

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
LUAN FELIPE BRANDÃO COLAÇA

**ANÁLISE CONTINUADA DOS ÍNDICES DE DEGRADAÇÃO PRECOCE E
PROJEÇÃO DA VIDA ÚTIL DO PAVIMENTO FLEXÍVEL NA BR-163 ENTRE O
KM 266 E O KM 274**

CASCADEL - PR

2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
LUAN FELIPE BRANDÃO COLAÇA

**ANÁLISE CONTINUADA DOS ÍNDICES DE DEGRADAÇÃO PRECOCE E
PROJEÇÃO DA VIDA ÚTIL DO PAVIMENTO FLEXÍVEL NA BR-163 ENTRE O
KM 266 E O KM 274**

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

Professor Orientador: Engenheiro Civil Esp. Lincoln Salgado.

CASCADEL - PR
2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e a minha namorada, pelo amor ilimitado e apoio,
por serem minhas bases, meus motivos para continuar.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, pelo imenso apoio e pela torcida que prestaram nessa caminhada.

A minha namorada, Andressa, por entender a minha ausência, por me amparar em todas as horas difíceis.

Aos meus irmãos, Fernanda e Bruno, que sempre me deram forças para continuar.

A meu professor orientador por ter desempenhado papel exemplar no norteamento deste trabalho.

E a todos os meus amigos e família, que sempre estiveram do meu lado, me apoiando e torcendo pelo meu sucesso.

EPÍGRAFE

“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?”

Fernando Pessoa.

RESUMO

Visto a importância que o modal rodoviário possui e o impacto que o mesmo causa na economia do país, é de suma importância mantê-lo em perfeito funcionamento. São principais agentes degradadores os veículos com excesso de carga e a má execução dos pavimentos asfálticos. Desta forma a proposta desse trabalho foi identificar as causas da degradação efetiva de um trecho da BR-163 realizando uma projeção de como será o comportamento na Curva de Degradação Natural de Pavimentos. Para o estudo analisou-se o trecho entre o km 266 e km 274, entre os Municípios de Toledo e Marechal Cândido Rondon, no Paraná, utilizando-se dos métodos de avaliação através de contagem e identificação das tipologias das patologias encontradas no trecho do pavimento, visto que passou por obras de recuperação a pouco tempo. Através do levantamento das patologias foi possível traçar a curva da degradação atual do pavimento, calcular o IGG para cada lado e o IGG médio, comparando com os resultados obtidos em outros trabalhos no mesmo trecho. Desta forma foi possível identificar que o pavimento continua degradando-se de forma anormal quando comparado ao trabalho realizado em 2015, e obteve uma leve melhora em relação a 2016, fato que pode ser decorrente das quantidades de Remendos encontrados, realizados como medida paliativa a fim de corrigir a maioria das patologias que apresentavam risco a segurança dos usuários. Destarte, conclui-se que o pavimento passou por um processo de restauração que, pela gestão de pavimentos deveria acontecer apenas no sétimo ano, mas ocorreu no terceiro.

Palavras-chave: Pavimentos Flexíveis, Patologias, Degradação, Vida Útil, Excesso de carga.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Trinca Interligada – Tipo Jacaré	20
Figura 2: Trinca Transversal.....	21
Figura 3: Trinca Longitudinal	21
Figura 4: Afundamento de Trilha de Roda.....	23
Figura 5: Ondulação	24
Figura 6: Escorregamento.....	25
Figura 7: Exsudação	26
Figura 8: Desgaste	27
Figura 9: Panela/Buraco	27
Figura 10: Curva de Degradação Natural do Pavimento	35
Figura 11: Gráfico de patologias no Lado Direito.....	39
Figura 12: Gráfico de patologias no Lado Esquerdo.....	40
Figura 13: Gráfico de patologias no Segmento Total.....	41
Figura 14: Trincas.....	42
Figura 15: Remendo trincado	43
Figura 16: Remendo	44
Figura 17: Exsudação	44
Figura 18: Panela.....	45
Figura 19: Desgaste	45
Figura 20: Escorregamento.....	46
Figura 21: Afundamento Localizado.....	47
Figura 22: Afundamento de Trilha de Roda.....	47
Figura 23: Proposto na Norma.....	48
Figura 24: Executado no trabalho.....	48
Figura 25: Gráfico de Índice de Gravidade Global	49
Figura 26: Gráfico de Projeção de Degradação.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Formulário para Cálculo do IGG (Índice de Gravidade Global)	32
Quadro 2: Valor do fator de ponderação	34
Quadro 3: Condições de superfície do pavimento	36
Quadro 4: Valores da degradação natural	37
Quadro 5: Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG	38
Quadro 6: Croquis do IGG do segmento levantado	50
Quadro 7: Porcentagem Conceitual Atual x Porcentagem conceituada por Engel 2015	51
Quadro 8: Valores de Degradação	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ALC: Afundamento de Consolidação Local

ALP: Afundamento Plástico Local

ATC: Afundamento de Consolidação da Trilha

ATP: Afundamento Plástico da Trilha

CBUQ: Concreto Betuminoso Usinado a Quente

CNT: Confederação Nacional do Transporte

CREMA: Contrato de Restauração e Manutenção

D: Desgaste

DENATRAN: Departamento Nacional de Trânsito

DNIT: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

E: Escorregamento

EX: Exsudação

FI: Fissuras

FC-1: São trincas com abertura superior a das fissuras e menores que 1,0mm

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

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

GEIPOT: Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes

ICPF: Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis

IGG: Índice de Gravidade Global

IGI: Índice de Gravidade Individual

IRI: *International Roughness Index* (Índice de Irregularidade de Superfície)

J: Trincas Interligadas “Jacaré” Sem erosão acentuada nas bordas das trincas

JE: Trincas Interligadas “Jacaré” Com erosão acentuada nas bordas das trincas

O: Ondulação

NBR: Norma da ABNT

P: “Panela”

PRO: Procedimento

QI: Quociente de Irregularidade

RENAVAM: Registro Nacional de Veículos Automotores

RP: Remendo Profundo

RS: Remendo Superficial

TB: Trincas Interligadas “Bloco” sem erosão acentuada nas bordas das trincas

TBE: Trincas Interligadas “Bloco” com erosão acentuada nas bordas das trincas

TER: Terminologia

TLC: Trincas Isoladas Longitudinais Curtas

TLL: Trincas Isoladas Longitudinais Longas

TR: Trincamento

TRI: Trilha de Roda Interna

TRE: Trilha de Roda Externa

TRR: Trincas Isoladas Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo cimento) ou do revestimento

TSD: Tratamento Superficial Duplo

TST: Tratamento Superficial Triplo

TTC: Trincas Isoladas Transversais Curtas

TTL: Trincas Isoladas Transversais Longas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	12
1.1 INTRODUÇÃO.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Objetivo Geral.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.3 JUSTIFICATIVA.....	14
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	14
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE.....	15
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	15
CAPÍTULO 2.....	16
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1.1. Pavimentos.....	16
2.1.2. Pavimentos Rígidos.....	17
2.1.3. Pavimentos Semirrígidos.....	17
2.1.4. Pavimentos flexíveis.....	17
2.1.5. Composição dos pavimentos flexíveis.....	18
2.1.6. Vida útil dos pavimentos.....	18
2.1.7 Patologias.....	19
2.1.7.1 Fissuras.....	19
2.1.7.2 Trincas.....	19
2.1.7.3 Afundamento.....	22
2.1.7.4 Ondulação.....	23
2.1.7.5 Escorregamento.....	24
2.1.7.6 Exsudação.....	25
2.1.7.7 Desgaste.....	26
2.1.7.8 Panela.....	27
2.1.7.9 Remendos.....	28
2.1.8 Norma DNIT 006/2003 – PRO.....	28
CAPÍTULO 3.....	29
3.1 METODOLOGIA.....	29
3.1.1 Tipo de estudo.....	29

3.1.2	Caracterização da amostra.....	29
3.1.3	Coleta de dados.....	29
3.1.3.1	Apontamento da norma DNIT 006/2003 – PRO.....	29
3.1.3.2	Método de Execução.....	30
3.1.3.3	Análise de dados.....	31
3.1.4	Frequência Absolutas e Relativas.....	32
3.1.5	Parâmetros.....	33
3.1.6	Índice de Gravidade Individual	33
3.1.7	Índice de gravidade Global.....	34
3.1.8	Projeção da degradação.....	35
3.1.9	Análise dos resultados.....	36
CAPÍTULO 4.....		38
4.1	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
4.1.1	Patologias encontradas.....	38
4.1.1.1	Trincas FC-1, FC-2 e FC-3 (isoladas e interligadas)	38
4.1.1.2	Remendos	42
4.1.1.3	Exsudação	43
4.1.1.4	Panelas	44
4.1.1.5	Desgaste	45
4.1.1.6	Escorregamento	46
4.1.1.7	Afundamentos	47
4.2	CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL.....	47
4.3	PROJEÇÃO DA CURVA DE DEGRADAÇÃO.....	51
CAPÍTULO 5.....		53
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
CAPÍTULO 6.....		55
6.1	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	55
REFERÊNCIAS.....		56
ANEXO A - QUADRO RESUMO DOS DEFEITOS.....		58
ANEXO B - FORMULÁRIO DE INVENTÁRIO DO ESTADO DO PAVIMENTO.....		59
ANEXO C - PLANILHAS DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL...		60

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

De acordo com o CNTTL – CUT (2005), o modal rodoviário pode ser considerado o mais importante no transporte de cargas no Brasil, uma vez que as maiores riquezas do país são transportadas por veículos de carga. Tais riquezas encontram-se impossibilitadas de se locomoverem por outro meio, pois, outros modais apresentam custo elevado ou são inacessíveis em algumas áreas, como o modal aéreo, por exemplo.

Observando assim, economicamente, as rodovias são viáveis pelo seu baixo custo de implantação, pela sua eficiência e rapidez, dado que os serviços de carga são executados por meio de veículos de terceiros, não sobrecarregando o Estado com custos, além de manter as rodovias suas rodovias.

Contudo, este modal também apresenta desvantagens como alto custo operacional e baixa capacidade de carregamento no transporte de carga, como citado por Silva (2013). Visto que os veículos são limitados pelo seu tamanho e capacidade máxima de carga, limitação que tem por finalidade garantir que os veículos consigam transitar em segurança nas rodovias, sem que ocorra a degradação do pavimento.

Segundo Albano (2005), dos problemas encontrados no modal rodoviário, a degradação é um dos mais impactantes no transporte de carga. Uma vez que a autonomia de um veículo que transita em uma rodovia em condições precárias é significativamente menor em comparação à uma rodovia em bom estado. Deste modo, o consumo de combustível torna-se maior, aumentando o custo das viagens e emissões de poluentes.

No decorrer deste trabalho, será possível entender que, com pouco investimento no começo da deterioração do pavimento asfáltico, pode se aumentar sua vida útil, - levando como base a curva de degradação do pavimento -, e que, com o passar do tempo, o investimento ficará mais alto, em contrapartida, o tempo útil do pavimento ficará mais baixo.

Será abordado também a importância do investimento adequado, tanto na implantação da rodovia quanto na recuperação. Algumas rodovias não são executadas da forma correta, privando-as de algumas etapas. Na busca de diminuir gastos, ou até mesmo de desviar dinheiro público, faz-se com que fiquem de má qualidade, trazendo assim sua degradação muito mais rápida do que o habitual, obrigando que ocorra a recuperação antes do planejado, e, portanto, acarretando custos desnecessários.

Para o estudo e efetivação deste trabalho, foi escolhido um trecho em uma rodovia de domínio federal. Esse trecho está localizado no Oeste do Paraná, entre a cidade de Toledo e Marechal Cândido Rondon. A nomenclatura da rodovia estudada é BR-163 e o trecho estudado está localizado entre os quilômetros 266 e 274.

Este trecho teve uma obra de recuperação recente, que foi executada depois da realização de Trabalhos de Conclusão de Curso citados neste como referência, o que possibilitará que consigamos calcular o quanto a vida útil deste trecho subiu na Curva de degradação de pavimentos, e o quanto de investimento foi necessário para que isso ocorresse.

