6: Execução da base.



Fonte: CLC (2012).

2.1.6 Revestimento

Para Balbo (2007), o revestimento, Figura 7, deve resistir às cargas inertes, bem como, cargas em movimento, sem sofrer grandes deformações e desintegração dos materiais. O revestimento pode ser subdividido em até quatro camadas conforme necessidade de projeto, sendo: camada de rolamento, camada de ligação, camada de nivelamento e camada de reforço. Usa-se comumente a camada de rolamento e camada de ligação.

Figura 7: Aplicação do revestimento BR-156/Amapá.



Fonte: DNIT (2021).

2.2 Patologias no pavimento flexível

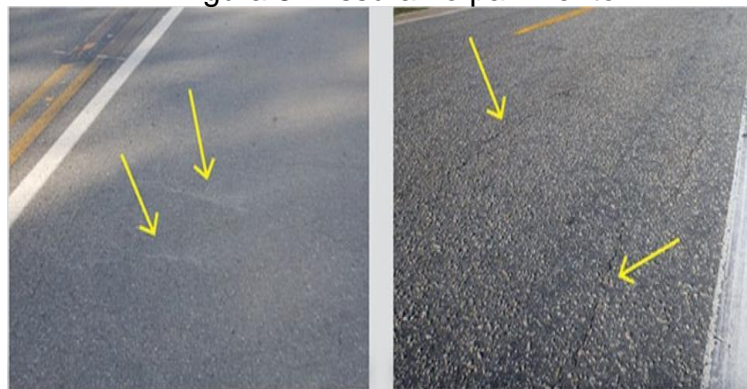
Para avaliação técnica dos defeitos nos pavimentos flexíveis, usa-se a Norma DNIT 005/2003 – TER. Utilizada para determinar e classificar os tipos de patologias (DNIT, 2003).

2.2.1 Fendas e Trincas

Fenda é qualquer interrupção no revestimento, sendo de menor e maior efeito de abertura, para cada classificação a suas considerações, a fissura é uma fenda muito fina no revestimento, porém não causa problema no pavimento. Pode aparecer no sentido longitudinal, transversal ou inclinada ao sentido do tráfego, pode ser perceptível até 1,50 m (DNIT, 2003).

A trinca é perceptível a olho nu, com abertura superior a fissura, pode ser apresentada como trinca isolada ou trinca interligada DNIT (2003). Na Figura 8 indica uma fissura perpendicular ao eixo da via e uma trinca isolada, respectivamente.

Figura 8: Fissura no pavimento.



Fonte: SINDETRANS, modificado pelo autor (2018).

A Figura 9 demonstra uma trinca transversal se manifestando no sentido perpendicular à faixa de rolamento. Pode ser considerada curta para dimensões menores do que 1,0m e longa para dimensões maiores de que 1,0m (DNIT, 2003).

Figura 9: Trinca isolada transversal.



Fonte: SINDETRANS, modificado pelo autor (2018).

A trinca longitudinal acontece no mesmo sentido da via de tráfego. Para dimensões menores do que 1,0 m considera-se como curta e maiores do que 1,0 m considera-se longa DNIT (2003). A Figura 10 apresenta uma trinca isolada no sentido ao tráfego da via.

Figura 10: Trinca isolada longitudinal.



Fonte: DAER (1978).

Como se observa na Figura 11, trinca de retração não está ligada ao desgaste da rodovia, mais sim aos fenômenos que ocorre no material, tendo como fator responsável à instabilidade do clima, que pode ter variações térmicas (DNIT, 2003).

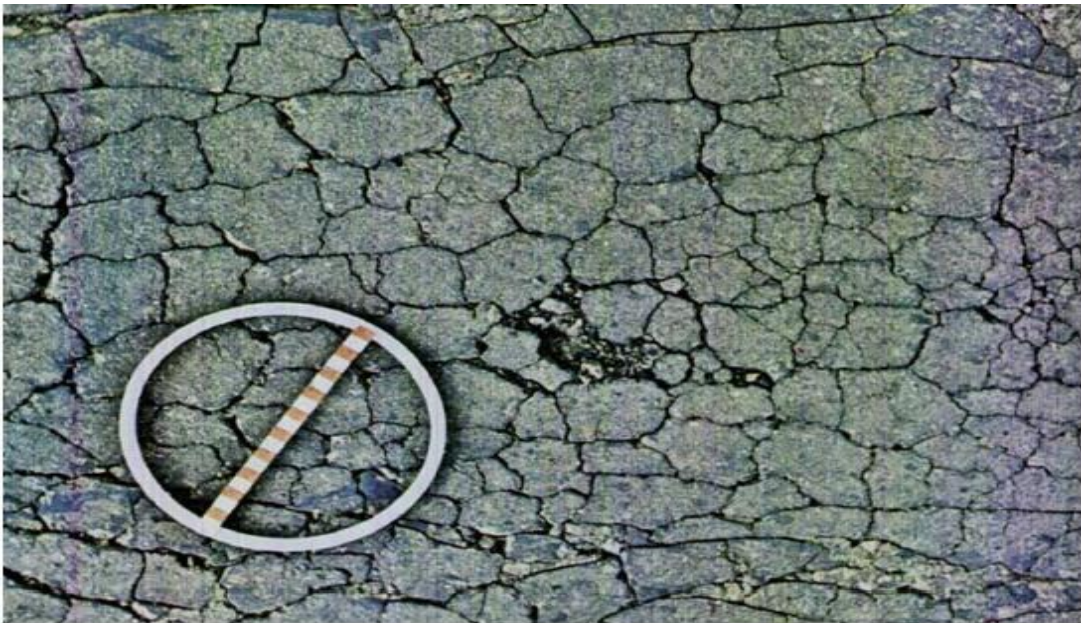
Figura 11: Defeito de trinca isolada por retração.



Fonte: DAER (1978).

Segundo DNIT (2003), trinca interligada tipo couro de jacaré (Figura 12), são trincas agregadas sem direções, tornando semelhante a uma aparência de couro de jacaré.

Figura 12: Trinca interligada do tipo couro de jacaré.



Fonte: DAER (1978).

Para DNIT (2003), trincas do tipo bloco são compostas por várias trincas interligados originando em bloco bem definidos podendo, ou não, apresentar erosão acentuada em suas bordas. A Figura 13 é semelhante a uma malha quadrada ou retangular.

