

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ**  
**GABRIEL FELISSETTI DE AZEVEDO**

**ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS PATOLÓGICAS DA CICLOVIA IMPLANTADA**  
**NO MUNICÍPIO DE CASCAVEL NAS OBRAS DO PLANO DE**  
**DESENVOLVIMENTO INTEGRADO**

**CASCAVEL - PR**  
**2017**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ  
GABRIEL FELISSETTI DE AZEVEDO**

**ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS PATOLÓGICAS DA CICLOVIA IMPLANTADA  
NO MUNICÍPIO DE CASCAVEL NAS OBRAS DO PLANO DE  
DESENVOLVIMENTO INTEGRADO**

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

**Professor Orientador:** Eng. Civil Especialista Lincoln Salgado

**CASCAVEL - PR  
2017**

## RESUMO

Esta abordagem será realizada com o intuito de quantificar e avaliar as manifestações e patologias encontradas no pavimento da ciclovia construída recentemente no centro da cidade de Cascavel, Paraná, por meio da utilização da metodologia proposta na norma do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT) 006/2003 – PRO. À princípio, verificar-se-ão as manifestações patológicas que serão quantificadas para, posteriormente, proceder avaliação, delimitando-se o estudo, por amostragem, em uma faixa de 650 metros entre as ruas Sete de Setembro e Salgado Filho. Através da realização do levantamento, os dados coletados serão tabulados conforme orientação das normas do DNIT 005/2003 – TER e após o registro, o material servirá de subsídio para a realização de processamento das informações que constituem a avaliação do pavimento conforme norma DNIT 006/2003 – PRO, cujo processamento será feito por meio de cálculos específicos, bem como com o auxílio de ábacos. Através deste processo de coleta e análise, portanto, será possível avaliar o índice de degradação do pavimento.

**Palavras chave:** Patologia. Índice de degradação. Ciclovia.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Distribuição das cargas no pavimento rígido.....    | 13 |
| Figura 2 - Deformação realizada pelo pavimento flexível.....   | 14 |
| Figura 3 - Camadas do pavimento flexível.....                  | 15 |
| Figura 4 - Camadas do pavimento flexível.....                  | 17 |
| Figura 5 - Coleta de dados do pavimento em trilha de roda..... | 18 |
| Figura 6 - Coleta de afundamento local.....                    | 19 |
| Figura 7 - Demonstração de um escorregamento .....             | 20 |
| Figura 8 - Demonstração de exsudação.....                      | 20 |
| Figura 9 - Demonstração de desgaste.....                       | 21 |
| Figura 10 - Demonstração de panela.....                        | 22 |
| Figura 11 - Superfície de avaliação.....                       | 25 |
| Figura 12 - Trinca ou Fissura no Pavimento.....                | 34 |
| Figura 13 – Desgaste no Pavimento.....                         | 35 |
| Figura 14 – Painelas no Pavimento.....                         | 35 |
| Figura 15 - Remendo no Pavimento.....                          | 36 |
| Figura 16 - Exsudação no Pavimento.....                        | 37 |

### **LISTA DE QUADROS**

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1: Quadro dos defeitos – Codificação e Classificação.....     | 26 |
| Quadro 2: Valor do fator de ponderação.....                          | 30 |
| Quadro 3: Conceitos de Degradação do Pavimento em função do IGG..... | 31 |

## **LISTA DE GRÁFICOS**

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Gráfico 1: Quantitativo de Patologias..... | 33 |
| Gráfico 2: Índice de Gravidade Global..... | 38 |

## SUMÁRIO

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1.....</b>                                | <b>9</b>  |
| 1.1 INTRODUÇÃO.....                                   | 9         |
| 1.2 OBJETIVOS.....                                    | 10        |
| 1.2.1 Objetivo Geral.....                             | 10        |
| 1.2.2 Objetivos Específicos.....                      | 10        |
| 1.3 JUSTIFICATIVA.....                                | 11        |
| 1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....                       | 11        |
| 1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE.....                       | 11        |
| 1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....                      | 11        |
| <b>CAPÍTULO 2.....</b>                                | <b>12</b> |
| 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                        | 12        |
| 2.2 PAVIMENTOS.....                                   | 12        |
| 2.2.1 Pavimentos Rígidos.....                         | 12        |
| 2.2.2 Pavimentos Semi-Rígidos.....                    | 13        |
| 2.2.3 Pavimentos Flexíveis.....                       | 13        |
| 2.3 PAVIMENTO FLEXÍVEL.....                           | 14        |
| 2.3.1 Composição.....                                 | 14        |
| 2.3.2 Vida útil dos Pavimentos Flexíveis.....         | 15        |
| 2.3.3 Patologias.....                                 | 16        |
| 2.3.3.1 Fissuras.....                                 | 16        |
| 2.3.3.2 Trincas.....                                  | 16        |
| 2.3.3.2.1 Trincas Isoladas.....                       | 17        |
| 2.3.3.2.2 Trincas Interligadas.....                   | 17        |
| 2.3.3.3 Afundamento.....                              | 18        |
| 2.3.3.4 Ondulação/Corrugação.....                     | 19        |
| 2.3.3.5 Escorregamento.....                           | 19        |
| 2.3.3.6 Exsudação.....                                | 20        |
| 2.3.3.7 Desgaste .....                                | 21        |
| 2.3.3.8 Panelas.....                                  | 21        |
| 2.3.3.9 Remendos.....                                 | 22        |
| 2.3.4 Degradação.....                                 | 22        |
| 2.3.5 Norma DNIT 006/2003 - PRO.....                  | 23        |
| <b>CAPÍTULO 3.....</b>                                | <b>24</b> |
| 3.1 METODOLOGIA.....                                  | 24        |
| 3.1.1 Tipo de Estudo e Local da Pesquisa.....         | 24        |
| 3.1.2 Caracterização da amostra.....                  | 24        |
| 3.1.3 Coleta de dados.....                            | 25        |
| 3.1.3.1 Apontamento da norma DNIT 006/2003 – PRO..... | 25        |
| 3.1.3.1.1 Flecha na trilha de roda.....               | 25        |
| 3.1.3.1.2 Superfície de avaliação.....                | 25        |
| 3.1.3.1.3 Terminologia correlata.....                 | 26        |
| 3.1.3.2 Método de execução.....                       | 27        |
| 3.1.4 Análise dos Dados.....                          | 27        |
| 3.1.4.1 Frequência absoluta e relativas.....          | 28        |
| 3.1.4.2 Parâmetros.....                               | 29        |
| 3.1.4.3 Índice de gravidade individual.....           | 29        |
| 3.1.4.4 Índice de gravidade global.....               | 31        |

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 4.....</b>                                 | <b>32</b> |
| 4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....                       | 32        |
| 4.2 PATOLOGIAS ENCONTRADAS.....                        | 32        |
| 4.1.1 Prováveis causas das Patologias Encontradas..... | 33        |
| 4.3 ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL.....                    | 37        |
| <b>CAPÍTULO 5.....</b>                                 | <b>38</b> |
| 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                          | 38        |
| <b>CAPÍTULO 6.....</b>                                 | <b>39</b> |
| 6.1 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS.....                 | 39        |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                | <b>40</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                     | <b>41</b> |

## CAPÍTULO 1

### 1.1 INTRODUÇÃO

Os pavimentos de rolamento já eram utilizados como um meio de tráfego no tempo do Império Romano. Com o passar do tempo, a evolução estrutural e das técnicas construtivas, chega-se aos pavimentos de rolamentos que temos hoje. Assim, Bernucci *at al.* (2007) apoud Croney (1977) explicam que a estrutura para rolamento deve permitir a movimentação dos usuários com segurança, conforto e garantir todos esses quesitos em qualquer situação climática. Devido a esses critérios, as pavimentações devem ser devidamente dimensionadas para que garantam aos usuários segurança e conforto.

