

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
LUCAS FELIPE LUDVIG

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

CASCADEL - PR
2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

LUCAS FELIPE LUDVIG

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

Trabalho apresentado para a 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

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Lincoln Salgado, que se disponibilizou para me orientar na elaboração dessa pesquisa. A todos os professores (as) que passaram nestes 5 anos de faculdade e que contribuíram para a formação profissional.

E aos meus amigos, colegas e familiares que sempre estiveram juntos apoiando nas adversidades desta caminhada.

Muito Obrigado

RESUMO

O modal rodoviário é o principal meio de transporte de cargas no Brasil, o qual corresponde a 65,64% de toda a carga transportada no país. Em função disso, muitas vezes os veículos de carga excedem o peso permitido por lei, o que desencadeia um processo degradativo precoce da rodovia, diminuindo a vida útil do pavimento. Em vista disso, este estudo teve como objetivo apresentar a real situação das vias rodoviárias em uma amostra localizada no oeste do Paraná, a BR 163 do Km 266 ao Km 274, a qual foi recentemente restaurada, apresentando as manifestações patológicas, demonstrando índices de degradação, conceituando a via e projetando a vida útil remanescente do pavimento analisado. Esta abordagem foi continuada, considerando a análise prévia efetivada um ano, três e dois anos antes desta. A metodologia utilizada foi preconizada na norma do DNIT 006/2003-PRO com adaptação do autor no método da coleta de dados, em função do risco eminente para tais levantamentos de dados. O procedimento da projeção da vida útil real da via foi embasado no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT. Encontrou-se com esta pesquisa 11 (onze) classes patológicas (Fissura, trinca longitudinal curta, trinca de retração, trinca couro de jacaré, afundamento plástico da trilha, afundamento de consolidação da trilha, panela, escorregamento, exsudação, desgaste e remendo). Com os resultados das incidências patológicas em percentuais do segmento constatou-se que a maior ocorrência foram as trincas, FC-1 com 66,55%, seguida por trincas FC-2 com 12,84%, exsudação com 7,5%, remendos com 5,58%, e as demais patologias com 7,53% do total. Os resultados dos valores calculados do IGG do lado esquerdo da rodovia foram 241,65, superior ao lado direito com 204,93. A média do IGG de todo o trecho analisado resultou em 223,29. Com a conceituação do estado de degradação de todo o segmento analisado, separados por lados e quilômetros da rodovia com base no IGG, foi constatado que 83% foi conceituado como “PÉSSIMO” e 17% conceituado como “RUIM”. Com a Projeção da vida útil constatou-se uma perda da vida útil de 5,5 anos, sendo que o projeto de restauração deste pavimento previa 10 anos de vida útil, tendo uma perda de 55%. Concluiu-se que o principal motivo provável da degradação precoce do pavimento foi em decorrência do excesso de tráfego para o porte da rodovia.

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

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização.....	13
Figura 2 – Trinca Isolada – Transversal.....	17
Figura 3 – Trinca Isolada - Longitudinal.....	18
Figura 4 – Trinca tipo “Couro de Jacaré”.....	19
Figura 5 – Trinca tipo “Bloco”.....	20
Figura 6 – Afundamento plástico.....	21
Figura 7 – Escorregamento.....	22
Figura 8 – Exsudação.....	23
Figura 9 – Desgaste.....	24
Figura 10 – Panela.....	25
Figura 11 – Curva de degradação Natural do Pavimento.....	34
Figura 12 – Tamanho da fissura comparada a uma caneta.....	41
Figura 13 – Trinca do tipo “Jacaré”.....	42
Figura 14 – Remendo com Exsudação.....	43
Figura 15 – Remendo contendo Panela, Trincas, Escorregamento e Desgaste.....	44
Figura 16 – Desgaste.....	45
Figura 17 – Escorregamento.....	46
Figura 18 – Panela.....	47
Figura 19 – Proposta da Norma.....	48
Figura 20 – Executado no Trabalho.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Formulário para Cálculo do IGG (Índice de Gravidade Global)	30
Quadro 2 – Valor do fator de ponderação.....	33
Quadro 3 – Condições de Superfície do pavimento.....	35
Quadro 4 – Valores da degradação natural.....	36
Quadro 5 – Cálculo do IGG KM 274 Lado Esquerdo.....	48
Quadro 6 – Croquis do IGG do segmento levantado.....	51
Quadro 7 – Valores de Degradação.....	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Patologias no Lado Direito.....	38
Gráfico 2 – Patologias no Lado Esquerdo.....	39
Gráfico 3 – Total das Ocorrências das Patologias no Segmento.....	40
Gráfico 4 – Resultados dos Índices de Gravidade Global por Quilômetro divididos em lado Direito e Esquerdo.....	50
Gráfico 5 – Projeção da Degradação.....	52

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	10
1.1 INTRODUÇÃO.....	10
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.2.1 Objetivo geral.....	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 JUSTIFICATIVA.....	11
1.4 FORM LAÇÃO DO PROBLEMA.....	12
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE.....	12
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	12
CAPÍTULO 2.....	14
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1.1 Pavimentos.....	14
2.1.1.1 Pavimentos Rígidos.....	14
2.1.1.2 Pavimentos Semi-rígidos.....	15
2.1.1.3 Pavimentos Flexíveis.....	15
2.1.1.3.1 Composição dos Pavimentos Flexíveis.....	16
2.1.2 Patologias.....	16
2.1.2.1 Fissuras.....	16
2.1.2.2 Trincas.....	17
2.1.2.3 Afundamento Plástico.....	20
2.1.2.4 Ondulação ou Corrugação.....	21
2.1.2.5 Escorregamento.....	21
2.1.2.6 Exsudação.....	22
2.1.2.7 Desgaste.....	23
2.1.2.8 Panela.....	24
2.1.2.9 Remendo.....	25
2.1.3 Norma DNIT 006/2003 – PRO.....	25
CAPÍTULO 3	27

3.1 METODOLOGIA.....	27
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa.....	27
3.1.2 Caracterização da amostra.....	27
3.1.3 Coleta de dados.....	28
3.1.3.1 Apontamento da norma DNIT 006/2003 – PRO.....	28
3.1.3.1.1 Flecha na Trilha da roda.....	28
3.1.3.1.2 Superfície de Avaliação.....	28
3.1.3.1.3 Terminologia correlata.....	28
3.1.3.2 Método de Execução.....	29
3.1.4 Análise dos dados.....	30
3.1.4.1 Frequências Absolutas e Relativas.....	31
3.1.4.2 Parâmetros.....	32
3.1.4.3 Índice de Gravidade individual.....	32
3.1.4.4 Índice de Gravidade Global.....	33
3.1.5 Projeção de Degradação.....	34
3.1.6 Análise dos resultados.....	36
CAPÍTULO 4.....	37
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
4.1.1 Patologias Encontradas.....	37
4.1.1.1 Prováveis causa das patologias encontradas.....	40
4.1.2 Cálculo do Índice de Gravidade Global.....	47
4.1.3 Projeção da Curva de Degradação.....	52
CAPÍTULO 5.....	54
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
CAPÍTULO 6.....	56
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	56
REFERÊNCIAS.....	57
ANEXOS.....	59
APÊNDICE.....	60

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

Com cerca 8.516.000 km² de extensão territorial, o Brasil ocupa a quinta (5^a) colocação entre os países de maior extensão. Como forma de alavancar a sua economia na década de 40 o governo brasileiro sancionou o decreto-lei 8.463, o qual dava autonomia técnica e financeira ao DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem). Após a aprovação da lei, em cinco (5) anos o país dobrou a sua malha viária chegando a 968 km.

Atualmente, segundo a CNT (2018), o Brasil possui aproximadamente 1,7 milhão de km em sua malha rodoviária, mas apenas 12,4% (210.618,8 km) são de rodovias pavimentadas. Dessas, 57,0% apresentou alguma deficiência em suas estruturas. Classificados em estado ótimo 11,6%, bom 31,4%, regular 35,2%, ruim 15,3% e péssimo 6,5%.

Segundo a pesquisa da CNT (2018), o modal rodoviário era responsável por mais de 95% do transporte de passageiros e 61% do transporte de cargas, enquanto em países subdesenvolvidos existia certo equilíbrio entre modas rodoviárias e ferroviárias, representando 42,3% e 38,5% respectivamente. Já em países desenvolvidos o transporte de cargas é feito principalmente pelo modal ferroviário representando 40%. Enquanto o modal rodoviário representa em 30% do total.

Segundo a CNT (2018), 93.867.016 veículos foram registrados até 2016, representando um crescimento de 194,1% em relação a 2001. Enquanto isso as rodovias pavimentadas cresceram 23,2%. As motocicletas representaram um aumento de 420,2%. A frota de automóveis cresceu 141,6%, ônibus 119,5% e caminhões 84,3% em relação ao ano de 2001.

A rodovia BR 163 é uma das principais vias do país, responsável pelo transporte e escoamento da produtividade que acontece na região sul. Esta rodovia começa no Pará e passa cortando as regiões centro-oeste e sul do país. A BR 163 se estende por alguns estados brasileiros como: Pará, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, tornando-se assim uma das rodovias interestaduais mais importantes e mais movimentadas do país.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar 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

- Analisar as ocorrências patológicas/imperfeições existentes na BR-163, do Km 266 ao Km 274, do trecho 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), Melani (2016) e, com o que é preconizado no cálculo de restauração.

1.3 JUSTIFICATIVA

O estado de degradação precoce das rodovias brasileiras é um assunto diariamente divulgado nos meios de comunicação. É de suma importância identificar as patologias e buscar entender as causas das suas ocorrências e as consequências que estas podem causar ao pavimento. Este conhecimento de causa nos ajudará a proporcionar soluções corretivas e/ou fiscalizadoras que trará a diminuição de suas ocorrências.