Com este trabalho será mostrado se o pavimento está se deteriorando de acordo com a curva de deterioração, se depois das obras de recuperação já apareceram algumas patologias e se a recuperação foi eficaz para as deficiências lá encontradas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar os índices de degradação precoce do pavimento flexível executado na BR-163, trecho Toledo - Marechal Cândido Rondon, entre o km 266 e o km 274.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar a tipologia das patologias existentes no trecho do Km 266 a 274, da BR-163, de Toledo a Marechal Cândido Rondon-PR;
- Verificar a frequência de ocorrência das patologias no trecho;
- Calcular a degradação da rodovia em função do IGG (Índice de Gravidade Global);
- Identificar as causas da degradação precoce;
- Comparar o índice de degradação com os resultados obtidos por Engel (2015) e por Melani (2016) e, também, com o que é preconizado no cálculo de restauração;
- Levantar as possíveis causas das patologias encontradas através de revisão bibliográfica;
- Indicar o método de recuperação das falhas;
- Estimar os custos dos materiais necessários para a recuperação da patologia com maior incidência.

- Calcular o quanto o trecho subiu na curva de degradação natural com a obra de recuperação e estimar sua vida útil, após a recuperação;
- Analisar se a obra de recuperação foi eficaz para o trecho;

1.3 JUSTIFICATIVA

Identificar a tipologia das patologias encontradas nos pavimentos flexíveis é relevante para que se possa observar o aparecimento precoce das mesmas, as quais comumente são detectadas em grande parte das nossas rodovias. Consequentemente, ao obter conhecimento do porquê do aparecimento destas patologias, será possível melhorar a forma de execução e/ou manutenção dos órgãos responsáveis pelas rodovias.

Este trabalho foi baseado em estudos previamente realizados por Engel (2015) e Guilherme (2016), ambos alunos egressos do Curso de Engenharia Civil, desta mesma instituição de ensino. O primeiro autor realizou o levantamento das patologias apresentadas pelo pavimento da BR-163, no trecho entre as cidades de Toledo e Marechal Cândido Rondon, entre os km 266 e 274, tendo se passado 1 (um) ano após as intervenções para reabilitação da rodovia realizadas pelo órgão responsável. O segundo autor reavaliou os índices encontrados por Engel (2015), a fim de verificar a evolução da curva de degradação do pavimento, realizando o levantamento das patologias que foram encontradas no ano de 2016, ou seja, 2 (dois) anos após a reabilitação do pavimento e 1 (um) ano após o trabalho inicial ser apresentado, respectivamente.

Isto posto, a razão deste trabalho acadêmico justifica-se em avaliar a curva de degradação do pavimento pela terceira vez, 3 (três) anos após a reabilitação do mesmo e, visa-se também, avaliar o lado econômico, ou seja, o quanto foi gasto e como esta sequência de gastos poderia ter sido evitada.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Quais são as causas da degradação efetiva dos pavimentos recentemente implantados?
Qual o custo para a reabilitação da rodovia caso haja necessidade?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Com o conhecimento adquirido, entende-se que as causas da degradação ocorrem principalmente pela sobrecarga e repetições excessivas sobre a rodovia. Portanto, o custo para a reabilitação irá depender das patologias encontradas.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo deverá apresentar as patologias existentes na BR-163 no trecho entre o KM 266 e o KM 274, localizado entre as cidades de Toledo e Marechal Cândido Rondon, no estado do Paraná, delimitando os segmentos por volta de dois anos após a restauração entre os km citados anteriormente.

O levantamento das patologias será realizado por inspeção visual e coleta de dados no local, analisando estes em laboratórios. Restringe-se à pesquisa a identificação das patologias no trecho, análise da gravidade e estudando a possível correção destas e o quão foi eficaz as obras de recuperação do trecho, usando como base a Curva de degradação do pavimento.

CAPÍTULO 2

2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Pavimentos

Segundo Santana (1993), pavimento é uma estrutura construída após a compactação do solo, com função principal de fornecer qualidade e segurança no deslocamento dos usuários, que devem ser garantidos pela engenharia, o máximo de qualidade com o mínimo de custo possível.

A NBR 7207/82 da ABNT dá ao pavimento a seguinte definição:

O pavimento é uma estrutura construída após terraplenagem e destinada econômica e, simultaneamente, em conjunto a:

- a) Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- b) Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e à segurança;
- c) Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

No Manual de Pavimentação do DNIT (1996), a definição de pavimento consta como, no caso de rodovias, sendo o pavimento a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semiespaço considerado teoricamente como infinito – a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito. Ainda segundo a publicação, em geral, há duas classificações de pavimento: flexíveis ou rígidos; sendo que nos pavimentos flexíveis, o dimensionamento é comandado pelo subleito, enquanto que nos pavimentos rígidos, pela resistência do próprio pavimento. Contudo, quando uma das camadas subjacentes ao revestimento betuminoso for cimentada, diz-se que o pavimento é semirrígido.

2.1.2. Pavimentos rígidos

São pouco deformáveis, constituídos de concreto de cimento e rompem-se por tração na flexão, quando sujeitos a deformações (SENÇO, 2001).

Para o Manual de Pavimentação do DNIT (1996), são considerados rígidos os pavimentos que trabalham sensivelmente à tração, como os pavimentos em concreto de cimento Portland, ainda que existem outras composições que resistam apreciavelmente à tração, como materiais tratados com cimento, cal e etc., bem como, certas misturas betuminosas.

O pavimento rígido constitui-se de apenas duas camadas, uma sub-base e uma placa de concreto, que desempenha, ao mesmo tempo, os papéis de revestimento e base.

2.1.3. Pavimentos Semirrígidos

Situação intermediária entre os pavimentos rígidos e flexíveis. É o caso das misturas solo-cimento, solo-cal, solo-betume, dentre outros que apresentam razoável resistência à tração.

Para Medina (1997), consideram-se tradicionalmente duas categorias de pavimentos:

- Pavimento flexível: constituído por um revestimento betuminoso sobre uma base granular ou de solo estabilizado granulometricamente.
- Pavimento rígido: construído por placas de concreto (raramente é armado), assentes sobre o solo de fundação ou Sub-base intermediária.

Quando se tem uma base cimentada sob o revestimento betuminoso, o pavimento é dito semirrígido. O pavimento reforçado de concreto asfáltico sobre a placa de concreto é considerado como pavimento composto (MEDINA, 1997).

2.1.4 Pavimentos flexíveis

São aqueles em que as deformações, até um certo limite, não se rompem. Dimensionados normalmente à compressão e à tração na flexão provocada pelo aparecimento das bacias de deformação sob as rodas dos veículos, que levam a estruturas a deformações permanentes e ao rompimento por fadiga (SENÇO, 2001).

O Manual de Pavimentação do DNER (1996) classifica como pavimentos flexíveis aqueles cuja estrutura é constituída de uma ou mais camadas de espessura finita, assentes sobre um semiespaço infinito e que tem revestimento betuminoso. Em geral, o pavimento flexível é constituído das seguintes camadas: revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e subleito.

2.1.5 Composição dos pavimentos flexíveis

O Glossário de Termos Técnicos Rodoviários do DNER (1997) dá a seguinte classificação para camadas do pavimento flexível:

- Regularização do Subleito: operação que consiste em dar forma à superfície do subleito, segundo um perfil determinado e com material apropriado, compreendendo cortes ou aterros de até 20 cm de espessura;
- Reforço do Subleito: camada em geral de 20 cm de espessura, constituída de materiais granulares grosseiros, compactada, que se aplica no caso de o subleito de estradas de terra ter baixa capacidade de suporte, antes da aplicação do revestimento primário ou para criar condições para a execução de agulhamento;
- Sub-base: camada complementar à base, com as mesmas funções desta, e executada quando, por razões de ordem econômica, for conveniente reduzir a espessura de base;
- Base: camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os ao subleito e sobre a qual se constrói o revestimento. Esta camada pode ser constituída de brita fina, cascalho, pedra amarrada, material estabilizado, concreto asfáltico, cimento Portland, ou qualquer material inorgânico não metálico, sobre o qual o revestimento é aplicado;
- Revestimento: camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação dos veículos e destinada a melhorar as condições do rolamento, quanto ao conforto e segurança e a resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

2.1.6 Vida útil dos pavimentos

É o período de tempo durante o qual dado pavimento satisfaz aos requisitos do trânsito, sem que haja necessidade de restauração (DNIT, 1997). A partir desse momento, o

pavimento sofrerá com o aparecimento de patologias, cujo tipo e gravidade serão responsáveis pela definição do tipo de intervenção necessária.

2.1.7 Patologias

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNER (1996), considerando o trecho estudado nesse projeto trata-se de um trecho com pavimento flexível, serão relacionados os principais tipos de patologias que atingem esse tipo de pavimento.

2.1.7.1 Fissuras

São fendas capilares isoladas existentes no revestimento asfáltico, posicionadas longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da rodovia. Correspondem a um estágio inicial de fendilhamento, tendo extensão inferior a 30 cm e somente perceptíveis a olho nu a uma distância inferior a 1,5 m; podendo ocorrer em qualquer região do pavimento (DOMINGUES, 1993)

O Glossário de Termos Técnicos Rodoviários do DNIT (1997) classifica fissura como uma rachadura fina sobre a superfície de uma pista ou obra de arte, como uma trinca fina de uma rocha ou de um solo ou, ainda, como uma ruptura parcial do material sob ações mecânicas ou químicas, não visíveis a olho nu.

2.1.7.2 Trincas

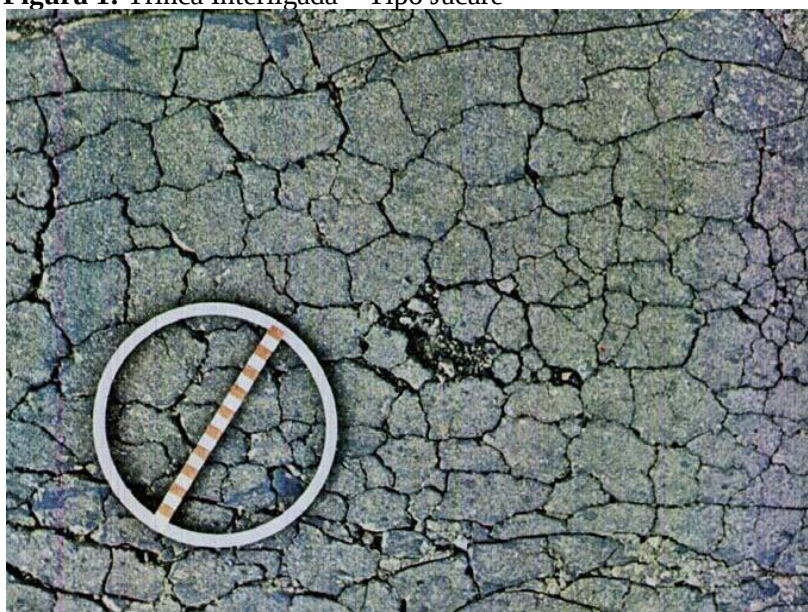
Trincas são qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, consistindo de aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas, constituindo-se em objeto de consideração, quando há avaliação da superfície da pista de rolamento (DNIT, 1997).

As trincas são divididas nas seguintes categorias:

- Trincamento na Borda: é a ruptura da borda do pavimento ou da junção, onde o pavimento sofreu alargamento, caracterizado por uma trinca retilínea ou por uma área trincada, que ocorre próximo da junção entre a pista e o acostamento ou o alargamento, ao longo de uma faixa de aproximadamente 30 a 60 cm. O trincamento na borda pode ser acompanhado por Desintegração ou Desagregação ao longo da borda (DOMINGUES, 1993).

- Trincamentos por Fadiga: é um conjunto de trincas capilares interconectadas, formando uma malha composta de peças de orientações variadas, com ângulos agudos e muitos lados, sendo que o maior lado dessas peças mede menos de 30 cm, podendo ocorrer, principalmente; nas trilhas de roda ou se estender por toda a área que estiver sujeita ao tráfego, conforme Figura 1. Caracteriza o fim da vida útil do revestimento (DOMINGUES, 1993). São conhecidas, também, por trincas tipo couro de Jacaré, por sua aparência assemelhar-se ao aspecto do couro desse animal, devido ao fato de ser formada por um conjunto de trincas interligadas, sem apresentar direções preferenciais.

Figura 1: Trinca Interligada – Tipo Jacaré



Fonte: DNIT 005/2003-TER

- Trincamento Transversal: são fendilhamentos perpendiculares ao eixo do pavimento, que podem ocorrer ao longo de qualquer porção da superfície do pavimento. São consideradas curtas, quando sua extensão for inferior a 1m conforme Figura 2, caso contrário, são consideradas longas (DOMINGUES, 1993).