As bicicletas vêm ocupando um grande espaço na sociedade, hoje, como um meio de desenvolvimento sustentável, ademais, a utilização desse meio de transporte não requer fontes geradoras de combustão para sua circulação, como a maioria dos carros, gerando, por conseguinte, impacto positivo no futuro, em relação à emissão de gases poluentes. Devido ser um meio de circulação bem utilizado, as ciclovias surgiram com um objetivo de oferecer maior segurança para os ciclistas. A ciclovia tem um papel muito útil e prático, pois garante segurança, conforto e economia, de modo que os demais modais de transporte não tenham o trajeto atrapalhado pelos ciclistas.

Tendo em vista a ciclovia ter um tráfego constante, por possuir característica de um pavimento asfáltico, também é passível de danos e pode sofrer diversas manifestações patológicas com o decorrer dos anos, podendo até ocasionar a interrupção do trânsito da ciclovia. Por conta dessas manifestações, o pavimento necessita de um bom dimensionamento, levando em consideração essas diversas variáveis. Portanto, as manifestações poderão surgir de várias causas, não se pode, pois, nomeá-las sem ir a campo para sua coleta.

O pavimento por ser uma construção que, com o tempo, pode apresentar problemas estruturais, deve-se, contudo, cumprir alguns requisitos inerentes à qualidade que, para tal, utilizar-se-á o procedimento de avaliação de pavimentos flexíveis e semirrígidos. A avaliação dá-se por tabelas e questionários que são disponibilizados pelo procedimento do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) 006/2003 – PRO.

A cidade de Cascavel, Paraná é o local onde está situada a ciclovia que será utilizada como estudo e assim se procurará aferir uma nota ao pavimento, como ótimo, bom, regular,

ruim e péssimo de acordo com a norma do DNIT 006/2003 – PRO. Dessa forma, o presente trabalho tem o intuito de levar à sociedade cascavelense a verdade sobre a qualidade de um investimento alto para os cofres públicos.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Analisar as ocorrências patológicas existentes na ciclovia implantada no desenvolvimento integrado da Avenida Brasil, na cidade de Cascavel, Paraná.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a amostra das ocorrências patológicas;
- Quantificar a frequência patológica;
- Avaliar a gravidade funcional das patologias;
- Aferir nota avaliativa ao pavimento conforme a normativa do DNIT 006/2003 – PRO – Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos- Procedimentos.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

A iniciativa de se avaliar o pavimento flexível, destinado para o rolamento de bicicletas, implantado no município de Cascavel, partiu de uma notícia que retratava a péssima qualidade do revestimento asfáltico. Diante do exposto na mídia, idealizou-se a tentativa de realizar a avaliação do pavimento que, através de estudos e planejamento, será possível executar

O trabalho tem o objetivo de inserir uma nota ao pavimento, pois conforme Bernucci *et al* (2007), a avaliação funcional do pavimento se relaciona à apreciação da superfície do pavimento com o conforto e qualidade para os transeuntes da via, mostrando à sociedade se a construção do pavimento realmente atingirá um possível índice de satisfação, haja vista a

norma do DNIT 006/2003 – PRO. No entanto, para atingir esse objetivo terá que se levantar todo e qualquer tipo de patologia.

#### 1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Qual o índice de serventia da ciclovia implantada em Cascavel, Paraná, se analisada pelo critério da norma do DNIT 006/2003 – PRO?

#### 1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Utilizando a ficha de verificações para a avaliação do pavimento, bem como análise de serventia da via para que se possa ter garantia de utilização. Para isso, usou-se de cálculo para concluir a gravidade de patologias e a sua classificação, inferindo uma nota ao pavimento conforme a norma do DNIT 006/2003 – PRO.

#### 1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O objeto do estudo aqui apresentado ficará restrito ao levantamento das patologias existentes na ciclovia da Avenida Brasil, de Cascavel, Paraná, de maneira que se possa realizar um trabalho mais aprofundado de levantamento de dados e avaliação detalhada no trecho de pavimento entre as Ruas Sete de Setembro e Salgado Filho, totalizando uma extensão de 650 metros.

A investigação das patologias será realizada por inspeção visual e verificação nas normas de inspeção do DNIT, não ocorrendo, portanto, testes laboratoriais, apenas levantar as manifestações patológicas, classificando-as e avaliando-as para que possamos dar nota ao pavimento

## CAPÍTULO 2

### 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No desenvolvimento deste capítulo, estaremos demonstrando como serão analisadas a ocorrência patológica e a avaliação do pavimento pelo índice global de gravidade, através de normas.

### 2.2 PAVIMENTOS

O pavimento é uma construção realizada sobre uma terraplanagem. Por conta disso, ela é destinada, técnica e economicamente, a resistir a esforços de tráfego e à degradação de esforços horizontais, de modo a oferecer uma maior longevidade ao pavimento e a agradar aos usuários quando se está transitando pelo pavimento (DE SENÇO, 1997).

Já para Bernucci *et al* (2007), o pavimento se retrata como uma camada construída sobre uma fundação denominada subleito. Hoje, se subdividem em estruturas rígidas e em estruturas flexíveis.

#### 2.2.1 Pavimentos Rígidos

Pavimentos rígidos demonstram-se aqueles em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado (Manual do DNIT, 2006).

A pavimentação rígida para De Senço (1997), caracteriza-se por ser pouco deformável e que são constituídos principalmente por concreto de cimento e quando expostos a deformações rompem por tração na flexão.

Figura 1: Distribuição das cargas no pavimento rígido:



Fonte: <https://br.linkedin.com/in/evmarcs>.

### 2.2.2 Pavimento Semirrígido

Obtém-se a confecção de uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias, para a construção do resto do pavimento. (Manual do DNIT, 2006).

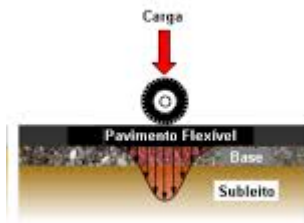
O pavimento semirrígido é abordado como um elemento em que se tem a sua fundação elementos que possuam materiais cimentados, que são expostos a tração (Bernucci *et al*, 2007).