Baseando-se nos estudos anteriormente apresentados por Engel (2015) e Melani (2016), os quais fizeram um levantamento das patologias apresentada pelo pavimento na BR-163, entre os km 266 e 274 do trecho entre Toledo a Marechal Cândido Rondon-PR. Logo após a reestruturação da rodovia, a qual ocorreu no ano de 2014, foi possível detectar grande quantidade de problemas no pavimento. Neste contexto, Engel (2015) e Melani (2016) analisaram as patologias encontradas 1 (um) e 2 (dois) anos, respectivamente, após a intervenção feita pela empresa e apontaram suas possíveis causas.

Assim, este estudo tem como objetivo reavaliar os índices encontrados por Engel (2015) e Melani (2016), com o intuito de verificar a evolução da curva de degradação que poderão ser encontrados em 2018, 4 (quatro) anos após a reestruturação da rodovia, 2 (dois) e 3 (três) anos, respectivamente, após os trabalhos serem apresentados. Com o intuito de diminuir o gasto de dinheiro público com reformas que seriam desnecessárias.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Quais são as causas da degradação efetiva dos pavimentos recentemente implantados? É possível sanar/diminuir a incidência dessas causas com medidas que venham a coibir o mau uso dos pavimentos, caso sejam verificadas?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

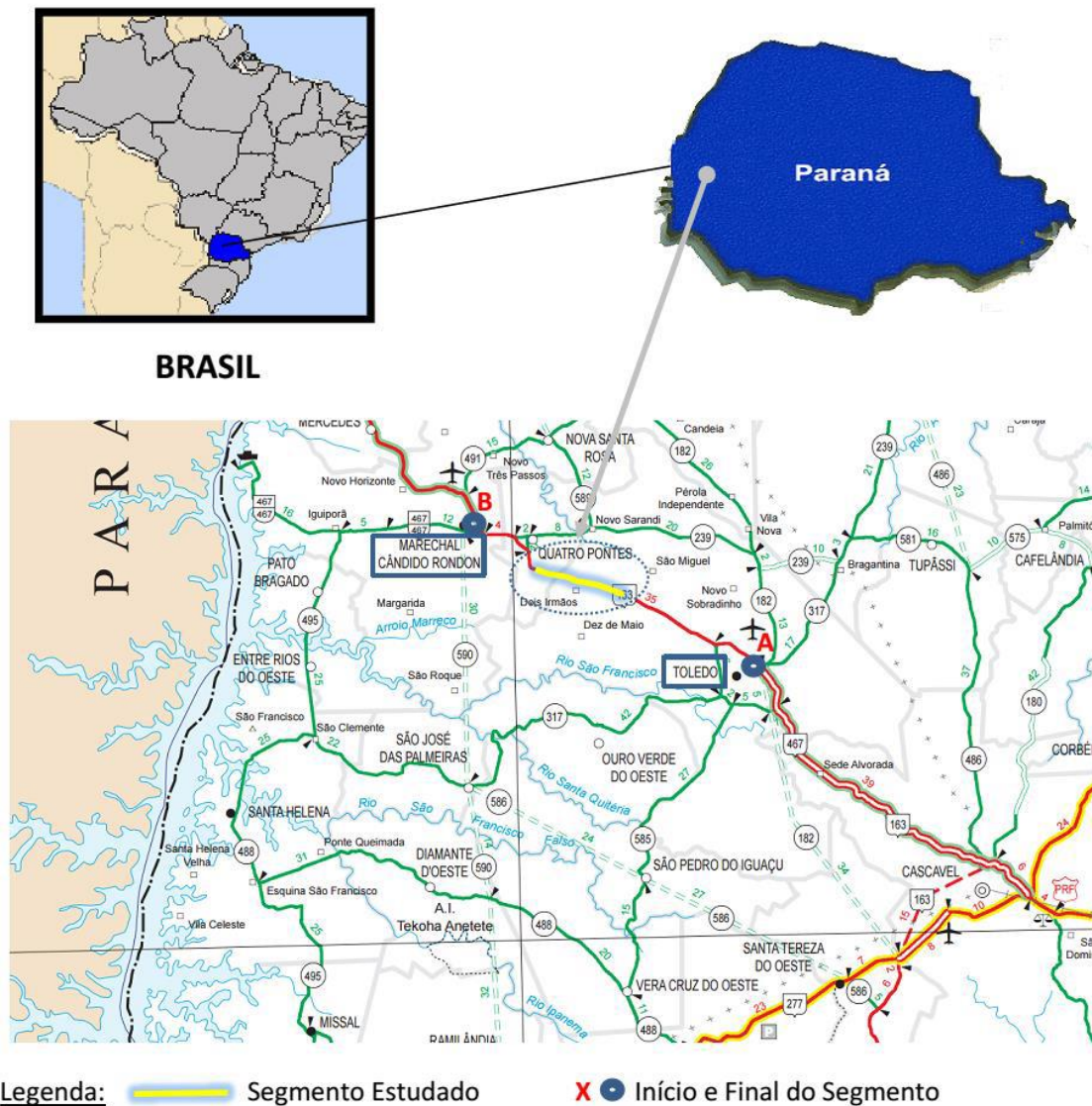
As principais causas dos pavimentos flexíveis é o excesso de carga transportado pelos veículos. Somente uma fiscalização rigorosa ajudaria a sanar a fonte das patologias?

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo deverá apresentar as patologias no trecho recentemente restaurado da BR-163 de Marechal Cândido Rondon a Toledo, delimitando os segmentos com menos de 5

anos após o restauro, entre os km 266 e o km 274. A Figura 1 apresenta a localização do trecho analisado em relação ao mapa do estado do Paraná e ao mapa do Brasil.

Figura 1 – Mapa de localização



Fonte: Engel (2015).

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste Capítulo será abordado o conceito de pavimentos, patologias, origem, causas de manifestações patológicas, detalhamento das mesmas e como elas ocorrem.

2.1.1 Pavimentos

Segundo Senço (1997), o pavimento é dividido em dois tipos, pavimentos flexíveis e rígidos, os quais são construídos sobre terraplenagem e destinados a:

- a. Resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los;
- b. Melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança;
- c. Resistir aos esforços horizontais, tornado mais durável.

Segundo Balbo (2007), o pavimento tem como função garantir uma superfície de rolamento mais plana trazendo assim conforto ao usuário e uma redução expressiva dos custos operacionais dos veículos. Ao mesmo tempo tem a função de conter uma superfície aderente para em casos de pista úmida garantir uma aderência aos pneus sem excesso de ruídos.

Segundo Manual de pavimentação do DNIT (2006), o pavimento é uma estrutura composta por camadas com materiais de diferentes resistências e deformabilidades, as quais são colocadas em contato resultando um elevado grau de complexibilidade no que respeita ao cálculo de tensões e deformações.

2.1.1.1 Pavimentos Rígidos

Segundo o manual de pavimentação do DNIT (2006), Pavimentos rígidos são revestimentos que absorvem praticamente todas as tensões provenientes dos carregamentos

aplicados, devido a sua camada superior apresentar elevada rigidez em relação às camadas inferiores.

Segundo Senço (1997), esses pavimentos devem resistir a esforços horizontais e distribuem os esforços na vertical para a sub-base, são constituídos principalmente por concreto de cimento Portland. E seu rompimento acontece por tração na flexão, quando sujeitos a deformações.

2.1.1.2 Pavimentos semirrígidos

Os pavimentos semirrígidos, segundo o manual de pavimentação do DNIT (2006), caracterizam-se por um melhoramento das camadas de base com propriedades cimentícias, gerando assim camadas de base mais rígidas. Esse tipo de pavimento é utilizado apenas quando o solo não conseguir resistir sozinho aos esforços para ele transmitidos.

2.1.1.3 Pavimentos flexíveis

De acordo com o manual de pavimentação do DNIT (2006), pavimentos flexíveis são pavimentos onde todas as camadas sofrem deformações elásticas significativas sob o carregamento aplicado. Os esforços são transmitidos de parcelas equivalentes entre as camadas. É constituída por associação de agregados e materiais betuminosos.

Segundo Senço (1997), são constituídos de agregados e aglutinantes betuminosos, são dimensionadas para resistirem à compressão e a tração na flexão, provada pelas deformações sob as rodas dos veículos, que levam a estrutura de deformações permanentes, e ao rompimento por fadiga.

2.1.1.3.1 Composição dos pavimentos flexíveis

Senço (2006) apresenta as seguintes classificações para as camadas do pavimento flexível:

- Regularização do Subleito: consiste em regularizar o terreno e dar a ele uma superfície plana com inclinações para o escoamento da água;
- Reforço do Subleito: é construída sob a camada de regularização quando a mesma não possui resistências suficientes para resistir aos esforços nela solicitadas, é composta pelo solo local e material ligante. Exemplo: Cimento, cal e betume;
- Sub-Base: trata-se de uma camada complementar à base, com a mesma função, quando por circunstâncias econômicas, seja conveniente reduzir a base;
- Base: camada indispensável no pavimento, é dimensionada para resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego. Geralmente constituída de brita fina, cascalho, pedra amaroada e materiais granulometricamente estabilizados;
- Revestimento: consiste em uma camada impermeável de material betuminoso e agregado, recebe diretamente a ação do tráfego, traz conforto e segurança ao usuário, resistência ao desgaste gerando assim um aumento na durabilidade da estrutura.

2.1.2 Patologias em pavimentos flexíveis

Segundo Domingues (1993), os defeitos em rodovias podem se caracterizar em duas classes: Classe Funcional, quando o defeito prejudicará a segurança e o conforto do usuário, não ocorrendo problemas estruturais. Classe Estrutural, quando o defeito compromete a estrutura do pavimento, trazendo incapacidade em resistir e transportar os esforços do projeto.

2.1.2.1 Fissuras

São rachaduras de largura capilar, podendo estar posicionadas longitudinais, transversais ou obliquamente ao eixo da via. Somente perceptíveis em distâncias inferiores a

1,5 metros. São fendas iniciais que não acarretam problemas operacionais (DOMINGUES 1993).

