



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**NATHAN RICARDO LUIZ**

**SULIVAM RICARDO LUIZ**

**RESTAURAÇÃO DE RODOVIAS: ESTUDO DE CASO DA RODOVIA ESTADUAL  
DE ACESSO À CIDADE DE JAGUARUNA - SC-441**

Tubarão

2020

**NATHAN RICARDO LUIZ**  
**SULIVAM RICARDO LUIZ**

**RESTAURAÇÃO DE RODOVIAS: ESTUDO DE CASO DA RODOVIA ESTADUAL  
DE ACESSO À CIDADE DE JAGUARUNA - SC-441**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Engenharia Civil, da Universidade  
do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial  
à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Ismael Medeiros, Esp.

Tubarão  
2020

**NATHAN RICARDO LUIZ**  
**SULIVAM RICARDO LUIZ**

**RESTAURAÇÃO DE RODOVIAS: ESTUDO DE CASO DA RODOVIA ESTADUAL  
DE ACESSO À CIDADE DE JAGUARUNA - SC-441**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 03 de agosto de 2020.

---

Professor e Orientador Ismael Medeiros, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Prof. Gercino Preve, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Israel Maccari Redivo, Me.  
Setep Construções S.A

Dedicamos este trabalho à nossa família e aos  
nossos amigos que contribuíram e nos  
incentivaram nesse momento tão importante de  
nossa vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus, por nos conceder paciência, disciplina e sabedoria, para crer que tudo é possível e por nos incentivar a jamais desistir dos nossos sonhos, e que nos proporcionou apresentar, durante nossa vida acadêmica, pessoas que jamais esqueceremos.

À nossa família, pelo apoio em nossos estudos, decisões pessoais e em nossos sonhos, oferecendo sempre as melhores condições possíveis, servindo de motivação para buscar o melhor em nós.

Aos amigos, desde o tempo de escola até a vida acadêmica, onde pudemos contar com a companhia para os momentos inesquecíveis, ocupando um lugar especial em nossas vidas.

Agradecemos a todos os nossos professores, durante a árdua caminhada de estudos, na transmissão de conhecimentos, sempre de forma muito paciente e dedicada, fazendo deste curso uma experiência edificante e memorável.

Ao professor Ismael Medeiros, um agradecimento especial, por aceitar nos orientar e contribuir com sua vasta experiência para a elaboração deste trabalho.

Agradecemos a todos que fizeram parte para alcançarmos este objetivo, onde de alguma forma, direta ou indireta, participaram da nossa vida acadêmica. Muito obrigado!

## RESUMO

Tendo como um dos seus principais benefícios, diretamente relacionado ao crescimento e desenvolvimento socioeconômico de um país, estado e município, as rodovias têm como uma de suas funções primordiais oferecer requisitos de segurança ao rolamento, independente das condições climáticas a qual seu usuário é exposto, deve garantir o mínimo de conforto e economia de operação. Para continuar fornecendo suas funções, conforme foram projetados, toda estrutura necessita de serviços preventivos que devem ser realizados assim que começa a apresentar sinais de defeitos aparentes em sua estrutura. Deste modo, o presente trabalho se objetivou em levantar dados e informações referentes ao atual estado do pavimento da SC-441, principal rodovia que dá acesso à cidade de Jaguaruna (SC), através de avaliações realizadas em campo, seguindo as diretrizes e recomendações das normas do DNIT, em específico, as orientações dos procedimentos conforme 006/2003 - PRO, foi utilizado o método IGG para a verificação dos defeitos superficiais existentes, também foi realizada a contagem do volume atual do tráfego, com a realização dos métodos, foi possível identificar e quantificar os defeitos superficiais existentes ao longo da rodovia, por fim, o estudo realizado permitiu estabelecer as soluções e alternativas para as manutenções e restauração de acordo com as necessidades que o pavimento se encontra.

**Palavras-Chave:** Avaliação superficial. Tráfego. Correções dos defeitos superficiais.

## **ABSTRACT**

With one of its main benefits directly related to the growth and socioeconomic development of a country, state and municipality, one of its primary functions is to offer safety requirements to the bearing regardless of the climatic conditions to which its user is exposed, it must guarantee the minimum of comfort and economy of operation. To continue providing its functions as designed, every structure needs preventive services that must be performed as soon as it starts showing signs of apparent defects in its structure. Thus, the present study aimed to collect data and information regarding the current state of the SC-441 pavement, the main highway that gives access to the city of Jaguaruna (SC), through evaluations carried out in the field following the guidelines and recommendations of the standards of DNIT in specifying the procedure guidelines according to 006/2003 - PRO, the IGG method was used to check existing surface defects, the current traffic volume was also counted, with the methods, it was possible to identify and quantify the surface defects existing along the highway, finally, the study made it possible to establish solutions and alternatives for maintenance and restoration according to the needs of the pavement.

**Keywords:** Superficial evaluation. Traffic. Corrections of defects.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Seção tipo de rodovia de pista simples .....                     | 18 |
| Figura 2 - Esforços em camadas de pavimento .....                           | 21 |
| Figura 3 – Camadas genéricas de um pavimento flexível .....                 | 21 |
| Figura 4 – Distribuição de carga no pavimento rígido e flexível .....       | 25 |
| Figura 5 – Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos ..... | 27 |
| Figura 6 – Extração de corpo de prova .....                                 | 30 |
| Figura 7 – Aberturas de Trincheiras .....                                   | 30 |
| Figura 8 – Deformação no pavimento .....                                    | 32 |
| Figura 9 – Posicionamento da Viga Benkelman e da prova de carga .....       | 33 |
| Figura 10 – Fendas: trincas longitudinais .....                             | 36 |
| Figura 11 – Fendas: Trincas transversais .....                              | 36 |
| Figura 12 – Fendas: Diversos tipos de trincas interligadas .....            | 36 |
| Figura 13 – Fendas: Diversos tipos de trincas interligadas .....            | 37 |
| Figura 14 – Afundamento por consolidação nas trilhas de roda .....          | 37 |
| Figura 15 – Afundamento por consolidação nas trilhas de roda .....          | 38 |
| Figura 16 – Ilustração do escorregamento .....                              | 39 |
| Figura 17 – Localização do trecho de estudo da SC- 441 .....                | 44 |
| Figura 18 – Fluxograma das etapas a serem desenvolvidas .....               | 45 |
| Figura 19 – Falta de acostamento adequado .....                             | 53 |
| Figura 20 – Falta de acostamento adequado .....                             | 53 |
| Figura 21 – Serviços executados de forma inadequada .....                   | 54 |
| Figura 22 – Serviços executados de forma inadequada .....                   | 54 |
| Figura 23 – Ruas em aclave com a rodovia .....                              | 55 |
| Figura 24 – Ruas em aclave com a rodovia .....                              | 56 |



## **LISTA DE QUADROS**

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Resumo dos defeitos - Codificação e Classificação ..... | 47 |
| Quadro 2 – Síntese das soluções propostas .....                    | 66 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Largura das Faixas de Rolamento (m).....                            | 18 |
| Tabela 2 – Largura das Faixas de Rolamento (m).....                            | 19 |
| Tabela 3 – Condição do pavimento em relação ao IGG.....                        | 28 |
| Tabela 4 – Classificação dos defeitos e fatores de ponderação.....             | 50 |
| Tabela 5 – Condição do pavimento em função do IGG.....                         | 51 |
| Tabela 6 – VMD nos meses de janeiro e fevereiro de 2020.....                   | 57 |
| Tabela 7 – Inventário do estado da superfície do pavimento do subtrecho 1..... | 59 |
| Tabela 8 – Planilha cálculo de IGG e IGG, subtrecho 01.....                    | 60 |
| Tabela 10 – Custo médio.....                                                   | 68 |

## LISTA DE EQUAÇÕES

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Equação 1 – Número Equivalente de Aplicação do Eixo Padrão.....                 | 46 |
| Equação 2 – Número Equivalente de Aplicações do Eixo Padrão Durante o Ano ..... | 46 |
| Equação 3 – Fator de Veículo da Categoria i .....                               | 46 |
| Equação 4 – Frequência Relativa .....                                           | 49 |
| Equação 5 – Média Aritmética dos Valores das Flechas Medidas.....               | 49 |
| Equação 6 – Desvio Padrão dos Valores das Flechas Medidas.....                  | 49 |
| Equação 7 – Índice de Gravidade Individual.....                                 | 50 |
| Equação 8 – Índice de Gravidade Global .....                                    | 50 |
| Equação 9 – Espessura de Espalhamento .....                                     | 63 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AASHTO - American Association of State Highway Transportation Officials