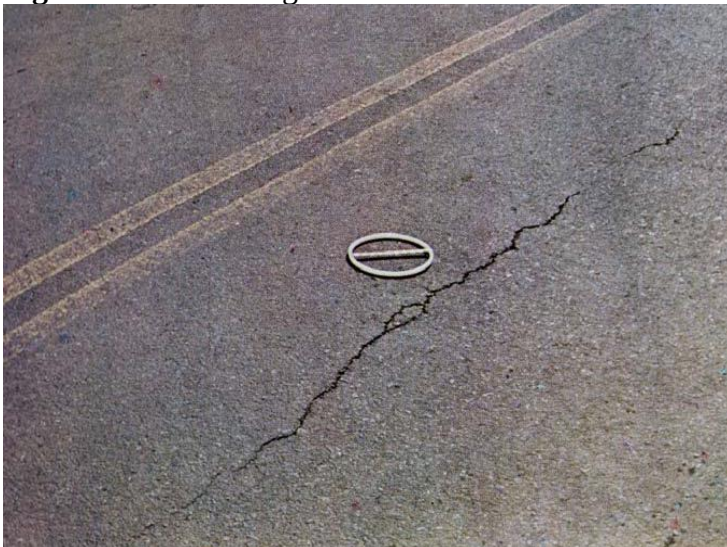
Figura 2: Trinca Transversal



Fonte: DNIT 005/2003-TER

- Trincamento Longitudinal: é um conjunto de trincas paralelas à linha central do pavimento, podendo ocorrer entre duas faixas de execução do revestimento, como podemos verificar na Figura 3. São curtas quando for inferior a 1 m, caso contrário, são longas (DOMINGUES, 1993).

Figura 3: Trinca Longitudinal



Fonte: DNIT 005/2003-TER

- Trincamento Parabólico: são trincas em forma de meia lua ou quarto crescente, que podem ocorrer ao longo de qualquer porção da superfície do pavimento, mas geralmente se apresentam nas trilhas de roda. (DOMINGUES, 1993).
- Trincamento em Bloco: é um conjunto de trincas que divide a superfície do asfalto em peças retangulares com área de aproximadamente 0,1 m² (lados com aproximadamente 30 cm) a 10 m² (lados com aproximadamente 3 m) e ocorrem sobre grandes áreas de pavimento. Quando ocorre em grandes blocos é geralmente classificado como trincamento longitudinal e transversal (DOMINGUES, 1993).
- Trincamentos por Propagação de Juntas: é um conjunto de trincas longitudinais e/ou transversais que aparecem sobre a superfície do pavimento, refletindo as juntas das bases rígidas subjacentes à camada de revestimento asfáltico, principalmente, nas lajes de concreto, paralelepípedos, etc. (DOMINGUES, 1993).

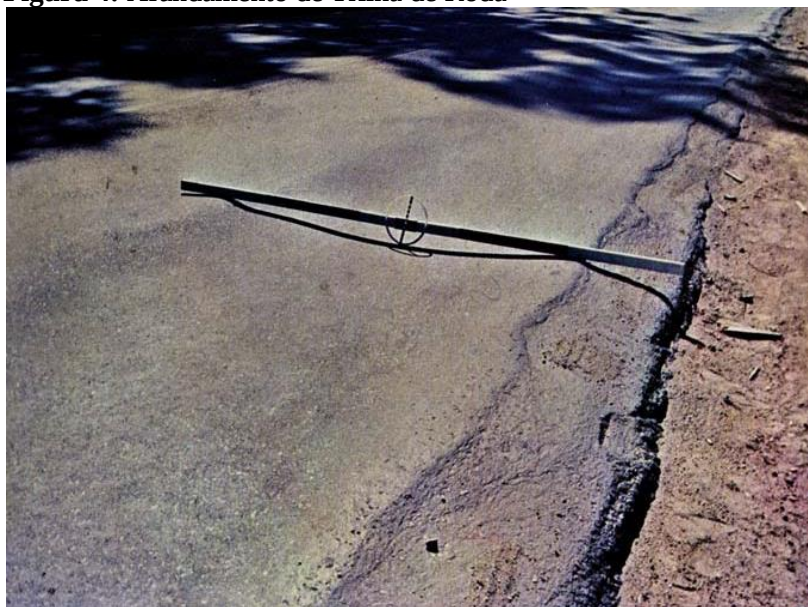
2.1.7.3 Afundamento

É uma depressão nas trilhas de roda acompanhada ou não de deslizamento, podendo ocorrer elevação ao longo das bordas desse afundamento (Figura 4). Também conhecido como deformação plástica (DOMINGUES, 1993).

O Glossário de Termos Técnicos Rodoviários do DNIT (1997) dá 4 definições para afundamento, são elas:

- 1) Deformação produzida pela movimentação e/ou recalque de camadas do solo;
- 2) Depressão produzida pela movimentação tectônica das camadas;
- 3) Rebaixamento da pista de rolamento nas proximidades dos encontros de obras-de-arte especiais e/ou sobre travessia de bueiros;
- 4) Defeito de superfície de pavimento flexível ou semirrígido caracterizado pela existência de depressão localizada da superfície do pavimento, objeto de consideração quando de avaliação da superfície de rolamento.

Figura 4: Afundamento de Trilha de Roda



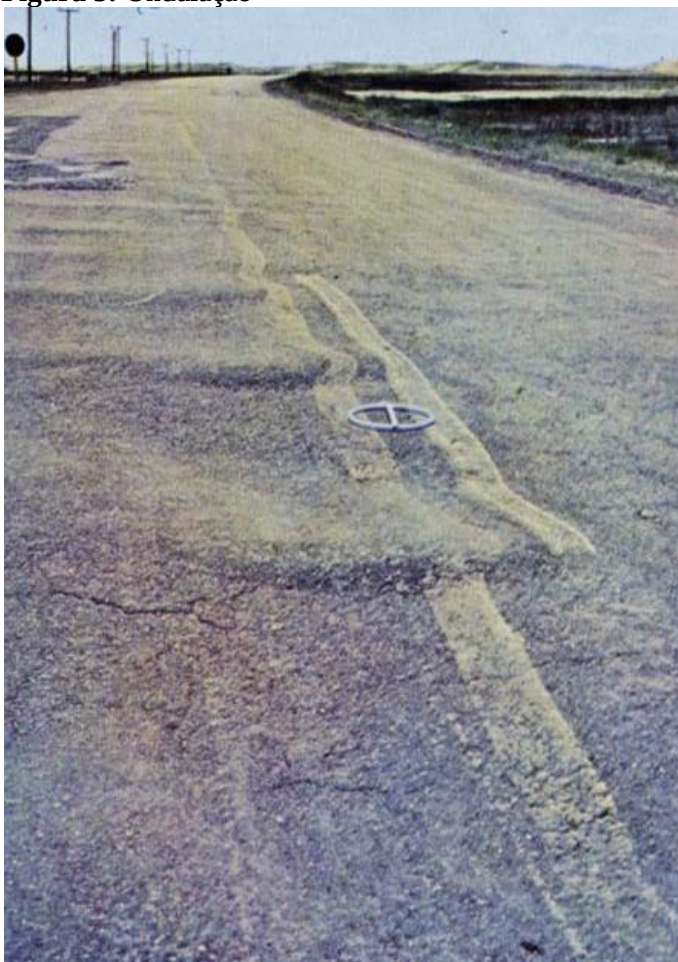
Fonte: DNIT 005/2003-TER

2.1.7.4 Ondulação

Caracteriza-se por defeito na superfície de uma pista de rolamento, que consiste em ondulações transversais (Figura 5). É um movimento plástico do revestimento asfáltico, caracterizado por ondulações transversais ao longo da superfície (DNIT, 1997)

Para Domingues (1993), ondulação ou corrugação é a sucessão regular ou não de saliências transversais, podendo ocorrer nas zonas fortemente solicitadas por efeitos tangenciais (fortes rampas com tráfego pesado intenso, zona de frenagem ou aceleração), sendo mais pronunciada nas proximidades da trilha de roda.

Figura 5: Ondulação



Fonte: DNIT 005/2003-TER

2.1.7.5 Escorregamento

É o deslocamento do revestimento em relação à camada de base com o surgimento de fendas em forma de meia lua (Figura 6). A trinca em forma de meia lua é devido à falta de aderência ou a falta de limpeza durante a execução da camada de revestimento e a camada de base ou, a massa asfáltica tem baixa resistência. É comum encontrar a patologia escorregamento de massa em áreas de frenagem e de intersecções, principalmente em tráfego pesado, quando o veículo causa o deslizamento de massa asfáltica ou a deformação do revestimento (SILVA, 2011).

Figura 6: Escorregamento



Fonte: DNIT 005/2003-TER

2.1.7.6 Exsudação

É o aparecimento localizado do ligante ou de argamassa betuminosa na superfície do pavimento, criando manchas de dimensões variadas que apresentam um brilho vítreo de cor preta e superfície lisa de baixa resistência à derrapagem (Figura 7), podendo ocorrer nas trilhas de roda ou em qualquer porção da superfície do pavimento (DOMINGUES, 1993).

O Glossário de Termos Técnicos Rodoviários do DNIT (1997) denomina exsudação como o surgimento de ligante betuminoso na superfície do pavimento ou, então, como um defeito de superfície de pavimento flexível ou semirrígido, constituído por excesso de ligante betuminoso, localizado em forma mais escura na pista de rolamento, objeto de consideração quando se avalia a superfície de pavimento.

Figura 7: Exsudação



Fonte: DNIT 005/2003-TER

2.1.7.7 Desgaste

O desgaste superficial é devido ao elevado tráfego com intemperismo e é caracterizado pela aspereza superficial (Figura 8). A causa disso é a volatilização e a oxidação do asfalto, sob a ação abrasiva do tráfego e de causas naturais. O arrancamento de partículas de massa asfáltica e agregados ocorre em idades avançadas. Se a perda de agregados ocorrer em pouco tempo após a abertura do fluxo de veículos, a causa pode ser um superaquecimento do asfalto na usina ou uma carência de ligante na mistura asfáltica (SILVA, 2011).

Figura 8: Desgaste



Fonte: DNIT 005/2003-TER

2.1.7.8 Painéis

São cavidades de tamanhos variados (Figura 9), podendo ocorrer em qualquer porção da superfície do revestimento e, principalmente, nas trilhas de roda (por serem mais solicitadas) (DOMINGUES, 1993).

Figura 9: Painel/Buraco



Fonte: DNIT 005/2003-TER

2.1.7.9 Remendos

É uma porção do revestimento, em que o material original foi removido e outro material, similar ou diferente, foi colocado em seu lugar de acordo com a técnica apropriada ou o simples preenchimento do buraco (DOMINGUES, 1993).

Embora o remendo seja uma correção de patologias, na maioria dos casos, ele compromete a funcionalidade do pavimento por causar desconforto ao usuário, além de que, o remendo representa um ponto de maior suscetibilidade à deterioração, por esses motivos, o remendo deve ser tratado também como patologia (DOMINGUES, 1993).

2.1.8. Norma DNIT 006/2003 – PRO

Com a finalidade de conferir ao pavimento inventariado um conceito que retrate o grau de degradação atingido, são feitos cálculos do Índice de Gravidade Global (IGG), por meio do Índice de Gravidade Individuais (IGI) dos pavimentos. Para isso, é utilizada a Norma DNIT 006/2003 – PRO.

Essa Norma fixa as condições exigíveis para a avaliação objetiva da superfície de pavimentos rodoviários dos tipos flexíveis e semirrígidos, mediante à contagem, à classificação de ocorrências aparentes e, também, à medição das deformações permanentes nas trilhas de roda.

CAPITULO 3

3.1. METODOLOGIA

3.1.1. Tipo de estudo

Refere-se à análise da vida útil de pavimento flexível, por meio da contagem, da classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações permanentes nas trilhas de roda. Esta abordagem dá continuidade a outro trabalho similar, efetuado por Melani (2016) e que trata da avaliação dos problemas de degradação ocorridos no pavimento flexível recentemente recuperado.