2.1.2.2 Trincas

Segundo o Glossário de Termos Técnicos do DNIT (1997), as trincas são descontinuidades nas superfícies do pavimento, facilmente visíveis por apresentarem aberturas de maior porte em relação as fissuras. Apresentam-se na forma isolada ou interligada.

As trincas são classificadas da seguinte forma:

- Trinca Transversal: São fendas isoladas as quais se mostram em direções ortogonais em relação ao eixo da via. Podendo ser classificadas em trinca transversal curta, quando a mesma apresentar extensões menores de 100 cm e trinca transversal longa quando a mesma apresentar extensões superiores a 100 cm (DNIT, 2003). A Figura 2 apresenta exemplos de trincas dispostas transversalmente ao eixo da via.

Figura 2 - Trinca isolada - Transversal



Fonte: CNT (2018)

- Trinca Longitudinal: São fendas isoladas as quais se mostram em direções paralelas em relação ao eixo da via. Podem ser classificadas em trinca longitudinal curta, quando a mesma apresentar extensões menores de 100 cm e trinca longitudinal longa quando a mesma apresentar extensões superiores a 100 cm (DNIT, 2003). A Figura 3 apresenta trincas dispostas longitudinalmente ao eixo da via.

Figura 3 - Trinca isolada – Longitudinal



Fonte: CNT (2018)

- Trinca de Borda: Caracteriza-se pela ruptura da borda ou junções, onde o pavimento sofreu alargamento, apresenta-se como uma trinca retilínea que ocorre nas junções entre a pista e o acostamento ou alargamento. Poderá ser acompanhado de Desintegração ou Desagregação (DOMINGUES, 1993).

- Trinca tipo “Couro de Jacaré”: É um conjunto de trincas interligadas formando uma malha composta de peças por orientações variadas com ângulos agudos e muitos lados. Caracteriza o fim da vida útil do revestimento (DOMINGUES, 1993). A Figura 4 apresenta exemplos de trincas do tipo “Couro de Jacaré”.

Figura 4 - Trinca tipo “Couro de Jacaré”



Fonte: CNT (2018)

Trinca tipo “Bloco”: Caracteriza-se por um conjunto de trincas interligadas, formada por blocos com lados bem definidos, podendo apresentar erosão nas bordas (DNIT, 2003). A Figura 5, nos mostra claramente as trincas do tipo “Bloco”. Segundo Domingues (1993), podem apresentar áreas variando entre 0,1 m² e até 10 m². No caso de ocorrer em grandes blocos, poderá ser classificado como trincamento longitudinal e transversal.

Figura 5 - Trinca tipo “Bloco”



Fonte: CNT (2018)

2.1.2.3 Afundamento Plástico

Segundo Domingues (1993), trata-se de uma cavidade formatada nos trilhos de roda normalmente acompanhadas de deslizamento e, elevação das bordas deste achatamento. Esta deformação é causada pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento do subleito. É classificada de duas maneiras quanto ao seu prolongamento: Afundamento plástico local, quando a extensão do feito ser inferior a 6 m. Afundamento plástico da trilha de roda, quando sua extensão for superior a 6 m e acompanhar o trilho de roda dos veículos. A Figura 6 apresenta claramente a trilha de roda, a qual apresenta a principal característica desta deformação.

Figura 6 - Afundamento Plástico



Fonte: CNT (2018)

2.1.2.4 Ondulação ou Corrugação

São saliências transversais podendo ocorrer de forma regular ou não. Ocorre principalmente em zonas fortemente solicitadas por efeitos tangenciais (áreas de frenagem e aceleração) sendo mais acentuada nas proximidades da trilha de roda (DOMINGUES, 1993).

Segundo o Glossário de Termos Técnicos Rodoviários (2017), caracteriza-se por ser um movimento plástico do revestimento asfáltico, caracterizado por ondulações transversais.

2.1.2.5 Escorregamento

Segundo o DNIT (2003), o escorregamento caracteriza-se pelo deslizamento inferior da camada asfáltica do pavimento, gerando assim o aparecimento de fendas em formato de meia lua.

Para Silva (2011), é o escorregamento do revestimento asfáltico em relação à camada de base. É facilmente encontrado em locais de trânsito pesado, onde há áreas de frenagem e de intersecções. A Figura 7 representa o escorregamento.

Figura 7 - Escorregamento



Fonte: CNT (2018)

2.1.2.6 Exsudação

Para o Glossário de Termos Técnicos Rodoviários (2017), exsudação é um defeito caracterizado pelo excesso de material ligante betuminoso o qual aflora sobre a superfície do pavimento, facilmente observado pelas manchas escuras sobre o pavimento, como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Exsudação



Fonte: CNT (2018)

2.1.2.7 Desgaste

Segundo o DNIT (2003), é caracterizado pelo efeito de arrancamento do agregado, deixando uma superfície áspera. É provocado pela ação do tempo e do tráfego. A Figura 9 apresenta exemplo de desgaste, mostrando claramente o aspecto áspero, sendo esta a principal característica desta patologia.

Figura 9 - Desgaste



Fonte: CNT (2018)

2.1.2.8 Panela

São cavidades que se formam no revestimento por diversas causas, podendo gerar problemas estruturais entre as camadas do pavimento (DNIT, 2003). A Figura 10 apresenta esta patologia.

Figura 10 - Panela



Fonte: CNT (2018)

2.1.2.9 Remendos

Segundo o DNIT (2003), trata-se da correção de uma patologia encontrada, quando é retirado o material danificado e refazendo todas as camadas necessárias.

Para Domingues (1993), apesar de ser um método corretivo para as patologias, o remendo comprometera a funcionalidade do pavimento causando um desconforto ao usuário.

2.1.3 Norma DNIT 006/2003 - PRO

A Norma, DNIT 006/2003–PRO, fixa as condições exigíveis para a avaliação objetiva da superfície de pavimentos rodoviários, dos tipos flexíveis e semirrígidos, através da

contagem e classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações nas trilhas de roda.

Esta será utilizada para a conferência do grau de degradação atingido, através dos cálculos do Índice de Gravidade Individual (IGI) e Índice de Gravidade Global (IGG).

CAPÍTULO 3

3.1METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se da análise da vida útil de um pavimento flexível, através da contagem e classificação dos defeitos aparentes e da medida das deformações nas trilhas de roda. A abordagem ocorreu entre o km 266 e km 274 da Rodovia BR-163 entre as cidades de Toledo e Marechal Cândido Rondon, no estado do Paraná. O qual dá continuidade a outros trabalhos similares, efetuados por Engel (2015) e Melani (2016) os quais tratam da avaliação dos problemas de degradação precoce ocorridos no pavimento flexível.

3.1.2 Caracterização da amostra

A pesquisa teve como espaço de estudo, a BR-163, via de grande importância regional para o escoamento da produção. Rodovia Interestadual cruzando longitudinalmente o País, passando pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Pará. Servindo de rota para 2 (dois) dos principais portos brasileiros, Porto de Santarém-PA e Porto de Paranaguá-PR. Teve como análise o trecho entre o km 266 e o km 274, segmento de pista simples, localizados entre as Cidades de Marechal Cândido Rondon e Toledo no estado do Paraná.

A extensão da BR 163, utilizada como foco de análise foi recuperado no ano de 2014, por meio de um contrato de prestação de serviços firmado pelo DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. A recuperação incluiu os serviços de restauração, conservação e manutenção da via por meio do programa CREMA 2ª (segunda) etapa.

3.1.3 Coleta de dados

A coleta de dados foi feita com o auxílio e em conformidade com a norma DNIT 006/2003 – PRO, a qual tem o objetivo de fixar as condições exigíveis para a avaliação da superfície de pavimentos rodoviários do tipo flexível e semirrígidos, a qual se dá através da contagem das imperfeições aparentes e da medida de deformações permanentes na trilha de roda.

3.1.3.1 Apontamentos da norma DNIT 006/2003 – PRO

3.1.3.1.1 Flecha na Trilha da roda

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

3.1.3.1.2 Superfície de avaliação

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

3.1.3.1.3 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 foi realizada na rodovia BR-163, durante os meses de agosto, setembro e outubro de 2018. Possuiu como base a norma DNIT 006/2003 – PRO, a qual teve como objetivo apontar todas as inconformidades que ocorreram no trecho entre o km 266 e 274.

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

- Trelça 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 foram locadas a cada 20m em ambos os lados do segmento avaliado. Foram demarcados por meio de pintura e cada estação recebeu um número, correspondente à estaca, pintado junto à borda do revestimento.

As flechas foram medidas em milímetros em cada estação demarcada utilizando-se da trelça citada anteriormente. Estas medidas foram executadas nas trilhas de roda interna e externa, adotando-se o maior valor medido em cada trilha. Em caso de apresentar-se um remendo ou panela que inviabilize a medida da flecha, a trelça foi deslocada, com a condição de obter uma flecha no interior da área previamente demarcada.

Conjuntamente foi realizado um inventário dos defeitos do pavimento da área em estudo, através de anotações feitas em fichas, como a apresentada no Anexo 2, e empregando as terminologias detalhadas na norma DNIT 005/2003 – TER; com as seguintes características.

- Todas as trincas isoladas foram anotadas como Tipo 1;
- Os remendos profundos e superficiais foram anotados como remendos – R;
- Foi anotado ainda o tipo de seção de terraplenagem na estação de avaliação (A = Aterro, C = Corte, SMA = Seção mista com lado de aterro, SMC = Seção mista com lado de corte, CR = Corte em rocha, PP = Ponto de passagem).

3.1.4 Análise dos dados

Posteriormente a coleta de dados, foi realizado os cálculos estatísticos, visando obter o Índice de Gravidade Global do segmento (IGG) e projetar a curva de degradação do trecho em análise. Para realizar tais cálculos, foi utilizado o *software Windows Excell*, em que uma planilha foi criada, conforme o Quadro 1, a qual utilizou como dados de entrada os resultados encontrados no local da pesquisa. Após foram criadas fórmulas que calcularam automaticamente os parâmetros necessários.