ANTT – Agência Nacional de Transporte Terrestre

CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo

CBR – Ensaio de Capacidade de Suporte Califórnia

CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente

CCP – Concreto de Cimento Portland

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte

IGG – Índice de Gravidade Global

IGI – Índice de Gravidade Individual

IRI – Índice de Irregularidade Longitudinal

ISC – Índice de Suporte Califórnia

N – Número de solicitações do Eixo Padrão

TSD – Tratamento Superficial Duplo

TSS – Tratamento Superficial Simples

TST – Tratamento Superficial Triplo

USACE – United States Army Corps of Engineers

VB – Viga Benkelman

VD – Velocidade Diretriz

VMD – Volume Médio Diário

VSA – Valor de Serventia Atual

## SUMÁRIO

|                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                      | <b>15</b> |
| 1.1 JUSTIFICATIVA .....                                        | 16        |
| 1.2 OBJETIVO .....                                             | 17        |
| <b>1.2.1 Objetivo geral.....</b>                               | <b>17</b> |
| <b>1.2.2 Objetivos Específicos.....</b>                        | <b>17</b> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                            | <b>18</b> |
| 2.1 ELEMENTOS PRINCIPAIS DE UMA RODOVIA .....                  | 18        |
| 2.2 CONCEITOS GERAIS DO PAVIMENTO .....                        | 20        |
| 2.3 CAMADAS DO PAVIMENTO .....                                 | 21        |
| <b>2.3.1 Subleito .....</b>                                    | <b>22</b> |
| <b>2.3.2 Reforço do subleito .....</b>                         | <b>22</b> |
| <b>2.3.3 Bases e sub-bases .....</b>                           | <b>22</b> |
| <b>2.3.4 Revestimento asfáltico .....</b>                      | <b>23</b> |
| 2.4 CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP).....                   | 23        |
| 2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS .....                         | 24        |
| 2.6 ESTUDO DE TRÁFEGO.....                                     | 25        |
| 2.7 ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) .....                     | 26        |
| 2.8 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL .....                                 | 28        |
| <b>2.8.1 Avaliação Estrutural Destrutiva .....</b>             | <b>29</b> |
| <b>2.8.2 Avaliação estrutural não destrutiva.....</b>          | <b>31</b> |
| 2.9 DEFORMABILIDADE EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.....              | 31        |
| 2.10 MEDIDAS DE DEFLEXÕES.....                                 | 32        |
| <b>2.10.1 Vigas de medidas de deflexão .....</b>               | <b>33</b> |
| 2.11 CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTOS .....                           | 34        |
| 2.12 DEFEITOS NOS REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS .....               | 35        |
| 2.13 RECUPERAÇÃO DE DEFEITOS EM REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS ..... | 40        |
| <b>3 METODOLOGIA.....</b>                                      | <b>44</b> |
| 3.1 ESTUDO DO TRÁFEGO .....                                    | 45        |
| 3.2 ANÁLISE SUPERFICIAL DO PAVIMENTO .....                     | 47        |
| <b>4 RESULTADOS .....</b>                                      | <b>52</b> |
| 4.1 SITUAÇÃO ATUAL DO PAVIMENTNO .....                         | 52        |
| 4.2 VOLUME MÉDIO DIÁRIO .....                                  | 56        |

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3 ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL E ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL ....                                          | 58 |
| 4.4 SOLUÇÕES PROPOSTAS .....                                                                                  | 61 |
| 4.4.1 Primeira etapa da proposta de restauração .....                                                         | 62 |
| 4.4.2 Segunda etapa da proposta de restauração.....                                                           | 64 |
| 4.4.3 Terceira etapa da proposta de restauração.....                                                          | 65 |
| 4.4.4 Síntese das intervenções propostas .....                                                                | 66 |
| 4.5 ESTIMATIVA DE CUSTO MÉDIO .....                                                                           | 68 |
| 5 CONCLUSÃO.....                                                                                              | 69 |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                             | 71 |
| APÊNDICES .....                                                                                               | 72 |
| APÊNDICE A - Volume médio anual para período de projeto de 10 anos, contado no mês de janeiro de 2020 .....   | 73 |
| APÊNDICE B – Volume médio anual para período de projeto de 10 anos, contado no mês de fevereiro de 2020 ..... | 74 |
| APÊNDICE C – Inventário do estado da superfície do pavimento e cálculo do IGG do subtrecho 02 .....           | 75 |
| APÊNDICE D – Inventário do estado da superfície do pavimento e cálculo do IGG do subtrecho 03 .....           | 76 |
| APÊNDICE E – Inventário do estado da superfície do pavimento e cálculo do IGG do subtrecho 04 .....           | 77 |
| APÊNDICE F – Inventário do estado da superfície do pavimento e cálculo do IGG do subtrecho 05 .....           | 78 |
| APÊNDICE G - Inventário do estado da superfície do pavimento e cálculo do IGG do subtrecho 06 .....           | 79 |
| APÊNDICE H – Inventário do estado da superfície do pavimento e cálculo do IGG do subtrecho 07 .....           | 80 |
| APÊNDICE I – Inventário do estado da superfície do pavimento e cálculo do IGG do subtrecho 08 .....           | 81 |

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos principais elementos para o crescimento e o desenvolvimento de qualquer sociedade é a existência de infraestrutura adequada, que garante, também, sustentabilidade socioeconômica da população. Um exemplo disso, são as rodovias, que precisam ter qualidade e serem de fáceis acessos, para que os usuários se desloquem com facilidade e segurança. No Brasil, segundo dados da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT), entre os tipos de modais de transportes existentes, as rodovias são responsáveis por mais de 62% de toda movimentação e transporte de cargas, existindo uma grande diferença entre o volume de tráfego rodoviário e os demais modais, sendo que, a malha rodoviária no Brasil é considerada pequena quando comparada a outros países, e se encontra em péssimas condições de tráfego, proporcionando riscos aos seus usuários. Em vista desse cenário, é de grande importância que existam rodovias de qualidade e que forneçam segurança, visto que, a infraestrutura está diretamente ligada ao desenvolvimento de um país (PIMENTA et al., 2017).

Tendo conhecimento que as rodovias são, portanto, os principais elementos da malha viária brasileira, elas possuem o papel fundamental na mobilidade do país, diante desta análise sobre as rodovias brasileiras, a decisão da construção, restauração ou ampliação de uma rodovia deve ser obtida a partir de estudos e planejamento, analisando as demandas necessárias e as características da região, a partir de onde são feitos estudos de viabilidade socioeconômico, envolvendo o plano e a disponibilidade orçamentárias ao longo do período de projeto, execução e ao tempo de vida em serviço da rodovia, sabendo-se que toda rodovia necessitará, em menor ou maior grau, de obras de manutenção (BRASIL, 2006b).

Uma vez definida a restauração de uma rodovia, procede-se com o estudo das características e o local da obra ser restaurada, que inicialmente consiste em estudo do Volume Médio Diário (VMD), levantamento de defeitos existentes na rodovia, necessidade de obras civis para um melhor funcionamento da rodovia, velocidade de projeto, proximidade de jazidas de matérias primas a serem utilizadas ao longo da obra, imposições ambientais e custos, assim, definindo as diretrizes do projeto de restauração (PIMENTA et al., 2017).

Consecutivamente, dar início aos processos para implantação da restauração do pavimento asfáltico que é considerado uma estrutura não perene, compostas por camadas sobre postas de diferentes materiais, compactados a partir subleito do corpo estradal, adequada para atender estruturalmente e operacionalmente o tráfego no qual será submetido, de maneira durável e ao mínimo custo possível, fornecendo a máxima segurança aos seus usuários,

considerando diferentes horizontes para a implementação de futuras melhorias e aos serviços de manutenções preventivas.

Conforme Balbo (2007), existem diversas variedades de revestimentos e métodos de recuperação de defeitos em revestimentos asfálticos utilizados na pavimentação, em que o melhor tipo a ser utilizado dependerá dos esforços que o pavimento será submetido e na atual condição na qual se encontra o pavimento a ser restaurado, de acordo com os defeitos e deflexões levantadas, bem como para que se destina. No Brasil, na maioria dos pavimentos, usa-se como revestimento uma mistura de agregados e ligantes asfálticos, destinado a resistir às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada para as camadas inferiores impermeabilizarem o revestimento, além de melhorar as condições de rolamento (SENÇO, 2001).

De acordo com Balbo (2007), pavimentar uma via de circulação de veículos tem como finalidade a melhoria operacional para o tráfego, ao se dar condição para uma via de melhor qualidade, automaticamente se proporciona aos usuários uma expressiva redução nos custos operacionais, haja vista que os custos de manutenção dos veículos estão associados às condições de tráfego do pavimento.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Segundo dados disponibilizados pelo DNIT (BRASIL, 2006c), 78% das rodovias federais e estaduais necessitam de algum tipo de recuperação. O crescimento da frota, na última década, potencializou a falta de políticas públicas voltadas a programas de manutenção de vias.

Em função da preferência do modal rodoviário, basicamente todo o PIB nacional passa por nossas rodovias, logo, o investimento na expansão dessa malha mostra-se de elevada significância a qualquer região. O município de Jaguaruna/SC, recentemente foi integrado ao modal aeroviário, elevando sua participação no cenário nacional, facilitando, além do escoamento de insumos diversos, o acesso ao turismo.

Caracterizada como a principal via de acesso ao município, o ligando até a BR-101, a Rodovia SC-441, desde sua construção, pavimentação, não recebeu nenhum tipo de reforço ou restauração, o que ocasiona às más condições em que ela, atualmente, se encontra.