### 2.2.3 Pavimento Flexíveis

O pavimento Flexível tem a característica de sofrer deformação elástica significativa quando exposto a um carregamento e, portanto, a distribuição da carga será através de suas outras camadas até sua dissipação (Manual do DNIT, 2006).

Com o intuito de definir o pavimento flexível, SENÇO (1997) fala que o pavimento é caracterizado pela sua capacidade de receber deformações até certo limite sem sofrer nem um tipo de rompimento. Também, são dimensionados para cargas de compressão e a tração na flexão.

Figura 2: Deformação realizada pelo pavimento flexível:



Fonte: <https://br.linkedin.com/in/evmarcs>.

## 2.3 PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

### 2.3.1 Composição

Para Bernucci *et al* (2007, p. 337), o pavimento flexível, em geral, está relacionado aos pavimentos asfálticos, pois tem a composição por camada superficial asfáltica (revestimento) apoiada sobre camadas de base, de sub-base, reforço do subleito, regularização do subleito e subleito que são constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentantes.

#### A) Revestimento

O revestimento pode-se dizer que é a capa de rolamento ou a camada superficial asfáltica, possui uma característica de rolamento agradável para que possa ofertar aos usuários conforto e segurança. O revestimento, por sua vez, se constitui de um pavimento flexível: podendo ser de revestimento betuminoso ou de calçamento (SENÇO, 1997).

#### B) Base:

Para SENÇO (1997), a função da base é sofrer a absorção das cargas e distribuí-las. Oriundas do tráfego realizado no pavimento, a base pode conter a presença de uma sub-base e também receber um complemento do subleito. As Bases flexíveis podem ser constituídas de base de solo estabilizado, de macadame hidráulico, de brita graduada, macadame betuminoso (SENÇO, 1997).

C) Sub-base:

Comporta-se como uma complementação para a base. Quando se observar que economicamente e tecnicamente não for viável a construção da base e feita diretamente a regularização ou o reforço do subleito (SENÇO, 1997).

D) Subleito:

O subleito tem um papel fundamental para o funcionamento do pavimento, por isso a função do subleito é de fundação do terreno, onde se apoiam todas as demais camadas, recebendo todas as cargas provenientes do pavimento (SENÇO, 1997).

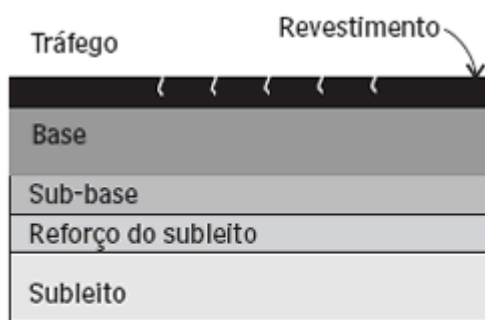
E) Reforço do subleito:

É uma camada construída, se necessário, por cima da regularização do subleito, normalmente é relacionada à fundação, porém a sua característica é de, também, distribuir os esforços verticais (SENÇO, 1997).

F) Regularização do subleito:

Por ser a parte que regulariza a camada do subleito e transição das demais camadas, possui outra camada irregular para confortar o projeto longitudinal e transversalmente (SENÇO, 1997).

Figura 3: Camadas do pavimento flexível:



**Figura 1** – Composição do pavimento flexível

Fonte: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/110/artigo286007-1.aspx>.

### 2.3.2 Vida Útil dos Pavimentos Flexíveis

A vida útil dos pavimentos flexíveis está ligada ao seu módulo de elasticidade por um período, depois disso, o pavimento ultrapassará a sua resistência e chegará a estado plástico, ocasionando, conseqüentemente, a sua degradação. Para Biachi, Brito e Brombley (2008) o pavimento flexível tem uma vida útil de 10 anos, mesmo realizando manutenções periódicas, pois como fica muito exposto a altas temperaturas e chuva, sofre com uma alta degradação.

### 2.3.3 Patologias

Na parte patológica do pavimento, verificou-se uma insatisfação para os usuários que utilizam o pavimento, devido à presença de deformidades do pavimento (Bernucci *et al*, 2007).

As patologias que se encontram no pavimento se definem, através da norma do DNIT 005/2003 –TER, como fissuras, trincas, afundamento, ondulação/corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panelas e remendos.

#### 2.3.3.1 Fissuras

Fendas de largura capilar existentes no revestimento, posicionadas longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a uma distância inferior a 1,50 m (DNIT 005/2003 - TER).

#### 2.3.3.2 Trincas

Fendas existentes no revestimento, facilmente visíveis à vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada (DNIT 005/2003 - TER).

Figura 4: Trinca em pavimento



Fonte: <https://engucm.files.wordpress.com/2016/04/patologia-pavimentos-flexivel.pdf>.

#### 2.3.3.2.1 Trincas Isoladas

##### A) Trinca Transversal

Esse tipo de trinca apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 centímetros (cm) é denominada trinca transversal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm, denomina-se trinca transversal longa.

##### B) Trinca Longitudinal

Trinca isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm, denomina-se trinca longitudinal longa.

##### C) Trinca de retração

Trinca isolada não atribuída aos fenômenos de fadiga, mas sim aos fenômenos de retração térmica. O revestimento trincado pode ser ocasionado pelo material do revestimento, material de base rígida ou semirrígida subjacentes.

#### 2.3.3.2.2 Trincas Interligada

##### A) Trinca tipo “Couro de Jacaré”:

Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.

##### B) Trinca tipo “Bloco”:

Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.

#### 2.3.3.3 Afundamento

Deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de levantamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação (DNIT 005/2003 - TER).

##### A) Afundamento Plástico:

Afundamento causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de levantamento. Quando ocorre em extensão de até 6m é denominado afundamento plástico local; quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda.

Figura 5: Coleta de dados do pavimento em trilha de roda:



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

#### B) Afundamento de Consolidação:

Afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de sollevamento. Quando ocorre em extensão de até 6m é denominado afundamento de consolidação local; quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda.

Figura 6: Coleta de afundamento local:



Fonte: DNIT 005/2003 –TER.

#### 2.3.3.4 Ondulação/Corrugação

Deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento (DNIT 005/2003 - TER).

#### 2.3.3.5 Escorregamento

Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua (DNIT 005/2003 - TER).

Figura 7: Demonstração de um escorregamento:



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

#### 2.3.3.6 Exsudação

Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, sendo causado pelo excesso de ligante betuminoso aflorando no pavimento de rolamento (DNIT 005/2003 - TER).

Figura 8: Demonstração de exsudação:



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

### 2.3.3.7 Desgaste

Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego (DNIT 005/2003 - TER).

Figura 9: Demonstração de desgaste:



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

### 2.3.3.8 Painéis

Cavidade que se forma no revestimento, em virtude de diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas (DNIT 005/2003 - TER).

Figura 10: Demonstração de panela:



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

#### 2.3.3.9 Remendos

Panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco” (DNIT 005/2003 - TER). A norma subdivide o remendo em profundo e superficial.

A) Remendo Profundo:

Aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular.

B) Remendo Superficial:

Correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.

