

## **AVALIAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO FLEXÍVEL NA BR-277 EM UM SEGMENTO NO OESTE DO PARANÁ**

MEZAI, Pablo Modesto<sup>1</sup>

OLIVEIRA, Eduardo Baldissera<sup>2</sup>

BERNARDO, Luis Felipe Domingues<sup>3</sup>

**RESUMO:** Em diversos trechos das principais rodovias do nosso país encontramos vários tipos de manifestações patológicas, provocadas pela falta de manutenção e pela grande demanda de veículos em determinados locais. Um problema que influencia na segurança, estrutura e estética da rodovia, gerando desconfortos e prejuízos aos usuários. Este estudo está restrito à avaliação das manifestações patológicas existentes em um pavimento flexível de pista simples com acostamento localizado em cinco quilômetros da BR-277, no bairro Parque São Paulo, da cidade de Cascavel, Paraná. Esta rodovia tem grande importância estadual ligando os dois extremos do estado de leste a oeste, iniciando no Porto de Paranaguá e terminando na divisa com o Paraguai. O levantamento foi realizado por inspeção visual seguindo a norma 006/2003 – PRO, normatizada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), não tendo necessidade de testes laboratoriais. O trecho foi segmentado em estacas rodoviárias de 20 em 20 metros, onde foram anotadas todas as ocorrências de cada segmento, identificando as manifestações patológicas e descritas em formulário normatizado. Após todo processo de estudo, levantamento, e de todos os cálculos feitos, concluímos que o trecho avaliado se encontra em ótimo estado de conservação, como o esperado, destacando as trincas como a manifestação patológica com maior incidência no local.

**Palavras-chave:** Rodovia, Trecho, BR-277, Manifestação, Patológica.

### **1. INTRODUÇÃO**

O uso do asfalto na pavimentação dá-se totalmente ao fato da descoberta e extração do petróleo no Brasil em meados de 1940, na Bahia. Em 1952 foi criada a primeira via asfaltada no Brasil, localizada no estado de São Paulo, ligando as cidades de Cordeirópolis e São Carlos, hoje denominada rodovia Washington Luiz. Com a grande necessidade de expansão das rodovias em todo o país, foram criadas normas de pavimentação, sendo fiscalizadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Nos dias de hoje as rodovias brasileiras são de extrema importância para a economia e para o desenvolvimento do país, realizando a locomoção de pessoas e produtos (ALVES e FERNANDES, 2018).

---

<sup>1</sup>Discente, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel - PR. E-mail: pablomezair@hotmail.com.

<sup>2</sup>Discente, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel - PR. E-mail: eduardobaldissera@gmail.com.

<sup>3</sup> Docente, Especialista, Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel – PR.

Tendo como objetivo a circulação segura de seus usuários, os pavimentos asfálticos acabam sofrendo danos temporais e até derivados da má execução da obra, projetos que não foram bem elaborados, situações decorrentes de produtos que, ao serem utilizados, apresentam qualidade duvidosa, e o principal, que se dá pela falta de manutenção, o que acaba ocasionando diversas deficiências nessas rodovias (ALVES e FERNANDES, 2018).

A função técnica de um pavimento se resume em receber e distribuir esforços verticais provenientes do grande tráfego, também, resistir a esforços horizontais de desgaste tornando a estrutura do rolamento mais durável, e melhorar as condições de segurança e conforto. Um pavimento é formado por várias camadas de diferentes espessuras, o dimensionamento dessas camadas leva em consideração os estudos geotécnicos, estudos de tráfego e os materiais que serão utilizados (SOLANKI e ZAMAN, 2017).

A realização dessa pesquisa se atenta em uma avaliação objetiva de um pavimento flexível, no qual se encontram deficiências causadas muitas vezes pela falta de manutenção e pela grande demanda de veículos no local. Um problema considerável que influencia na segurança, na estrutura da rodovia e em sua estética, que também acaba sendo prejudicada, gerando desconfortos e grandes prejuízos aos usuários.

A presença dessas manifestações patológicas em uma rodovia é uma questão preocupante, pois, algumas manifestações podem trazer problemas para a estrutura da pavimentação, causando riscos à vida dependendo da gravidade da patologia. Convém abordar que este estudo tem a razão de avaliar as manifestações patológicas, propondo um estudo que possibilitará a verificação do estado da rodovia e servirá de base para apresentação de soluções que reparem os danos sofridos, trazendo segurança para as pessoas que transitam na referida rodovia.

Para tanto, a pergunta a ser respondida com a realização dessa pesquisa será a seguinte: Qual o nível de degradação em um trecho da BR-277 na cidade de Cascavel, região oeste do estado do Paraná, devido às manifestações patológicas do local?

Este estudo está limitado ao levantamento das manifestações patológicas existentes em um trecho de cinco quilômetros da BR-277, iniciando do KM587 e finalizando no KM592, no bairro Parque São Paulo, da cidade de Cascavel, Paraná. O levantamento das manifestações foi realizado por inspeção visual, seguindo a norma DNIT 006/2003 - PRO, não havendo a necessidade de testes laboratoriais.

De acordo com todas as informações expostas anteriormente, este trabalho teve como objetivo geral avaliar as manifestações patológicas aparentes existentes em um trecho de cinco quilômetros da BR-277 na cidade de Cascavel – PR.

Salienta-se que para que este trabalho científico possa ter pleno êxito, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

- a) Identificar as manifestações patológicas;
- b) Demarcar as superfícies para avaliação;
- c) Propor o inventário das ocorrências (Defeitos);
- d) Aplicar os cálculos para definição do grau dos níveis de conservação.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo será abordado o conceito de manifestações patológicas, origem, causas, detalhamento das mesmas e maneira de ocorrência.