O pavimento asfáltico de Jaguaruna sofre pela falta de manutenção em determinados pontos, onde deu origem às manifestações patológicas, que, com a presença diária do tráfego e condições naturais do clima, tendem a aumentar de forma rápida, também surgem as



manifestações patológicas de natureza mecânica, decorrentes do desgaste pela movimentação e tráfego, estando mais aparente no revestimento superficial.

As manifestações patológicas podem ser observadas ao longo da rodovia, principalmente pela ausência de drenagem, acostamento de forma inadequada e a presença contínua das cargas do tráfego, que exercem pressões sobre o pavimento.

Diante do cenário em estudo, o presente trabalho tem como objetivo indicar de uma maneira prática a verificação dos dados e as etapas que envolvem um projeto para a restauração da referida via, de forma a realizar um estudo de caso, identificando as melhores soluções que se enquadram na condições atuais da estrutura analisada.

## 1.2 OBJETIVO

### 1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um estudo de viabilidade técnica voltado à restauração da rodovia SC-441, trecho entre a região central do município de Jaguaruna-SC e a BR-101, com foco na expansão e melhoria da malha viária municipal e mobilidade urbana.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

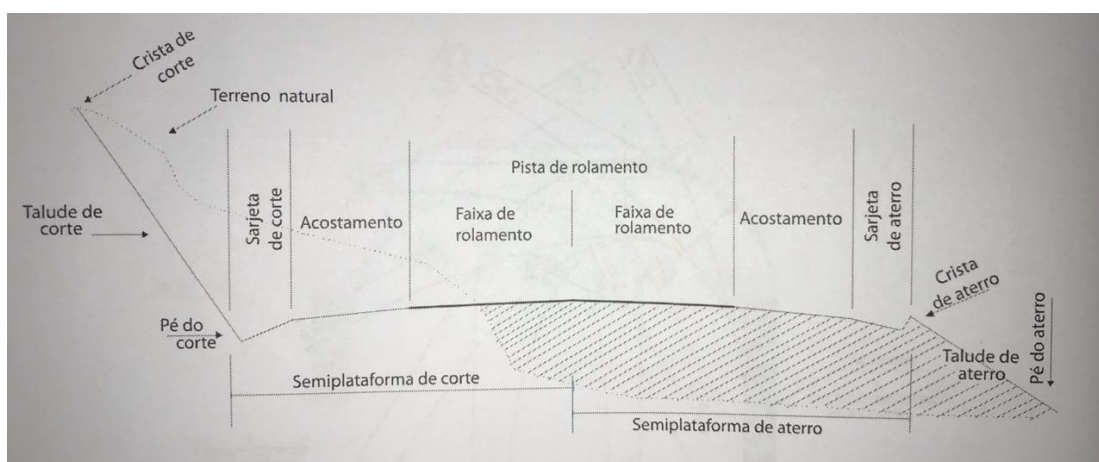
- Estabelecer a padronização dos procedimentos técnicos a serem utilizados para a verificação atual do volume do tráfego;
- Analisar os defeitos superficiais existentes e definir suas causas e origens;
- Apresentar soluções adequadas para os defeitos presentes no pavimento;
- Apresentar as etapas que devem conter em um projeto de restauração asfáltica;
- Programar necessidades e prioridades de melhorias no sistema rodoviário da SC-441;
- Avaliar o custo médio de execução para restauração por quilômetro do pavimento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ELEMENTOS PRINCIPAIS DE UMA RODOVIA

Conforme Antas et al. (2010), os veículos se deslocam em filas, em movimento contínua e em sentidos opostos, visto que toda rodovia contém no mínimo duas faixas de rolamento, sendo uma faixa para cada sentido, caracterizando uma pista simples. A faixa de rolamento, caracterizada como o principal elemento de uma rodovia, deve conter a largura do veículo acrescida de folgas laterais que permita a circulação segura dos veículos.

Figura 1 – Seção tipo de rodovia de pista simples



Fonte: Antas et al. (2010).

Segundo Antas et al. (2010), a largura da faixa de rolamento será em função do veículo de projeto, que foi escolhido na análise da composição de tráfego, e da classe da rodovia. A classe do projeto de rodovias define como padrão as larguras de faixa de rolamento de acordo com a tabela a seguir, recomendadas pelo Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER (BRASIL, 1999), para faixa de rolamento em pista simples.

Tabela 1 – Largura das Faixas de Rolamento (m)

(Continua)

| Classe do projeto | Relevo |          |            |
|-------------------|--------|----------|------------|
|                   | Plano  | Ondulado | Montanhoso |
| Classe 0          | 3,60   | 3,60     | 3,60       |

Tabela 1 – Largura das Faixas de Rolamento (m)

**(Conclusão)**

| Classe do projeto | Relevo |          |            |
|-------------------|--------|----------|------------|
|                   | Plano  | Ondulado | Montanhoso |
| Classe I          | 3,60   | 3,60     | 3,50       |
| Classe II         | 3,60   | 3,50     | 3,30       |
| Classe III        | 3,50   | 3,30     | 3,30       |
| Classe IV-A       | 3,00   | 3,00     | 3,00       |
| Classe IV-B       | 2,50   | 2,50     | 2,50       |

Fonte: Brasil (1999).

Segundo Antas et al. (2010), a número de faixas será determinado no estudo de capacidade em função do volume de tráfego ao longo da vida útil da rodovia, sendo o mínimo, uma pista simples, constituída de duas faixas de tráfego, uma para cada sentido, e sendo principal objeto deste estudo.

O acostamento é o segundo item constituinte de uma rodovia e, de acordo com Antas et al. (2010), é um elemento de secção transversal imprescindível para a segurança do tráfego e para garantir seu perfeito escoamento. Assim como a pista de rolamento, a largura do acostamento pode ser obtida em função da classe do projeto e da composição do volume de tráfego, de acordo com a tabela apresentada na sequência.

Tabela 2 - Largura das Faixas de Rolamento (m)

| Classe do projeto | Relevo |          |            |
|-------------------|--------|----------|------------|
|                   | Plano  | Ondulado | Montanhoso |
| Classe 0          | 3,50   | 3,00     | 3,00       |
| Classe I          | 3,00   | 2,50     | 2,50       |
| Classe II         | 2,50   | 2,50     | 2,00       |
| Classe III        | 2,50   | 2,00     | 1,50       |
| Classe IV-A       | 1,30   | 1,30     | 0,80       |
| Classe IV-B       | 1,00   | 1,00     | 0,50       |

Fonte: Brasil (1999).

A tabela de largura dos acostamentos apresentada é adequada para a implementação de acostamento em rodovia de pista simples, denominado acostamento externo, que fica ao lado direto da pista de rolamento.

Outro elemento de suma importância, para garantir a qualidade da rodovia, é a sarjeta. Segundo Antas et al. (2010), quando as águas das chuvas são escoadas lateralmente na faixa de rolamento e acostamento, existe a necessidade de serem conduzidas no sentido longitudinal, para assim serem lançados no terreno natural. Assim, conta-se com uma canaleta apropriada, chamada sarjeta, que garante que isso ocorra de forma correta e segura.

O último elemento constituinte de uma rodovia, e não menos importante, são os taludes. De acordo com o Antas et al. (2010), são os elementos que formam o contorno lateral do corpo da estrada, sendo primordial a estabilidade dos taludes para a segurança do tráfego, no qual deve proceder a um estudo de estabilidade de taludes, com o apoio nos estudos geotécnicos.

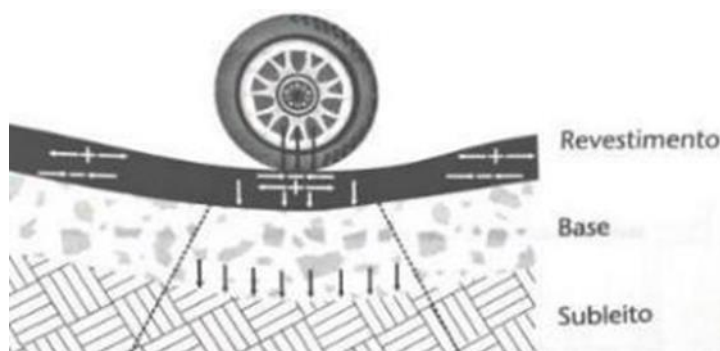
Os elementos comentados são os principais de uma rodovia de pista simples, objeto de estudo. Quando se tratar de uma rodovia de pista dupla, duas pistas de rolamento para cada sentido, faz-se necessário o estudo e aplicação de outros elementos que compõem a sua seção típica.

## 2.2 CONCEITOS GERAIS DO PAVIMENTO

Conforme Senço (2007), pavimento é uma estrutura construída sobre a terraplanagem, que tem como função resistir aos esforços verticais do tráfego, distribuindo de forma moderada entre as demais camadas que integram tamanho estrutura, melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança dos usuários, resistir aos esforços horizontais, tornando assim, uma superfície de rolamento mais durável.

A estrutura do pavimento é concebida, em seu sentido puramente estrutural, para receber e transmitir esforços de maneira a aliviar pressões sobre as camadas inferiores, que geralmente são menos resistentes, embora isso não seja tomado como regra geral. Para que funcione adequadamente, todas as camadas que compõem devem trabalhar deformações compatíveis com sua natureza e capacidade portanto, isto é, de modo que não ocorra processos de ruptura ou danificações de forma prematura e inadvertida nos materiais que constituem as camadas dos pavimentos (Figura 2) (BALDO, 2007, p. 35).