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 $\bar{F} \leq 30$						2A) $IGI = \bar{FV}$ quando $\bar{FV} \leq 50$	
1B) $IGI = 40$ quando $\bar{F} > 30$						2B) $IGI = 50$ quando $\bar{FV} > 50$	
						Operador	
						Cálculo	
						Visto	

Fonte: DNIT 006/2003 – PRO

3.1.4.1 Frequências Absolutas e Relativas

Conforme a codificação da Norma DNIT 005/2003 – TER foi calculadas as frequências absolutas e relativas das seguintes ocorrência 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 qual foi 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 através da contagem simples das ocorrências anotadas nas fichas.

3.1.4.2 Parâmetros

Por se tratar de uma pista simples, a norma DNIT 006/2003 – PRO, estabelece que devam ser calculadas a média e a variância para as flechas nas trilhas de toda 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 foram retirados das planilhas de campo.

3.1.4.3 Índice de gravidade individual (IGI)

Para cada uma das ocorrências inventariadas, foi calculado o índice de gravidade individual, utilizando-se a Equação 4.

$$IGI = f_r \times f_p \quad (4)$$

Em que:

f_r = frequência relativa;

f_p = fator de ponderação, retirado do Quadro 2

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 fp
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 (fr) 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

A determinação do Índice de Gravidade Individual das flechas foi feita, analisando a média aritmética das flechas e a média aritmética das variações 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 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.

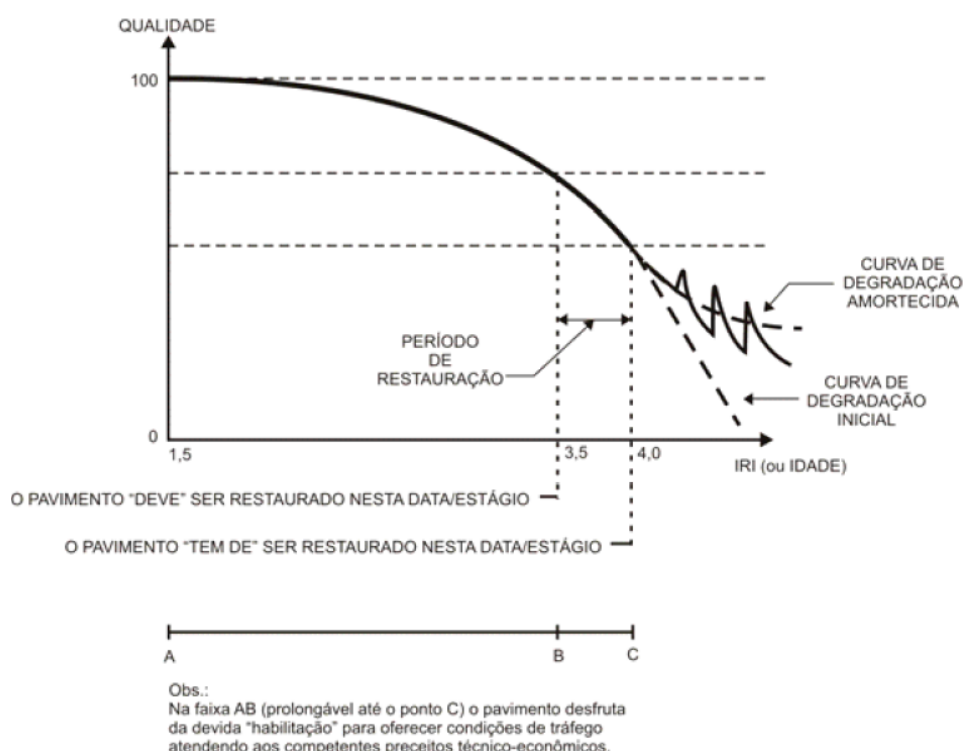
3.1.4.4 Índice de gravidade global (IGG)

O Índice de Gravidade Global caracteriza-se por ser a somatória dos Índices de Gravidade Individual, os quais foram calculados como o exposto anteriormente.

3.1.5 Projeção de degradação

De acordo com Engel (2015) e Melani (2016), posteriormente a coleta dos dados, parte-se para a projeção da degradação, utilizou-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).

Figura 11 – Curva de Degradação Natural do Pavimento



Fonte: DNIT (2006)

Do mesmo modo, retirado do Manual de Restauração de Pavimentos Flexíveis do DNIT (2006), o Quadro 03 apresenta os níveis de conceitos que correspondem às condições do pavimento em função de diversos índices, sendo que somente foi utilizado neste trabalho o IRI, que se incidiu uma proporção em função do tempo/idade, essa utilizada por Engel (2015) e Melani (2016), tornando assim possível fazer um comparativo entre a curva encontrada em seu trabalho e o IGG que foi devidamente calculado por meio da norma do DNIT 006/2003 – PRO.

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 maneira que Engel (2015) foram aplicados os valores ideais de IGG para cada idade do pavimento, resultando no Quadro 4 para a elaboração da curva ideal de degradação:

Quadro 4 – Valores da degradação natural

IDADE/ANOS (x)	IGG IDEAL (y)	IDADE/ANOS (x)	IGG IDEAL (y)
0,5	2,5	5,5	40,0
1,0	5,0	6,0	53,3
1,5	7,5	6,5	66,7
2,0	10,0	7,0	80,0
2,5	12,5	7,5	100,0
3,0	15,0	8,0	120,0
3,5	17,5	8,5	140,0
4,0	20,0	9,0	160,0
4,5	25,0	10,0	240,0
5,0	30,0		

Fonte: Engel (2015)

Com a finalidade de elaborar a curva de degradação real, foi utilizada a proporção da curva ideal, ou seja, com a obtenção do IGG atual do trecho analisado aproximasse do mesmo valor do ideal independentemente da idade. Após calculou-se a proporção do real paralelo com o ideal, assim obtém-se um raio de curvatura.

3.1.6 Análise dos resultados

A coleta de dados consistiu na contabilização das patologias encontradas entre os km 266 e 274 – total de 8 km – da BR-163 entre as cidades de Toledo e Marechal Cândido Rondon. Foram obtidas as frequências de cada patologia por quilometro, para ambos os lados da pista e após no segmento total. Para a análise dos resultados foram apresentadas, de forma individual, as principais patologias encontradas, bem como suas prováveis causas e suas evoluções três anos após o trabalho Engel (2015), e dois anos após o trabalho do Melani (2016).

Do mesmo modo que Engel (2015) e Melani (2016), foi calculado o IGG para cada lado dividido por quilômetro. Na sequência foi calculado o IGG médio de cada lado em toda a extensão do trecho analisado e, por fim, foi calculado um IGG médio para todo o seguimento.

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

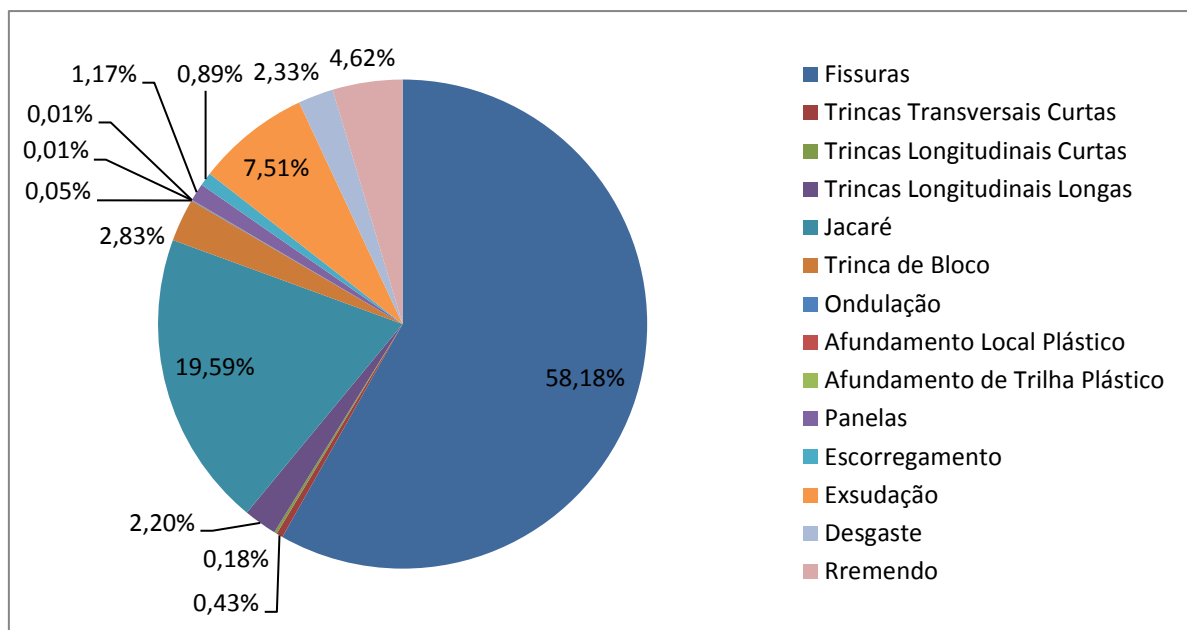
A realização da pesquisa permitiu quantificar e qualificar as patologias ocorridas na BR 163 do quilômetro 266 a 274 situados entre os municípios de Toledo e Marechal Cândido Rondon no estado do Paraná. A quantificação das patologias permitiu calcular os índices de gravidade global do pavimento e assim retratar o grau de degradação apresentado pelo segmento. Desta forma, foram utilizados os valores expressos no Quadro 5.

Os resultados de IGG encontrados foram comparados com os resultados obtidos por Engel (2015) e Melani (2016) e, assim tornando-se possível analisar a evolução dos defeitos do pavimento.

4.1.1 Patologias Encontradas

O levantamento concluído permitiu fazer uma análise das quantidades de defeitos encontrados, tornando possível verificar as ocorrências mais expressivas e, comparando com Engel (2015) e Melani (2016), foi possível verificar a evolução dessas patologias.