3.1.2 Caracterização da amostra

O local da pesquisa foi a BR-163, via que é considerada arterial, tendo em vista que esta suporta grandes volumes de tráfegos e tem a função de ligação interestadual. O trecho de análise encontra-se entre os Municípios de Marechal Cândido Rondon e Toledo, entre os km 266 e 274. O referido trecho foi recuperado no ano de 2014, por meio de contrato de prestação de serviços firmado pelo DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, atual gestor da via. O trabalho de Melani (2016) – utilizado com referência para o presente estudo - foi realizado em 2016, ou seja, dois anos após a reabilitação do pavimento.

A recuperação da via compreendeu os serviços de restauração, conservação e manutenção, por meio do programa CREMA 2ª etapa. O trecho estudado está inserido num trecho total de 202,8 km, que compreende as rodovias BR-163, BR-467, BR-272, iniciando em Francisco Alves, passando por Guaíra, Marechal Cândido Rondon, Toledo, Cascavel, Capitão Leônidas Marques, finalizando no entroncamento com a PR-182, em Marmelândia.

3.1.3 Coleta de dados

3.1.3.1 Apontamentos da norma DNIT 006/2003 – PRO

Flecha na trilha de roda

A medida da deformação permanente do sulco formado nas trilhas de roda interna (TRI) e externa (TRE), corresponde ao ponto de máxima depressão, medida sob o centro de uma régua de 1,20 m.

Superfície de avaliação

Superfície delimitada pelas bordas da faixa de tráfego e por duas seções transversais, situadas respectivamente a 3,00 m antes e 3,00 m após a estação considerada.

Terminologia correlata

Os defeitos mencionados na norma DNIT 006/2003 – PRO são definidos pela norma DNIT 005/2003 – TER. A relação com os tipos de defeitos e terminologia consta no Anexo 1.

3.1.3.2 Método de execução

A coleta de dados será realizada no mês de agosto e setembro de 2017, na rodovia BR-163. Para a coleta de dados se utilizará a norma do DNIT 006/2003 – PRO. O objetivo da coleta será identificar todas as inconformidades que ocorreram na rodovia entre os km 266 e 274.

A norma citada prevê a utilização de aparelhagem específica para tal objetivo:

- Treliza de alumínio padronizada, tendo 1,20m de comprimento na base, dotada de régua móvel instalada em seu ponto médio, que permite medir, em milímetros, as flechas da trilha de roda;
- Equipamento e material auxiliar para localização e demarcação na pista das estações de avaliação; tais como: trena com 20m, giz, tinta, pincel, formulários, etc.

Considerando que a via analisada é de pista simples, as superfícies de avaliação serão locadas a cada 20m em ambos os lados do segmento avaliado. Irão ser demarcadas por meio de pintura e cada estação receberá um número, correspondente à estaca, pintado junto ao bordo do revestimento.

As flechas serão medidas em milímetros em cada estação demarcada, utilizando a treliza citada anteriormente. Estas medidas terão que ser executadas nas trilhas de roda interna

e externa, anotando-se o maior valor medido em cada trilha. Caso a estação apresente remendo ou panela que inviabilize a medida da flecha, a treliça será deslocada, com a condição de se obter uma flecha no interior da área previamente demarcada.

Além da medição das trilhas de roda, será levantado o inventário dos defeitos do pavimento da área em estudo, por meio de anotações realizadas em fichas e utilizando as terminologias detalhadas na norma DNIT 005/2003 – TER; com as seguintes particularidades:

- Todas as trincas isoladas foram anotadas como do Tipo I;
- Os remendos superficiais e remendos profundos foram anotados como remendos – R;
- Foi anotado, ainda, o tipo de seção de terraplenagem ocorrente na estação de avaliação (A = Aterro, C = Corte, SMA = Seção mista, lado de aterro, SMC = Seção mista, lado de corte, CR = Corte em rocha, PP = Ponto de passagem).

3.1.3.3 Análise dos dados

Após a realização da coleta de dados, então serão realizados os cálculos estatísticos, visando obter o Índice de Gravidade Global do segmento (IGG) e projetar a curva de degradação do trecho em análise. Para realização de tais cálculos, utilizou-se o *software Windows Excel*, em que uma planilha foi criada, conforme Quadro 01, a qual utilizou como dados de entrada os resultados encontrados no local e, então, foram criadas fórmulas que calcularam automaticamente os parâmetros necessários. Os cálculos são demonstrados a seguir:

Quadro 1: Formulário para Cálculo do IGG (Índice de Gravidade Global)

RODOVIA: PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						Data:	Folha:
TRECHO:						Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
SUB-TRECHO:						REVESTIMENTO TIPO:	
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				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				Conceito
1A) IGI = $\bar{F} \times 4/3$ quando $\bar{F} \leq 30$						Operador	
2A) IGI = $\bar{FV}$ quando $\bar{FV} \leq 50$						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando $\bar{F} > 30$						Visto	
2B) IGI = 50 quando $\bar{FV} > 50$							

Fonte: DNIT 006/2003 – PRO

3.1.4 Frequências absolutas e relativas

De acordo com a codificação da Norma DNIT 005/2003-TER, serão calculadas as frequências absolutas e relativas das seguintes ocorrências inventariadas:

- Tipo 1 – trincas isoladas;
- Tipo 2 – FC2 ou trincas interligadas (J e TB);
- Tipo 3 – FC3 ou trincas interligadas (JB e TBE);
- Tipo 4 – ALP e ATP (afundamentos plásticos);
- Tipo 5 – O e P (ondulação e painéis);
- Tipo 6 – EX (exsudação);
- Tipo 7 – D (desgaste);
- Tipo 8 – R (remendo).

A frequência absoluta corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada, a ocorrência relativa é calculada por meio da Equação 1:

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n} \quad (1)$$

Em que:

f_r = frequência relativa;

f_a = frequência absoluta;

n = número de estações inventariadas.

A frequência absoluta será determinada por contagem simples das ocorrências anotadas nas fichas.

3.1.5 Parâmetros

Considerando se tratar de rodovia de pista simples, a norma DNIT 006/2003 PRO, determina que deverão ser calculados a média e a variância para as flechas medidas nas trilhas de roda interna e externa, utilizando-se das Equações 2 e 3:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Na qual:

$\bar{x}$ = média aritmética dos valores das flechas medidas;

x_i = valores individuais;

s = desvio padrão dos valores das flechas medidas;

s^2 = variância.

Os valores individuais serão retirados da planilha de campo.

3.1.6 Índice de gravidade individual

Para cada uma das ocorrências inventariadas, será calculado o índice de gravidade individual, utilizando a Equação 4:

$$IGI = f_r \times f_p \quad \mathbf{1} \quad (4)$$

Em que:

f_r = frequência relativa;

f_p = fator de ponderação, retirado do Quadro 02

Para a determinação do índice de gravidade individual das flechas, terá que ser analisada a média aritmética das médias das flechas e a média aritmética das variâncias das flechas, da seguinte forma:

- Quando a média aritmética das médias das flechas for igual ou inferior a 30, o fator de ponderação é igual a 4/3; quando superior a 30, o Índice de Gravidade Individual é igual a 40;
- Quando a média das variâncias das flechas for igual ou inferior a 50, o fator de ponderação é igual a 1 (um); quando superior a 50, o Índice de Gravidade Individual é igual a 50.

Quadro 2: 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: DNIT 006/2003 - PRO

3.1.7 Índice de Gravidade Global

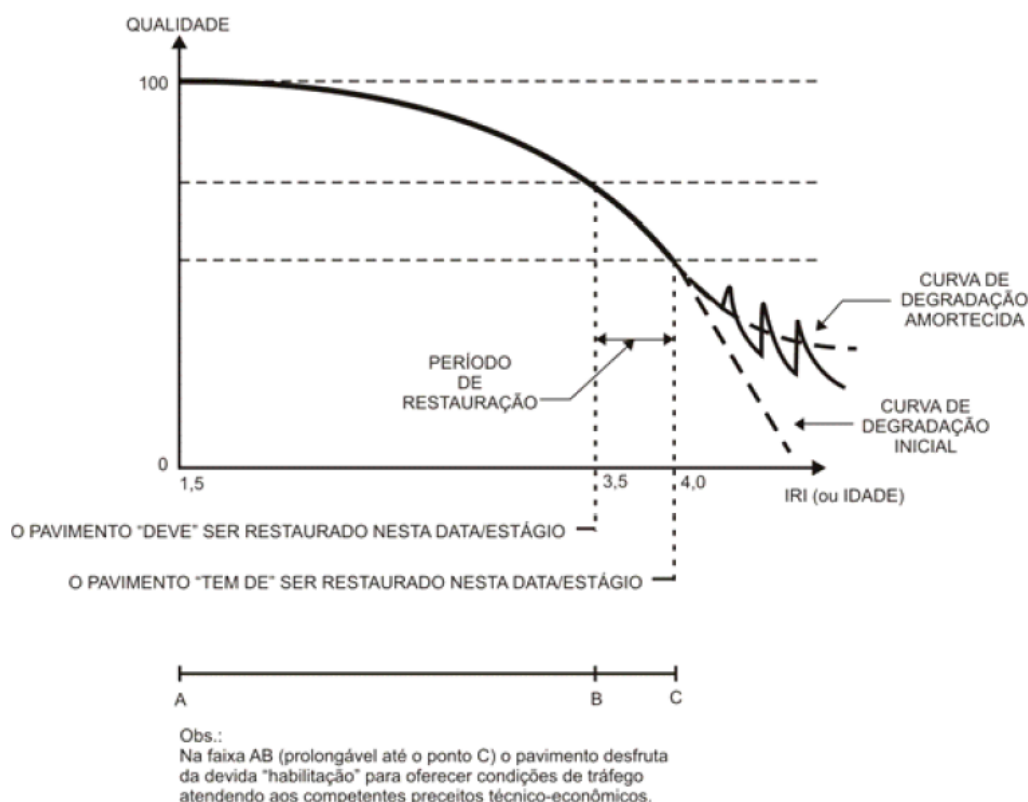
O índice de Gravidade Global configura-se na somatória dos índices de gravidade individual, que serão calculados como demonstrado anteriormente.

3.1.8 Projeção de degradação

Conforme descreve Melani (2016), após a coleta dos dados, partiu-se para a projeção da degradação utilizando-se como base o gráfico da Figura 11, que contém a curva de degradação natural de um pavimento, conforme o Manual de Restauração de Pavimentos Flexíveis do DNIT (2006).

Também retirado do Manual de Restauração de Pavimentos Flexíveis do DNIT, o Quadro 03 apresenta os níveis de conceitos relativos às condições do pavimento em função de diversos índices, dos quais somente foram utilizados neste trabalho o IRI, que se incidiu uma proporção em função do tempo/idade, essa utilizada por Milani (2016), sendo possível, dessa forma, fazer um comparativo à curva encontrada em seu trabalho e o IGG que foi devidamente calculado por meio do procedimento DNIT 006/2003-PRO.

Figura 10: Curva de Degradação Natural do Pavimento



Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Flexíveis do DNIT (2006).

Quadro 3: Condições de superfície do pavimento

Conceito	Irregularidade		ICPF	IGG	TR
	QI (cont./km)	IRI (m/km)			
Excelente	13-25	1-1,9	5-4	0-20	0-2
Bom	25-35	1,9-2,7	4-3	20-40	2-5
Regular	35-45	2,7-3,5	3-2	40-80	5-10
Ruim	45-60	3,5-4,6	2-1	80-160	10-25
Péssimo	>60	>4,6	1-0	>160	>25

Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Flexíveis do DNIT (2006).

Onde:

QI = Quociente de Irregularidade

IRI = Índice Internacional de Irregularidade

ICPF = Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis

IGG = Índice de Gravidade Global

TR = Trincamento (% de FC-2 + FC-3)

Da mesma forma que Engel (2015) e também Melani (2016), foram aplicados os valores ideais de IGG para cada idade do pavimento, resultando no Quadro 04 para confecção da curva ideal de degradação.

Para a projeção da curva de degradação real irá se utilizar a proporção da curva ideal, ou seja, com a obtenção do IGG atual do trecho analisado aproximou-se do mesmo valor do ideal independentemente da idade. A partir disto realizar um cálculo da proporção do real paralelo com o ideal, assim obtendo um raio de curvatura.