Figura 2 - Esforços em camadas de pavimento



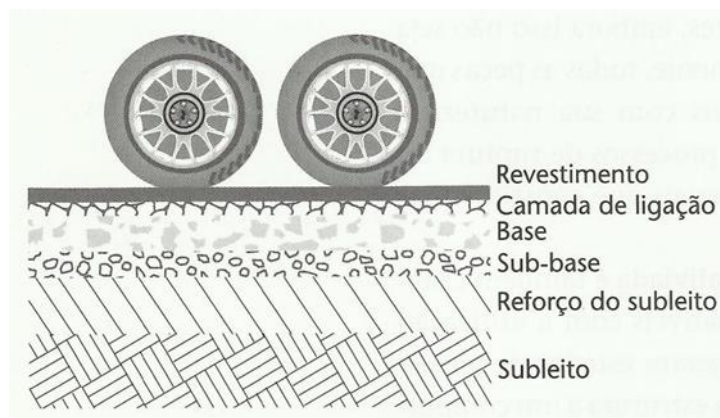
Fonte: Balbo (2007).

Ainda conforme Balbo (2007), as cargas devem ser transmitidas de forma que sejam aliviados os impactos no subleito, impedindo assim, a ocorrência de deformações permanentes da estrutura ou mesmo rupturas nas fundações, que criam um estado de tensões sobre o pavimento que a princípio dos cálculos não foram presumidos, levando toda a estrutura a um desempenho mecânico inadequado, com isto, acelerando o processo de degradação do pavimento.

### 2.3 CAMADAS DO PAVIMENTO

As camadas que constituem o pavimento (Figura 3) possuem funções específicas, que devem proporcionar aos veículos, as condições adequadas de suporte e rolamento, independente das condições climáticas.

Figura 3 – Camadas genéricas de um pavimento flexível



Fonte: Balbo (2007).

Os pavimentos asfálticos são normalmente constituídos de 4 camadas: subleito, reforço do subleito, base e sub-bases e a cama de revestimento.

### **2.3.1 Subleito**

Subleito é o terreno de fundação, onde será apoiado todo o pavimento, que é constituído de material natural consolidado e compactado, por exemplo, nos cortes do corpo estral, ou por um material transportado e compactado, no caso dos aterros (BALBO, 2007).

Conforme Senço (2007), a resistência do subleito é obtida de modo variável de método para método. Assim, por exemplo, temos o métodos do CBR, onde a resistência do subleito é dada em porcentagem, ela é atingida através de ensaios de laboratório, onde sua resistência é medida através de um pistão por uma amostra recolhida do subleito, comparando essa resistência à penetração, com a resistência oferecida por um material que deve ser padrão, ao qual se atribui um CBR = 100%.

Para melhor critério, relacionado à resistência do material que é constituído, o subleito deve analisar os valores de acordo com o CBR do subleito  $\text{for} < 2\%$ , ele deve ser substituído por um material melhor,  $2\% \leq \text{CBR} \leq 20\%$  até pelo menos 1,00 metro. Se o CBR do material do subleito  $\text{for} \geq 20\%$ , pode ser usado como sub-base (BRASIL, 2006a).

### **2.3.2 Reforço do subleito**

Reforço do subleito é a camada granular de pavimentação devidamente compactada e regularizada, de espessura constante, construída, se necessário, sobre o subleito, tem como função melhorar as características do subleito e regularizar a espessura da sub-base (BRASIL, 2006a).

Conforme Balbo (2007), o emprego de camada de reforço de subleito não é obrigatório, pois espessuras de camadas superiores poderiam, em tese, aliviar as pressões sobre um subleito medíocre.

### **2.3.3 Bases e sub-bases**

A base é a camada sobre a qual se constrói o revestimento, tem como função suportar os esforços verticais oriundos dos veículos e distribuí-los adequadamente às camadas inferiores (BRASIL, 2006a).

As bases podem ser constituídas por solo estabilizado naturalmente, misturas de solo e agregados (solo-brita), brita graduada, brita graduada tratada com cimento, solo estabilizado quimicamente com ligante hidráulico ou asfáltico, concreto etc. Para as sub-bases, podem ser utilizados os mesmos materiais citados para os casos das bases (BALDO, 2007, p. 38).

A sub-base é a camada complementar à base, quando, por condições técnicas e econômicas, não for prudente construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito (SENÇO, 2007). Ela pode ser utilizada para reduzir a espessura da base, exercendo as mesmas funções, de forma complementar a esta última. A sub-base tem como função básica resistir às cargas transmitidas pela base e controlar a ascensão capilar da água, quando for o caso (BRASIL, 2006a).

#### **2.3.4 Revestimento asfáltico**

O revestimento asfáltico é a camada superior que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos, tem como função melhorar as condições de conforto, segurança e durabilidade do pavimento, necessitando também ser resistente à degradação Balbo (2007).

Sendo o revestimento a camada mais nobre do pavimento, é evidente que a adoção da espessura não pode servir como medida que venha a reduzir sua resistência, pois representa uma parte do pavimento que é constituída de material mais apto a garantir eficiência no seu comportamento (SENÇO, 2007, p. 20).

O revestimento asfáltico é formado por uma mistura constituída basicamente de agregados pétreos e ligante asfáltico, sendo a camada superior designada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma controlada até as camadas inferiores (BERNUCCI et al., 2010).

O revestimento asfáltico deverá, entre outras funções, receber as cargas, estáticas ou dinâmicas, sem sofrer grandes deformações elásticas ou plásticas, desagregação de componentes ou ainda, perda de compactação (BALBO, 2007).

#### **2.4 CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)**

Segundo Pinto e Pinto (2015), em média, 97% das rodovias brasileiras possuem pavimento flexíveis, tendo como o asfalto, o elemento principal das camadas de rolamento. O asfalto designado para o uso da pavimentação é um ligante betuminoso que provém das

destilações do petróleo, possuindo a propriedade de ser um adesivo termoviscoelástico, impermeável.

O uso intensivo do asfalto em pavimentação tem como principais características: proporcionar forte união dos agregados, agindo como um ligante que permite flexibilidade controlável; é impermeabilizante; é durável e resistente à ação da maioria dos ácidos, dos álcalis e dos sais, podendo ser utilizado aquecido, diluído em solventes de petróleo ou emulsionado em água, em amplas combinações de esqueleto mineral (PINTO; PINTO, 2015).

Os asfaltos usados em pavimentação rodoviária necessitam apresentar boa resistência à oxidação na obscuridade, podendo até oxidar rapidamente na superfície, para evitar problemas de derrapagem. Conforme Pinto e Pinto (2015), a diferença da oxidação reside no fato de os asfaltos serem formados basicamente de núcleos hidrocarbonetos aromáticos, componentes do sistema coloidal, que não absorvem oxigênio na obscuridade, mas, sob a luz, são muitos relativos.

## 2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS

Os pavimentos são classificados em três tipos: pavimentos flexíveis, pavimentos rígidos e pavimentos semirrígidos.

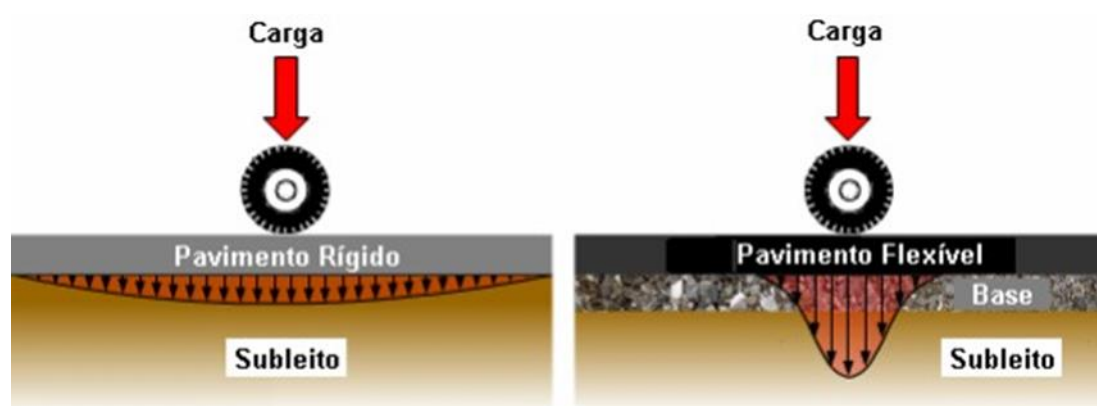
- **Pavimentos rígidos:** conforme Balbo (2009), têm como sua particularidade seu revestimento, que tem como função absorver praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado, possuindo uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e tamanho do revestimento. De acordo com Senço (2007), os pavimentos rígidos são aqueles que sofrem poucas deformações, constituídos, principalmente, de concreto de cimento, rompem por tração na flexão, quando sujeitos a deformações.