Figura 13: Trinca interligado bloco.



Fonte: DAER (1978).

2.2.2 Defeitos de afundamento

De acordo com o DNIT (2003), defeito de afundamento está ligado à deformação da superfície do pavimento, podendo estar acompanhada, ou não, de solevamento (compensação volumétrica lateral), tendo dois tipos de afundamento, sendo, afundamento plástico ou de consolidação.

O afundamento plástico é ocorrência de deformação vertical de uma ou mais camadas da estrutura do pavimento flexível. É nominado plástico até 6 m de extensão, quando for superior a 6 m no mesmo alinhamento da via, (eixo de trilha) é considerado afundamento plástico da trilha de roda (DNIT, 2003).

Ainda com DNIT (2003), Afundamento consolidado é a deformação de uma ou mais camadas do pavimento flexível ou subleito sem compensação do volume lateral. Quando medido até 6,0 m é qualificado como afundamento de consolidação local (Figura 14), quando superior a 6,0 m paralelo ao eixo da via (eixo de trilha) é caracterizado como afundamento de consolidação da trilha de roda (Figura 15).

Figura 14: Afundamento local.



Fonte: DAER (1978).

Figura 15: Afundamento de trilha de roda.



Fonte: DAER (1978).

2.2.3 Ondulação ou Corrugação

Correspondente à Figura 16, ondulação ou corrugação é uma deformação transversal que acontece na superfície da via de rolamento (DNIT, 2003).

Figura 16: Ondulação.



Fonte: DAER (1978).

2.2.4 Escorregamento

Escorregamento é o deslocamento que ocorre na camada do revestimento do pavimento, tendo surgimento de fendas em forma de meia lua (DNIT, 2003). Observa-se um exemplo na Figura 17.

Figura 17: Escorregamento.



Fonte: DAER (1978).

2.2.5 Exsudação

Exsudação (Figura 18) é a massa asfáltica em excesso na superfície do pavimento, tendo a movimentação do ligante que está em contato com o revestimento DNIT (2003).

Figura 18: Exsudação.



Fonte: DAER (1978).

2.2.6 Desgaste

Para DNIT (2003), desgaste acontece devido aos esforços longitudinais e transversais provocados pelo tráfego da via, ocasionando a retirada dos agregados que é constituído na camada do revestimento. Conforme se observa na Figura 19, torna áspera a superfície de rolamento.

Figura 19: Desgaste.



Fonte: DAER (1978).

2.2.7 Panela ou Buraco

Panela ou buraco (Figura 20) acontece na pista de rolamento entre a camada de revestimento e a camada de base, causado pela falta de ligação (camada de ligação) entre as duas camadas, causando o deslocamento das camadas, tendo a ausência de união entre as camadas inferiores (DNIT, 2003).

Figura 20: Panela ou Buraco.



Fonte: DAER (1978).

2.2.8 Remendo

Para o DNIT (2003), remendo é a recuperação de trechos do pavimento flexível ocorrido pelos buracos gerados na via, conhecido como “tapa-buraco”, sendo classificado como remendo profundo e remendo superficial.

Remendo profundo advém da recuperação de uma ou mais camadas inferiores da estrutura do pavimento. Geralmente apresenta forma retangular (DNIT, 2003).

Remendo superficial é a substituição do revestimento em ponto fixo defeituoso por uma nova camada betuminosa. A Figura 21 expõe remendos superficiais e remendos profundos, respectivamente (DNIT, 2003).

Figura 21: Remendo profundo e Remendo superficial.



Fonte: SINDETRANS (2018).

2.3 Normas de avaliação de patologia para codificação e classificação

Para avaliar e classificar os defeitos encontrados no pavimento flexível, utiliza-se do Quadro 1 e Quadro 2 para codificar e classificar os tipos de patologias encontradas em campo de levantamento em pavimento flexível, através da classe das fendas, é determinado quais são os tamanhos das aberturas identificadas *in loco*, considerando as bordas com ou sem erosões. Usa-se os Quadros 1 para fendas, fissuras e trincas de acordo com DNIT (2003).

Quadro 1 - Defeitos de fendas - Codificação e Classificação.

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou 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

NOTA 1: Classe das trincas isoladas

FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0mm.

FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0mm e sem erosão nas bordas.

FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0mm e com erosão nas bordas.

NOTA 2: Classe das trincas interligadas

As trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas.

Fonte: ipr.dnit.gov.br, modificado pelo autor, Norma DNIT 005/2003 - TER.

Para avaliar e classificar outros defeitos encontrados no pavimento flexível usa-se o Quadro 2, para identificar os defeitos ocorridos tanto na camada de revestimento quanto na própria estrutura do pavimento, de acordo com (DNIT, 2003).

Quadro 2 - Outros defeitos - Codificação e Classificação.

OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P
Remendos		Remendo Superficial		RS
		Remendo Profundo		RP

Fonte: ipr.dnit.gov.br, modificado pelo autor, Norma DNIT 005/2003 - TER.

2.4 Trabalhos Realizados na área

O estudo realizado por Costa (2019) teve como finalidade avaliar a situação do pavimento flexível em um trecho de 510,0 metros, sendo que, 419,0 metros revestimento e 91,0 metros em bloco sextavado, localizado na cidade Manhuaçu-MG.

O método de análise foi à contagem visual. A cada 20,0 metros foi realizada estação de 6,0m x 3,5m para coleta de dados. Foram locadas 26 estacas, sendo marcadas a cada 30,0 metros. Após todos os levantamentos e dados registrados, concluiu-se que o trecho avaliado se encontrava em péssimas condições.

A pesquisa realizada por Almeida (2020) teve como objetivo avaliar a situação do pavimento flexível da BR – 265, localizado em um trecho entre cidade de Boa Esperança/MG e Santana da Vargem/MG. No trecho estudado foi realizada avaliação visual e registro de fotográfico das patologias encontradas, sendo locadas estacas a cada 200,0m devido ao trecho estudado possuir extensão de 12,0 km. Com os dados obtidos pode-se calcular o índice de gravidade global, classificado como péssima qualidade.