### **2.1 História dos pavimentos no Brasil**

A primeira rodovia condicionada brasileira foi criada na época do império do D. Pedro II por volta de 1860, ela foi nomeada Estrada da União e Indústria, que ligava as cidades de Juiz de Fora (MG) e Petrópolis (RJ). Pensada pelo Comendador Mariano Procópio de, assim, início ao rodoviarismo brasileiro, marcando seu pioneirismo por dois fatores: foi a primeira estrada a utilizar em sua construção a metodologia técnica, e a primeira estrada condicionada do Brasil (BERNUCCI et al., 2010).

Mesmo possuindo vias que datam da Idade Média, no Brasil a pavimentação só recebeu a devida atenção por volta da segunda metade do século XX, era comum o uso da expressão “macadamizar” que significava a execução de uma camada de macadame sendo betuminoso ou hidráulico sobre os subleitos. A primeira grande experiência no Brasil foi sobre a obra de Caminho do Mar, de São Paulo/SP a Cubatão/SP (BALBO, 2007).

Em 1990, logo no fim do século XX, e no início do XXI, o Brasil vinha procurando maneiras de melhorar a condição do tráfego em suas rodovias, executando obras mais duradouras e seguras para seus usuários, através do processo de concessão à iniciativa privada (BALBO, 2007).

#### **2.1.1 Situação atual da Malha Rodoviária no Brasil**

Segundo o Conselho Nacional de Trânsito (CNT, 2013), o Brasil possui uma extensão de 1.713.885 quilômetros de rodovias, dessa extensão somente 202.589 são pavimentados, o

restante está em fase de projeto, obras, ou não pavimentadas e sem previsão para receber tal serviço.

A Confederação Nacional do Transporte (CNT) e o SEST SENAT divulgaram resultados da 25ª edição da Pesquisa CNT de rodovias, os dados apontam que o estado geral da malha rodoviária brasileira piorou cerca de 4 % de 2021 a 2022, foram avaliados cerca de 110.333 quilômetros de malha, desse total cerca 66 % foram classificados como regular, ruim ou péssimo (CNT, 2022).

A piora das rodovias sobre gestão pública chama atenção, no estado geral as classificações “ótimo” e “bom” caíram de 28,2 % (2021) para 24,7 % (2022), e no estado de “regular”, “ruim” e “péssimo” houve um aumento de 59,4 % (2021) para 62,7 % (2022).

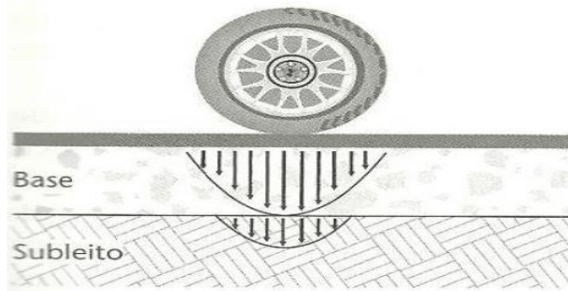
Em contrapartida, sobre gestão privada, apontam que 69 % dos quilômetros pesquisados são classificados como “ótimo” ou “bom”; 25,8 % “regular”, e apenas 5,2 % “ruim” ou “péssimo”. Esse cenário é diferente justamente por haver um investimento maior feito pelas concessionárias em relação ao setor público, mesmo assim o setor privado não escapou da piora, em 2021 o estado de “ótimo” e “bom” era cerca de 70 %, tendo esse índice uma queda de 5,2 % (CNT, 2022).

### 2.1.2 Característica do pavimento flexível

Nos dias atuais são utilizados dois tipos de pavimentos, o flexível e o rígido, os mesmos são separados dessa forma devido sua composição de diferentes materiais, e também por causa da sua disposição de camadas, respondendo assim seus esforços solicitantes.

O pavimento flexível sofre em todas as camadas uma deformação elástica sobre o carregamento nele aplicado, logo então a carga se distribui em parcelas equivalentes entre as camadas. Esse tipo de pavimento é composto por quatro camadas, sendo elas: subleito, reforço de subleito, base e revestimento asfáltico, constituídos por solo, mistura de agregados e ligantes asfálticos, e, quando necessário, uma nova camada chamada de regularização do subleito em locais com aterro, respondendo seus esforços empregados (Figura 1), (BALBO, 2007).

**Figura 1:** Resposta estrutural para pavimento flexível.

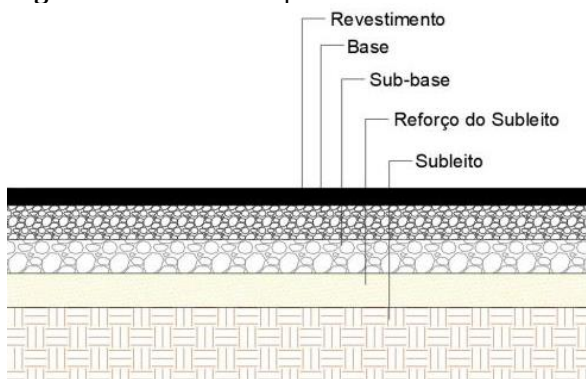


Fonte: Balbo (2007).

### 2.1.3 Camadas do pavimento flexível

A estrutura dos pavimentos é construída em camadas, sendo que cada uma destas camadas é composta por materiais diferentes e com funções específicas. A composição das camadas compreende em subleito e reforço de subleito, base e sub-base, pintura de ligação e revestimento, conforme Figura 2 (DNIT, 2010).

**Figura 2:** Camadas do pavimento.



Fonte: Autor (2023).

#### a) Subleito e Reforço de Subleito

Reforço de subleito é uma camada granulometricamente estabilizada, se necessário é implantada sob o subleito para reduzir espessuras elevadas, que ocorrem normalmente pela baixa capacidade de suporte (DNIT, 2010).

Subleito é uma camada composta de solo natural, compactada ou adensada, podendo ser adicionados agentes estabilizadores como emulsão asfáltica, cal e até cimento, melhorando assim sua capacidade de resistência a cargas oriundas nas demais camadas do pavimento (DNIT, 2010).