- **Pavimento flexível ou asfálticos:** segundo o Manual de Pavimentação (BRASIL, 2006a), os pavimentos flexíveis são aqueles que todas as camadas sofrem deformações elásticas quando aplicado um carregamento, desta forma, a carga sobre o pavimento se distribui em parcelas entre as camadas.

- **Pavimento semirrígido:** os pavimentos semirrígidos são os compostos por revestimento asfáltico, tendo como características sua base constituída de material tratado com cimento (BALBO, 2007).



Figura 4 – Distribuição de carga no pavimento rígido e flexível



Fonte: Balbo (2009).

Uma das principais distinções dos tipos de pavimentos, constitui na forma em que as cargas atuantes do tráfego são distribuídas. Nos pavimentos rígidos, devido a sua elevada rigidez do revestimento, em relação às demais camadas da estrutura, as cargas de superfície são distribuídas em grandes áreas, aliviando, desta forma, as tensões transmitidas às camadas subjacentes (BERNUCCI, 2010). Já os pavimentos flexíveis distribuem as cargas numa área mais restrita, desde a superfície até o subleito, através das camadas, evitando atingirem as suas respectivas capacidades de suporte. Na Figura 4, é apresentada a diferença do tipo de distribuição de carga entre o pavimento rígido e o pavimento flexível.

## 2.6 ESTUDO DE TRÁFEGO

Conforme o DNIT (BRASIL, 2006c), o estudo do tráfego é fundamental para dar início aos estudos preliminares em função dos projetos para pavimentos, considerando que as características do tráfego influenciam diretamente no desempenho da estrutura do pavimento e na sua vida útil.

Quanto aos procedimentos para efetuar o estudo de tráfego, ainda conforme o DNIT (BRASIL, 2006c), os métodos utilizados são classificados como contagem manual, contagem mecânica e contagem automática. Os horários mais comuns para a realização do estudo são aqueles em que ocorrem os maiores fluxos, chamados “horas de pico”, pois, nestes momentos a interseção está sob solicitação máxima.

Seguindo as diretrizes do DNIT (BRASIL, 2006c), o levantamento de dados do tráfego deve, no mínimo, conter as informações que abrangem os horários de picos. Estas contagens devem ser feitas durante oito horas: três horas que incluam o pico da manhã, três horas incluído

o pico da tarde, e duas horas fora do pico. As contagens deverão ser divididas em intervalos de 15 minutos, para determinar as variações dentro da própria hora de pico (BRASIL, 2006c).

O estudo do tráfego também é utilizado como comparação da demanda atual com a capacidade que a via oferece e para aferir o grau de solicitação presente e estimativas futuras em relação ao crescimento da frota de veículos.

Neste contexto, é fundamental estudar as características atuais do tráfego que atuam sobre o pavimento, tendo como principal objetivo coletar dados numéricos do atual volume médio diário em função da rodovia, para a realização de projetos de pavimentação, uma vez que o pavimento é dimensionado em função do número “N”, que é definido quanto ao número de repetições de eixo padrão, durante o período de vida útil do projeto, sendo eixo padrão definido em 8,2 tf por eixo, ou seja, todos os eixos previstos nas contagens foram transformados em eixo padrão equivalentes (BRASIL, 2006c).

É importante que as contagens sejam realizadas em semanas ou períodos que sejam típicos, por exemplo, feriados intermediários e prolongados, época de férias e, principalmente, na estação do verão, onde acontece um maior fluxo de veículos, que é o cenário de maior influência no pavimento da rodovia em estudo.

## 2.7 ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

As análises realizadas através do procedimento índice de gravidade global, devem ser realizadas buscando observar os defeitos sobre o pavimento e as prováveis causas, atribuindo indicadores numéricos (BERNUCCI et al., 2010). O IGG permite classificar o estado geral de um determinado trecho homogêneo de pavimento, em função da incidência de defeitos superficiais (BRASIL, 2006b).

O índice de gravidade global procura quantificar, de um modo geral, os segmentos observados de um trecho em estudo, para fins de avaliação do seu atual desempenho em relação às cargas do tráfego, que poderá ser levado em consideração em projetos de restauração do pavimento (SENÇO, 2007).

O IGG deve ser realizado em in situ, conforme orientações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (BRASIL, 2006b). O índice de gravidade global não é determinado para toda a área da rodovia, o método deve ser realizado da seguinte maneira: onde serão localizados pontos de avaliação sobre o pavimento e devem ser locados a cada 20 metros de distância, os responsáveis devem revezar os lados e ter como referência o eixo da pista, a uma distância de 40 metros em cada sentido do tráfego. Para os pavimentos de pista dupla,



O IGG é um parâmetro para classificar e indicar a condição da superfície do pavimento, muito útil para a tomada de decisões quanto às intervenções de Restauração necessárias, atribuindo-lhe conceitos variáveis conforme, a tabela 3:

Tabela 3 – Condição do pavimento em relação ao IGG

| Conceito | Limites                    |
|----------|----------------------------|
| Ótimo    | $0 < \text{IGG} \leq 20$   |
| Bom      | $20 < \text{IGG} \leq 40$  |
| Regular  | $40 < \text{IGG} \leq 80$  |
| Ruim     | $80 < \text{IGG} \leq 160$ |
| Péssimo  | $\text{IGG} > 160$         |

Fonte: Brasil (2006b).

Vale salientar que o método IGG é uma técnica para acrescentar dados em uma avaliação funcional, sendo necessário uma análise estrutural para informações mais detalhadas do comportamento das camadas da estrutura.

## 2.8 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL

Conforme o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (BRASIL, 2006b), a avaliação estrutural tem como função estudar a capacidade do pavimento de atender suas funções principais, em manter sua integridade estrutural, sem apresentar falhas significativas. Deve-se relacionar o desempenho estrutural com o melhor momento para reabilitar o pavimento, de forma que conduza a um menor custo de ciclo de vida (BRASIL, 2006b).

Segundo Balbo (2007), os serviços de avaliação estrutural, para finalidade de projetos e reforços de pavimentos, englobam a coleta de matérias existentes nas camadas, quando necessário, para a determinação de algumas propriedades como, por exemplo, a massa específica aparente, a umidade dos materiais e caracterização MCT, a extração de amostras indeformadas para ensaios de resistência, o módulo de elasticidade etc.

A realização da avaliação estrutural permite emitir resultados sobre o comportamento das camadas de matérias subjacentes ao revestimento, cujos problemas, muitas vezes, não são detectados pela avaliação visual superficial, como no caso de intensas deformações plásticas, rupturas e contaminação em camadas granulares (BALBO, 2007). Com a obtenção dos resultados pela avaliação estrutural, devem fornecer informações para o projetista quanto a sua

adequação estrutural e o grau de restauração, permitindo a seleção e dimensionamento da mais adequada alternativa de restauração (BRASIL, 2006b).

Segundo Bernucci et al. (2010), o principal parâmetro considerado na avaliação estrutural é a deflexão superficial de deformação e a bacia de deformação. Para melhor interpretação em relação estrutural, deve-se realizar ensaios defletométricos, que são mais apropriados para a análise do pavimento (BRASIL, 2006b).

A avaliação estrutural pode ser realizada por meios dos elementos obtidos nos levantamentos dos defeitos de superfície, nos ensaios destrutivos e ensaios não destrutivos (BRASIL, 2006b).

### **2.8.1 Avaliação Estrutural Destrutiva**

Conforme Balbo (2007), tem como função a completa realização física da estrutura do pavimento: determinação de cada camada existente, definição dos materiais que as compõem e suas espessuras, bem como indicação do estado de degradação presente de todas as camadas.

Segundo Bernucci et al. (2010), os processos para obtenção de uma avaliação estrutural destrutiva podem ser obtidos de formas manuais ou mecânicas, os meios mais empregados são: aberturas de cava, aberturas de trincheiras ou poços de sondagem, possibilitando a remoção de amostras de cada material e, então, realizar ensaios de capacidade de carga. Realizando a extração das amostras do pavimento, é possível analisar os tipos de materiais constituintes em cada camada, tal como as espessuras, teor de umidade, granulometria, teor de asfalto etc. (BRASIL, 2006b).

Figura 6 – Extração de corpo de prova



Fonte: Pessoa Junior (2019)

Figura 7 – Aberturas de Trincheiras



Fonte: Pessoa Junior (2019)

As principais desvantagens dos ensaios destrutivos podem ser assim descritas: necessidade de interromper o tráfego da rodovia por um período significativo; natureza destrutivas dos ensaios e a introdução de defeito nas seções do pavimento; ensaios são caros, consomem muito tempo e requerem muita mão de obra. Assim sendo, não podem ser realizados extensivamente; resultados dos ensaios são representativos nas condições do material em um ponto específico (BRASIL, 2006b, p. 79).

### 2.8.2 Avaliação estrutural não destrutiva

O método não destrutivo é o mais adequado para grandes extensões de pista, tendo em vista que o mesmo preserva a área onde foi realizado a avaliação, e com possibilidade de serem realizadas inúmeras repetições no mesmo local (BERNUCCI et al., 2010).

Conforme DNIT (BRASIL, 2006b), os ensaios não destrutivos, utilizados em conjunto com o inventário de defeitos, constituem-se na maneira mais apropriada para determinar a adequação estrutural do pavimento.