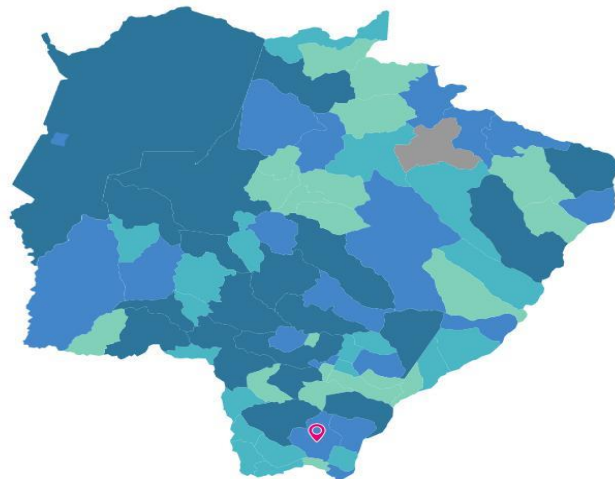
3 Metodologia Proposta

3.1 Localização

O campo de pesquisa está localizado no município de Iguatemi, Mato Grosso do Sul (Figura 22), Rodovia Guará Porã, MS-295, com Latitude 23°40'49" ao sul e Longitude 54°33'40" a oeste.

Faz divisa com seis municípios, sendo, Juti e Naviraí ao norte; Japorã ao sul; Itaquiraí e Eldorado a leste e Amambaí e Tacuru a oeste.

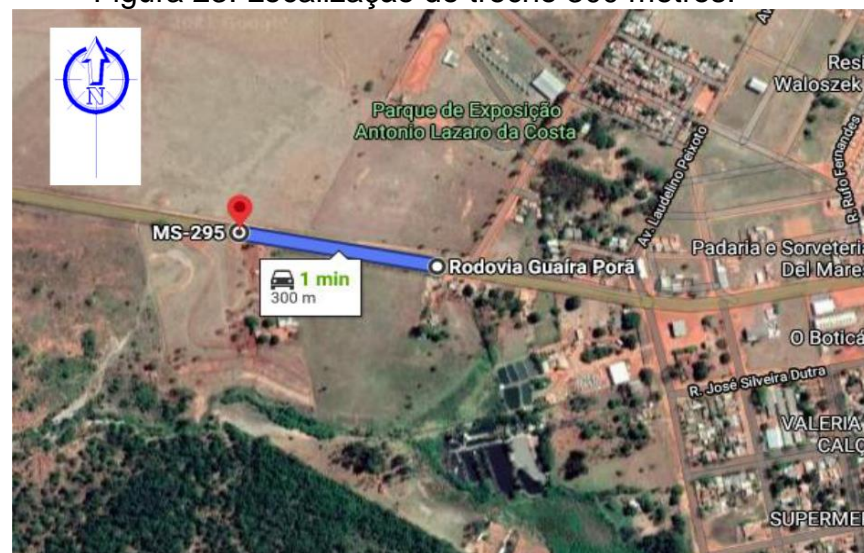
Figura 22: Localização do município.



Fonte: IBGE (2021).

A Figura 23 mostra o trecho a ser estudado, com uma extensão de 300 metros.

Figura 23: Localização do trecho 300 metros.

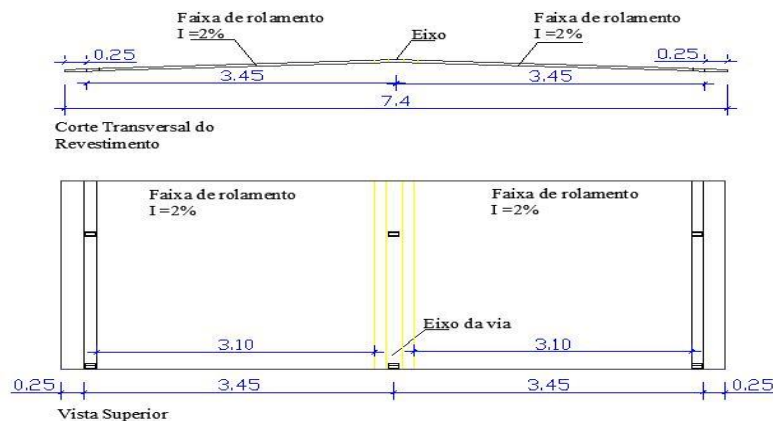


Fonte: Google Maps (2021).

3.2 Caracterizações do trecho.

Conforme demonstrado na Figura 24, a rodovia é constituída por pista simples, sem acostamento, sendo duas faixas de rolamento de 3,10m de largura para cada faixa de rolamento, possuindo 7,40 metros de plataforma. A extensão do trecho analisado é de 300 metros.

Figura 24: Desenho da pista transversal.



Fonte: o autor (2021).

3.3 Levantamentos em campo

A coleta de dados tem como base a norma DNIT 006/2003 – PRO, trabalhando-se as condições exigíveis para avaliação objetiva da superfície de pavimentos rodoviários, a fim de, realizar a contagem e classificar as ocorrências aparentes.

A pesquisa é realizada *in loco*, em um trecho localizado na MS-295 Rodovia Guaíra Porã.

Como se trata de uma pista simples, a avaliação é feita a cada 20,0m em relação ao eixo da pista, tendo como início 0,0m a placa de sinalização vista na Figura 25, sendo referência para o ponto de partida.

Figura 25: Ponto de partida 0m placa de informação Rod. Guaíra Porã.



Fonte: Google Maps (2021).

Para realizar a avaliação da superfície, a Norma DNIT-PRO 006/2003, recomenda a utilização de algumas aparelhagens e materiais, como: treliça de alumínio, trena com 20,0m de extensão, giz, tinta, pincel e formulários para demarcação das superfícies.