#### b) Base e Sub-Base

Camadas produzidas com pétreos granular, sendo seu objetivo aliviar as tensões na superfície do pavimento, assim a energia dissipa-se o máximo possível antes de atingir as demais camadas. Também auxiliam na drenagem de água da pista distribuindo a umidade para camadas mais baixas da pista (DNIT, 2006).

c) Pintura de ligação

Localizada entre a base e revestimento, produzida de material a base de betume (ligante proveniente do petróleo), cuja aplicação deve ser feita através de um caminhão denominado espargidor, distribuída de maneira uniforme por toda a superfície que receberá o revestimento, sendo seu objetivo gerar adesividade, assim aumentando o poder de ligação entre as camadas (DNIT, 2006).

d) Revestimento

Camada que recebe diretamente os esforços do tráfego, com objetivo de aprimorar a malha de rodagem da superfície ocasionando mais segurança e conforto para os motoristas, mantendo a impermeabilização, protegendo as demais camadas formadas de materiais betuminosos misturados a material pétreo, podendo haver uma adição de aditivos (DNIT, 2006).

## 2.2 Tipos de patologias em pavimentos flexíveis

Os pavimentos possuem um ciclo de vida, durante esse tal ciclo depois de certo período de tempo eles passam para um estado ruim de funcionamento devido à perda de suas características mecânicas e est ticas (PRESTES, 2001).

As patologias em pavimentos flexíveis normalmente são causadas por erro de projetos, materiais de baixa qualidade, possíveis faltas de manutenção e aplicação de esforços contínuos (PRESTES, 2001). Segundo DNIT (2003), as patologias são classificadas e separadas em categorias, sendo elas: os Remendos; Panela ou Buraco; Desgaste; Exsudação; Escorregamento; Ondulação ou Corrugação; Afundamentos; e Fendas.

### 2.2.1 Fendas

Qualquer tipo de irregularidade existente no pavimento, as mesmas geram aberturas de diversos tamanhos. Podendo ser de diversas formas, as fendas podem ser divididas em dois tipos: Trincas e Fissuras (DNIT, 2003). A Figura 3 apresenta os diferentes tipos de trincas que podemos encontrar no pavimento.

**Figura 3:** Diferentes tipos de trincas.



Fonte: DNIT (2003), Bernardo (2014).

## 2.2.2 Afundamentos

Uma transformação definitiva caracterizada por um rebaixo da superfície do asfalto, podendo ou não possuir um levantamento completo bordos da patologia, sendo dividido em dois tipos: Afundamento Plástico ou de Consolidação (DNIT, 2003). A Figura 4 mostra as demais características de afundamentos.

**Figura 4:** Diferentes características de afundamentos.



Fonte: DNIT (2003), Bernardo (2014).

### 3. METODOLOGIA

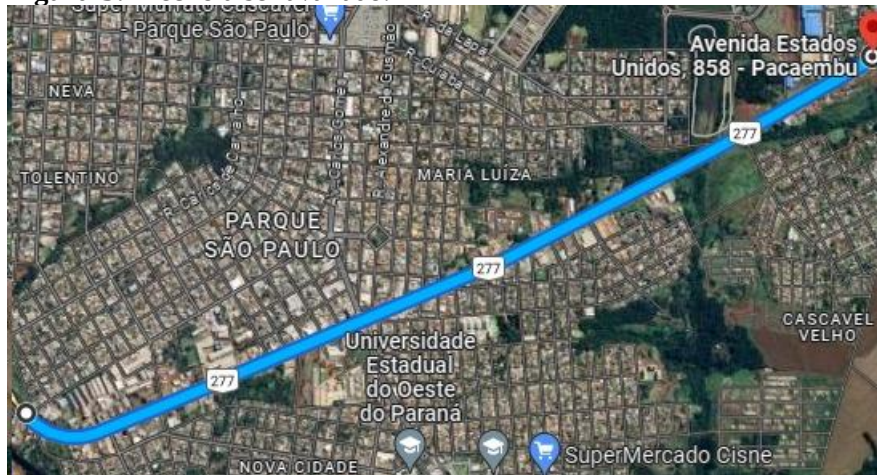
#### 3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de um estudo de caso limitado ao levantamento das manifestações patológicas existentes em um trecho de cinco quilômetros da BR-277, iniciando do KM 587 e finalizando no KM 592, no bairro Parque São Paulo, da cidade de Cascavel, Paraná. O levantamento das manifestações patológicas foi realizado por inspeção visual, seguindo a norma DNIT 006/2003 - PRO, não ocorrendo a necessidade de testes laboratoriais.

#### 3.2 Caracterização da amostra

O trecho, objeto de estudo, faz parte de uma importante rodovia estadual que liga os dois extremos do estado de leste a oeste, iniciando no porto de Paranaguá e terminando na divisa com o Paraguai. Foi inaugurada em março de 1969, um pavimento flexível de pista simples com acostamento. A Figura 5 mostra a localização do trecho avaliado.

**Figura 5:** Trecho a ser avaliado.



Fonte: Google Maps (2023).

#### 3.3 Método avaliativo para pavimentos flexíveis

Foi utilizada a norma PRO 006/2003 Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos, normatizada pelo DNIT nesta avaliação.

- Delimitação da superfície avaliada: o trecho foi segmentado em pequenos segmentos de 20 em 20 metros (estacas rodoviárias) e separado em pista esquerda e direita (pista simples).
- Inventário das ocorrências: foram anotadas todas as ocorrências de cada trecho avaliado conforme a norma do DNIT 005/2003 – TER, identificando as manifestações patológicas e descritas em formulário normatizado que está apresentado no Anexo A.

### 3.4 Cálculos para classificação

Os cálculos têm como objetivo a finalidade de definir o grau de conservação da rodovia, ou seja, o Índice de Gravidade Global (IGG). Eles partem da ponderação das manifestações patológicas detectadas, que passam por um cálculo individual e, por fim, um geral.