- Os ensaios não destrutivos podem ser utilizados para:
- Auxiliar o projeto de reforço estrutural;
- Distinguir os diferentes segmentos de projeto, conforme os valores de deflexão encontrados;
- Diferenciar os períodos críticos de deterioração do pavimento, em função das variações sazonais nas deflexões;
- Indicar a capacidade da estrutura do pavimento em suportar o tráfego atual e futuro;
- Avaliação dos módulos de elasticidade por retroanálise.

Tais avaliações, combinadas com a avaliação dos defeitos superficiais, possibilitam ao engenheiro a definição dos padrões e causas de patologias existentes nos pavimentos, visando a sua completa reparação, sendo, portanto, complementar a avaliação de defeitos por precedidos visuais (BALBO, 2007, p. 403).

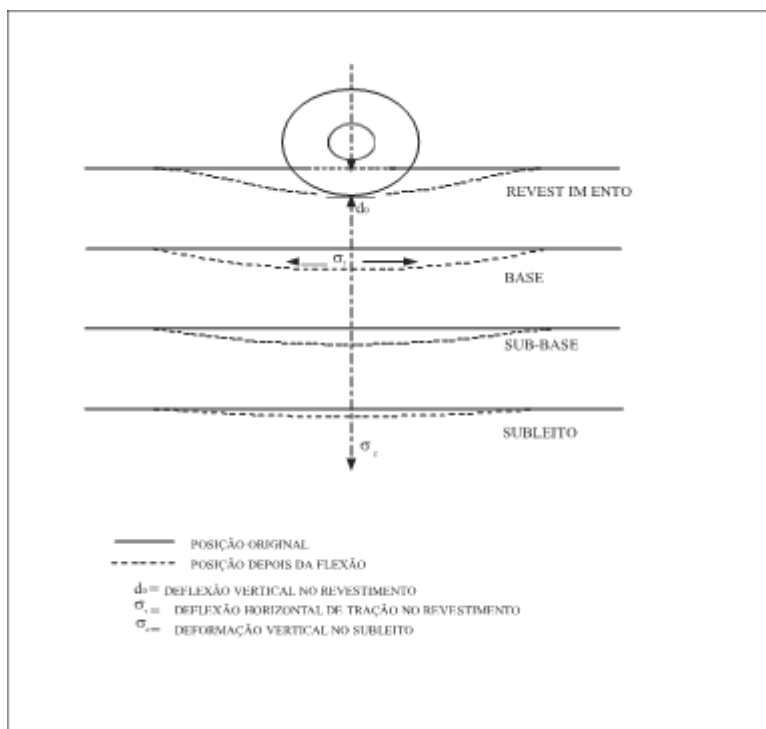
Por fim, a partir dos dados levantados nas avaliações, por meio dos procedimentos específicos, serão fornecidas as soluções de restauração adequadas para cada caso, que podem ser de origem funcional ou estrutural, caso a restauração deva ser de origem estrutural, é preciso usar um método de projeto que leve em conta as particularidades em relação à deformabilidade das camadas e do novo revestimento, levando em conta os módulos de resiliência medidos ou obtidos por retroanálise para se calcular as espessuras necessárias (BERNUCCI et al., 2010).

## 2.9 DEFORMABILIDADE EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

A ação das cargas de tráfego sobre os pavimentos asfálticos provoca deformações de dois tipos: recuperáveis e permanentes. As deformações recuperáveis são aquelas quando, num processo elástico, depois da atuação do efeito da carga, o pavimento recupera sua posição

original, fazendo desaparecer a deformação antes observada (BRASIL, 2006b). As deformações podem ser observadas de acordo com a figura 8.

Figura 8 – Deformação no pavimento



Fonte: Brasil (2006b).

Nas deformações permanentes o pavimento ainda mantém uma deformação residual, que permanece mesmo depois de cessado o efeito da carga sobre o pavimento, são exemplos de deformações permanentes: trilhas de rodas causadas pela consolidação adicional pelo tráfego, bem como rupturas de natureza plástica (BRASIL, 2006b).

É fundamental o estudo das deflexões ou das condições de deformabilidade dos pavimentos asfálticos, para a compreensão de seu comportamento, já que, estas refletem, em última análise, às condições estruturais das diversas camadas e do próprio subleito (BALBO, 2007).

## 2.10 MEDIDAS DE DEFLEXÕES

Conforme DNIT (BRASIL, 2006b), os ensaios não destrutivos avaliam a deflexão recuperável máxima na superfície do revestimento e são bastante apropriados para a avaliação da capacidade estrutural.

Os instrumentos usados para verificação dos dados podem ser divididos em:



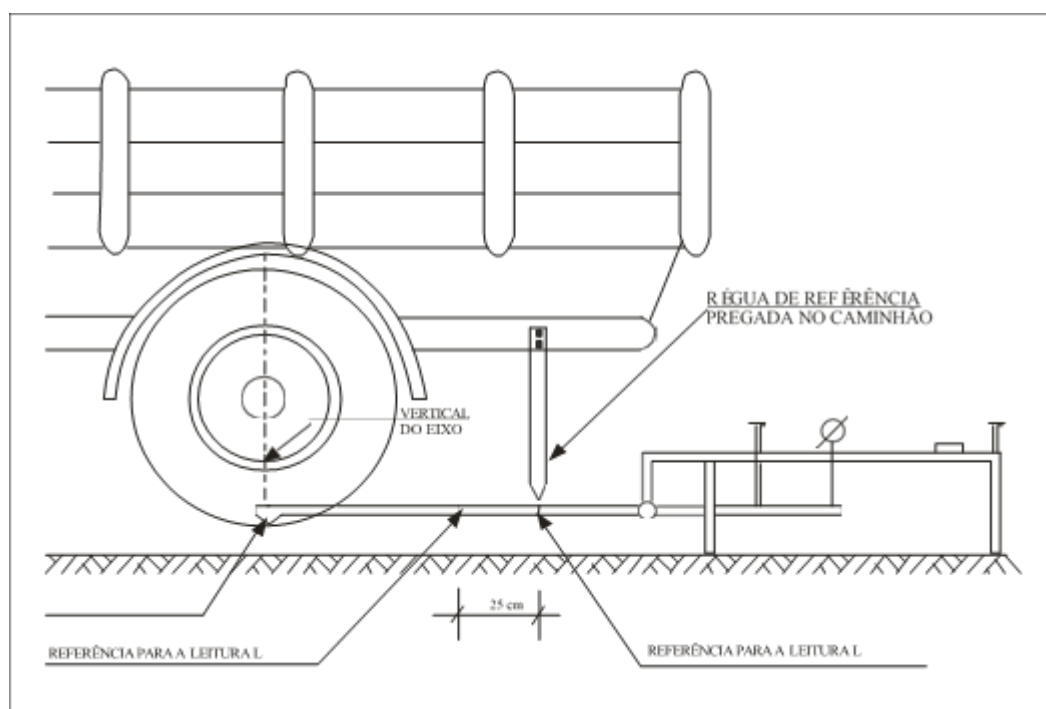
- vigas de deflexão;
- equipamentos dinâmicos de vibração;
- equipamentos dinâmicos de impacto.

### 2.10.1 Vigas de medidas de deflexão

As vigas de deflexão têm como função medir a resposta do pavimento quando ele é submetido à um carregamento estático ou a aplicação de uma carga em movimento vagaroso (BRASIL, 2006b).

Conforme Balbo (2007), a viga de Benkelman é o equipamento mais difundido de medida de deflexões no Brasil.

Figura 9 – Posicionamento da Viga Benkelman e da prova de carga



Fonte: Brasil (2006b).

O princípio de funcionamento do equipamento é simplesmente aquele de um braço de alavanca. Uma haste rígida encontra-se com a ponta de prova entre um par de rodas do eixo traseiro de um caminhão do tipo toco carregado com a carga-padrão (80kN) e 100 psi de pressão nos pneumáticos de aro 10x20, com ranhuras dos pneus em boas condições. Tal haste está articulada em um corpo de apoio para esta viga, e, na outra extremidade da viga, há um extensômetro (relógio comprador), analógico ou digital, com precisão mínima de centésimos de milímetro (Figura 9) (BALBO, 2007, p. 407).

## 2.11 CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTOS

Segundo Balbo (2007), os materiais de construção para a execução de um pavimento apresentarão, pouco a pouco, no decorrer de sua vida de serviço, diversos processos de degradação e danificações inevitáveis, gerando alterações diretamente no desempenho estrutural do pavimento, sob as ações provocadas pelas cargas de veículos, produtos químicos e ações ambientais, como temperatura e umidade etc.

Segundo Senço (2001), conservar é manter a rodovia nas condições iniciais existentes, logo após a construção e pavimentação. Os pavimentos podem apresentar geralmente problemas na sua estrutura ou problemas funcionais (BERNUCCI et al., 2010).

Ainda de acordo Senço (2001), deve-se manter, inicialmente, uma conservação preventiva, a qual corresponde às operações realizadas, a fim de antecipar a ocorrência de falhas. Uma vigilância constante, acompanhada de uma razoável experiência, permite que sejam executados alguns serviços que podem evitar que ocorram falhas já em estado potencial.