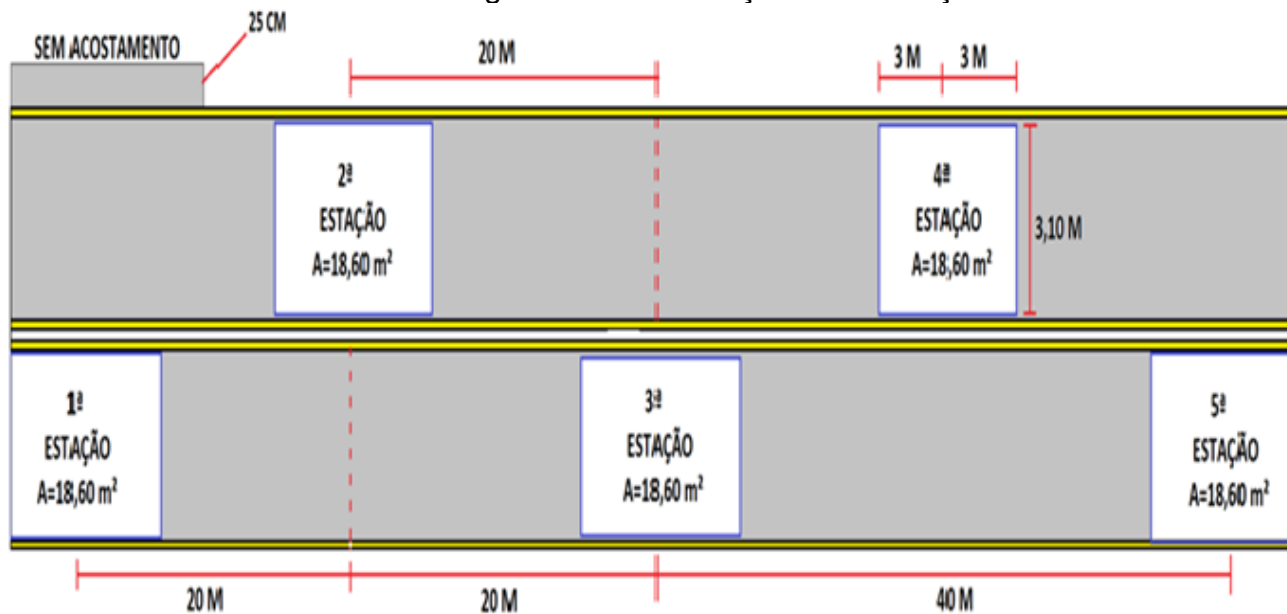
Para realizar a coleta em campo é utilizada uma prancheta e o formulário no Anexo 1, para anotação do estado da superfície do pavimento. Para registro dos achados, utiliza-se de uma caneta, câmera de fotografia e giz branco para demarcar as patologias que constatadas nas estações referenciadas.

Cada estaca recebe o número de uma estação. O trecho de 300,0 metros é dividido em 15 estacas com 20,0 metros de distâncias a partir do eixo de cada estação, intercalando-se entres as duas faixas de rolamento, sendo, 8 estacas na faixa da direita e 7 estacas na faixa da esquerda. A distância entre os eixos das estacas do mesmo sentido da faixa mede 40,0 metros, já nas faixas intercaladas em relação ao eixo da pista, tem-se da faixa direita para faixa esquerda uma distância de 20,0 m.

Para cada estação é delimitada uma área de abrangência, com, 3,0 metros a direita e 3 metros à esquerda, partindo do eixo da estaca no sentido longitudinal da pista, assim tem-se as dimensões de 6 metros por 3,10 metros (largura da faixa), como área de 18,60 m².

Para realizar a coleta é demarcada a estação E1 (faixa à direita), E2 (faixa à esquerda), E3 (faixa à direita), E4 (faixa à esquerda) e E5 (faixa à direita), até a 15ª estação, totalizando os 300,0 metros do campo de pesquisa, conforme demonstrado na Figura 26.

Figura 26: Demarcações das estações.



Fonte: o autor (2021).

A Figura 27 demonstra a demarcação da primeira estaca delimitando a área de coleta a partir do eixo da estaca, mede-se 3,0 metros a direita e 3,0 metros à esquerda, partindo do eixo da estaca no sentido longitudinal da pista.

Figura 27 – Estação E1 digitalmente.



Fonte: o autor (2021).

A partir do eixo da estaca E1, pontilhado em vermelho (faixa da direita) na Figura 27, mede-se 20,0 metros para demarcar o eixo da segunda estaca, passando para a faixa da esquerda, para fazer a demarcação da segunda estaca, Figura 28.

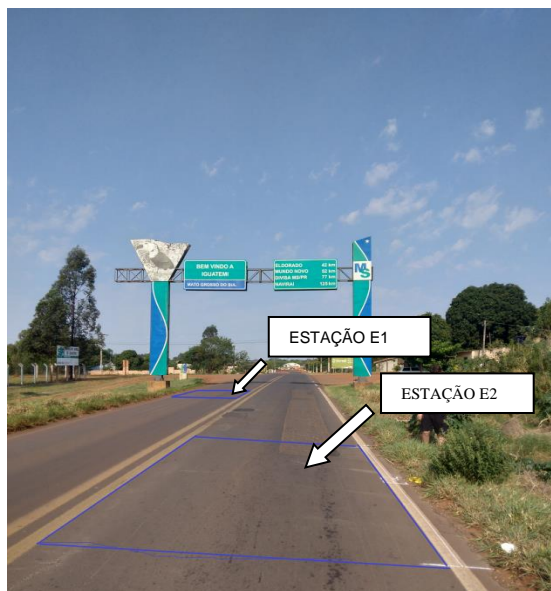
Figura 28 – Eixo da estação E1 ao eixo E2.



Fonte: o autor (2021).

A Figura 29 demonstra a estação E1 na faixa da direita e estação E2 na faixa da esquerda, ou seja, a cada 20 metros a partir do eixo de cada estaca alternando em relação às faixas.

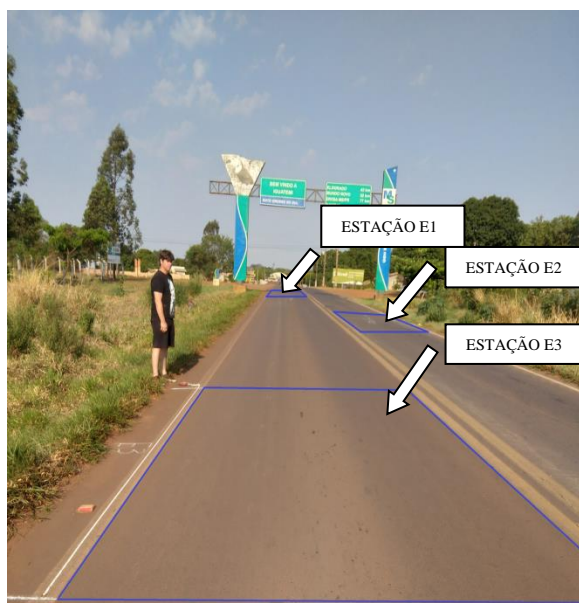
Figura 29: Estação (E1, E2), digitalmente.