#### 3.4.1 Frequências absolutas e relativas

Para as ocorrências a seguir, de acordo com a codificação da Norma DNIT 005/2003-TER, foram calculadas as frequências absolutas e relativas das ocorrências inventariadas (ver Anexo B).

As trincas são classificadas como:

Tipo 1 - Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR);

No caso particular da norma, todas as trincas isoladas que constam no Anexo C foram consideradas como sendo do Tipo 1 para efeito de ponderação.

Tipo 2 - FC-2 (J e TB);

Tipo 3 - FC-3 (JE e TBE);

Tipo 4 - ALP e ATP;

Tipo 5 - O e P;

Tipo 6 - EX;

Tipo 7 - D;

Tipo 8 - R.

No caso particular dos remendos superficiais e remendos profundos, apresentados no Anexo C, foram anotados como Remendos - R para efeito de ponderação.

A frequência absoluta (fa) corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada. As estações inventariadas (n) são dispostas 3m antes e 3m depois de cada estaca, totalizando em cada estação uma área correspondente a 6m de extensão e largura igual à da faixa a ser avaliada. A frequência relativa (fr) é obtida através da Equação 1.

$$fr = \frac{fa \times 100}{n} \quad (1)$$

Onde:

fr - frequência relativa;

fa - frequência absoluta;

n - número de estações inventariadas.

### 3.4.2 Índice de Gravidade Individual (IGI)

Para cada uma das ocorrências inventariadas, deve ser calculado IGI, utilizando a Equação 2 que servirá para o cálculo Índice de Gravidade Global.

$$IGI = fr \times fp \quad (2)$$

Onde:

fr - frequência relativa;

fp - fator de ponderação, cujo valor é obtido a partir dos dados que constam no Quadro

1.

Quadro 1 - Valor do Fator de Ponderação.

| Ocorrência<br>Tipo | Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER<br>“Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia” (ver<br>item 6.4 e Anexo D)                                                                                                                                                                                                                     | Fator de<br>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)<br>NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem<br>constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo<br>da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual<br>(IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em<br>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 (2003).

### 3.4.3 Índice de Gravidade Global - IGG

O IGG é obtido pela Equação 3, este índice define o grau de conservação da rodovia.

$$IGG = \sum IGI \quad (3)$$

Onde:

$\sum IGI$  – é o somatório dos índices de gravidades individuais, calculados de acordo com o estabelecido no item 3.1.4.2. O Índice de Gravidade Global deve ser calculado para cada trecho homogêneo, como consta no Anexo B.

### 3.5 Conceito de degradação do pavimento

Para conferir o pavimento inventariado foi calculado o grau de degradação atingido, que é definido pela correspondência apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

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

Fonte: DNIT (2003).

### 3.6 Análise de dados

Após todo levantamento das ocorrências em campo, todos os dados foram analisados conforme prescreve a norma, para que assim conseguíssemos realizar os cálculos previstos de modo a encontrar o atual grau de degradação da rodovia.

## 4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Com o estudo realizado e os dados encontrados, foi completado o inventário de ocorrências de manifestações patológicas encontradas na malha rodoviária do trecho avaliado,

onde foi constatado que a trinca transversal curta (TTC) (Figura 6), foi a manifestação com maior incidência no local após todo levantamento.

**Figura 6:** Trinca transversal curta (TTC), trecho do quilômetro 587.



Fonte: Autores (2023).

A rodovia, conforme a PRO-006/2003, foi classificada como ótima apresentando um número de manifestações patológicas pequena para o segmento, sendo possível detectar manifestações de pequenas dimensões. A Figura 7 mostra a composição do inventário de ocorrências após a coleta dos dados em campo.

**Figura 7:** Inventário de ocorrências.

| INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO |                       |     |          |          |          |          |          |          |              |   |                           |   |          |          |                 |        |        |         |        |        |           |            |                  |          |              |  |  |
|-------------------------------------------------|-----------------------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|---|---------------------------|---|----------|----------|-----------------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------|------------|------------------|----------|--------------|--|--|
| RODOVIA: 8R - 277                               |                       |     |          |          |          |          |          |          |              |   | OPERADOR: PABLO E EDUARDO |   |          |          |                 |        |        |         |        |        |           | FOLHA: 01  |                  |          |              |  |  |
| TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE CASCAVEL/PR         |                       |     |          |          |          |          |          |          |              |   | REVESTIMENTO TIPO: CBUQ   |   |          |          |                 |        |        |         |        |        |           | Km inicial |                  |          | Km Final     |  |  |
| SUBTRECHO: KM - 587 A 592                       |                       |     |          |          |          |          |          |          |              |   | DATA: 20/08/2023          |   |          |          |                 |        |        |         |        |        |           | 587        |                  |          | 592          |  |  |
| Estaca ou<br>km inicial                         | Estaca ou<br>km final | IGG | TRINCAS  |          |          |          |          |          |              |   | AFUNDAMENTOS              |   |          |          | OUTROS DEFEITOS |        |        |         |        |        |           |            | TRINCAS<br>RODAS |          | Observações: |  |  |
|                                                 |                       |     | ISOLADAS |          |          |          |          |          | INTERLIGADAS |   | PLASTICO                  |   | CONSOLID |          | O<br>5          | P<br>5 | E<br>5 | EX<br>6 | D<br>7 | R<br>8 | TRI<br>mm | IRE<br>mm  |                  |          |              |  |  |
|                                                 |                       |     | FI<br>1  | TTC<br>1 | TTL<br>1 | TLC<br>1 | TLL<br>1 | TRR<br>1 | FC - 2       |   | FC - 3                    |   | ALP<br>4 | ATP<br>4 |                 |        |        |         |        |        |           |            | ALC<br>4         | ATC<br>4 |              |  |  |
|                                                 |                       |     | J 2      | TB 2     | JE 3     | TBE 3    |          |          |              |   |                           |   |          |          |                 |        |        |         |        |        |           |            |                  |          |              |  |  |
| 587                                             | 588                   |     |          | 13       | 1        | 1        |          |          | 1            |   |                           |   |          |          |                 |        | 1      | 1       |        |        |           |            |                  |          |              |  |  |
| 588                                             | 589                   |     |          | 1        |          |          |          |          |              |   |                           |   |          | 1        |                 | 3      |        |         |        |        |           |            |                  |          |              |  |  |
| 589                                             | 590                   |     |          | 3        |          | 4        |          |          |              | 3 |                           |   |          | 1        |                 | 5      | 2      |         |        |        | 1         |            |                  |          |              |  |  |
| 590                                             | 591                   |     |          | 1        |          | 3        |          |          |              | 5 |                           |   |          | 2        |                 | 3      | 1      |         |        |        | 3         |            |                  |          |              |  |  |
| 591                                             | 592                   |     |          | 1        |          | 3        |          |          |              | 2 |                           |   |          |          |                 | 7      |        |         |        |        | 5         |            |                  |          |              |  |  |
| TOTAL                                           |                       | 0   | -        | 19       | 1        | 11       | -        | 1        | -            | - | 11                        | - | -        | -        | -               | 4      | -      | 19      | 4      | -      | -         | 9          | -                | -        |              |  |  |