De acordo com o Manual de Conservação Rodoviária do DNIT 2005 (Publicação IPR-710), a conservação rodoviária compreende o conjunto de operações rotineiras, periódicas ou emergenciais realizadas com o objetivo de preservar as características técnicas e operacionais da malha rodoviária, mantendo-a nos padrões de serviço estabelecido (BRASIL, 2005, p. 99).

Ainda conforme o Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (BRASIL, 2005), as manutenções e conservações das rodovias podem ser diversificadas e classificadas, em razão de sua natureza e de sua finalidade, em 5 grupos de atividades, com as seguintes definições:

- **Conservação corretiva rotineira:** caracterizada por um conjunto de operações, onde o principal objetivo é eliminar ou reparar um defeito, assim, restabelecendo o bom funcionamento dos componentes de uma rodovia, dando conforto e segurança aos seus usuários.
- **Conservação preventiva periódica:** essa operação de conservação é realizada de forma periódica, tendo como objetivo evitar o surgimento ou agravamento de defeitos, conservação essa que é realizada durante o ano, cuja frequência depende do trânsito, topografia e clima. Ex: operação tapa buraco, fechamento de trincas.
- **Conservação de emergência:** definida como serviços ou até mesmo obras, com objetivo de reparar, repor, reconstruir ou restaurar trechos ou estrutura de uma rodovia, seccionadas, obstruídas ou danificadas de forma severa, causando a interrupção do tráfego da rodovia.

- **Restauração:** caracterizada como o conjunto de operações que tem como objetivo restabelecer o perfeito funcionamento de um bem determinado ou avariado, restabelecendo suas características técnicas originais. Envolvendo um conjunto de medidas destinadas a readequar a via com o atual cenário a qual é submetida, dando-lhe mais um ciclo de vida.

- **Melhoramento das rodovias:** são obras e operações que acrescentam às rodovias existentes, novas características ou a modificação das já existentes, de forma a melhorar o tráfego a qual atualmente está submetida, fornecendo melhor conforto e segurança para seus usuários.

## 2.12 DEFEITOS NOS REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS

Conforme Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (BRASIL, 2006b), os defeitos em revestimentos asfálticos serão divididos em dois grupos, sendo eles:

- **Fendas:**

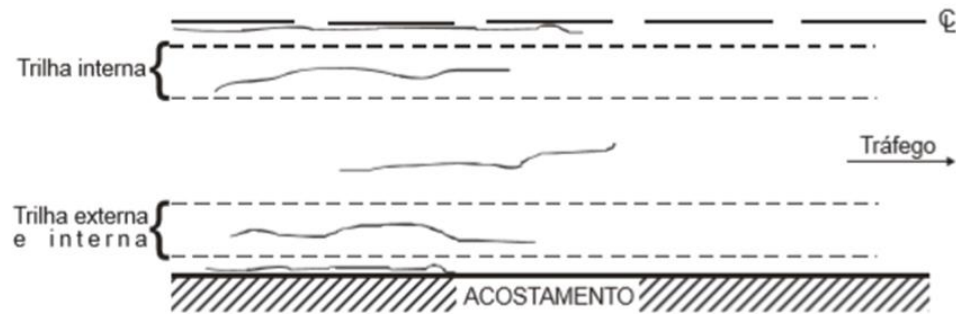
- Trincas isoladas;
- Trincas interligadas.

- **Outros Defeitos:**

- Afundamentos;
- Ondulação/Corrugação;
- Escorregamento;
- Exsudação;
- Desgaste;
- Panelas (ou buracos);
- Remendos.

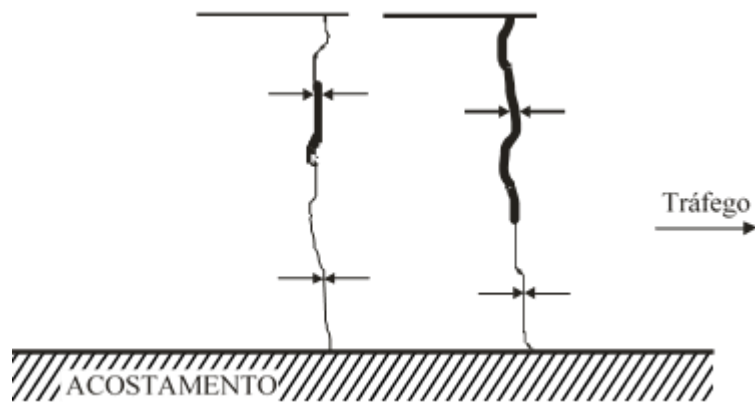
- **Fendas:** Conforme o DNIT (BRASIL, 2006b), as fendas são caracterizadas por quaisquer descontinuidades na superfície do pavimento, elas podem apresentar a aparência de fissuras, trincas transversais, longitudinais e interligadas, tipo couro de jacaré ou tipo bloco. Assim, as fendas podem ser classificadas de acordo com a sua abertura, como FC-1, FC-2 e FC-3.

Figura 10 – Fendas: trincas longitudinais



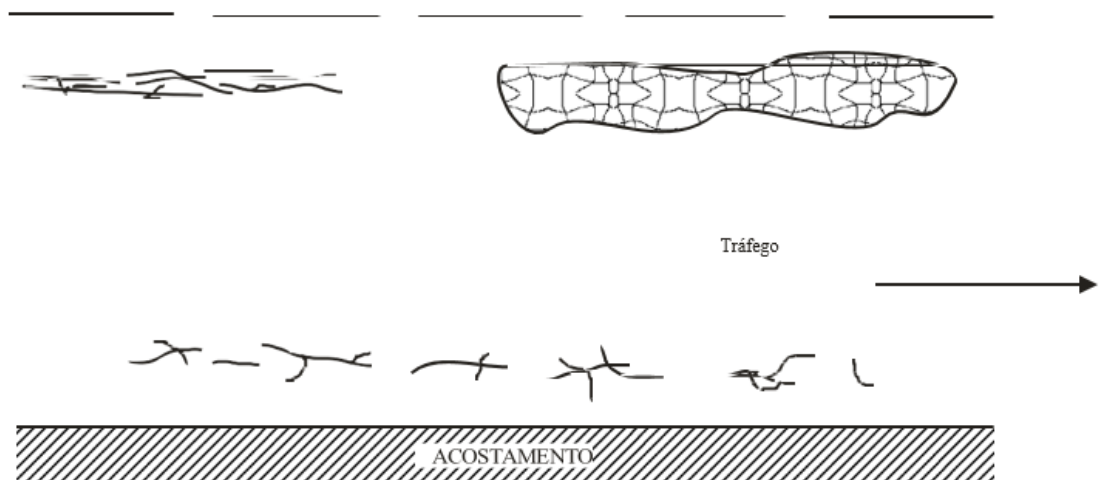
Fonte: Brasil (2006b).

Figura 11 – Fendas: Trincas transversais



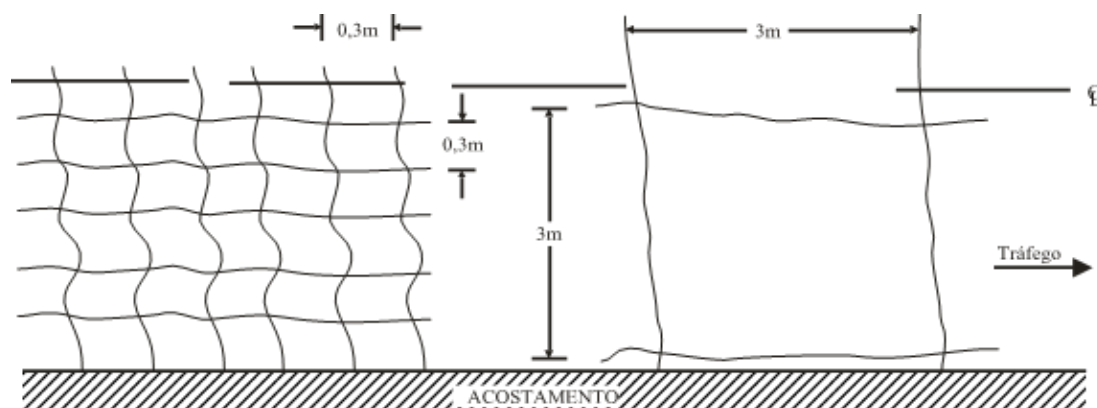
Fonte: Brasil (2006b).

Figura 12 – Fendas: Diversos tipos de trincas interligadas



Fonte: Brasil (2006b).