Fonte: o autor (2021).

Conforme demonstrado na Figura 30 as estacas são demarcadas alternadas em relação ao eixo da pista, e realizado o levantamento dos defeitos e anotado no formulário.

Figura 30: Estação (E1, E2, E3), digitalmente.

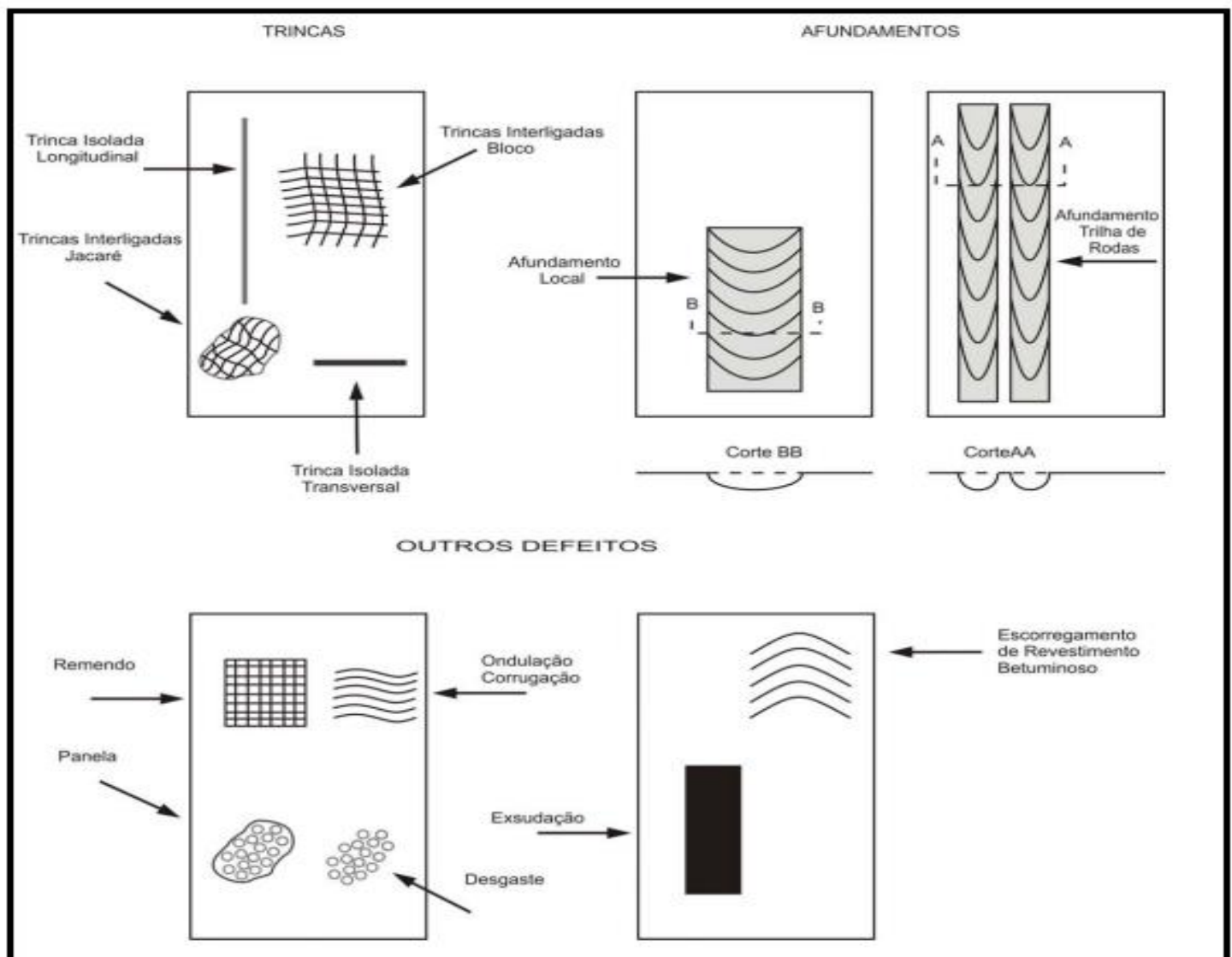


Fonte: o autor (2021).

De acordo com a codificação e classificação dos Quadros 1 e 2, já apresentados, toda ocorrência (defeito) identificado em campo deve ser classificada de acordo com os tipos de patologias encontrada, podendo ser classificada como curtas, longas, local e de trilho de roda e conforme a classe das fendas, definindo as aberturas das trincas, assim, devendo ser anotada no formulário de inventário do estado da superfície do pavimento, Anexo 1.

A coleta de dados é realizada através de uma análise visual e quantitativa, iniciado pela estação E1 intercalada em relação ao eixo da pista até a estação E15, a cada estação avaliada é classificada os tipos de patologias de acordo com o Quadro 1 e 2, e anotado no formulário de inventário. O Quadro 3 traz de forma representativa os defeitos ocorrentes nas superfícies dos pavimentos flexíveis.

Quadro 3 - Representação esquemática dos defeitos ocorrentes na superfície dos pavimentos flexíveis e semi-rígidos.



Fonte: ipr.dnit.gov.br Norma DNIT 005/2003 – TER.

Após o levantamento dos dados devem ser determinadas as frequências absolutas (f_a) e relativas (f_r), o Índice de Gravidade Individual (IGI) e o Índice de Gravidade Global (IGG) das ocorrências inventariadas, a serem anotadas no Anexo 2.

A frequência absoluta corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada. A frequência relativa é obtida através da fórmula:

$$f_r = f_a * 100/n \quad \text{(Equação 1)}$$

onde:

f_r - Frequência relativa;

f_a - Frequência absoluta;

n - Número de estações inventariadas

Para cada uma das ocorrências inventariadas, deve ser calculado o Índice de Gravidade Individual (IGI), pela fórmula:

$$IGI = f_r * f_p \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

- Frequência relativa.

- Fator de ponderação

O fator de ponderação pode ser determinado através do Quadro 4.

Quadro 4 - Valor do Fator de Ponderação.

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia" (ver item 6.4 e Anexo D)	Fator de Ponderação f_p
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) 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 (f_r) e Índice 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.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: ipr.dnit.gov.br Norma DNIT 006/2003 - PRO).