Fonte: Autores (2023).

Os resultados obtidos pela aplicação do PRO-006/2003, apresentam um perfeito grau de concordância em seus resultados, obtidos por meio da realização dos cálculos normatizados. O cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG) demonstra que o segmento está classificado como ótimo em todos seus quilômetros, apesar da detecção de manifestações patológicas em todo segmento, em especial as trincas que surgem com maior frequência, o segmento consegue manter suas características de trânsito e de segurança para seus usuários, como demonstra a Tabela 1 abaixo.

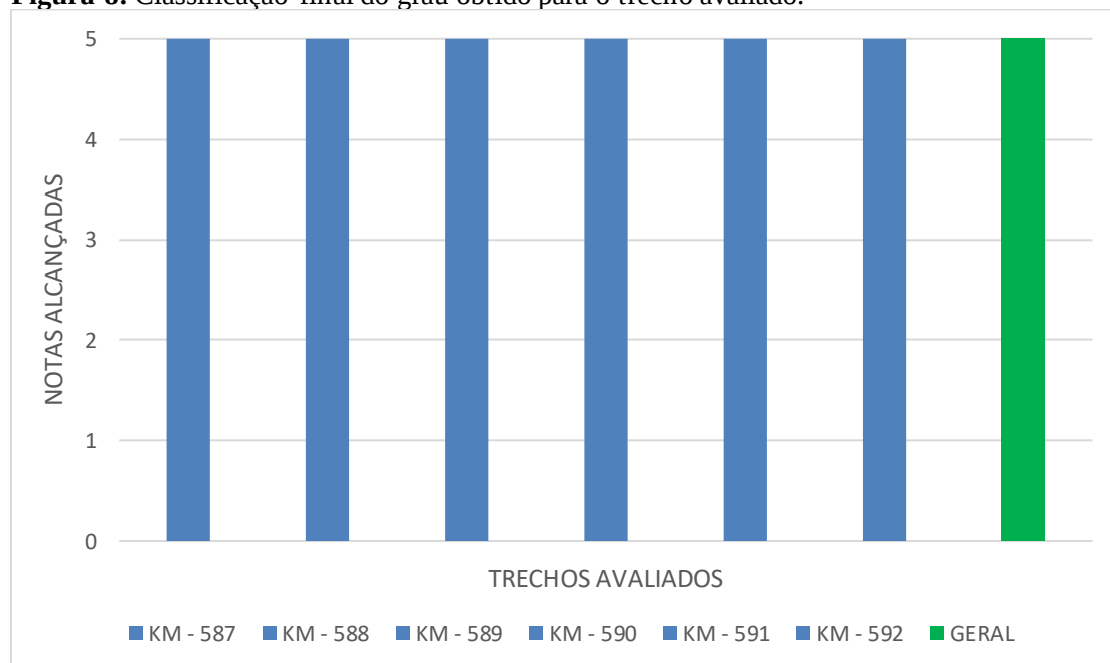
**Tabela 1 – Resultados - IGG**

| Trecho     | IGG   | Classificação |
|------------|-------|---------------|
| KM 587-588 | 2,4   | ÓTIMO         |
| KM 588-589 | 1,64  | ÓTIMO         |
| KM 589-590 | 4,92  | ÓTIMO         |
| KM 590-591 | 4,96  | ÓTIMO         |
| KM 591-592 | 4,96  | ÓTIMO         |
| GERAL      | 18,88 | ÓTIMO         |

Fonte: Autores (2023).

Os resultados finais obtidos para cada um dos quilômetros avaliados e para o segmento completo estão representados através do gráfico a seguir (Figura 8), onde foram atribuídas notas de 1 a 5, conforme a normativa, sendo elas péssima, ruim, regular, boa e ótima. A representação das notas levou em consideração as definições expressas pelo Índice de Gravidade Global (IGG) que corresponde ao segmento completo e pelos Índices de Gravidade Individual (IGI) que são atribuídos aos segmentos em separado.

**Figura 8:** Classificação final do grau obtido para o trecho avaliado.



Fonte: Autores (2023).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação proposta neste artigo de pesquisa apresentou um resultado esperado, a escolha deste trecho se deteve ao aparecimento de algumas manifestações patológicas no local,

mas após todo estudo e coleta de dados, foi detectado pela análise e aplicação da norma uma classificação de grau ótimo para este trecho de cinco quilômetros da BR-277, podendo ser observado que, mesmo com a aparição de manifestações patológicas, há graus distintos para condenação de um segmento rodoviário, sendo possível verificar que nesse caso a rodovia mantém suas características de segurança e trafegabilidade. Dessa maneira, esse artigo fornece uma base para estudos futuros em outros segmentos para se fazer um comparativo e assim ser possível verificar em que estado físico e visual uma rodovia apresentaria graus de gravidade mais baixo, além disso, pode-se realizar uma futura análise do mesmo segmento para que se possa verificar uma melhora ou um aumento da degradação do trecho estudado, verificando se há manutenção na rodovia e se a mesma está sendo desempenhada de forma correta e eficaz, podendo servir também como base para estudos que proponham soluções e reparos futuros com base no que se foi encontrado in loco.