3.1.9 Análise dos resultados

A coleta de dados irá constituir na contagem das patologias encontradas entre os km 266 e 275 – total de 9 km - da BR-163 entre as cidades de Toledo e Marechal Cândido Rondon. Esperando obter as frequências de cada patologia por quilometro, para os lados direito e esquerdo e no segmento total. Para a análise dos resultados serão apresentados, de forma individual, as principais patologias encontradas, bem como suas prováveis causas e a evolução das mesmas um ano após o trabalho do Engenheiro civil Guilherme Melani.

Quadro 4: Valores da degradação natural

ANOS	IDEAL	ENGEL (2015)	MELANI (2016)	ATUAL
0,5	2,5	14,1	31	25,17
1	5	28,12	61,8	50,34
1,5	7,5	37,4	82,1	75,5
2	10	49,9	109,58	100,68
2,5	12,5	62,3	136,8	125,85
3	15	74,8	164,3	151,02
3,5	17,5	93,5	205,3	176,19
4	20	112,2	246,4	201,36
4,5	25	130,9	287,5	251,7
5	30	149,6		
5,5	40	187		
6	53,3	224,4		
6,5	66,7			
7	80			
7,5	100			
8	120			
8,5	140			
9	160			
9,5	200			
10	240			

Fonte: Engel (2015); adaptado pelo Autor (2017)

Da mesma forma que Melani (2016), foi calculado o IGG para cada lado dividido por quilômetro, na sequência, irá ser calculado o IGG médio de cada lado em toda a extensão do trecho analisado e, por fim, calcular um IGG médio para todo o segmento.

CAPÍTULO 4

4.1.RESULTADOS E DISCUSSÕES

A realização da pesquisa permitiu calcular os índices de gravidade global do pavimento. Com esse número, foi possível atribuir um conceito ao pavimento inventariado, de modo a retratar o grau de degradação atingido. Para isso, foram utilizados os valores expressos no Quadro 05.

Quadro 5: 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 006/2003 - PRO

Oram comparados os resultados de IGG e conceito encontrados com os resultados obtidos por Engel (2015) e, também com Melani (2016), assim, foi possível efetuar uma análise sobre a evolução dos defeitos do pavimento.

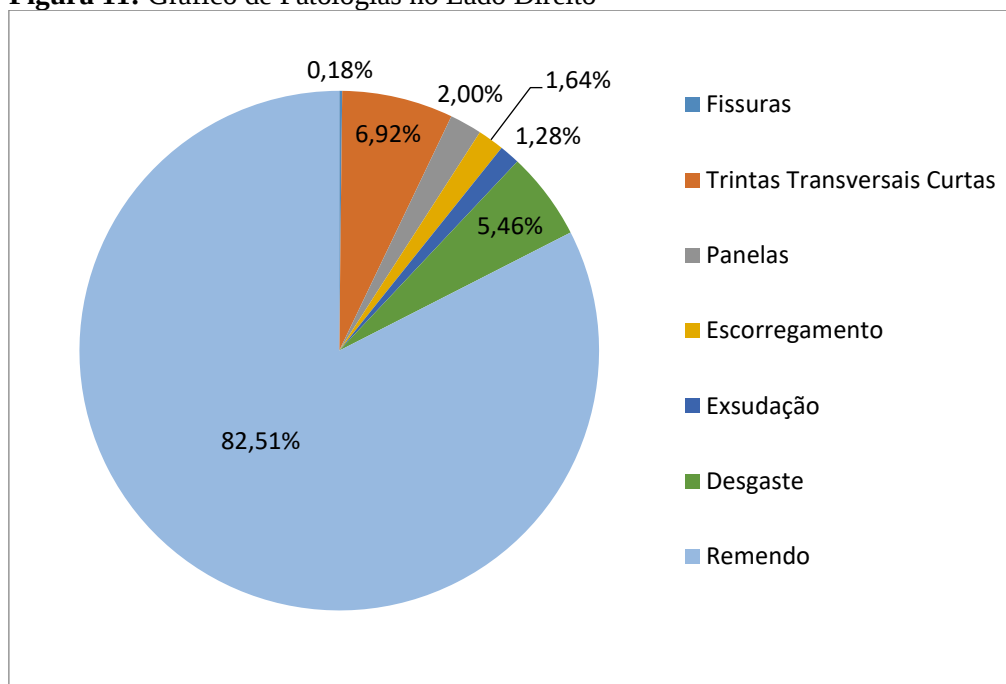
4.1.1. Patologias encontradas

Seguido do levantamento das patologias no trecho estudado, foi possível fazer um levantamento quantitativo dos defeitos encontrados, identificando quais apresentavam mais incidência, comparando com os resultados apresentados por Engel (2015), e por Melani (2016).

A Figura 11 mostra os resultados encontrados para o lado direito do segmento analisado:

As principais patologias encontradas no lado direito do segmento analisado foram os Remendos que atingiram 82,51%, seguido das trincas isoladas (FC-1), que atingiram 7,1% do total de defeitos no segmento, as trincas do tipo FC-2, não foram encontradas. Pode ser observado: Desgaste (5,46%), Painéis (2,00%), Escorregamento (1,64%), e com menor frequência estão as Exsudações (1,28%).

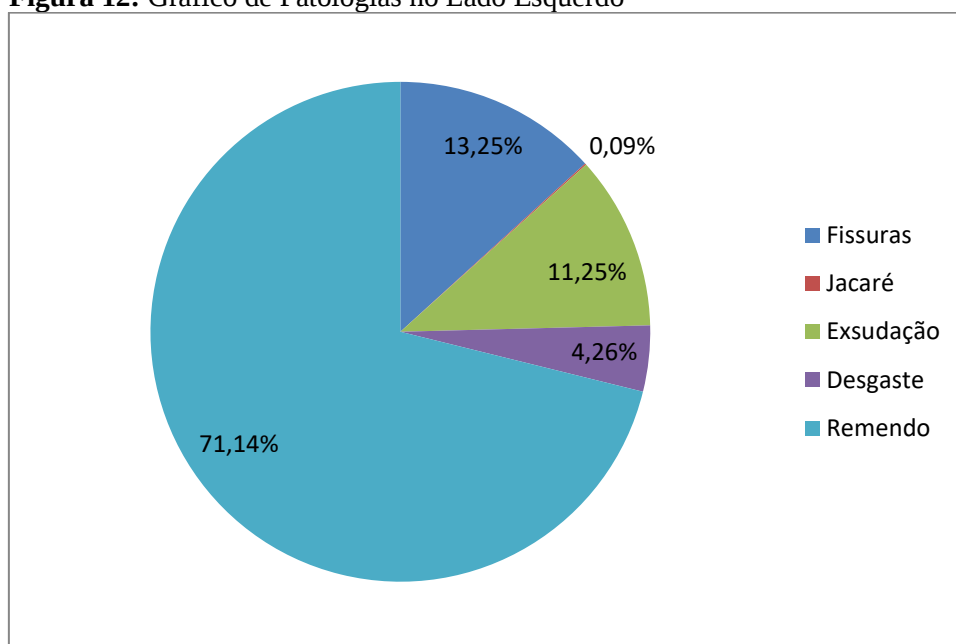
Figura 11: Gráfico de Patologias no Lado Direito



Fonte: Autor (2017).

Fazendo se um comparativo com os resultados apresentados por Engel (2015) e por Melani (2016), verificou se uma grande quantidade de Remendos, e um decréscimo nas demais patologias, uma vez que o trecho passou por obras de restauração recentemente.

A Figura 12 mostra os resultados encontrados para o lado esquerdo do segmento analisado:

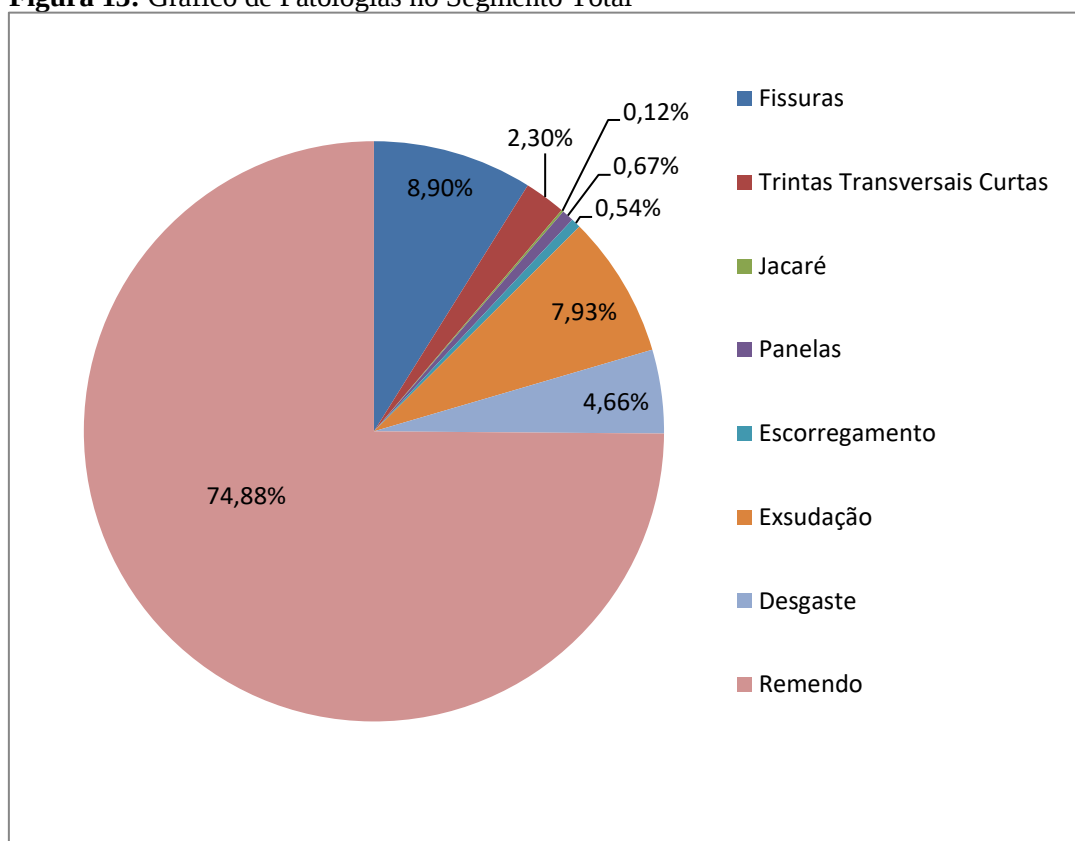
Figura 12: Gráfico de Patologias no Lado Esquerdo

Fonte: Autor (2017).

No caso do lado esquerdo os resultados não mudam muito, os principais resultados continuam sendo os remendos, que totalizam 71,14%, em seguida as trincas isoladas (FC-1), que apresentaram 13,25%, as Exsudação (11,25%), Desgaste (4,26%) e as Trincas tipo FC-2, que apresentaram a menor porcentagem, apenas 0,09%.

Outra vez foi comparado os resultados encontrados com o trabalho feito por Engel (2015) e pelo Melani (2016) e pode se observar que muitas patologias foram resolvidas, oferecendo mais segurança aos usuários, Trincas Transversais Curtas foram extintas, e as do tipo Jacaré representa uma porcentagem insignificante (0,09%). Isso sucedeu pela execução das obras de recuperação.

Por fim, a Figura 13 demonstra os resultados obtidos para todo o segmento:

Figura 13: Gráfico de Patologias no Segmento Total

Fonte: Autor (2017).

Na avaliação da amostra total, os resultados não variaram muito em relação ao levantamento do lado esquerdo e ao lado direito, podemos verificar que os Remendos são a maior parcela do gráfico, totalizando 74,88%, seguido das trincas isoladas (FC-1) representando 11,20% dos defeitos encontrados. Na sequência, temos: Exsudação (7,93%), Desgaste (4,66%) Painelas (0,67%), e Escorregamento (0,54%). Assim, os defeitos com menor ocorrência: Trincas do tipo FC-3 (2,52%) e Afundamentos (2,17%). O por último, como um dos resultados mais evidentes das obras de recuperação foram as trintas do tipo (FC-2) que acabara caindo para 0,54%.

Podemos observar também com esse último gráfico, que as patologias encontradas no trecho tiveram um decréscimo em relação a Engel (2015) e a Melani (2016), com exceção das fissuras, que tiveram um aumento, as do tipo Jacaré praticamente sumiram, restando apenas uma quantidade insignificante. As trincas transversais longitudinais curtas foram reduzidas de 24,43% para 2,30% em relação a Milani (2016). As fissuras tiveram um leve aumento, por se tratar de uma obra que foi recuperada a pouco tempo.