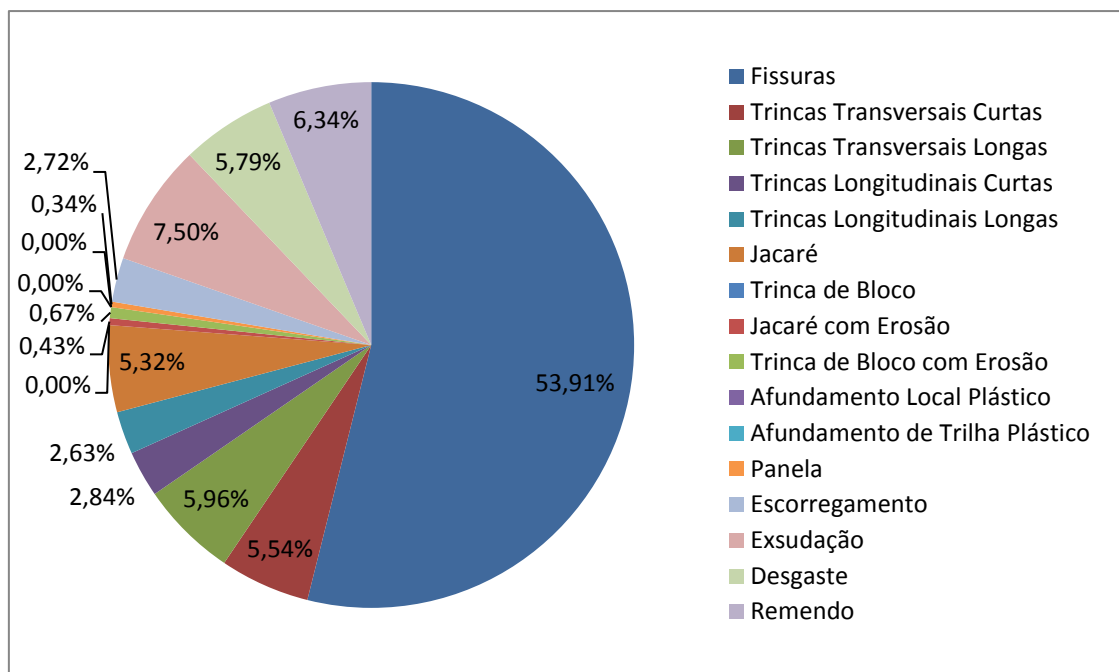
As patologias mais encontradas no lado direito do segmento analisado foram as Fissuras que atingiram 58,18% do total dos defeitos no segmento. Na sequência, encontram-se as Trincas do tipo “Jacaré” (19,59%), Exsudação (7,51%), Remendos (4,52%), Desgaste (2,33%), Panelas (1,17%) e Escorregamentos (0,89%). Como mostra o Gráfico 1

Gráfico 1 – Patologias no Lado Direito

Fonte: Autor (2018)

Comparando os resultados acima com os encontrados por Engel (2015) e Melani (2016), verifica-se um aumento significativo nas fissuras e Trincas do tipo “Jacaré”. As fissuras foram encontradas principalmente nos remendos recentemente executados para correção de defeitos que apresente maiores riscos aos usuários. As Trincas do tipo “Jacaré” são relacionadas à degradação da rodovia.

As principais patologias encontradas no lado esquerdo do segmento analisado foram as fissuras, as quais apresentam 53,91%, e as trincas isoladas com 16,97%. Na sequência, Exsudação (7,50%), trincas interligadas (6,42%), remendos (6,34%), desgaste (5,79%) e Panelas (0,34%). Como mostra o Gráfico 2

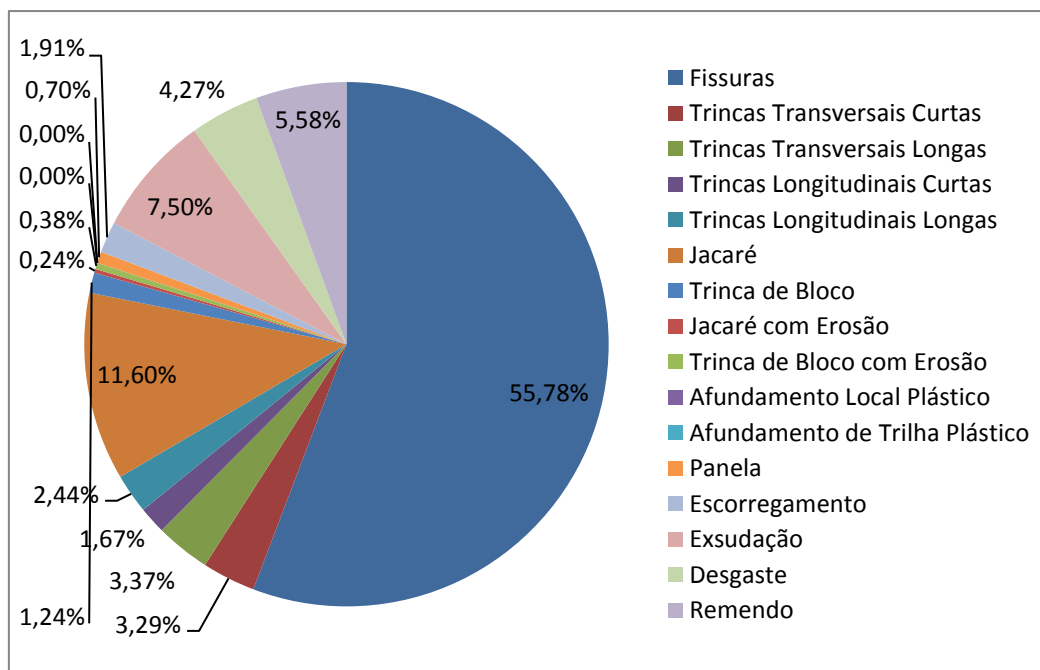
Gráfico 2 – Patologias no Lado Esquerdo

Fonte: Autor (2018)

Do mesmo modo, se compararmos esses resultados com os resultados obtidos por Engel (2015) e Melani (2016), notaremos um aumento significativo das fissuras, principalmente encontradas sobre remendos recém-executados para eliminar defeitos que representam perigo ao usuário. Percebe-se também um aumento sobre o desgaste da rodovia.

Sobre a avaliação no segmento total, os defeitos com maior ocorrência são as fissuras, representando 55,78% do total encontrado. As Trincas do tipo “Jacaré” apresentam 11,84% e as trincas isoladas 10,77%. Na sequência encontram-se Exsudação (7,50%), Remendos (5,58%), Desgaste (4,27%), Escorregamento (1,91%), Trinca de Bloco (1,24%) e Painéis (0,70%). Como mostra o Gráfico 3.

Gráfico 3 – Total das Ocorrências das Patologias no Segmento.



Fonte: Autor (2018)

O Gráfico 3 evidencia que houve uma série de reparos recentes que reduziram os defeitos que apresentam maiores riscos aos usuários, ficando evidente a redução de panelas, escorregamentos e afundamentos, mas as fissuras estão se propagando de forma rápida e generalizada sobre os remendos recém executados.

4.1.1.1 Prováveis causas das patologias encontradas

a) Trincas FC-1, FC-2 E FC-3 (isoladas e interligadas).

As trincas são consideradas o início da degradação do pavimento. Elas aumentam a infiltração de água na camada de revestimento, que facilitam a degradação do pavimento. Podem ser causadas pelo excesso de carga ao causar esmagamento no pavimento, má execução da camada betuminosa ou retração térmica.

As trincas foram os defeitos mais encontrados sobre o pavimento. Este defeito representou aproximadamente 80% de todas as patologias encontradas. Na Figura 12 podemos analisar uma fissura encontrada sobre o pavimento, a qual correspondeu a 55,78% do total de defeitos encontrados. Na Figura 13, consta uma Trinca do tipo “Jacaré”, este defeito corresponde a 11,60% do total de patologias encontradas. Para o cálculo do IGG, as trincas representam a menor gravidade, podendo ser observado pelo seu fator de ponderação igual a 0,2, entretanto, o trincamento excessivo do trecho em questão, acabou tornando-a responsável pelos elevados valores de IGG.

Figura 12 – Tamanho da fissura comparada a uma caneta.



Fonte: Autor (2018)

Figura 13 – Trinca do tipo “Jacaré”



Fonte: Autor (2018)

b) Exsudação

Esta Patologia representa a segunda maior quantidade nos defeitos encontrados no segmento, representando 7,50% das imperfeições. Geralmente causada, pelo excesso de cimento asfáltico de petróleo na mistura, a exsudação pode trazer riscos aos usuários, principalmente em dias de chuvas, por deixar a superfície do pavimento “lisa”. Na Figura 14, pode-se observar uma exsudação encontrada no trecho que foi objeto da pesquisa.

Figura 14 – Remendo com Exsudação



Fonte: Autor (2018)

c) Remendo

Os remendos são resultado das correções de outras imperfeições que haviam ocorrido sobre o pavimento, elas são feitas para amezinhar os riscos e aumentar o conforto para o usuário. Os remendos representaram 5,58% das patologias encontradas, esta grande frequência pode ser associada às correções dos defeitos encontrados por Engel (2015) e Melani (2016) realizadas pela manutenção do trecho. A Figura 15 traz um exemplo desta patologia sobre o trecho analisado.

Figura 15 – Remendo contendo Panela, Trincas, Escorregamento e Desgaste



Fonte: Autor (2018)

d) Desgaste

Está patologia representou 4,27% dos defeitos encontrados. Ela pode ser causada pela não adesividade do material ligante com o material pétreo ou quando há falta de ligante no traço, poderá ocorrer também, quando a camada de revestimento foi mau executada. Na Figura 16, pode-se observar um caso de desgaste encontrado no segmento analisado.

Figura 16 – Desgaste



Fonte: Autor (2018)

e) Escorregamento

O Escorregamento é causado por falha na pintura de ligação entre as camadas inferiores ou por falta de compactação da camada. Na Figura 17 podemos observar o defeito encontrado sobre o trecho analisado. Esta patologia representou 1,91% das patologias encontradas.