## REFERÊNCIAS

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

BALBO, José Tadeu. **Pavimentos de Concreto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNARDO, L. **Estudo comparativo de procedimentos para determinação de degradação de pavimentos flexíveis - DNTI**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel – PR, 2014.

BERNUCCI, L. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Gráfica Minister, 2010.

Confederação Nacional do Transporte CNT, Relatório Gerencial: **PESQUISA CNT DE RODOVIAS 2022**. São Paulo, CNT: SEST: SENAT, 2022.

DNER-PRO 011/79. MT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – **Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis**. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNER\\_PRO\\_011\\_79.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNER_PRO_011_79.pdf)>. Acesso em 18 mar. 2023.

DNIT 006/2003 – PRO. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento**. 2003. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT\\_006\\_2003\\_PRO](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_006_2003_PRO)>. Acesso em 10 mar. 2023.

DNIT 005/2003 – TER. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos. Terminologia. 2003.** Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit\\_005\\_2003\\_ter-1.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit_005_2003_ter-1.pdf)>. Acesso em 10 mar. 2023.

DNIT 008/2003 – PRO. **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento. 2003.** Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT\\_008\\_2003\\_PRO](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_008_2003_PRO)>. Acesso em 16 mar. 2023.

MICAEL TERRA DE OLIVEIRA ALVES E RICARDO EGUCHI CORREA FERNANDES. **Patologias em pavimento flexível. Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível.** (Curso de Engenharia Civil) – Centro Universitário Toledo – Toledo/PR.

PÂMELA SUELEN ALVAREZ. **Patologias e manutenção no pavimento asfáltico no município de Bocaina/SP.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Universidade de Araraquara – Uniara – SP.

PRESTES, M. P. **MÉTODOS DE AVALIAÇÃO VISUAL DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS – UM ESTUDO COMPARATIVO. 2001.** Dissertação (Mestrado profissionalizante em Engenharia Civil – Ênfase em Transportes) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

THOMAS, E. e SILVA, I. **Comparação entre metodologias de dimensionamento de pavimento flexível e rígido conforme normativas brasileiras, em uma rodovia federal.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel – PR, 2022.

**Anexo A:** Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento.

[illegible]

**Anexo B:** Planilha de cálculo do IGG

| RODOVIA:                                                |                                                                             | PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) |                                 |                     |                     |          |  | Data:                          |  | Folha:               |  |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|----------|--|--------------------------------|--|----------------------|--|
| TRECHO:                                                 |                                                                             |                                                         |                                 |                     |                     |          |  | Estaca ou Quilômetro           |  | Estaca ou Quilômetro |  |
| SUB-TRECHO:                                             |                                                                             | REVESTIMENTO TIPO:                                      |                                 |                     |                     |          |  | Índice de gravidade individual |  | Observações          |  |
| Item                                                    | Natureza do defeito                                                         | Frequência absoluta                                     | Frequência absoluta considerada | Frequência relativa | Fator de ponderação |          |  |                                |  |                      |  |
| 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 ( )<br>1 B ( )  |          |  |                                |  |                      |  |
| 10                                                      | Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas     | TREv =                                                  | TRIv =                          | FV =                | 2 A ( )<br>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 $\bar{FV} \leq 50$          |                                 |                     |                     | Operador |  |                                |  |                      |  |
| 1B) IGI = 40 quando $\bar{F} > 30$                      |                                                                             | 2B) IGI = 50 quando $\bar{FV} > 50$                     |                                 |                     |                     | Cálculo  |  |                                |  |                      |  |
|                                                         |                                                                             |                                                         |                                 |                     |                     | Visto    |  |                                |  |                      |  |

**Anexo C: Quadro resumo de 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           |
| "Painéis" 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.

## APÊNDICES

### Apêndice 01 – Cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG) de todo o trecho.

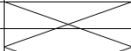
| RODOVIA: <b>BR-277</b> PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)<br>TRECHO: <b>PERÍMETRO URBANO DE CASCAVEL/PR</b><br>SUB-TRECHO: <b>KM-587 A 592</b> REVESTIMENTO TIPO: <b>CBUQ</b> |                                                                             |                     |                                 |                     |                          | Data:                          | Folha: <b>01</b>     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------|
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                             |                     |                                 |                     |                          | Estaca ou Quilômetro           | Estaca ou Quilômetro |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                             |                     |                                 |                     |                          | <b>587</b>                     | <b>592</b>           |
| 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                                | 32                  | 32                              | 12,8                | 0,2                      | 2,56                           |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                  | (FC – 2) J, TB                                                              | 0                   | 0                               | 0                   | 0,5                      | 0                              |                      |
| 3                                                                                                                                                                                                  | (FC – 3) JE, TBE                                                            | 11                  | 11                              | 4,4                 | 0,8                      | 3,52                           |                      |
| 4                                                                                                                                                                                                  | ALP, ATP, ALC, ATC                                                          | 4                   |                                 | 1,6                 | 0,9                      | 1,44                           |                      |
| 5                                                                                                                                                                                                  | O, P, E                                                                     | 23                  |                                 | 9,2                 | 1,0                      | 9,2                            |                      |
| 6                                                                                                                                                                                                  | EX                                                                          | 0                   |                                 | 0                   | 0,5                      | 0                              |                      |
| 7                                                                                                                                                                                                  | D                                                                           | 0                   |                                 | 0                   | 0,3                      | 0                              |                      |
| 8                                                                                                                                                                                                  | R                                                                           | 9                   |                                 | 3,6                 | 0,6                      | 2,16                           |                      |
| 9                                                                                                                                                                                                  | Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE | TRE =               | TRI =                           | F =                 | 1 A (    )<br>1 B (    ) |                                |                      |
| 10                                                                                                                                                                                                 | Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas     | TREv =              | TRiv =                          | FV =                | 2 A (    )<br>2 B (    ) |                                |                      |
| Nº TOTAL DE ESTAÇÕES                                                                                                                                                                               |                                                                             | n = 250             | Σ IND. GRAVID. IND. = IGG       |                     |                          | 18,88                          | ÓTIMO                |
| 1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30      2A) IGI = FV quando FV ≤ 50                                                                                                                                   |                                                                             |                     |                                 |                     |                          | Operador                       |                      |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                             |                     |                                 |                     |                          | Cálculo                        |                      |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                             |                     |                                 |                     |                          | Visto                          |                      |