4.1.1.1 Trincas FC-1, FC-2 e FC-3 (isoladas e interligadas)

Os trincamentos generalizado do segmento analisado deixaram de serem as principais patologias encontradas, dando lugar para os Remendos. Estes defeitos chegavam a 62,72% das patologias detectadas por Melani (2016), e após as obras de recuperação acabaram sendo reduziram se até chegar a 11,32%. As trincas (Figura 14) são as patologias que representam a menor gravidade no cálculo do IGG, o que pode ser observado pelo seu fator de ponderação no valor de 0,2, mas, por meio das trincas é que aparecem as patologias consideradas mais importantes, tais como: painéis e escorregamentos, as trincas acabam dando espaço para o aparecimento de outras novas patologias. Pode-se considerar o trincamento como o início da degradação do pavimento e pode ser causada, tanto pela má execução da camada betuminosa, quanto pelo excesso de carga que começa a causar esmagamento no pavimento, fazendo surgir as primeiras trincas. Muitas vezes elas acabam aparecendo até mesmo nos Remendos (Figura 15). O surgimento da trinca aumenta a infiltração de água na camada de revestimento, precipitando o aparecimento de outros defeitos maiores.

Figura 142: Trincas



Fonte: Melani (2016).

Figura 15: Remendo trincado



Fonte: Melani (2016).

4.1.1.2 Remendos

Os remendos representaram a segunda maior quantidade de patologias apontados pelo levantamento do segmento. Geralmente os eles são resultado da correção de outras patologias que ocorreram no pavimento. No caso desse segmento, provavelmente a quantidade maior de remendos se refere aos afundamentos constatados no levantamento feito por Engel (2015), que constatou uma grande quantidade destes defeitos, os quais foram corrigidos, em sua maior parte, pela manutenção do trecho (Figura 16).

4.1.1.3 Exsudação

Esta patologia (Figura 17) ocorre, geralmente, quando há excesso de asfalto na mistura betuminosa, além do baixo volume de vazios. Essa patologia pode ocasionar deslizamento do veículo, principalmente em dias de chuvas.

Figura 16: Remendo



Fonte: Melani (2016).

Figura 17: Exsudação



Fonte: Melani (2016).

4.1.1.4 Painéis

Esta patologia (Figura 18) representou 0,67% do total de patologias levantadas no segmento. É a de maior importância no cálculo do IGG, tendo fator de ponderação de valor igual a 1. O seu aparecimento, na maioria das vezes, vem do trincamento e desagregação do pavimento.

Figura 18: Panela



Fonte: Melani (2016).

4.1.1.5 Desgaste

Esse tipo de patologia geralmente ocorre quando há falta de ligante na mistura ou quando não ocorre a adesividade do ligante com o material pétreo. Também pode ocorrer por má execução da camada de revestimento (Figura 19).

Figura 193: Desgaste



Fonte: Melani (2016).

4.1.1.6 Escorregamento

Das patologias levantadas no segmento, 0,54% correspondem ao escorregamento (Figura 20). Essa patologia ocorre por falta de compactação da camada ou falha na pintura de ligação com a camada inferior. Ouve um decréscimo em relação a Engel (2015) e a Melani (2016) se tratando dos Remendos feitos recentemente.

Figura 20: Escorregamento



Fonte: Melani (2016).

4.1.1.7 Afundamentos

Essa patologia ocorre por excesso de ligante na mistura betuminosa. Pode ser localizado (Figura 21) ou de trilha de roda (Figura 22). Esta era uma das mais encontradas no levantamento de Engel (2015), mas a maioria dos pontos foram recuperados pela manutenção da rodovia, visto que, a ocorrência desta pode causar acidentes aos usuários da rodovia.

Figura 214: Afundamento Localizado



Fonte: Melani (2016).

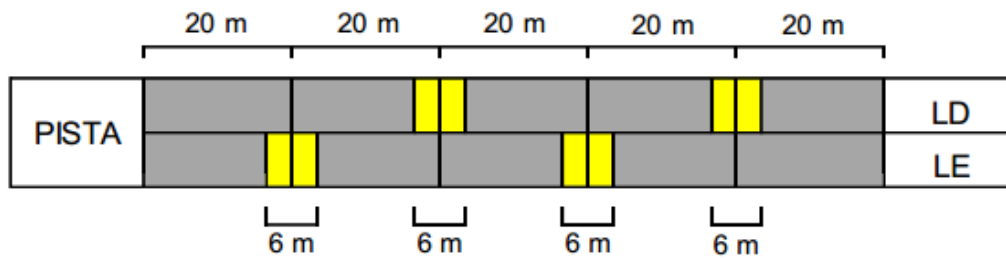
Figura 22: Afundamento de Trilha de Roda



Fonte: Melani (2016).

4.2 CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL

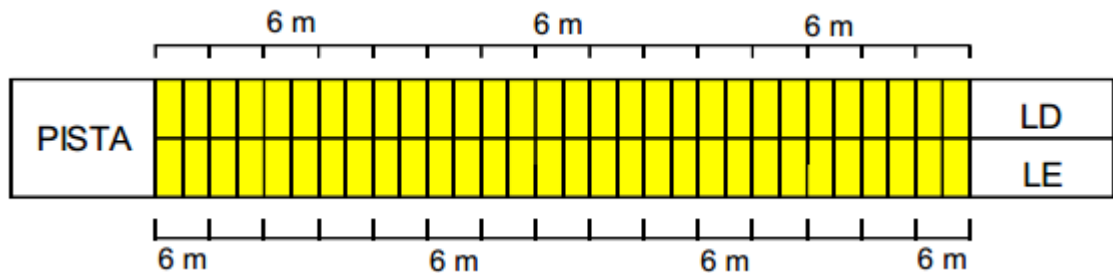
O cálculo do IGG, foi devidamente efetuado conforme pode ser observado no Anexo 3, a norma do DNIT 006/2003-PRO indica que deve ser feita uma estação de seis metros em segmento de 20 m, alternando o lado dos segmentos conforme mostra a Figura 23.

Figura 235: Proposto na Norma

Fonte: Melani (2016)..

Contudo, foi efetuado um levantamento minucioso em toda a extensão do segmento, não alternando as estações, mas realizando o levantamento em toda a extensão, o que levou a quantidade de 167 estações com 6 metros cada, afim de não alterar os parâmetros estabelecidos para a análise numérica.

Assim, o levantamento ocorreu conforme Figura 24.

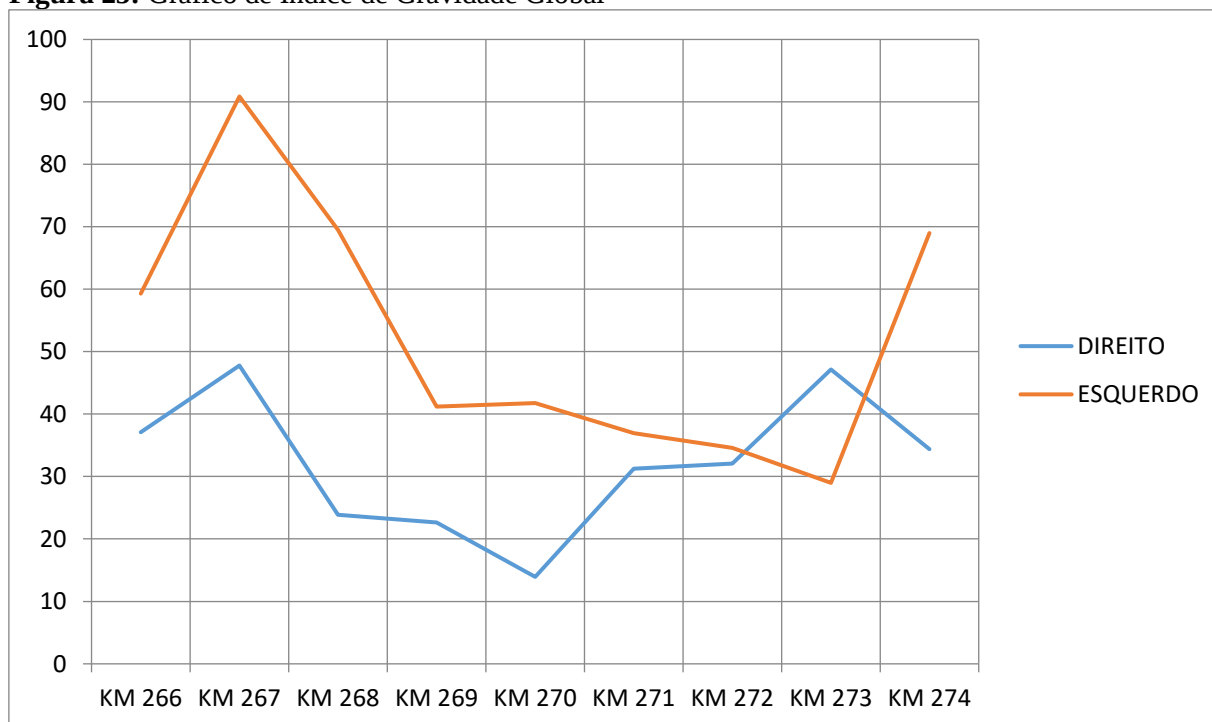
Figura 24: Executado no trabalho

Fonte: Melani (2016).

Esta alteração fez-se necessária por razões de segurança, uma vez que a abordagem em campo foi efetuada sem equipes auxiliares para sinalizar a presença de pessoas na pista, bem como não foram utilizados dispositivos complementares de sinalização e segurança, como cones e placas de advertência.

A Figura 25 apresenta o resultado do IGG para cada quilômetro do segmento levantado, separados por lado direito e lado esquerdo.

Analisando a Figura 26, pode-se afirmar que a degradação do trecho está bastante avançada, principalmente entre os km 266, 267 e 274. No caso do lado direito, observou-se a pior situação no km 273, enquanto que, no caso do lado esquerdo; a pior situação fica no km 267.

Figura 25: Gráfico de Índice de Gravidade Global

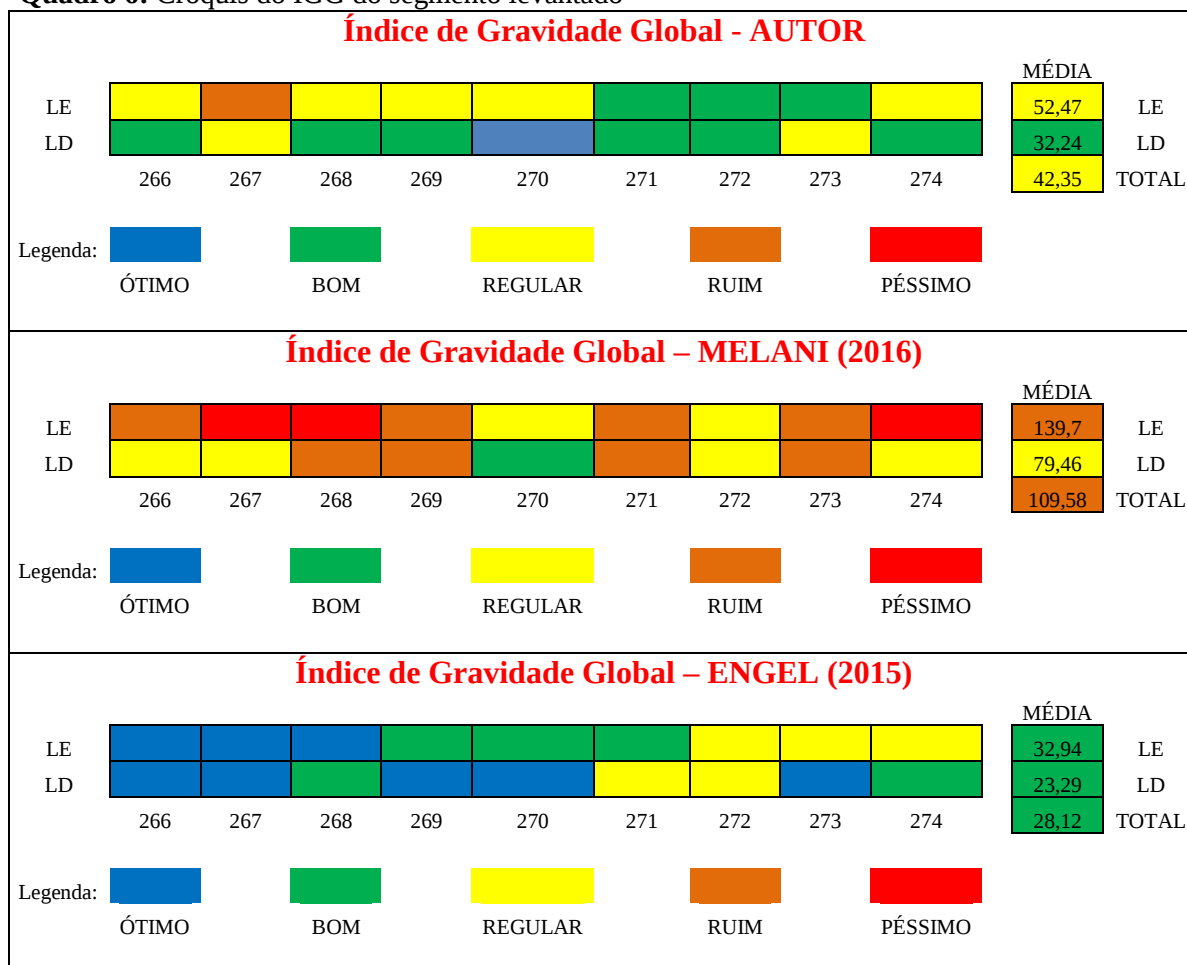
Fonte: Autor (2017).