Figura 17 – Escorregamento



Fonte: Autor (2018)

f) **Panela**

Esta patologia tem a maior importância no cálculo do IGG, fato que pode ser observado analisando o seu fator de ponderação igual a 1. Este defeito representou 0,70% do total de imperfeições levantadas no trecho analisado. Ela é ocasionada devido ao agravamento das outras patologias, como as trincas e a desagregação do pavimento. A Figura 18 traz um exemplo de panela que foi encontrado sobre o segmento analisado.

Figura 18 – Panela



Fonte: Autor (2018)

4.1.2 Cálculo do Índice de Gravidade Global

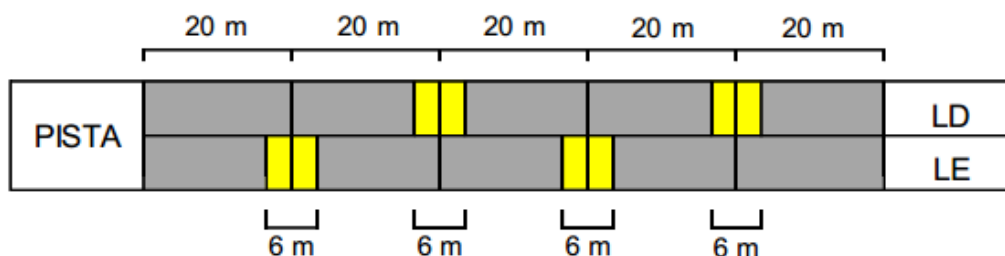
Através do inventário preenchido (Anexo 02), progredimos para o cálculo do IGG, onde foi utilizada a planilha contida na Norma do DNIT 006/2003-PRO. O Quadro 5 apresenta um exemplo do cálculo individual do IGG do KM 274 Lado Esquerdo o qual foi conceituado pela norma com ‘PÉSSIMO’ obtendo um resultado de IGG de 448,10. Estão contidos no Apêndice 01 os cálculos de todos os segmentos em planilhas individualmente preenchidas.

Quadro 5 – Cálculo do IGG KM 274 Lado Esquerdo

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA:28/10/2018	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 274-275	LADO: LE
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDO							
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	1589		951,50	0,2	190,30	
2	(FC-2) J, TB	134		80,24	0,5	40,12	
3	(FC-3) JE, TBE	36		21,56	0,8	17,25	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	8		4,79	0,9	4,31	
5	O, P, E	86		51,50	1,0	51,50	
6	EX	156		93,41	0,5	46,71	
7	D	134		80,24	0,3	24,07	
8	R	146		87,43	0,6	52,46	
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)			448,10	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30		2A) IGI = FV quando FV <= 50				Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30		2B) I.G.I = 50 quando FV > 50				Visto	

Fonte: Autor (2018)

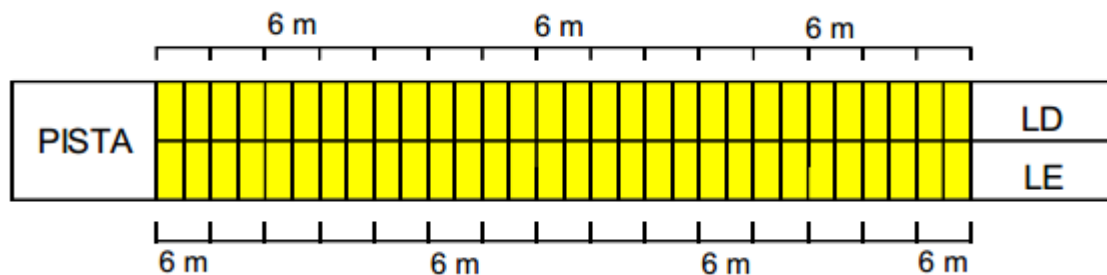
O levantamento de dados foi realizado com o auxílio da norma do DNIT 006/2003, a qual indica que deve ser feita estação de seis metros em cada segmento de 20 m, como mostra a Figura 19.

Figura 19 - Proposto na Norma

Fonte: Melani (2016)

Assim como Melani (2016), o levantamento foi feito por toda a extensão do segmento analisado. Gerando um levantamento contínuo e que proporcionou um resultado médio de todo o trecho analisado. A Figura 20 representa como ocorreu o levantamento de dados.

Figura 20 – Executado no Trabalho

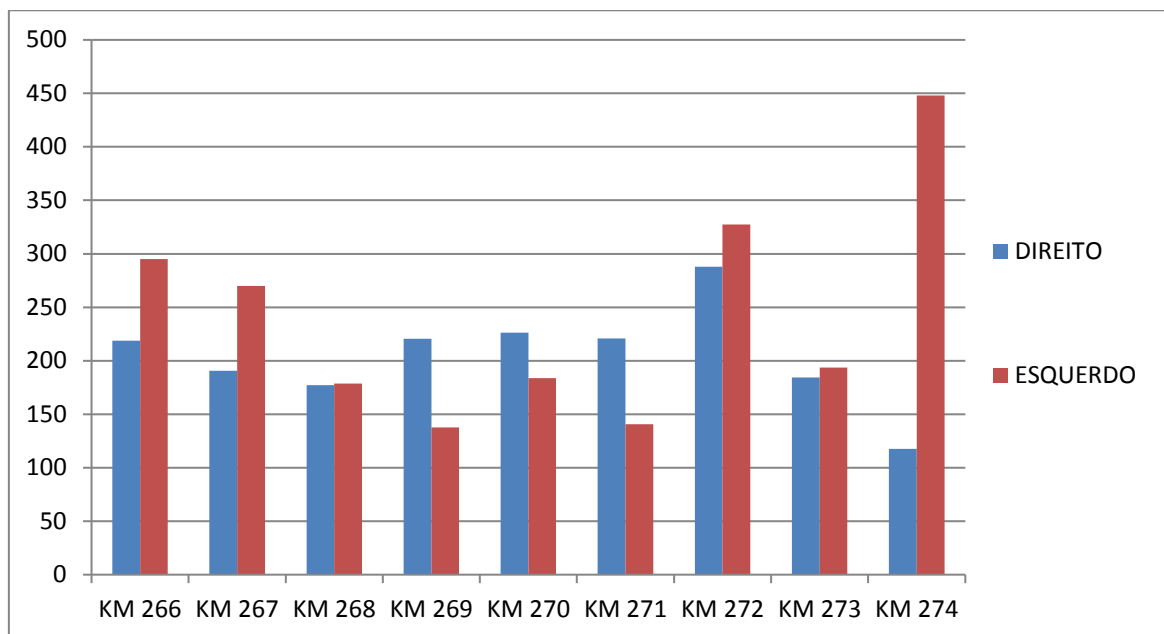


Fonte: Melani (2016)

Essa mudança na abordagem tornou-se necessário para a segurança do Autor, em razão de não haver dispositivos de sinalização e segurança como cones e placas de advertência. Nem equipes auxiliares para sinalizar a presença de pessoas na pista.

O Gráfico 4 apresenta os resultados do IGG para cada quilômetro do segmento levantado, dividido por lado direito e lado esquerdo.

Gráfico 4 – Resultados dos Índices de Gravidade Global por Quilômetro divididos em Lado Direito e Esquerdo.



Fonte: Autor (2016)

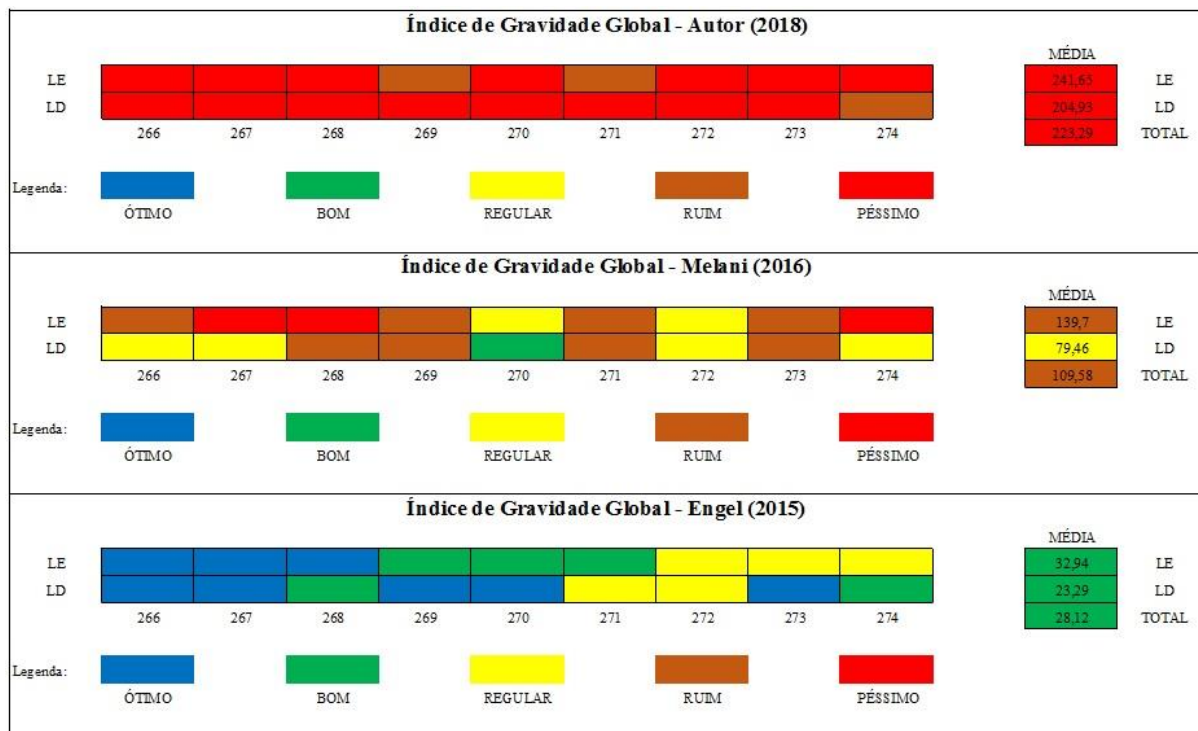
De acordo com o Gráfico 04, pode-se verificar que o trecho analisado está com a degradação avançada em todo o seu segmento. Analisando separadamente os lados da pista, podemos verificar o KM 272 do Lado Direito e o KM 274 do Lado Esquerdo com os piores valores de IGG. Alcançando valores de 287,95 e 448,10 respectivamente.