**Apêndice 02 – Cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG) de trecho a trecho.**

| RODOVIA: <b>BR-277</b> PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Data:                          | Folha: <b>02</b>     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|
| TRECHO: <b>PERÍMETRO URBANO DE CASCAVEL/PR</b>                                 |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Estaca ou Quilômetro           | Estaca ou Quilômetro |
| SUB-TRECHO: <b>KM-587 A 588</b> REVESTIMENTO TIPO: <b>CBUQ</b>                 |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | <b>587</b>                     | <b>588</b>           |
| 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                                | 16                  | 16                              | 6,4                 | 0,2                 | 1,28                           |                      |
| 2                                                                              | (FC – 2) J, TB                                                              | 0                   | 0                               | 0                   | 0,5                 | 0                              |                      |
| 3                                                                              | (FC – 3) JE, TBE                                                            | 1                   | 1                               | 0,4                 | 0,8                 | 0,32                           |                      |
| 4                                                                              | ALP, ATP, ALC, ATC                                                          | 0                   |                                 | 0                   | 0,9                 | 0                              |                      |
| 5                                                                              | O, P, E                                                                     | 2                   |                                 | 0,8                 | 1,0                 | 0,8                            |                      |
| 6                                                                              | EX                                                                          | 0                   |                                 | 0                   | 0,5                 | 0                              |                      |
| 7                                                                              | D                                                                           | 0                   |                                 | 0                   | 0,3                 | 0                              |                      |
| 8                                                                              | R                                                                           | 0                   |                                 | 0                   | 0,6                 | 0                              |                      |
| 9                                                                              | Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE | TRE =               | TRI =                           | F =                 | 1 A ( )<br>1 B ( )  |                                |                      |
| 10                                                                             | Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas     | TREv =              | TRIV =                          | FV =                | 2 A ( )<br>2 B ( )  |                                |                      |
| Nº TOTAL DE ESTAÇÕES                                                           |                                                                             | n = 250             | Σ IND. GRAVID. IND. = IGG       |                     |                     | 2,4                            | ÓTIMO                |
| 1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30                                                |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Operador                       |                      |
| 2A) IGI = FV quando FV ≤ 50                                                    |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Cálculo                        |                      |
|                                                                                |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Visto                          |                      |

| RODOVIA: <b>BR-277</b> PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Data:                          | Folha: <b>03</b>     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|
| TRECHO: <b>PERÍMETRO URBANO DE CASCAVEL/PR</b>                                 |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Estaca ou Quilômetro           | Estaca ou Quilômetro |
| SUB-TRECHO: <b>KM-588 A 589</b> REVESTIMENTO TIPO: <b>CBUQ</b>                 |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | <b>588</b>                     | <b>589</b>           |
| 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                                | 1                   | 1                               | 0,4                 | 0,2                 | 0,08                           |                      |
| 2                                                                              | (FC – 2) J, TB                                                              | 0                   | 0                               | 0                   | 0,5                 | 0                              |                      |
| 3                                                                              | (FC – 3) JE, TBE                                                            | 0                   | 1                               | 0                   | 0,8                 | 0                              |                      |
| 4                                                                              | ALP, ATP, ALC, ATC                                                          | 1                   |                                 | 0,4                 | 0,9                 | 0,36                           |                      |
| 5                                                                              | O, P, E                                                                     | 3                   |                                 | 1,2                 | 1,0                 | 1,2                            |                      |
| 6                                                                              | EX                                                                          | 0                   |                                 | 0                   | 0,5                 | 0                              |                      |
| 7                                                                              | D                                                                           | 0                   |                                 | 0                   | 0,3                 | 0                              |                      |
| 8                                                                              | R                                                                           | 0                   |                                 | 0                   | 0,6                 | 0                              |                      |
| 9                                                                              | Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE | TRE =               | TRI =                           | F =                 | 1 A ( )<br>1 B ( )  |                                |                      |
| 10                                                                             | Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas     | TREv =              | TRIV =                          | FV =                | 2 A ( )<br>2 B ( )  |                                |                      |
| Nº TOTAL DE ESTAÇÕES                                                           |                                                                             | n = 250             | Σ IND. GRAVID. IND. = IGG       |                     |                     | 1,64                           | ÓTIMO                |
| 1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30                                                |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Operador                       |                      |
| 2A) IGI = FV quando FV ≤ 50                                                    |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Cálculo                        |                      |
|                                                                                |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Visto                          |                      |