No lado direito obteve-se apenas resultados “REGULARES” como os piores encontrados com o cálculo do IGG. O pior resultado foi de 47,78 no km 267. Os demais valores do lado direito acabaram ficando entre os conceitos “REGULAR” e “BOM” com exceção do km 270 que ficou classificado entre “ÓTIMO” com IGG de 13,93.

No lado esquerdo obteve-se resultados para o IGG com valores classificados como “RUIM” somente no km 267, cujo valor ficou em 90,87. Os demais resultados acabaram ficando entre “REGULAR” e “BOM”.

O lado esquerdo tem o IGG maior que o lado direito em toda a extensão do segmento. Este fato ocorre, provavelmente, pela maior quantidade de veículos pesados que circulam no sentido norte-sul.

Diferente do trabalho de Engel (2015) e Melani (2016), a quantidade de Remendos foi exorbitante, as Trincas e Fissuras acabaram sendo reduzidas significativamente. Pode ser verificado nas planilhas de cálculo do Índice de Gravidade Global são as principais patologias que estão resultando na significativa degradação do segmento. Isso pode ser verificado no Quadro 06, que igualmente a Engel (2015) e Melani (2016), é possível verificar a situação do IGG calculado para o segmento.

Quadro 6: Croquis do IGG do segmento levantado

Fontes: Engel (2015) e Autor (2017).

O quadro 06 demonstra como o lado esquerdo sofreu uma degradação maior em comparação com o lado direito e, comparando com o levantamento de Engel (2015), a degradação de todo o segmento se acentuou de forma preocupante.

Outra comparação que pode ser feita com Engel (2015) é a da porcentagem conceitual, que indica a quantidade de segmento, em porcentagem, com cada conceituação atingida no levantamento.

Esta comparação demonstra a rápida degradação do segmento, sendo que 61,11% do segmento já está “RUIM” ou “PÉSSIMO”, enquanto que 33,33% já se encontra em estado “REGULAR”.

Esta comparação demonstra uma melhora rápida da situação do treco em relação ao estudo feito por Melani (2016). Sendo que somente 5,56% classifica-se como “RUIM” ou “PÉSSIMO”, e 55,56% como “BOM” ou “ÓTIMO”.

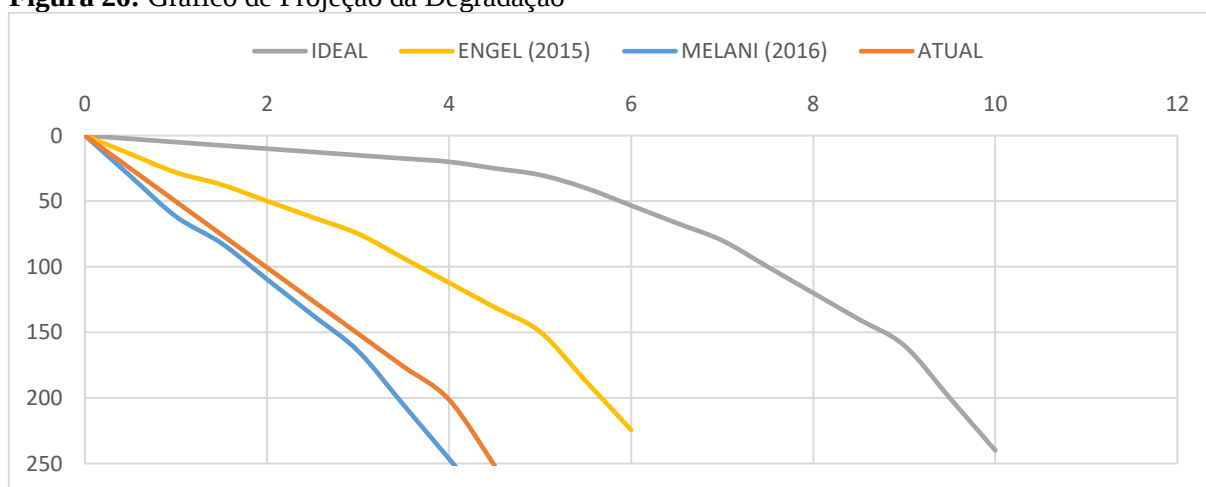
Quadro 7: Porcentagem Conceitual Atual x Porcentagem conceituada por Engel 2015

CONCEITO ATUAL		CONCEITO MELANI (2016)		CONCEITO ENGEL 2015	
ÓTIMO	5,56%	BOM	5,56%	ÓTIMO	44,44%
BOM	50,00%	REGULAR	33,33%	BOM	27,78%
REGULAR	38,89%	RUIM	44,44%	REGULAR	27,78%
RUIM	5,56%	PÉSSIMO	16,67%		

Fonte: Autor (2017); Melani (2016); Engel (2015).

4.3 PROJEÇÃO DA CURVA DE DEGRADAÇÃO

Por fim, é possível projetar a degradação do pavimento no segmento estudado. Para isso, foi utilizado o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006). Na Figura 26 pode-se observar na cor verde, a curva de degradação em relação a vida útil fixada no projeto de restauração para 10 anos. Na cor azul, observa-se a curva de degradação projetada por Engel (2015) e na cor vermelha, a curva de degradação encontrada neste estudo.

Figura 26: Gráfico de Projeção da Degradação

Fonte: Autor (2017).

Inicialmente, o projeto previa uma vida útil de 10 anos para o segmento estudado. Engel (2015) já previu que após um ano da restauração a curva de degradação sofreria uma queda de mais de 40% na vida útil do pavimento. Tal qual nos levantamentos realizados, houve uma aceleração da degradação e a nova curva de degradação já apresenta uma queda de 60% da vida útil do segmento estudado.

Com a obtenção do IGG do trecho foi possível projetar a vida útil do pavimento com base nas proporções dos valores ideais conceituado por Engel (2015), conforme Quadro 08:

Quadro 8: Valores de Degradação

ANOS	IDEAL	ENGEL (2015)	MELANI (2016)	ATUAL
0,5	2,5	14,1	31	25,17
1	5	28,12	61,8	50,34
1,5	7,5	37,4	82,1	75,5
2	10	49,9	109,58	100,68
2,5	12,5	62,3	136,8	125,85
3	15	74,8	164,3	151,02
3,5	17,5	93,5	205,3	176,19
4	20	112,2	246,4	201,36
4,5	25	130,9	287,5	251,7
5	30	149,6		
5,5	40	187		
6	53,3	224,4		
6,5	66,7			
7	80			
7,5	100			
8	120			
8,5	140			
9	160			
9,5	200			
10	240			

Fonte:Engel (2015) adaptado pelo Autor (2017).

Engel (2015) chegou à conclusão de que o pavimento com um ano de vida já estava com a degradação de um pavimento com 5 anos de vida. Na atualização do estudo, percebe-se que com dois anos de vida o pavimento já está com uma degradação acima de 7,5 anos de vida.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta atualização da pesquisa confirmou os resultados apresentados por Engel (2015), e por Melani (2016), que verificou uma acentuada degradação do segmento estudado após o primeiro e o segundo ano da restauração, respectivamente. Pode-se verificar que a degradação aumentou, em relação aos resultados apresentados por Engel (2015), e diminuiu em relação a Melani (2016), em encargo das correções feitas pela manutenção do trecho. Neste último ano, observou-se um decréscimo no trincamento do segmento em virtude das obras de restauração.

As causas prováveis para o surgimento de tantas patologias são o alto volume de tráfego pesado, provavelmente com excesso de carga, mas também, podemos considerar a possibilidade de má execução, seja na mistura asfáltica ou na aplicação da mesma na pista.

Diferentemente de Engel (2015), que constatou como principal patologia encontrada no segmento os afundamentos, e de Melani (2016) que indicou as trincas FC-1, FC-2 e FC-3 como as principais patologias encontradas, representando 62,72%, atualmente as principais patologias encontradas são os remendos, representando 74,88% das patologias totais encontradas.

A degradação do lado esquerdo em relação ao lado direito, continua maior, em virtude ao tráfego de veículos pesados no sentido norte-sul, provavelmente com excesso de carga, sendo um fator preponderante para o aumento da degradação. O lado esquerdo apresentou neste estudo, 1 (um) quilômetros, ou seja, 5,56% da sua extensão com IGG considerado “RUIM” e, nenhum quilômetro considerado “PÉSSIMO”, uma evolução em relação aos resultados encontrados por Melani (2016), o trecho continua com uma degradação incomum, porém menos acentuada, em comparação com Melani (2016). No caso do lado direito, não tivemos trechos com classificação “PÉSSIMO” e nem “RUIM”, nossos piores resultados foram “REGULAR”, apresentados em apenas 2 (dois) quilômetros.

Pode-se demonstrar que o pavimento projetado para uma vida útil de 10 anos encontra-se com características funcionais e estruturais equivalentes a um pavimento com 9 anos, sendo que este começou a ser utilizado apenas a 3,5 anos. Dessa forma, pode-se afirmar que os índices de degradação apontam que a vida útil real desse pavimento se dará em apenas 4,5 anos de uso ou menos. A degradação maior que deveria iniciar a partir do 4º/5º ano já se iniciou no primeiro ano, conforme demonstrado no gráfico 05, observando a curva projetada

por Engel (2015), se acentuou no segundo ano, observando a curva projetada por Melani (2016), e teve um leve deslocamento para a direita, como observado pela curva projetada por esse estudo, devido as obras de recuperação feitas nesse trecho.

Este estudo pode contribuir para a projeção da vida útil real do pavimento com a identificação das patologias e com sua quantificação. Por consequência, auxiliar na elaboração de projetos futuros que possam evitar este tipo de dano ocorrido no pavimento flexível. O aparecimento precoce de patologias no pavimento recentemente executado colabora com o alto custo do transporte no Brasil, por isso, sua identificação e minimização do problema poderá ajudar a diminuir esse custo.

O pavimento apresentou uma quantidade exorbitante de remendos no estudo feito devido o trecho, com 3 (três) anos de uso, ter passado por um processo de restauração, que, pela gestão de pavimentos, deveria acontecer apenas no sétimo ano.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Devido ao ritmo de degradação encontrado neste pavimento, sugere-se que para o próximo ano seja realizado novamente este estudo no mesmo segmento, para verificar se ainda irá restar alguma vida útil no pavimento e se as intervenções realizadas pelo DNIT (manutenção) estão fazendo efeito.

Também, pode-se fazer este tipo de estudo utilizando-se de outros métodos de levantamento consagrados pela literatura. Inclusive, esse trabalho poderá ser realizado fazendo um comparativo destes outros métodos com o utilizado no presente projeto.

Por fim, poderão ser realizados novos estudos em outros segmentos na mesma rodovia ou em outras que apresentem tráfego pesado diferente do segmento estudado. Nesse caso, o novo trabalho poderá confirmar qual a influência da carga na degradação do pavimento.