#### 2.3.4 Degradação

A degradação do pavimento decorre continuamente, haja vista, estar exposto a intempéries o tempo todo. No entanto, o material comumente utilizado para essa finalidade tem certa resistência a todas as condições climáticas, porém, com o desgaste, tanto da exposição às variações de temperatura, bem como do uso, é natural a sua deterioração, requerendo, por conseguinte, a manutenção periódica do pavimento (De Senço, 1997).

### 2.5.5 Norma DNIT 006/2003 -PRO

O material a ser utilizado para a aferição é da Norma do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, vez que retrata a avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – procedimentos de forma mais objetiva. A norma do DNIT 006/2003- PRO, tem o objetivo de padronizar a avaliação de pavimentos através de contagens e classificação das manifestações patológicas.

A norma do DNIT 006/2003 – PRO, utiliza a verificação de patologias que ocorrem em determinado pavimento. Essas patologias são determinadas pelo DNIT 005/2003 – TER, que também informa o tipo de manifestação e aquela que ocorre no pavimento. Para chegar ao IGG e assim aferir uma nota avaliativa ao pavimento, utilizam-se tabelas e fórmulas.

## **CAPÍTULO 3**

### **3.1 METODOLOGIA**

#### **3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa**

O estudo consistiu em uma análise do pavimento flexível a partir de contagem de ocorrências e da deformação presente na via de rodagem. O trabalho foi realizado por conta de possíveis ocorrências em um pavimento recentemente construído.

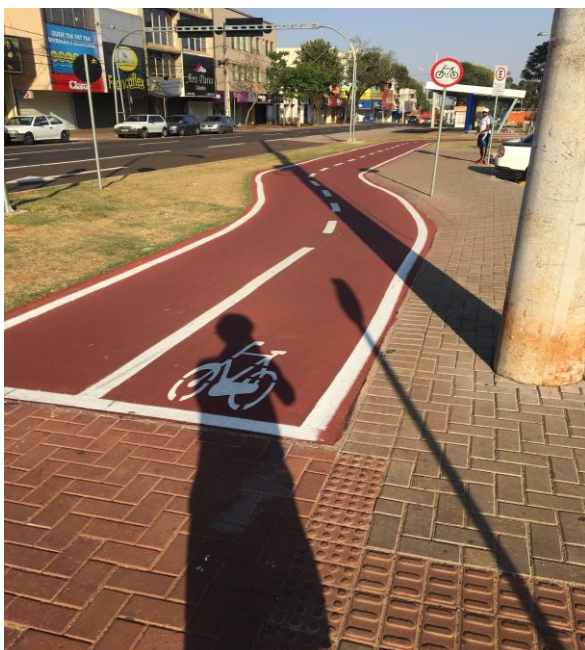
O objeto de estudo será realizado em Cascavel, Paraná, na ciclovia localizada na Avenida Brasil, entre as Ruas Sete de Setembro e Salgado Filho.

#### **3.1.2 Caracterização da amostra**

O local de estudado é de uma obra recentemente construída que faz parte do plano de desenvolvimento integrado (PDI), na cidade de Cascavel, Paraná. O estudo foi realizado na ciclovia da Avenida Brasil no trecho entre as Ruas Sete de Setembro e Salgado Filho, numa extensão de 650 m, por 2,8m de largura.

O pavimento flexível é construído com materiais betuminosos para a camada de rolamento; logo abaixo se fez o subleito para a absorção de cargas recebidas pelo pavimento que tendem a ser limitadas. Todavia, tem-se que levar em consideração que, com o passar do tempo, o pavimento de rolamento sofreu um desgaste do material, bem como perda da elasticidade e aumento nas depressões da pista.

Figura 11: Superfície de avaliação



Fonte: Autor (2017)

### 3.1.3 Coleta de dados

#### 3.1.3.1 Apontamento da norma DNIT 006/2003 – PRO

##### 3.1.3.1.1 Flecha na trilha de roda

Medida da deformação permanente do sulco formado nas trilhas de roda interna (TRI) e externa (TER) correspondente ao ponto de máxima depressão, medida sob o centro de uma régua de 1,20m. A depressão, nesse caso, não foi determinada pela norma, porém se diz que deve ser medida em milímetros, no entanto, será desconsiderada por se tratar de veículos de baixa carga que trafegam sobre o pavimento.

##### 3.1.3.1.2 Superfície de avaliação

Superfície delimitada pelas bordas da faixa de tráfego e por duas seções transversais situadas respectivamente, a 3,00m antes e 3,00m após a estação considerada, onde se desconsiderará essa largura por ser um pavimento que não receberá grandes cargas.

### 3.1.3.1.3 Terminologia Correlata

Os defeitos mencionados nesta Norma são definidos pela norma DNIT 005/2003 – TER. A relação com os tipos de defeitos e terminologia consta no quadro 1, abaixo:

Quadro 1: Quadro dos defeitos – Codificação e Classificação

## Anexo A (normativo)

### Quadro resumo dos defeitos – Codificação e Classificação

| FENDAS                                                                                           |                      |                                                                                   |                                             | CODIFICAÇÃO | CLASSE DAS FENDAS |      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------|-------------------|------|------|
| Fissuras                                                                                         |                      |                                                                                   |                                             | FI          | -                 | -    | -    |
| Trincas no revestimento geradas por deformação permanente 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.

Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

### 3.1.3.2 Método de execução

A coleta de dados ocorrerá nos meses de agosto e setembro, na ciclovia presente na Avenida Brasil, em Cascavel, Paraná. Para coletar os dados utilizar-se-á a norma do DNIT 006/2003. O intuito de coletar os dados será o de identificar os eventuais defeitos na ciclovia entre a Rua Salgado Filho e Rua Sete de Setembro.

A norma citada informa a necessidade de aparelhagem específica para tal objetivo:

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

Considerando o trecho de pista analisado como um trecho de pista simples, as superfícies de avaliação serão locadas a cada 20m em ambos os lados dos segmentos a serem avaliados. Serão demarcadas por meio de pintura e cada estação receberá um número correspondente à estaca, pintado junto à borda do revestimento.

As flechas serão medidas em milímetro em cada estação demarcada, utilizando-se a treliça citada anteriormente. Essas medidas serão executadas nas trilhas de roda interna e externa, anotando-se o maior valor medido em cada trilha, caso a estação apresente remendo ou panela que inviabilize a medida da flecha no interior da área previamente demarcada.