| RODOVIA: BR-277 PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) |                                                                             |                     |                                                                                   |                     |                     | Data:                          | Folha: 04            |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|
| TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE CASCAVEL/PR                                 |                                                                             |                     |                                                                                   |                     |                     | Estaca ou Quilômetro           | Estaca ou Quilômetro |
| SUB-TRECHO: KM-589 A 590 REVESTIMENTO TIPO: CBUQ                        |                                                                             |                     |                                                                                   |                     |                     | 589                            | 590                  |
| 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                                | 7                   | 7                                                                                 | 2,8                 | 0,2                 | 0,56                           |                      |
| 2                                                                       | (FC – 2) J, TB                                                              | 0                   | 0                                                                                 | 0                   | 0,5                 | 0                              |                      |
| 3                                                                       | (FC – 3) JE, TBE                                                            | 3                   | 3                                                                                 | 1,2                 | 0,8                 | 0,96                           |                      |
| 4                                                                       | ALP, ATP, ALC, ATC                                                          | 1                   |  | 0,4                 | 0,9                 | 0,36                           |                      |
| 5                                                                       | O, P, E                                                                     | 7                   |                                                                                   | 2,8                 | 1,0                 | 2,8                            |                      |
| 6                                                                       | EX                                                                          | 0                   |                                                                                   | 0                   | 0,5                 | 0                              |                      |
| 7                                                                       | D                                                                           | 0                   |                                                                                   | 0                   | 0,3                 | 0                              |                      |
| 8                                                                       | R                                                                           | 1                   |                                                                                   | 0,4                 | 0,6                 | 0,24                           |                      |
| 9                                                                       | Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE | TRE =               | TRI =                                                                             | F =                 | 1 A ( )<br>1 B ( )  |                                |                      |
| 10                                                                      | Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas     | TREv =              | TRIV =                                                                            | FV =                | 2 A ( )<br>2 B ( )  |                                |                      |
| Nº TOTAL DE ESTAÇÕES                                                    |                                                                             | n = 250             | Σ IND. GRAVID. IND. = IGG                                                         |                     |                     | 4,92                           | ÓTIMO                |
| 1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30                                         |                                                                             |                     |                                                                                   |                     |                     | Operador                       |                      |
| 2A) IGI = FV quando FV ≤ 50                                             |                                                                             |                     |                                                                                   |                     |                     | Cálculo                        |                      |
|                                                                         |                                                                             |                     |                                                                                   |                     |                     | Visto                          |                      |

| RODOVIA: BR-277 PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Data:                          | Folha: 05            |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|
| TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE CASCAVEL/PR                                 |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Estaca ou Quilômetro           | Estaca ou Quilômetro |
| SUB-TRECHO: KM-590 A 591 REVESTIMENTO TIPO: CBUQ                        |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | 590                            | 591                  |
| 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                                | 4                   | 4                               | 1,6                 | 0,2                 | 0,32                           |                      |
| 2                                                                       | (FC – 2) J, TB                                                              | 0                   | 0                               | 0                   | 0,5                 | 0                              |                      |
| 3                                                                       | (FC – 3) JE, TBE                                                            | 5                   | 5                               | 2                   | 0,8                 | 1,6                            |                      |
| 4                                                                       | ALP, ATP, ALC, ATC                                                          | 2                   |                                 | 0,8                 | 0,9                 | 0,72                           |                      |
| 5                                                                       | O, P, E                                                                     | 4                   |                                 | 1,6                 | 1,0                 | 1,6                            |                      |
| 6                                                                       | EX                                                                          | 0                   |                                 | 0                   | 0,5                 | 0                              |                      |
| 7                                                                       | D                                                                           | 0                   |                                 | 0                   | 0,3                 | 0                              |                      |
| 8                                                                       | R                                                                           | 3                   |                                 | 1,2                 | 0,6                 | 0,72                           |                      |
| 9                                                                       | Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE | TRE =               | TRI =                           | F =                 | 1 A ( )<br>1 B ( )  |                                |                      |
| 10                                                                      | Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas     | TREv =              | TRlv =                          | FV =                | 2 A ( )<br>2 B ( )  |                                |                      |
| Nº TOTAL DE ESTAÇÕES                                                    |                                                                             | n = 250             | Σ IND. GRAVID. IND. = IGG       |                     |                     | 4,96                           | ÓTIMO                |
| 1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30<br>2A) IGI = FV quando FV ≤ 50          |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Operador                       |                      |
|                                                                         |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Cálculo                        |                      |
|                                                                         |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Visto                          |                      |

| RODOVIA: BR-277 PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Data:                          | Folha: 06            |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|
| TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE CASCAVEL/PR                                 |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Estaca ou Quilômetro           | Estaca ou Quilômetro |
| SUB-TRECHO: KM-591 A 592 REVESTIMENTO TIPO: CBUQ                        |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | 591                            | 592                  |
| 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                                | 4                   | 4                               | 1,6                 | 0,2                 | 0,32                           |                      |
| 2                                                                       | (FC – 2) J, TB                                                              | 0                   | 0                               | 0                   | 0,5                 | 0                              |                      |
| 3                                                                       | (FC – 3) JE, TBE                                                            | 2                   | 2                               | 0,8                 | 0,8                 | 0,64                           |                      |
| 4                                                                       | ALP, ATP, ALC, ATC                                                          | 0                   |                                 | 0                   | 0,9                 | 0                              |                      |
| 5                                                                       | O, P, E                                                                     | 7                   |                                 | 2,8                 | 1,0                 | 2,8                            |                      |
| 6                                                                       | EX                                                                          | 0                   |                                 | 0                   | 0,5                 | 0                              |                      |
| 7                                                                       | D                                                                           | 0                   |                                 | 0                   | 0,3                 | 0                              |                      |
| 8                                                                       | R                                                                           | 5                   |                                 | 2                   | 0,6                 | 1,2                            |                      |
| 9                                                                       | Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE | TRE =               | TRI =                           | F =                 | 1 A ( )<br>1 B ( )  |                                |                      |
| 10                                                                      | Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas     | TREv =              | TRlv =                          | FV =                | 2 A ( )<br>2 B ( )  |                                |                      |
| Nº TOTAL DE ESTAÇÕES                                                    |                                                                             | n = 250             | Σ IND. GRAVID. IND. = IGG       |                     |                     | 4,96                           | ÓTIMO                |
| 1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30<br>2A) IGI = FV quando FV ≤ 50          |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Operador                       |                      |
|                                                                         |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Cálculo                        |                      |
|                                                                         |                                                                             |                     |                                 |                     |                     | Visto                          |                      |