O Índice de Gravidade Global (IGG) é obtido por meio da fórmula:

$$IGG = \sum IGI \quad (\text{Equação 3})$$

onde:

$\sum IGI$ - Somatória dos Índices de Gravidade Individual.

3.4 Avaliações do campo

O Anexo 2 é utilizado para anotar o valor da frequência absoluta e frequência relativa, após os levantamentos dos dados coletados, através da somatória das estacas será possível determinar qual a real situação funcional da via, tendo como base a determinação do Índice de Gravidade Global (IGG).

O conceito de degradação do pavimento em função do IGG é o grau de degradação representado pelo Quadro 5 do DNIT (2003).

Quadro 5 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.

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

Fonte: ipr.dnit.gov.br. Norma DNIT 006/2003 - PRO.

4 Resultados e Discussão

Visto que, devido ao tráfego intenso para produção do agronegócio, transporte de animais, sendo, bovinos e aves, o trecho em estudo visualmente não apresenta condições de conforto e segurança aos usuários da via.

O Quadro 6 apresenta os tipos de patologias que foram obtidos através da pesquisa em campo. Das 15 estacas levantadas, somente à estaca três não apresentou defeitos, as demais estacas refletem aos defeitos encontrados nas estações inventariadas.

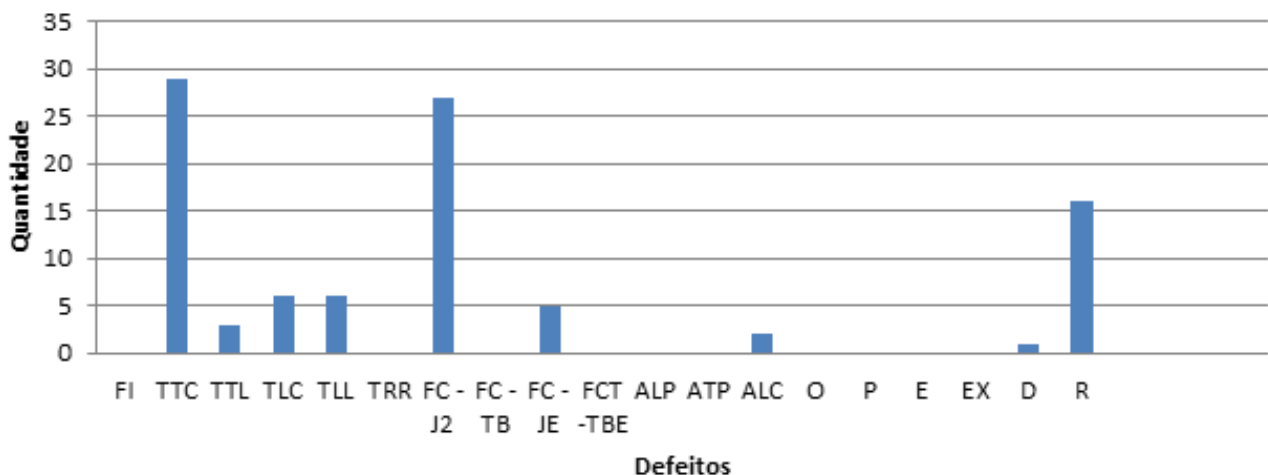
Quadro 6 – Contagem dos Defeitos.

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																							
RODOVIA: Rodovia Guairá Porã, MS-295										OPERADOR: André Pereira da Silva Ursulino										FOLHA:			
TRECHO: 300m										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ										ESTACA OU QUILOMETRO			
SUBTRECHO: s/n										DATA: 25/09/2021										ESTACA OU QUILOMETRO			
Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS							AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:	
			ISOLADAS			INTERLIGADAS				PLASTIC		CONSOLID		O	P	E	EX	D	R	TRI	IRE		
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC-2 J2	FC-3 TB 2	FC-3 JE 3	FC-3 TBE 3	ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	5	5	5	6	7		8
1					1	1																	
2				3	1		1	1														1	
3																							
4					1	1	1															1	
5							1																
6				5	2				2													2	
7				5			2	2															
8						1	3	3														6	
9				3		1		2															
10				8		2		2															
11					1															1			
12								5					2									4	
13				3				4															
14								2														2	
15				2				4															
Total				29	3	6	6	0	27	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	16	

Fonte: o autor (2021).

O Gráfico 1 apresenta o quantitativo dos tipos de defeitos encontrados nas 15 estações inventariadas em campo, apontando um valor para cada ocorrência. O defeito mais pontuado no trecho avaliado de 300,0 metros foi a trinca transversal curta (TTC), seguido das trincas interligadas tipo couro de jacaré (FC-J2) e remendo (R).

Gráfico 1 – Quantitativo de Defeitos do Pavimento.



Fonte: o autor (2021).

O Quadro 07 apresenta os resultados de todo o trecho de 300,0 metros, onde determinou-se a frequência absoluta para obter o valor da frequência relativa, obtida através da Equação 1. Para chegar aos resultados do IGI, utilizou-se da Equação 2 que é a multiplicação da frequência relativa, pelo fator de ponderação. Através do somatório do IGI, Equação 3, chegou-se ao resultado do índice de gravidade global de 253. Analisando-se o valor de encontrado com as classificações do Quadro 5, tem-se um índice superior a 180, ou seja, apresenta-se como um trecho em péssimas condições.

Quadro 07 – Planilha de Cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG).