Haverá o inventário dos defeitos do pavimento da área em estudo, através de anotações feitas em fichas como a apresentada no anexo 1, empregando as terminologias detalhadas na norma DNIT 005/2003 – TER, com as seguintes particularidades:

- Todas as trincas isoladas serão anotadas como do tipo 1;
- Os remendo superficiais e remendos profundos serão anotados como remendos – R;
- Deve ser anotado, ainda, o tipo de seção de terraplanagem ocorrente na estação de avaliação (A=Aterro, C=Corte, SMA= Seção mista, lado de aterro, SMC= Seção mista, lado de corte, CR= Corte em rocha, PP= Ponto de Passagem)

### 3.1.4 Análise dos dados

Após a realização da coleta de dados, serão realizados os cálculos estáticos visando obter o Índice de Gravidade Global do segmento (IGG) e projetar a curva de degradação do

trecho em análise. Para a realização de tais cálculos será utilizado o *software Windows Excel*, no qual produziremos uma planilha que irá conter os dados coletados em campo. Assim que coletados todos os dados, esses passarão a nova análise e cálculos para chegar ao IGG, que se seguirão da seguinte forma:

#### 3.1.4.1 Frequência Absolutas e Relativas

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

- Tipo 1 – trinca isolada;
- Tipo 2 – FC2 (J E TB)
- Tipo 3 – FC3 (JB E TBE);
- Tipo 4 – ALP e ATP;
- Tipo 5 – O e P;
- Tipo 6 – EX;
- Tipo 7 – D;
- Tipo 8 – R;

Podendo ser referido ao quadro 1 que contém essas nomenclaturas.

A frequência absoluta corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada, cuja fórmula para o seu cálculo é a seguinte:

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n}$$

Onde:

fr = frequência relativa;

fa = frequência absoluta;

n = número de estações inventariadas.

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

### 3.1.4.2 Parâmetros

Considerando tratar-se de uma ciclovias de pista simples, a norma DNIT 006/2003 PRO, determina que devam ser calculadas a média e a variância para as flechas medidas nas trilhas de roda interna e externa, utilizando-se das seguintes fórmulas:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

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

Em que:

$\bar{x}$  - média aritmética dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

$x_i$  - valores individuais;

$s$  - desvio padrão dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

$s^2$  - variância.

Os valores individuais serão retirados da planilha de campo.

### 3.1.4.3 Índice de gravidade Individual

Para cada uma das ocorrências inventariadas, será calculado o índice de gravidade individual, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$IGI = f_r \times f_p$$

Onde:

fr = frequência relativa;

fp = 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)<br>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.

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

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

#### 3.1.4.4 Índice de Gravidade Global

$$IGG = \sum IGI$$

Aonde:

$\sum IGI$  = somatório dos Índices de Gravidade Individuais

A partir disso, classificar-se-á o grau de degradação atingido do pavimento dessa última conta através da Tabela 2 do DNIT 006/2003 PRO.

Quadro 3 – 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 006/2003 – PRO.

## CAPÍTULO 4

### 4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme previsto na metodologia, a faixa de coleta foi de 650 metros. Aplicando-se a norma do DNIT 006/2003 - (PRO), afriu-se nota ao pavimento flexível, bem como verificou-se o desempenho, ou seja, a mobilidade da função de trânsito de bicicletas, exclusivamente. A coleta se realizou com a ajuda de uma trena de 20 m, giz, prancheta e duas folhas do Anexo B da norma. Após a compilação dos dados e o processamento através do *software*, obteve-se o IGG do pavimento, conforme tabelas construídas no *software*, e apresentados no anexo 3.

No entanto, foi desconsiderada uma parte importante do cálculo (parte do afundamento plástico), devido às características do pavimento serem destinadas a veículos com pouca carga e não representarem um grande problema para a pista.

Assim, discutindo a situação de serventia e a quantidade de patologias coletada na ciclovia, têm-se empecilhos, haja vista a obra ser nova em parâmetros temporais e já se observa a necessidade de correções relativas. Dessa forma, deduz-se que o investimento se justifica, todavia, a qualidade que se esperava do pavimento é bem menor do que a expectativa de usuários, devido à quantidade de remendos encontrados em uma amostra relativamente grande.

### 4.2 PATOLOGIAS ENCONTRADAS

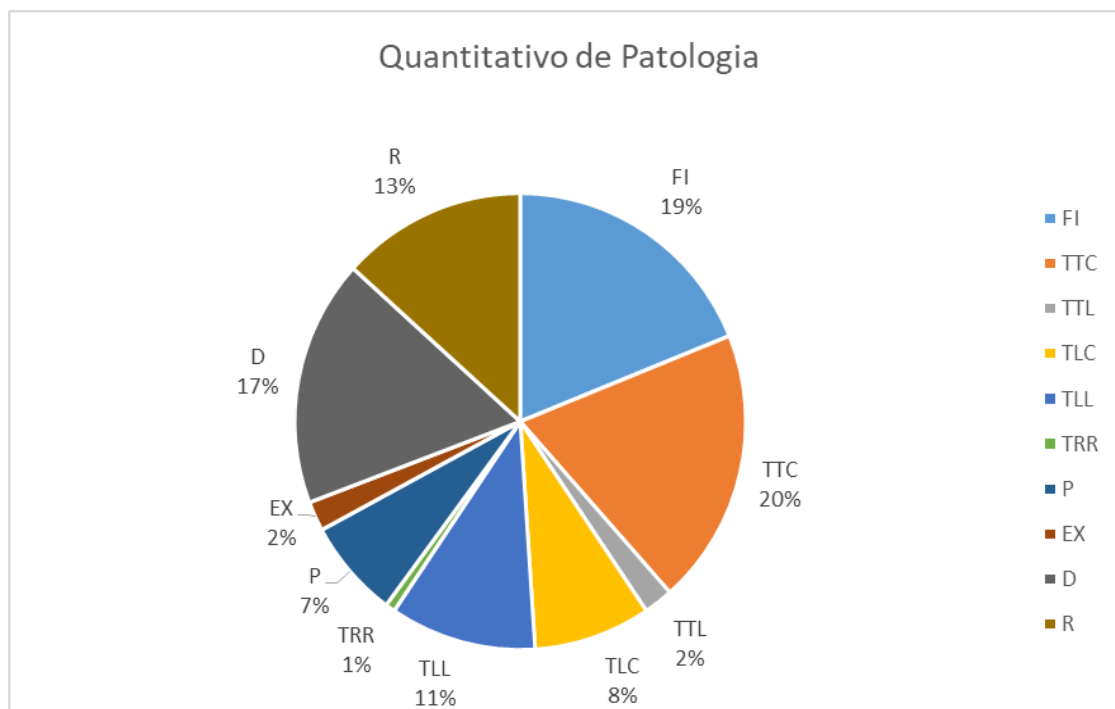
Realizada a coleta dos dados e de posse da quantidade de patologias encontradas, começou-se a análise, verificando-se quais estavam mais presentes na tabela da coleta. Por conseguinte, notou-se que os problemas (na maioria das vezes) estão relacionados a fissuras e trincas.

Estas fissuras e trincas, com o passar do tempo, irão se degradando cada vez mais, levando o pavimento a um colapso e tornando-o inadequado para a sua função, caso não seja efetuada uma manutenção de acordo com o desgaste do pavimento.

Dentre outras patologias encontradas, foram constatados remendos, ocorrência de desgaste, panelas e escorregamento apresentados em uma porção menor comparando-os às

trincas e fissuras, porém demonstram que o pavimento está descuidado, embora se tratando de uma obra nova.