Ao analisar o lado direito, verifica-se que a média dos resultados de IGG classifica a rodovia como “PÉSSIMO”, chegando a um valor médio de 204,93. Apenas o KM 274 obteve a classificação “RUIM”, o qual obteve o valor de 117,62.

No lado esquerdo, o segmento foi classificado como “PÉSSIMO”, alcançando um valor médio 241,65. Apenas o KM 269 e KM 271 foram classificados como ruim. “Mesmo com mais segmentos apresentando uma classificação ‘RUIM’ o IGG médio do lado esquerdo é bem superior em relação ao lado direito, devido principalmente ao KM 272 e KM 274, os quais alcançaram os valores 327,33 e 448,10. Os quais são elevados em relação aos outros valores encontrados.

O Quadro 6 traz de forma simplificada, as classificações de cada segmento da rodovia, formando uma linha do tempo juntando os resultados atuais com os obtidos por Melani (2016) e Engel (2015).

Quadro 6 – Croquis do IGG do segmento levantado



Fonte: Engel (2015), Melani (2016) e Autor (2018)

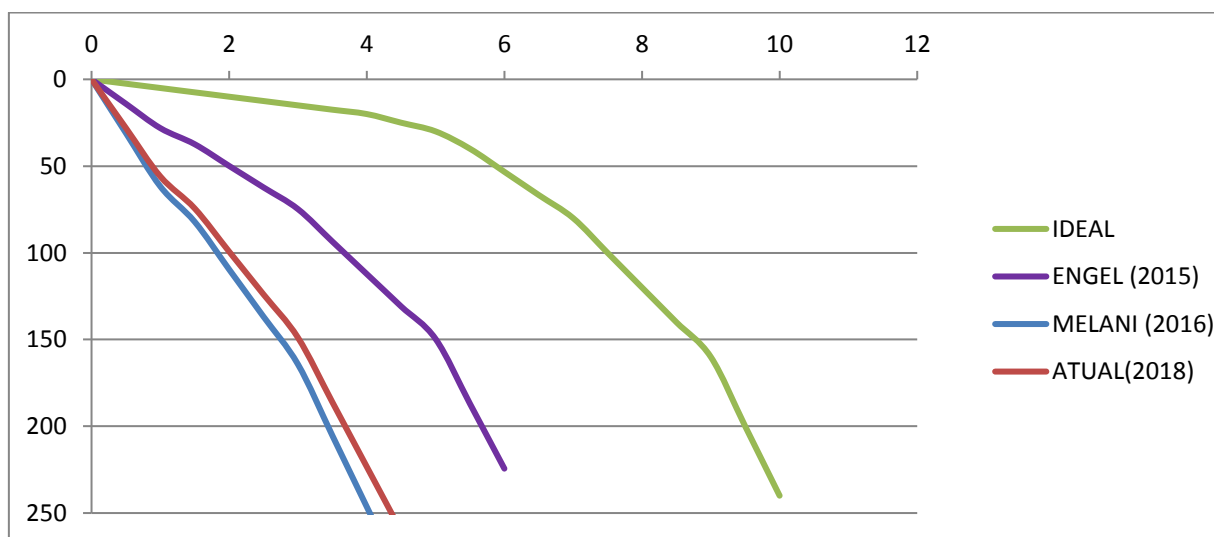
Ao analisar o Quadro 6, pode-se afirmar que a degradação por todo o segmento evoluiu de uma forma assustadora. Os dois lados do segmento já são classificados com “PÉSSIMO”.

A classificação se torna ainda mais impactante devido há rapidez com que os defeitos estão aparecendo, analisando as planilhas de cálculo do Índice de Gravidade Global, percebemos que as fissuras e as trincas interligadas são as principais patologias que resultam a elevada degradação do segmento.

4.1.3 Projeção da Curva de Degradação

Com os resultados dos Índices de Gravidade Global, foi possível projetar a curva de degradação do segmento analisado. O Gráfico 5 apresenta as curvas de degradação do pavimento. Através do Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006), foi elaborada a curva de degradação em relação à vida útil fixada no projeto de restauração para 10 anos, a qual se apresenta na cor verde. Na cor roxa, apresenta-se a curva de degradação projetada por Engel (2015), na cor azul, apresenta-se a curva de degradação projetada por Melani (2016) e na cor vermelha, a curva de degradação encontrada neste levantamento.

Gráfico 5 – Projeção da Degradação



Fonte: Autor (2018)

Analisando o Gráfico 5, pode-se afirmar que, passados 4 anos da reforma, a rodovia já está alcançando o seu grau máximo de degradação. Engel (2015) previa após 1 ano da sua restauração que a rodovia perderia 40% da sua vida útil. Como previsto por Melani (2016), e comprovado com os resultados obtidos nesse estudo, o segmento estudado teve uma perda de aproximadamente 60% da sua vida útil e, que após 4 anos da sua última restauração, a rodovia apresenta a necessidade outra grande restauração em seu pavimento.

O Quadro 7, apresenta a projeção da vida útil com base nas proporções dos valores ideais conceituados por Engel (2015) e Melani (2016).

Quadro 7 – Valores de Degradação

ANOS	IDEAL	ENGEL (2015)	MELANI (2016)	ATUAL(2018)
0	0	0	0	0
0,5	2,5	14,1	31,0	28,06
1	5	28,12	61,8	55,96
1,5	7,5	37,4	82,1	74,43
2	10	49,9	109,58	99,31
2,5	12,5	62,3	136,8	123,98
3	15	74,8	164,3	148,86
3,5	17,5	93,5	205,3	186,08
4	20	112,2	246,4	223,29
4,5	25	130,9	287,5	260,505
5	30	149,6		
5,5	40	187,0		
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: Autor (2018)

Analisando o Quadro 7, percebe-se que os dados encontrados por Engel (2015) em amarelo, quando o segmento analisado estava com apenas um ano de vida, já apresentava valores aproximados aos que deveriam ser encontrados com 5 anos de utilização. Enquanto Melani (2016) na cor azul, que realizou seus estudos quando o segmento estava com dois anos de vida, apresentava valores superiores a 7,5 anos de vida útil. Nesta atualização de estudo em vermelho, o trecho analisado está com quatro anos de vida e os valores apresentados pela rodovia, são aproximados aos valores esperados no último ano de sua vida útil.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho em questão caracteriza-se como uma atualização de pesquisa. E confirma os resultados apresentados por Engel (2015) e Melani (2016), os quais verificaram uma acentuada degradação no trecho analisado 1 e 2 anos após sua restauração, respectivamente.

Nesta pesquisa, observou-se que mesmo com as manutenções preventivas o trincamento no pavimento aparece de forma rápida e generalizada.

O excesso de patologias encontrados em relação ao esperado tem como prováveis causas o alto volume de tráfego pesado, provavelmente com excesso de carga. Também pode ser resultado da má execução da mistura asfáltica executada sobre o pavimento.

Assim como Melani (2016), os defeitos mais encontrados sobre o pavimento foram as trincas FC-1, FC-2 e FC-3. As quais representaram 80% das patologias encontradas no segmento analisado, elas representam o início da degradação do pavimento e são principalmente encontradas sob os remendos executados.

Analisando os valores médios de IGG encontrados no segmento analisado percebemos uma degradação maior do lado esquerdo em relação ao direito como já era observado por Engel (2015) e Melani (2016). Entretanto, analisando separadamente cada quilômetro, observou-se que maior parte do lado direito foi classificada com “PÉSSIMO” em relação ao lado esquerdo. O lado esquerdo apresenta 2 quilômetros, ou seja, 22,22% da sua extensão com IGG considerado “RUIM”, enquanto os outros 7 quilômetros foram classificados como “PÉSSIMO” representando 77,78% do segmento, enquanto no lado direito apenas 1 quilômetro foi classificado com “RUIM” representando 11,11% do segmento total, e os outros 8 quilômetros foram classificados como “PÉSSIMO” representando 88,88% do total. Em relação ao segmento total 83% do trecho analisado, foram classificados como “RUIM” e os outros 17% foram classificados como “RUIM”.

Concluiu-se que o pavimento projetado para uma vida útil de 10 anos, encontra-se com características funcionais e estruturais superiores a 9,5 anos de utilização, sendo que o mesmo é utilizado a apenas 4 anos. Dessa forma, pode-se afirmar que o pavimento atingirá sua vida útil com apenas 4,5 anos de utilização, ou seja, 55% da vida útil da rodovia foram perdidas.

CÁPITULO 6

6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Poderão ser feitos este tipo de estudo utilizando-se de outros métodos de levantamento consagrados pela literatura. Inclusive, esse trabalho poderá ser realizado fazendo um comparativo de outros métodos com o utilizado no estudo.

Também poderá ser feito estudos sobre o impacto econômico que a degradação precoce da rodovia trouxe para a sociedade.

Poderá ser feito avaliação evolutiva das patologias, com base em análises quantitativas dos dados obtidos até o momento.

Por fim, pode-se fazer um estudo sobre o volume e peso do tráfego e definir o grau de serviço que a rodovia se encontra.

REFERÊNCIAS

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo, Oficina de Textos, 2007.

CNT - Confederação Nacional do Transporte. **CONHEÇA OS 13 DEFEITOS DO PAVIMENTO DAS RODOVIAS**. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/imprensa/Noticia/conheca-principais-defeitos-pavimento>>. Acesso em: 09 dez 2018.

CNT - Confederação Nacional do Transporte, Relatório Gerencial. **PESQUISA CNT DE RODOVIAS 2018**. Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2018.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Pavimentação**. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, DNIT: 1996.

DNIT 005/2003 - TER, Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia. Rio de Janeiro, DNIT: 2003.