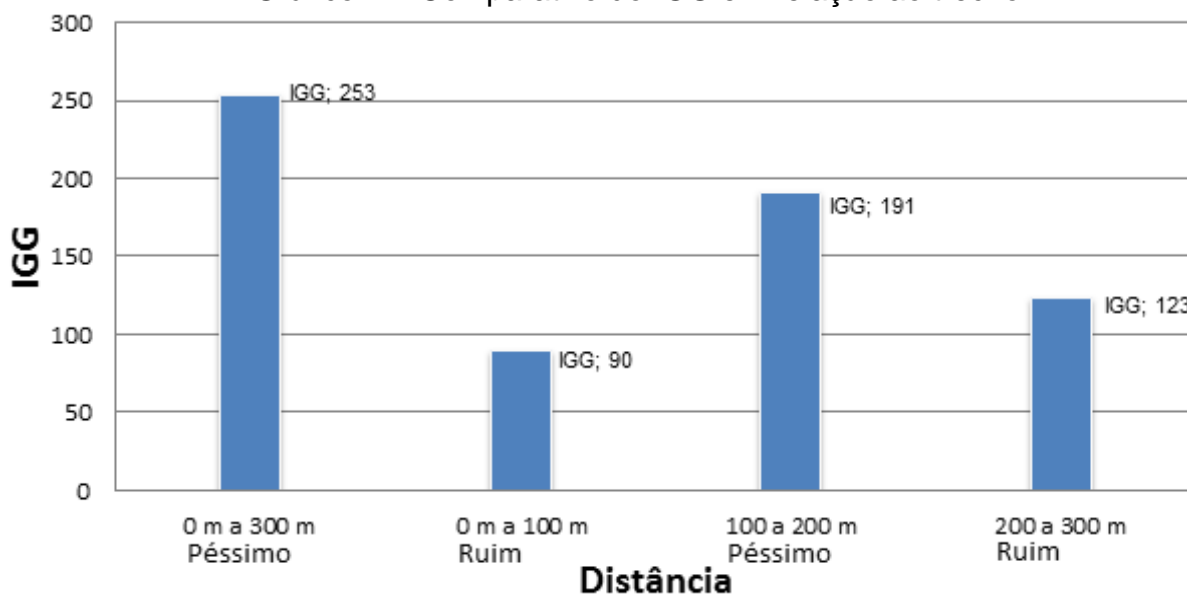
RODOVIA: Rodovia Guaíra Porã, MS-295 GRAVIDADE GLOBAL (IGG) TRECHO: 300 m SUB-TRECHO: s/n REVESTIMENTO TIPO: CBUQ						Data: 25/09/2021	Folha: 01
						Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	44		293	0,2	59	
2	(FC - 2) J, TB	27		180	0,5	90	
3	(FC - 3) JE, TBE	5		33	0,8	27	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	2		13	0,9	12	
5	O, P, E	0		0	1,0	0	
6	EX	0		0	0,5	0	
7	D	1		7	0,3	2	
8	R	16		107	0,6	64	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1A () 1B ()		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv =	TRlv =	Fv =	2A () 2B ()		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		15	∑ IND. GRAVID. IND. = IGG			253	Péssimo

Fonte: o autor (2021).

Foi realizado um comparativo entre o Índice de Gravidade Global (IGG) do trecho e de três sub-trechos, separado em distâncias de 100 metros. Tendo-se para o trecho total, indo da 1ª a 15ª estaca, um conceito classificado com péssimo para um IGG de 253. Já para o sub-trecho I, da 1ª a 5ª estaca, obteve-se um conceito ruim com IGG de 90. O sub-trecho II, da 6ª a 10ª estaca, apresentou um IGG de 191, com um conceito péssimo e o sub-trecho III, da 11ª a 15ª estaca, apontou um IGG de 123 com conceito ruim.

Dessa forma, avaliou-se os trechos isoladamente, obtendo os resultados como péssimo e ruim, conforme demonstrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Comparativo do IGG em relação ao trecho.

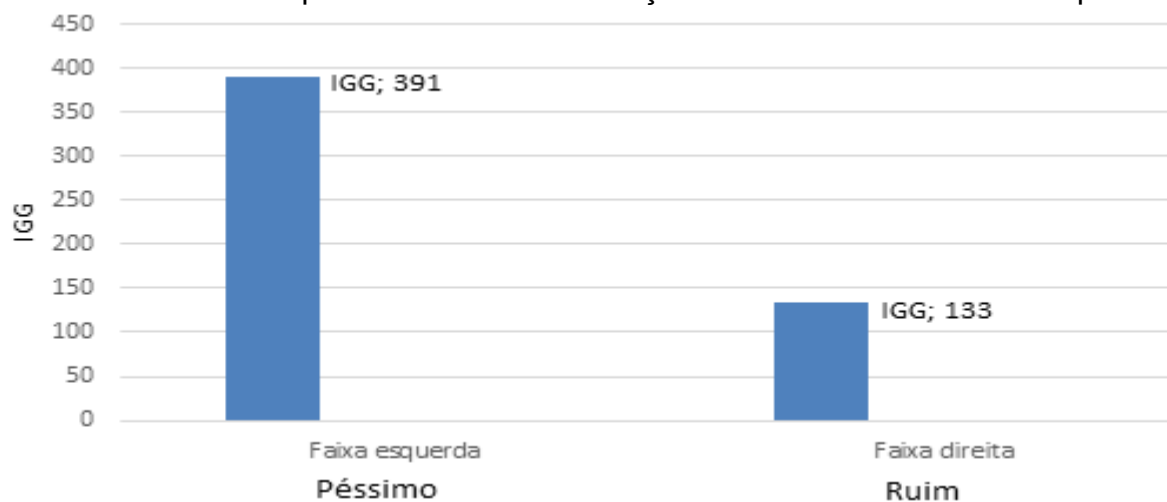


Fonte: o autor (2021).

Observa-se no gráfico acima que a pior seção é o sub-trecho II, entre a 6ª a 10ª estaca.

Ao realizar a coleta em campo percebeu-se que as quantidades de defeitos entre as faixas eram desproporcionais. O Gráfico 3 apresenta o IGG para ambas as faixas, sendo que a faixa da direita apresentou um IGG de 133, com um conceito de ruim e a faixa esquerda um IGG de 391, com conceito de péssimo.

Gráfico 3 – Comparativo do IGG em relação à faixa direita e a faixa esquerda.



Fonte: o autor (2021).



A faixa da esquerda apresentou um índice de patologia bem maior em comparação ao trecho total de 300,0 metros, sendo IGG de 391 da faixa esquerda contra 253 para o trecho total. Isso se explica pela via se tratar de uma rota que transporta cargas vivas, sendo o trajeto da faixa direita de circulação apenas dos veículos vazios (considerando veículos pesados), já a faixa da esquerda tem trajeto para as empresas de desembarque (frigoríficos) de cargas vivas, o que devido ao número e peso dos veículos que circulam nesse sentido da faixa, acaba-se aumentando o índice de patologia nesse sentido.

5 Conclusão

Através das análises tendo como referência a norma DNIT 005/2003 – TER e DNIT-PRO 006/2003, as patologias mais incidentes são as trincas isoladas transversais curtas, trinca interligadas tipo couro de jacaré e os outros tipos de defeitos, sendo, remendo superficial.