Gráfico 1 – Quantitativo de Patologia



Fonte: Autor (2017)

A porcentagem de cada tipo de patologia encontrada no pavimento está representada no gráfico 1, numa amostra de 143 ocorrências patológicas encontradas. Dentre essa totalidade, as trincas transversais curtas (TTC) são as que mais aparecem, com 28 ocorrências correspondendo a 20% (vinte por cento); as fissuras aparecem 19 vezes no pavimento com 19% (dezenove por cento); os desgastes aparecem 25 vezes correspondendo a 17% (dezessete por cento); os recapes aparecem 19 vezes no pavimento e correspondem a 13% (treze por cento); as trincas longitudinais longas (TLL) com a frequência de 15 ocorrências e com 11% (onze por cento); as trincas longitudinais curtas (TLC) aparecem 12 vezes no pavimento com 8% (oito por cento); as painéis aparecem 10 vezes no pavimento contribuindo com 7% (sete por cento); as trincas transversais longas (TTL); as exsudações (EX) aparecem 3 vezes cada e contribuem para a totalidade cada uma com 2% (dois por cento) e, por fim, as trincas isoladas por retração térmica (TRR) ocorre apenas 1 vez no pavimento contribuindo com 1% (um por cento) do total.

Como a faixa do pavimento tem apenas 2,80m de largura, a coleta foi para o pavimento como um todo, sem determinar sentido de tráfego. Também relacionado às

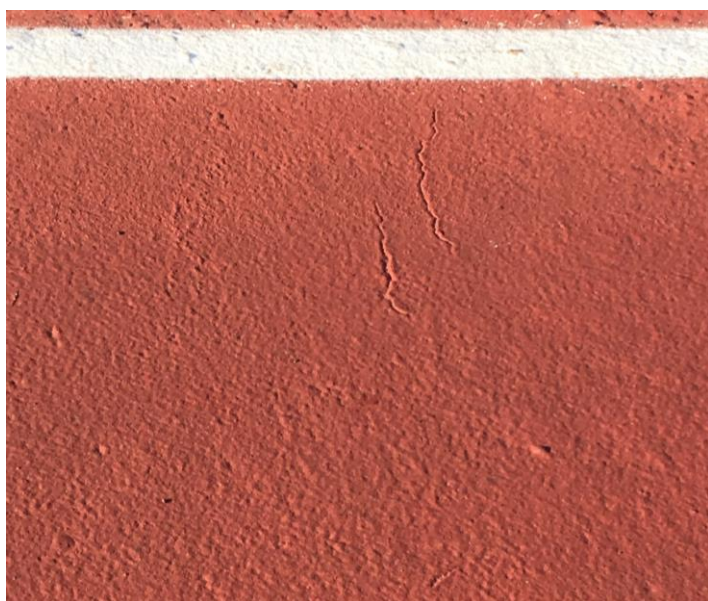
patologias, os afundamentos foram desconsiderados, pois o pavimento é destinado ao tráfego de bicicletas que não causam um sobrepeso, tampouco o recalque (afundamento) no pavimento.

#### 4.2.1 Prováveis Causas das Patologias Encontradas

##### a) Fissuras e Trincas FC-1 (isoladas)

As fissuras e trincas encontradas, possivelmente se originaram da falta de qualidade do material, mão de obra ou condições temporais para execução do pavimento, vez que se trata de uma pavimentação nova e os esforços aplicados sobre o pavimento são relativamente baixos.

Figura 12: Trinca ou Fissura no Pavimento:



Fonte Autor (2017)

##### b) Desgaste (D)

O desgaste encontrado no pavimento pode ser oriundo da segregação do material na aplicação do betume no pavimento, podendo também ser causado pela escolha do material ou mão de obra utilizada. De outro modo, pode-se atribuir a degradação, às intempéries que, ao longo do tempo colaboram para a deterioração. No entanto, o que causa surpresa é ver o pavimento com deformações, vez que tem pouco tempo de construção.

Figura 13: Desgaste no Pavimento

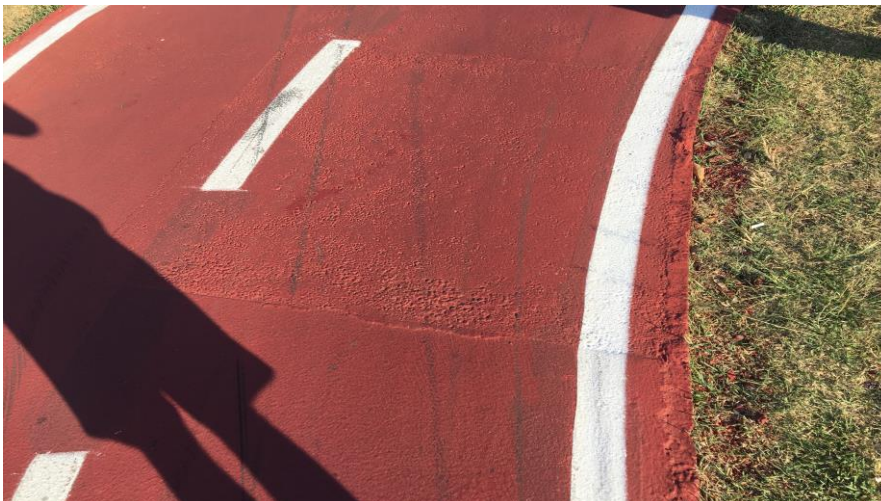


Fonte: Autor (2017)

#### c) Remendo

Os problemas com remendo (R) devem ser oriundos de descuidos na execução do pavimento ou no controle de qualidade do material aplicado. Para a correção do problema há necessidade de reconstrução de parte do pavimento.

Figura 14: Remendo no Pavimento



Fonte: Autor (2017)

#### d) Painéis

As painéis apresentadas na ciclovia não são de grande deterioração do pavimento, mas sim pequenos buracos presentes no pavimento. Entretanto, esses buracos demonstram ser devido a erro da execução da mão de obra no momento de se espalhar os agregados da camada superior do pavimento.

Figura 15: Painéis no Pavimento:

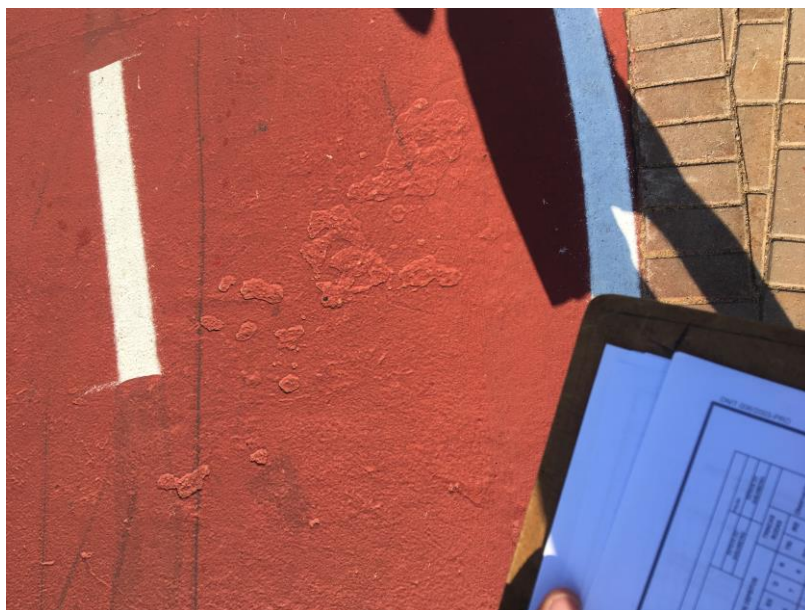


Fonte Autor (2017)

#### e) Exsudação (EX)

A presença de exsudação pode se dar pela escolha errada da granulometria do material ou o erro da mão de obra na hora de se colocar o ligante betuminoso. Porém, observa-se que nesse quesito não se teve muito problema com a questão de exsudação.