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

DOMINGUES, F. A. A., **MID Manual para identificação de defeitos de revestimentos asfálticos de pavimentos**. São Paulo: s.n., 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**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário da Faculdade Assis Gurgacz. Cascavel, 2015.

Glossário de termos técnicos rodoviários. Rio de Janeiro: IPR. 1997.

Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, DNIT: 2006.

MELANI, G. A. **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 de Conclusão de Curso. Centro Universitário Faculdade Assis Gurgacz. Cascavel, 2016

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

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

SOUZA, M. J. de. **Patologias em Pavimentos Flexíveis**. Trabalho de Conclusão de Curso (2004). São Paulo, 2004.

ANEXO 1

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
Escoregamento (do revestimento betuminoso)				E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D
"Painelas" 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.

ANEXO 2

Formulário de Inventário do estado da superfície do pavimento

[illegible]

APÊNDICE 01

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163			TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ			KMs: 266-267	LADO: LD
TRECHO: TOLEDO - MARECHAL CANDIDO RONDO							
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	771		461,68	0,2	92,34	
2	(FC-2) J, TB	206		123,35	0,5	61,68	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	1		0,60	0,9	0,54	
5	O, P, E	19		11,38	1,0	11,38	
6	EX	78		46,71	0,5	23,35	
7	D	32		19,16	0,3	5,75	
8	R	47		28,14	0,6	16,89	
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	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			218,65	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	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	1265		757,49	0,2	151,50	
2	(FC-2) J, TB	74		44,31	0,5	22,16	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	28		16,77	1,0	16,77	
6	EX	151		90,42	0,5	45,21	
7	D	97		58,08	0,3	17,43	
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	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			295,19	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 267-268	LADO: LD
TRECHO: TOLE DO - 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, TIL, TLC, TLL, TRR	551		329,94	0,2	65,99	
2	(FC-2) J, TB	228		136,53	0,5	68,26	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	12		7,19	1,0	7,19	
6	EX	75		44,91	0,5	22,46	
7	D	23		13,77	0,3	4,13	
8	R	42		25,15	0,6	15,09	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	4,70			1 A (x) 1 B ()	6,27	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	1,27			2 A () 2 B (x)	1,27	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			190,65	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) I.G.I = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 267-268	LADO: LE
TRECHO: TOLE DO - 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, TIL, TLC, TLL, TRR	1085		649,70	0,2	129,94	
2	(FC-2) J, TB	69		41,32	0,5	20,66	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	28		16,77	1,0	16,77	
6	EX	134		80,24	0,5	40,12	
7	D	89		53,29	0,3	15,99	
8	R	102		61,08	0,6	36,65	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	5,40			1 A (x) 1 B ()	7,20	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	2,59			2 A () 2 B (x)	2,59	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			269,91	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) I.G.I = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	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, TIL, TLC, TLL, TRR	482		288,62	0,2	57,72	
2	(FC-2) J, TB	155		92,81	0,5	46,41	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	31		18,56	1,0	18,56	
6	EX	81		48,50	0,5	24,25	
7	D	27		16,17	0,3	4,85	
8	R	52		31,14	0,6	18,68	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	2,66			1 A (x) 1 B ()	3,54	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	3,24			2 A () 2 B (x)	3,24	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			177,26	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	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	652		390,42	0,2	78,08	
2	(FC-2) J, TB	50		29,94	0,5	14,97	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	25		14,97	1,0	14,97	
6	EX	85		50,90	0,5	25,45	
7	D	57		34,13	0,3	10,24	
8	R	64		38,32	0,6	22,99	
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	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			178,62	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	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	654		391,62	0,2	78,32	
2	(FC-2) J, TB	221		132,34	0,5	66,17	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	30		17,96	1,0	17,96	
6	EX	93		55,69	0,5	27,84	
7	D	23		13,77	0,3	4,13	
8	R	48		28,74	0,6	17,25	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	5,80			1 A (x) 1 B ()	7,73	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	1,25			2 A () 2 B (x)	1,25	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			220,66	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	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	378		226,35	0,2	45,27	
2	(FC-2) J, TB	45		26,95	0,5	13,47	
3	(FC-3) JE, TBE	13		7,78	0,8	6,23	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	3		1,80	0,9	1,62	
5	O, P, E	29		17,37	1,0	17,37	
6	EX	52		31,14	0,5	15,57	
7	D	45		26,95	0,3	8,08	
8	R	49		29,34	0,6	17,60	
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	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			137,65	RUIM
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 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: 01/10/2018	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	697		417,37	0,2	83,47	
2	(FC-2) J, TB	265		158,68	0,5	79,34	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	21		12,57	1,0	12,57	
6	EX	86		51,50	0,5	25,75	
7	D	17		10,18	0,3	3,05	
8	R	41		24,55	0,6	14,73	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	4,05			1 A (x) 1 B ()	5,40	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	2,06			2 A () 2 B (x)	2,06	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			226,38	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163			TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ			KMs: 270-271	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	700		419,16	0,2	83,83	
2	(FC-2) J, TB	47		28,14	0,5	14,07	
3	(FC-3) JE, TBE	18		10,78	0,8	8,62	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	4		2,40	0,9	2,16	
5	O, P, E	31		18,56	1,0	18,56	
6	EX	61		36,53	0,5	18,26	
7	D	50		29,94	0,3	8,98	
8	R	51		30,54	0,6	18,32	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TER	3,95			1 A (x) 1 B ()	5,27	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	5,61			2 A () 2 B (x)	5,61	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			183,69	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) I.G.I = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 271-272	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	623		373,05	0,2	74,61	
2	(FC-2) J, TB	260		155,69	0,5	77,84	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	27		16,17	1,0	16,17	
6	EX	64		38,32	0,5	19,16	
7	D	11		6,59	0,3	1,98	
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	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			220,99	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) I.G.I = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163			TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ			KMs: 271-272	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) Trncas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	418		250,30	0,2	50,06	
2	(FC-2) J, TB	44		26,35	0,5	13,17	
3	(FC-3) JE, TBE	10		5,99	0,8	4,79	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	2		1,20	0,9	1,08	
5	O, P, E	27		16,17	1,0	16,17	
6	EX	43		25,75	0,5	12,87	
7	D	41		24,55	0,3	7,37	
8	R	47		28,14	0,6	16,89	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	5,65			1 A (x) 1 B ()	7,53	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	10,75			2 A () 2 B (x)	10,75	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			140,67	RUIM
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) I.G.I = 50 quando FV > 50			Visto	

RODOVIA: BR-163					TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ		DATA: 01/10/2018	FOLHA: 1
					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	958		573,65	0,2	114,73		
2	(FC-2) J, TB	333		199,40	0,5	99,70		
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-		
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-		
5	O, P, E	10		5,99	1,0	5,99		
6	EX	80		47,90	0,5	23,95		
7	D	26		15,57	0,3	4,67		
8	R	53		31,74	0,6	19,04		
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		
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			287,95	PÉSSIMO	
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 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: 01/10/2018	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	1216		728,14	0,2	145,63	
2	(FC-2) J, TB	91		54,49	0,5	27,25	
3	(FC-3) JE, TBE	29		17,37	0,8	13,89	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	7		4,19	0,9	3,77	
5	O, P, E	59		35,33	1,0	35,33	
6	EX	104		62,28	0,5	31,14	
7	D	91		54,49	0,3	16,35	
8	R	99		59,28	0,6	35,57	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	9,00			1 A (x) 1 B ()	12,00	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	6,41			2 A () 2 B (x)	6,41	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			327,33	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
						Visto	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) I.G.I = 50 quando FV > 50				

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	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, TIL, TLC, TLL, TRR	426		255,09	0,2	51,02	
2	(FC-2) J, TB	214		128,14	0,5	64,07	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	1		0,60	0,9	0,54	
5	O, P, E	24		14,37	1,0	14,37	
6	EX	53		31,74	0,5	15,87	
7	D	29		17,37	0,3	5,21	
8	R	50		29,94	0,6	17,96	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	7,95			1 A (x) 1 B ()	10,60	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	4,59			2 A () 2 B (x)	4,59	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			184,23	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) I.G.I = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	FOLHA: 1
RODOVIA: BR-163		TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ				KMs: 273-274	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, TIL, TLC, TLL, TRR	699		418,56	0,2	83,71	
2	(FC-2) J, TB	47		28,14	0,5	14,07	
3	(FC-3) JE, TBE	18		10,78	0,8	8,62	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	4		2,40	0,9	2,16	
5	O, P, E	32		19,16	1,0	19,16	
6	EX	61		36,53	0,5	18,26	
7	D	50		29,94	0,3	8,98	
8	R	51		30,54	0,6	18,32	
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	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			193,65	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) I.G.I = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	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, TIL, TLC, TLL, TRR	257		153,89	0,2	30,78	
2	(FC-2) J, TB	107		64,07	0,5	32,04	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,00	0,8	-	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	-	
5	O, P, E	13		7,78	1,0	7,78	
6	EX	56		33,53	0,5	16,77	
7	D	19		11,38	0,3	3,41	
8	R	26		15,57	0,6	9,34	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	10,00			1 A (x) 1 B ()	13,33	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	4,16			2 A () 2 B (x)	4,16	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			117,62	RUIM
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) I.G.I = 50 quando FV > 50			Visto	

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.)						DATA: 01/10/2018	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	1589		951,50	0,2	190,30	
2	(FC-2) J, TB	134		80,24	0,5	40,12	
3	(FC-3) JE, TBE	36		21,56	0,8	17,25	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	8		4,79	0,9	4,31	
5	O, P, E	86		51,50	1,0	51,50	
6	EX	156		93,41	0,5	46,71	
7	D	134		80,24	0,3	24,07	
8	R	146		87,43	0,6	52,46	
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	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES (n)		167	INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			448,10	PÉSSIMO
1A) IGI = F x 4/3 quando F <= 30			2A) IGI = FV quando FV <= 50			Operador	
						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) I.G.I = 50 quando FV > 50			Visto	