Observa-se que o trecho analisado realmente encontra-se em condições péssimas para os usuários da via, onde o Índice de Gravidade Global (IGG) é de 253 para o trecho de 300,0 metros estudado.

Foi realizado um comparativo entre as faixas de rolamento do trecho estudado, através do IGG, foi possível identificar que a faixa da esquerda apresentou um IGG de 391 em relação a faixa da direita que apresentou um IGG de 133, caracterizando ser o pior lado.

Levando em consideração que o trecho em estudo tem uma extensão de 52,4 km entre o município de Iguatemi/MS ao município de Tacuru/MS, sugere-se que se desenvolva um trabalho utilizando trechos de 200,0 metros, para avaliar se os trechos irão apresentar valores muito divergentes entre si.

Em vista dos resultados apresentados pode-se concluir que, mesmo que o trecho avaliado seja considerado como péssimo, visualmente o maior problema se dá no conforto do usuário na via, sendo que, em relação a segurança o trecho não contém deformações críticas que possam vir a causar acidentes.



6 Referências

ALMEIDA, Gabriel de Souza. **Avaliação superficial das patologias em pavimento flexível: caso da BR-265 - km 425 à km 413 – Boa Esperança / Santana da Vargem –MG.** Varginha, 2020. Artigo científico - CENTRO UNIVERSITÁRIO DOSUL DE MINAS – UNIS MG Disponível em: <<http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1463/1/Gabriel%20Souza%20Almeida.pdf>>. Acesso em: 05 de julho 2021.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração.** São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.

CLC – Construtora Luiz Costa. **Execução de terraplanagem de base. 2012.** Disponível em:<CLC - Construtora Luiz Costa (clcconstrutora.com.br)>. Acesso em: 27/05/2021.

COSTA, Manoela Romeiro. **Um Estudo sobre Patologias em Pavimento Flexível na cidade de Manhuaçu - MG.** Manhuaçu, 2019. Artigo científico – UNIFACIG

Centro Universitário. Disponível em: <<http://pensaracademico.facig.edu.br/index.php/semiariocientifico/article/view/1366/148>>. Acesso em: 05/07/2021.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. **Relatório Gerencial.** Fevereiro, 2019. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/relatorio-gerencial>>. Acesso em: 06/04/2021.

DNIT 005/2003 – TER: **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia.** Rio de Janeiro, p. 12. 2003.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 006/2003 – PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento.** Rio de Janeiro, p. 10. 2003.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Coordenação-Geral de Comunicação Social – DNIT.** Janeiro, 2021. Disponível em: <DNIT segue com as obras de restauração na BR-156/AP — Português (Brasil) (www.gov.br)>. Acesso em 26/05/2021.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Coordenação-Geral de Comunicação Social – DNIT.** Maio, 2021. Disponível em: <Equipes avançam com obras de pavimentação do lote 1 da Estrada Boiadeira — Português (Brasil) (www.gov.br)>. Acesso em 26/05/2021.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Pavimentação.** Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. Divisão de Capacitação Tecnológica. 274f. IPR, 2006.



EMCONBRAS – Pavimentação & Terraplenagem 2014, **Pavimentação**. Disponível em: <<http://www.emconbras.com.br/areas-atuacao>>. Acesso em: 06 de maio 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Iguatemi: infográficos: dados gerais do município. Censo 2010**. Maio, 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/iguatemi/panorama>>. Acesso em: 13 de maio 2021.

MARQUES, Gabriele Born. **Análise de pavimento Flexível: Estudo de um trecho crítico na rodovia ERS-421. Lajeado, 2014**. Monografia – CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/578/1/2014GabrieleBornMarques.pdf>>. Acesso em: 15/08/2021

PEDREIRÃO – Macetes de Construção, **Etapas Terraplenagem Para Asfalto, Passo a Passo!**. Disponível em: <<https://pedreirao.com.br/etapas-de-terraplenagem-para-asfalto-passo-a-passo/>>. Acesso em: 07 de maio 2021

ROCHA, Robson Soares. **Patologias de Pavimentos Asfálticos e suas Recuperações - Estudo de Caso da Avenida Pinto de Aguiar**. 2009. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Salvador: Bahia, 2009.

SINTRALOG – **Sindicato das Empresas de Transporte de Cargas e Logística de Santa Rosa**. Conheça os 13 principais defeitos do pavimento nas rodovias. 2015. Disponível em: <<http://www.sintralog.com.br/noticias/conheca-os-13-principais-defeitos-do-pavimento-das-rodovias>>. Acesso em: 13/04/2021.



ANEXO 1- Inventário do estado da Superfície do Pavimento.

Rodovia: TRECHO: SUBTRECHO:	OPERADOR:			FOLHA:		Observações																				
	REVESTIMENTO TIPO:			Escala do Geométrico																						
	DATA:			Escala do Geométrico																						
Estrada ou Tempo km	AFUNDAMENTOS								OUTROS DEFEITOS			TRINCAS ROLAS														
	OK	TRINCAS				PLASTICO				D	E	EX	R	TRI	IRE											
		ISOLADAS		INTERLIGADAS		CONSOLID		CONSOLID																		
	FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	J	TB	JE	TBE	FC-2	FC-3	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	5	6	7	8	mm			

Fonte: ipr.dnit.gov.br Norma DNIT 006/2003 - TER.

ANEXO 2- Planilha de Cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG).

RODOVIA:	PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)										Folha:	
	TRECHO:					REVESTIMENTO TIPO:					Data:	
	Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Escala ou Quiômetro		Observações		
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR				0,2							
2	(FC - 2) J, TB				0,5							
3	(FC - 3) JE, TBE				0,8							
4	ALP, ATP, ALC, ATC				0,9							
5	O.P.E				1,0							
6	EX				0,5							
7	D				0,3							
8	R				0,6							
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1 A () 1 B ()							
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREV =	TRIV =	FV =	2 A () 2 B ()							
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n =	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG									Concelto
1A) IGI = $\bar{F} \times 4/3$ quando $\bar{F} \leq 30$		2A) IGI = \sqrt{FV} quando $\sqrt{FV} \leq 50$										Operador
1B) IGI = 40 quando $\bar{F} > 30$		2B) IGI = 50 quando $\sqrt{FV} > 50$										Cálculo
												Visto

Fonte: ipr.dnit.gov.br Norma DNIT 006/2003 - TER.