Figura 16: Exsudação no Pavimento



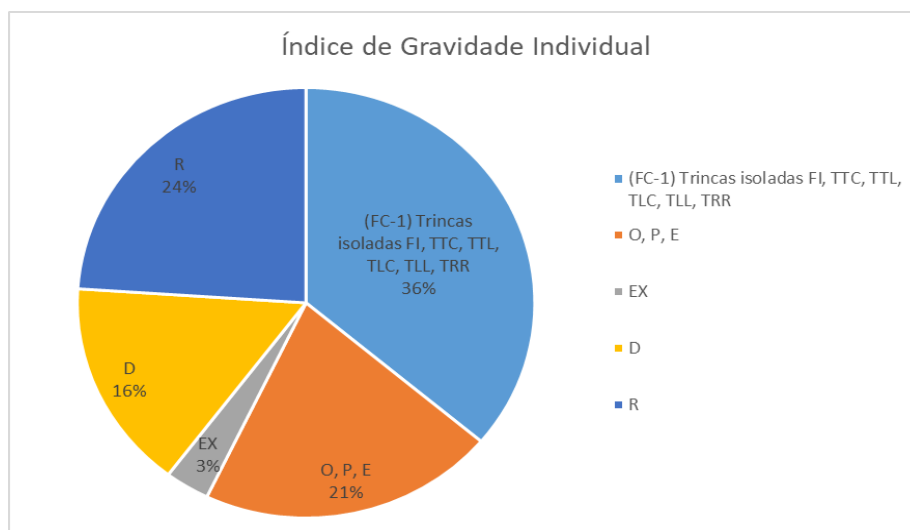
Fonte: Autor (2017)

#### 4.3 CALCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL

O índice de gravidade global é calculado a partir das fórmulas propostas na metodologia. Com o levantamento de 143 ocorrências patológicas no pavimento fez-se a tabulação subdividindo-as em classes conforme cada tipo de patologias, de acordo com a DNIT 006/2003 – PRO. Tais dados estão disponibilizados no anexo D da norma e na tabela do anexo C.

Para o índice ao final de todo o processo de cálculo utilizou-se o *software* do *Excel*, que a partir dele se conseguiu construir um gráfico demonstrando cada classe de patologia encontrada e sua respectiva porcentagem de contribuição para o I.G.G., para assim, se chegar a um resultado de serventia do pavimento, dividindo-o em cinco partes, conforme o quadro 3.

Gráfico 2: Índice de Gravidade Individual



Fonte: Autor (2017)

Pudemos, dessa forma, demonstrar a porcentagem de contribuição de cada classe de patologia encontrada. As trincas e fissuras da FC-1 apresentaram uma porcentagem de 36% (trinta e seis por cento), sendo em um valor numérico de 10, 30. Já a classe a seguir e a do recape, contribuindo com 24% (vinte e quatro por cento), sendo a contribuição de 6,83. A classe das ondulações (O), panelas (P) e escorregamento (E) apresentam 21% (vinte e um por cento), sendo um total de 5,99 de contribuição para o I.G.G.. A classe do Descaste (D) vem em seguida com 16% (dezesesseis por cento), sendo um total de 4,99. E por último, a exsudação (EX) com 3% de contribuição, um total de 0,9 para o I.G.G..

O índice de gravidade do pavimento calculado foi de 28,50, somando todos os índices individuais. Com esse valor conseguimos determinar um conceito para o pavimento, representado no quadro 3 da metodologia. O conceito aferido ao pavimento foi bom. Assim podemos dizer que, mesmo com as anomalias aparentes, se consegue um bom conceito.

## CAPÍTULO 5

### 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível determinar o índice de gravidade global da ciclovía implantada pelo plano de desenvolvimento integrado. Assim que calculado o I.G.G., se pôde verificar que o pavimento, mesmo apresentando todas as ocorrências patológicas ao longo dos 650m (seiscentos e cinquenta), esteve no intervalo de bom que é entre 20 e 40, teve um valor de 28,50 de índice de gravidade global. Podemos então concluir que o pavimento tem um índice de 3 a 4 para o pavimento que seria o bom.

Consequentemente, o pavimento da ciclovía de Cascavel, Paraná vai desempenhar por um longo tempo a função para ele dimensionada, pois as cargas suportadas não serão de grande intensidade. Assim, o povo cascavelense vai poder usufruir do pavimento sem se incomodar com empecilhos, se for aplicada corretamente a manutenção, como a pintura, correção de pequenas patologias.

As patologias mais aparentes foram as fissuras e as trincas da classe FC-1, foram as que mais influenciaram para o índice de serventia do pavimento, com 36% (trinta e seis por cento) de contribuição para o I.G.G.. Essa classe patológica, conclui-se, é causada por erros de execução e materiais de baixa qualidade, por isso da aparição desses problemas.

Contudo, as outras classes patológicas contribuem em menor intensidade no I.G.G., apesar disso, não são menos importantes que as demais, podendo levar a um índice de serventia ao menor possível. Normalmente são causadas pelas mesmas hipóteses que causaram a classe da FC-1, porém com menos intensidade.

Tenho em vista os aspectos observados, percebe-se que o pavimento tem um índice de serventia bom, porém com a presença de patologias no pavimento, faz-se necessário o reparo, de imediato, bem como manutenção e prevenção periodicamente para que a população possa usufruir desse benefício com qualidade e por mais tempo.

## **CAPÍTULO 6**

### **6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

Consequentemente devido ao estado do pavimento se necessita fazer novamente a verificação das ocorrências patologias no mesmo trecho, para observar se foram recuperadas ou apenas deixadas a mercê do tempo. Isso indicará no futuro novamente o índice de serventia e também será possível fazer uma projeção de degradação do pavimento.

Refazer a pesquisa utilizando outros métodos existentes de levantamento de dados consolidados na literatura de pavimentos, que possam construir e informar dados para a realização do estudo.

Entanto pode-se realizar uma pesquisa sobre possíveis medidas de reparos para as patologias encontradas, utilizando-se de mesma bibliografia. Incrementando uma projeção de degradação do pavimento se não realizar as manutenções devidamente.