REFERÊNCIAS

ALBANO, J. F. **Efeitos dos Excessos de Carga sobre a durabilidade dos pavimentos**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7207/1982. **Terminologia e classificação de pavimentação**. Rio de Janeiro – RJ, 1982.

BRASIL. Confederação Nacional dos Trabalhadores em Transportes da CUT. **Resoluções 6º congresso da CNTT – CUT**. Brasília, 2005.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacidade Tecnológica. **Manual de pavimentação**. 2 ed. – Rio de Janeiro, 1996.

_____. **DNER-DNIT**. Glossário de termos técnicos rodoviários. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos de Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos** - 3. ed. - Rio de Janeiro, 2006. 310 p.

_____. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos de Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Pavimentação** - 3. ed. - Rio de Janeiro, 2006. 274 p.

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

DOMINGUES, F. A. A. **Manual para Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos**. 1o ed. São Paulo – SP, 1993.

ENGEL, G. R. **Identificação dos índices de degradação precoce e projeção da vida útil do pavimento flexível recentemente executado em um segmento da BR-163/PR**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. (Curso de Engenharia Civil) - Centro Universitário Assis Gurgacz. Cascavel.

GUILHERME, A.M. **Análise continuada dos índices de degradação precoce e projeção da vida útil do pavimento flexível na br-163 entre o km 266 e o km 274**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. (Curso de Engenharia Civil) - Centro Universitário Assis Gurgacz. Cascavel.

MEDINA, J. **Mecânica dos pavimentos**. Editora UFRJ. 1ª edição, 380 p. Rio de Janeiro-RJ, 1997.

SANTANA, H. **Manual de Pré-misturados a frio**. Rio de Janeiro, 1993.

SENÇO, W. de. **Manual de técnicas de pavimentação**. v.I. 1.ed. São Paulo: Pini, 2001.

SILVA, D. C. R. A. **Tipos de transportes (modais)**. Secretaria da educação do estado de Pernambuco. Pernambuco, 2013.

SILVA, F.A. P. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos**. 2. ed., São Paulo, 2011.

ANEXO A – QUADRO RESUMO DOS DEFEITOS

Quadro resumo dos defeitos – 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

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
"Pneus" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P
Remendos			Remendo Superficial	RS
			Remendo Profundo	RP

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.

[illegible]

ANEXO C - PLANILHAS DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 266-267	LADO: LD
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-	
2	(FC-2) J, TB	1		0,60	0,5	0,30	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	20		11,98	1,0	11,98	
6	EX	4		2,40	0,5	1,20	
7	D	6		3,59	0,3	1,08	
8	R	44		26,35	0,6	15,81	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	2,80			1 A (x) 1 B ()	3,73	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	3,00			2 A () 2 B (x)	3,00	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			37,10	BOM
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$				2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		Operador	

1B) IGI = 40 quando F > 30						Cálculo		
						Visto		
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)							DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163			TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 266-267	LADO: LE
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON								
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações	
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	23		13,77	0,2	2,75		
2	(FC-2) J, TB	1		0,60	0,5	0,30		
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-		
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-		
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-		
6	EX	31		18,56	0,5	9,28		
7	D	27		16,17	0,3	4,85		
8	R	107		64,07	0,6	38,44		
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	2,05			1 A (x) 1 B ()	2,73		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	0,96			2 A () 2 B (x)	0,96		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			59,32	REGULAR	
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30						2A) IGI = FV quando FV <= 50		Operador

1B) IGI = 40 quando $F > 30$ 2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$						Cálculo	
						Visto	
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 267-268	LADO: LD
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	39		23,35	0,2	4,67	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	3		1,80	0,5	0,90	
7	D	17		10,18	0,3	3,05	
8	R	88		52,69	0,6	31,62	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	4,70			$1 A (\quad \times \quad)$ $1 B (\quad \quad)$	6,27	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	1,27			$2 A (\quad \quad)$ $2 B (\quad \times \quad)$	1,27	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			47,78	REGULAR
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$ 2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$						Operador	

						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) I.G.I = 50 quando FV > 50			Visto	
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163			TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ			KMs: 267-268	LADO: LE
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	86		51,50	0,2	10,30	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	33		19,76	0,5	9,88	
7	D	15		8,98	0,3	2,69	
8	R	162		97,01	0,6	58,20	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	5,40			$\frac{1}{1} A (\begin{smallmatrix} x \\ \end{smallmatrix})$ $\frac{1}{1} B (\begin{smallmatrix} \end{smallmatrix})$	7,20	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	2,59			$\frac{2}{2} A (\begin{smallmatrix} \end{smallmatrix})$ $\frac{2}{2} B (\begin{smallmatrix} x \\ \end{smallmatrix})$	2,59	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			90,87	RUIM
1A) IGI = F x 4/3 quando F < = 30						2A) IGI = FV quando FV < = 50	
						Operador	

1B) IGI = 40 quando $F > 30$ 2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$						Cálculo	
						Visto	
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 268-269	LADO: LD
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	0		0,00	0,5	-	
7	D	7		4,19	0,3	1,26	
8	R	44		26,35	0,6	15,81	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	2,66			$1 A (\quad x \quad)$ $1 B (\quad \quad)$	3,54	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	3,24			$2 A (\quad \quad)$ $2 B (\quad x \quad)$	3,24	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			23,85	BOM
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$ 2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$						Operador	

1B) IGI = 40 quando $F > 30$						2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$		Cálculo	
								Visto	
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)								DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163			TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 268-269	LADO: LE	
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON									
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações		
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	37		22,16	0,2	4,43			
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-			
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-			
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-			
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-			
6	EX	0		0,00	0,5	-			
7	D	0		0,00	0,3	-			
8	R	148		88,62	0,6	53,17			
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	6,60			1 A (x) 1 B ()	8,80			
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	3,12			2 A () 2 B (x)	3,12			
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			69,52	REGULAR		
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$						2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		Operador	

1B) IGI = 40 quando $F > 30$ 2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$						Cálculo	
						Visto	
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 269-270	LADO: LD
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	0		0,00	0,5	-	
7	D	0		0,00	0,3	-	
8	R	38		22,75	0,6	13,65	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	5,80			$1 A (\quad x \quad)$ $1 B (\quad \quad)$	7,73	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	1,25			$2 A (\quad \quad)$ $2 B (\quad x \quad)$	1,25	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			22,64	BOM
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$ 2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$						Operador	

1B) IGI = 40 quando $F > 30$						Cálculo	
2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$						Visto	
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163			TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ			KMs: 269-270	LADO: LE
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	0		0,00	0,5	-	
7	D	0		0,00	0,3	-	
8	R	80		47,90	0,6	28,74	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	5,95			1 A (x) 1 B ()	7,93	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	4,51			2 A () 2 B (x)	4,51	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			41,19	REGULAR
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$						2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$	
						Operador	

1B) IGI = 40 quando $F > 30$ 2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$						Cálculo	
						Visto	
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 270-271	LADO: LD
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	0		0,00	0,5	-	
7	D	0		0,00	0,3	-	
8	R	18		10,78	0,6	6,47	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	4,05			$1 A (\quad x \quad)$ $1 B (\quad \quad)$	5,40	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	2,06			$2 A (\quad \quad)$ $2 B (\quad x \quad)$	2,06	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			13,93	ÓTIMO
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$ 2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$						Operador	
						Cálculo	

1B) IGI = 40 quando $F > 30$				2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$		Visto			
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016		FOLHA: 1	
						RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ	
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON									
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações		
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-			
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-			
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-			
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-			
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-			
6	EX	0		0,00	0,5	-			
7	D	0		0,00	0,3	-			
8	R	86		51,50	0,6	30,90			
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TER	3,95			$1 A (\quad x \quad)$ $1 B (\quad \quad)$	5,27			
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	5,61			$2 A (\quad \quad)$ $2 B (\quad x \quad)$	5,61			
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			41,78	REGULAR		
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$				2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		Operador			
						Cálculo			

1B) IGI = 40 quando $F > 30$				2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$		Visto	
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 271-272	
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	0		0,00	0,5	-	
7	D	0		0,00	0,3	-	
8	R	51		30,54	0,6	18,32	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	7,65			1 A (x) 1 B ()	10,20	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	2,71			2 A () 2 B (x)	2,71	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			31,23	BOM
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$				2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		Operador	
						Cálculo	

1B) IGI = 40 quando $F > 30$				2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$		Visto			
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016		FOLHA: 1	
						RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ	
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON									
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações		
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-			
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-			
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-			
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-			
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-			
6	EX	0		0,00	0,5	-			
7	D	0		0,00	0,3	-			
8	R	52		31,14	0,6	18,68			
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	5,65			$1 A (\quad x \quad)$ $1 B (\quad)$	7,53			
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	10,75			$2 A (\quad)$ $2 B (\quad x \quad)$	10,75			
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			36,96	BOM		
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$				2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		Operador			
						Cálculo			

1B) IGI = 40 quando $F > 30$				2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$		Visto	
						DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 272-273	LADO: LD
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	0		0,00	0,5	-	
7	D	0		0,00	0,3	-	
8	R	34		20,36	0,6	12,22	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	9,80			1 A (x) 1 B ()	13,07	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	6,80			2 A () 2 B (x)	6,80	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			32,08	BOM
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$				2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		Operador	
						Cálculo	

1B) IGI = 40 quando $F > 30$				2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$		Visto			
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016		FOLHA: 1	
RODOVIA: BR-163			TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ			KMs: 272-273		LADO: LE	
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON									
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações		
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-			
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-			
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-			
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-			
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-			
6	EX	0		0,00	0,5	-			
7	D	0		0,00	0,3	-			
8	R	45		26,95	0,6	16,17			
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	9,00			$1 A (\quad x \quad)$ $1 B (\quad \quad)$	12,00			
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	6,41			$2 A (\quad \quad)$ $2 B (\quad x \quad)$	6,41			
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			34,58	BOM		
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$				2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		Operador			
						Cálculo			

1B) IGI = 40 quando $F > 30$				2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$		Visto	
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 273-274	LADO: LD
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	0		0,00	0,5	-	
7	D	0		0,00	0,3	-	
8	R	89		53,29	0,6	31,98	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	7,95			$1 A (\quad x \quad)$ $1 B (\quad \quad)$	10,60	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	4,59			$2 A (\quad \quad)$ $2 B (\quad x \quad)$	4,59	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			47,17	REGULAR
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$				2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		Operador	
						Cálculo	

1B) IGI = 40 quando $F > 30$				2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$		Visto	
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 273-274	
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	0		0,00	0,5	-	
7	D	0		0,00	0,3	-	
8	R	24		14,37	0,6	8,62	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	11,40			1 A (x) 1 B ()	15,20	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	5,16			2 A () 2 B (x)	5,16	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			28,98	BOM
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$				2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		Operador	
						Cálculo	

1B) IGI = 40 quando $F > 30$		2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$		Visto			
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 274-275	LADO: LD
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	0		0,00	0,5	-	
7	D	0		0,00	0,3	-	
8	R	47		28,14	0,6	16,89	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	10,00			$1 A (\quad x \quad)$ $1 B (\quad)$	13,33	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	4,16			$2 A (\quad)$ $2 B (\quad x \quad)$	4,16	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			34,38	BOM
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$		2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$				Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando $F > 30$		2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$				Visto	

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 274-275	LADO: LE
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,00	0,2	-	
2	(FC-2) J, TB	0		0,00	0,5	-	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	0		0,00	1,0	-	
6	EX	60		35,93	0,5	17,96	
7	D	5		2,99	0,3	0,90	
8	R	80		47,90	0,6	28,74	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	9,10			1 A (x) 1 B ()	12,13	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	9,26			2 A () 2 B (x)	9,26	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			69,00	REGULAR
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$				2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando $F > 30$				2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$		Visto	

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 05/09/2016	FOLH A: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 266-267	LADO: LD
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CÂNDIDO RONDON							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	(FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	109		65,27	0,2	13,05	
2	(FC-2) J, TB	28		16,77	0,5	8,38	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	26		15,57	1,0	15,57	
6	EX	4		2,40	0,5	1,20	
7	D	7		4,19	0,3	1,26	
8	R	5		2,99	0,6	1,80	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TER	2,80			1 A (x) 1 B ()	3,73	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	3,00			2 A () 2 B (x)	3,00	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			47,99	REGULAR
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$			2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando $F > 30$			2B) I.G.I = 50 quando $FV > 50$			Visto	