## REFERÊNCIAS

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERRTTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltico. In: Formação Básica para Engenheiros.** 1ºed. EDITORA PROGRAMA ASFALTO NA ESCOLA, 2007.

NORMA DO DNIT 006/2003 – PRO (Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos).

NORMA DO DNIT 005/2003 – TER (Defeito nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – terminologia).

<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/cascavel/lei-ordinaria/2011/590/5905/lei-ordinaria-n-5905-2011-cria-e-denomina-de-cidade-industrial-e-tecnologica-de-cascavel-citvel-i-area-de-urbanizacao-especifica-aprova-o-plano-de-urbanizacao-e-da-outras-providencias>. 04/05/2017 14:30.

<http://www.cascavel.pr.gov.br/noticia.php?id=24991> 04/06/2017 21:34.

[http://www.ibracon.org.br/eventos/50cbc/pav\\_apresentacoes/ISIS\\_RAQUEL.pdf](http://www.ibracon.org.br/eventos/50cbc/pav_apresentacoes/ISIS_RAQUEL.pdf). 06/06/2017 às 13:24.

SENÇO, WLASTERMILER. **Manual de Técnicas de Pavimentação: volume 1 e volume 2.** EDITORA PINI LTDA, 1997

## ANEXOS

| RODOVIA :     | Avenida Brasil | TRECHO:                                           | Rua Salgado filho e Sete de Setembro |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 | Data: | 18/05/11     |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
|---------------|----------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------------------------------------------------|-------|--------------|----|--------|-------|-------|-------------|--|--|--|--|
| PISTA :       |                | SUB-TRECHO:                                       |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| PRO – 06/2003 |                |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       | INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| Estaca ou Km  | Seção Terrap.  | C O D I F I C A Ç ã O D A S O C O R R Ê N C I A S |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
|               |                | OK                                                | Trincas Isoladas                     |         |         |         |         |         | FC-2  |         | FC-3   |         | ALP (4) | ATP (4) | ALC (4) | ATC (4) | O (5) | P (5)                                           | E (5) |              |    | EX (6) | D (7) | R (8) | FLECHAS NAS |  |  |  |  |
|               |                |                                                   | FI (1)                               | TTC (1) | TTL (1) | TLC (1) | TLL (1) | TRR (1) | J (2) | T B (2) | JE (3) | TBE (3) |         |         |         |         |       |                                                 |       | TRILHAS (MM) |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
|               |                |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 0             | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 1             | a              |                                                   | 5                                    | 3       | 2       |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 2      |       |       |             |  |  |  |  |
| 2             | a              |                                                   |                                      | 1       |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 3             | a              |                                                   |                                      | 1       |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 1      |       |       |             |  |  |  |  |
| 4             | a              |                                                   | 1                                    | 21      |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       | 1                                               |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 5             | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 6             | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       | 1            |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 7             | a              |                                                   |                                      |         |         | 1       | 1       |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 1      |       |       |             |  |  |  |  |
| 8             | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 9             | a              |                                                   |                                      |         |         | 4       | 7       |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 1      |       |       |             |  |  |  |  |
| 10            | a              |                                                   | 9                                    | 1       |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 3      |       |       |             |  |  |  |  |
| 11            | a              |                                                   |                                      |         | 1       |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       | 1            | 3  |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 12            | a              |                                                   | 1                                    | 1       |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 1      |       |       |             |  |  |  |  |
| 13            | a              |                                                   |                                      |         |         | 3       |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       | 3                                               |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 14            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 15            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       | 1                                               |       |              |    | 1      |       |       |             |  |  |  |  |
| 16            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 1      | 1     |       |             |  |  |  |  |
| 17            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         | 1     |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 2      | 2     |       |             |  |  |  |  |
| 18            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 3      |       |       |             |  |  |  |  |
| 19            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 4      | 1     |       |             |  |  |  |  |
| 20            | a              |                                                   |                                      |         |         | 2       |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 2      | 1     |       |             |  |  |  |  |
| 21            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    | 3      | 1     |       |             |  |  |  |  |
| 22            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 23            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         | 4       |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       | 1            |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
| 24            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 | 5     |              |    | 3      |       |       |             |  |  |  |  |
| 25            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        | 1     |       |             |  |  |  |  |
| 26            | a              |                                                   |                                      |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        | 1     |       |             |  |  |  |  |
| 27            | a              |                                                   |                                      |         |         | 1       |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        | 1     |       |             |  |  |  |  |
| 28            | a              |                                                   | 3                                    |         |         | 1       |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        | 4     |       |             |  |  |  |  |
| 29            | a              |                                                   | 8                                    |         |         |         |         |         |       |         |        |         |         |         |         |         |       |                                                 |       |              |    |        |       |       |             |  |  |  |  |
|               | a              |                                                   | 27                                   | 28      | 3       | 12      | 15      | 1       | 0     | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0     | 10                                              | 0     | 3            | 25 | 19     |       |       |             |  |  |  |  |

| PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (I.G.G.) |                                                                           |                     |                                 |                     |                      | DATA: 23/09/2017               | FOLHA: 1    |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|-------------|
| Rua: Avenida Brasil                                        |                                                                           |                     | TIPO DE REVESTIMENTO : CAUQ     |                     |                      | KMs: 266-267                   | LADO: LD    |
| TRECHO: Rua Salgado filho a Sete de Setembro               |                                                                           |                     |                                 |                     |                      |                                |             |
| Item                                                       | Natureza do defeito                                                       | Frequência absoluta | Frequência absoluta considerada | Frequência relativa | Fator de ponderação  | Índice de gravidade individual | Observações |
| 1                                                          | (FC-1) Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR                       | 86                  |                                 | 51,50               | 0,2                  | 10,30                          |             |
| 2                                                          | (FC-2) J, TB                                                              | 0                   |                                 | 0,00                | 0,5                  | -                              |             |
| 3                                                          | (FC-3) JE, TBE                                                            | 0                   |                                 | 0,00                | 0,8                  | -                              |             |
| 4                                                          | ALP, ATP, ALC, ATC                                                        | 0                   |                                 | 0,00                | 0,9                  | -                              |             |
| 5                                                          | O, P, E                                                                   | 10                  |                                 | 5,99                | 1,0                  | 5,99                           |             |
| 6                                                          | EX                                                                        | 3                   |                                 | 1,80                | 0,5                  | 0,90                           |             |
| 7                                                          | D                                                                         | 25                  |                                 | 14,97               | 0,3                  | 4,49                           |             |
| 8                                                          | R                                                                         | 19                  |                                 | 11,38               | 0,6                  | 6,83                           |             |
| 9                                                          | Média aritmética dos valores médios das flechas medidas emmmnas TRI e TRE | 0,00                |                                 |                     | 1 A ( x )<br>1 B ( ) | -                              |             |
| 10                                                         | Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas   | 0,00                |                                 |                     | 2 A ( )<br>2 B ( x ) | -                              |             |
| Nº TOTAL DE ESTAÇÕES (n)                                   |                                                                           | 167                 | INDICE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)   |                     |                      | 28,50                          | BOM         |
| 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                          |             |