Figura 13 – Fendas: Diversos tipos de trincas interligadas



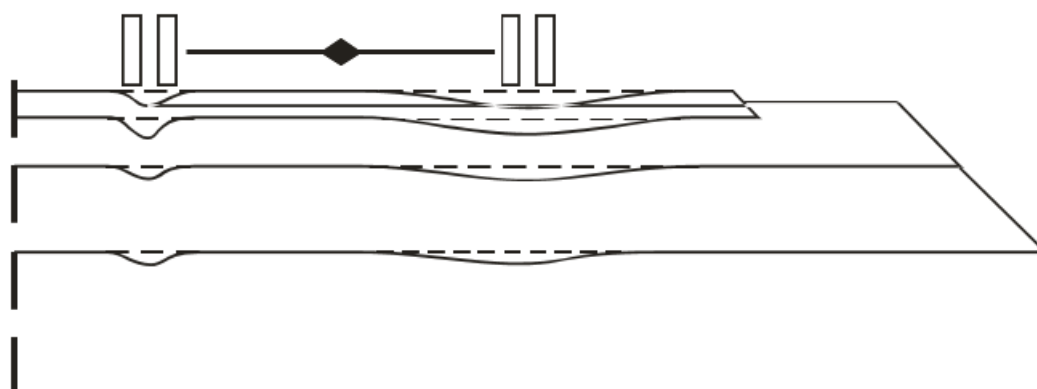
Fonte: Brasil (2006b).

As Figuras 14, 15, 16 e 17 demonstram as ocorrências de trincas na superfície dos pavimentos flexíveis.

- **Afundamento:** o afundamento é caracterizado por uma deformação permanente, apresentando depressão na superfície do pavimento, podendo ser acompanhada de solevamento, apresentando-se sob a forma de afundamento plástico, que é causado pela influência plástica das camadas do pavimento ou do seu subleito, e ainda de afundamento de consolidação, que é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou do seu subleito.

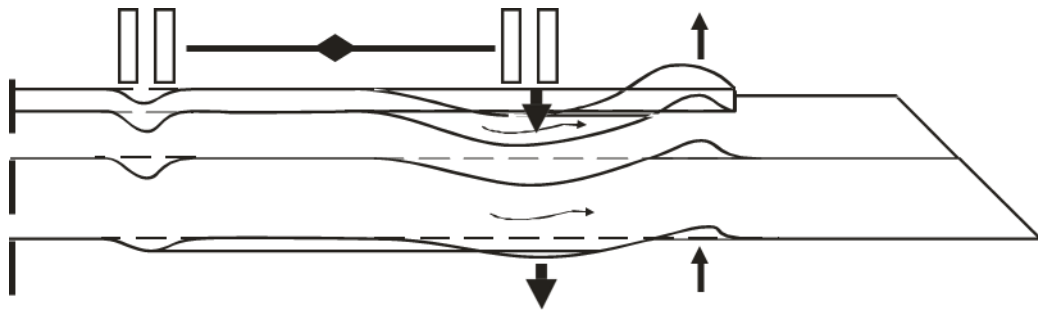
Ainda de acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (BRASIL, 2006b), os afundamentos que ocorrem com extensões de até 6 metros são nomeados de “afundamentos locais”, e quando ocorrem em extensões maiores são nomeados de “afundamentos de trilhas de roda”.

Figura 14 – Afundamento por consolidação nas trilhas de roda



Fonte: Brasil (2006b).

Figura 15 – Afundamento por consolidação nas trilhas de roda



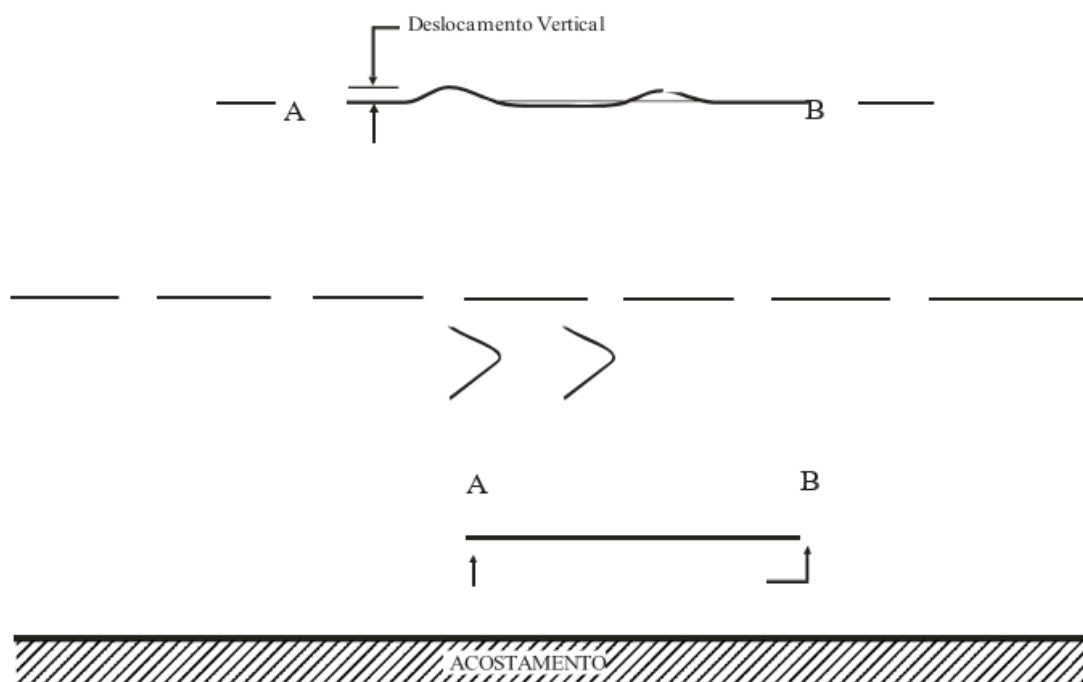
Fonte: Brasil (2006b).

As Figuras 14 e 15 ilustram de uma maneira esquemática os “afundamentos de trilha de rodas”.

- **Ondulação/corrugação:** a ondulação/corrugação é um defeito que tem como característica ondulações transversais, de caráter permanente, no revestimento asfáltico. Os principais causadores da ondulação/corrugação são as instabilidades da mistura betuminosa ou da base do pavimento, retenção de umidade da mistura asfáltica, umidade excessiva nas camadas subjacentes e ainda por contaminação na mistura asfáltica, assim, a ondulação/corrugação é ocasionada pela ruptura por cisalhamento no revestimento, devido às cargas do tráfego, podendo ocorrer em qualquer região da superfície, nas regiões de frenagem e aceleração e nas proximidades das trilhas de rodas.

- **Escorregamento (do revestimento):** os escorregamentos são os esforços tangenciais que são transmitidos pelos veículos, causam um movimento horizontal do revestimento, produzindo uma ondulação curta em forma de meia lua e que produzem uma ondulação curta e abrupta na superfície do pavimento em forma de meia lua, conforme a Figura 16.

Figura 16 – Ilustração do escorregamento



Fonte: Brasil (2006b).

O escorregamento pode ser ocasionado pela ligação inadequada entre o revestimento e a base, compactação ineficaz do revestimento asfáltico ou baixa espessura do revestimento (BRASIL, 2006b).

- **Exsudação:** a exsudação ocorre devido à formação de uma película de material betuminoso na superfície do pavimento, caracterizada por manchas, que comprometem a aderência do revestimento, ocasionadas, principalmente, por duas razões, a dosagem inadequada da mistura asfáltica (teor excessivo de ligante, índice de vazios baixo) e a temperatura do ligante acima da especificada no momento da mistura, assim, com a ação do tráfego e altas temperaturas, o cimento asfáltico irá expandir, preenchendo os vazios e ocorrendo a migração e concentração do ligante na superfície do revestimento.

- **Desgaste:** a perda da argamassa fina do revestimento asfáltico e dos agregados ocasiona o desgaste, caracterizado pela superfície áspera da superfície, com redução do envolvimento betuminoso e perda progressiva dos agregados, que podem ser provocados por, perda de coesão entre agregado e ligante, presença de água no interior do revestimento, redução da ligação entre o ligante e o agregado, assim, o ligante asfáltico não realiza a retenção do agregados, que acabam se soltando de forma progressiva, sob ação do tráfego.

- **Panelas (buracos):** as panelas ou buracos, inicialmente, são cavidades no revestimento do pavimento, possuindo dimensões variadas. As panelas ou buracos, são um

defeito muito grave, pois afeta o pavimento estrutural funcionalmente, permitindo o acesso das águas superficiais nas camadas subjacentes. Os principais causadores deste defeito são: o trincamento por fadiga e desintegração localizada na superfície do pavimento. As trincas são a formação de pequenas placas sem vínculos e que apresentam bordas erodidas, que com a passagem das cargas de tráfego, estas placas são arrancadas, ocorrendo a formação de buracos no revestimento, que podem evoluir rapidamente, atingindo a base do revestimento, podendo ocorrer em qualquer área do revestimento.

- **Remendos:** o remendo é uma porção onde foi removido o material original do pavimento e substituído por outro material, podendo ser similar ou diferente, de forma geral, os remendos são considerados falhas, pois são oriundos do mau comportamento da estrutura original do pavimento, os remendos são considerados defeitos que provocam desconforto devido a algumas causas como: solicitação intensa do tráfego, emprego de material de má qualidade e problemas construtivos. Da mesma forma que o pavimento, os remendos deterioram-se por diversas causas, podendo ser por ação combinada de tráfego e das más condições ambientais.

## 2.13 RECUPERAÇÃO DE DEFEITOS EM REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS

Segundo DNIT (BRASIL, 2006b), o grau de deterioração do pavimento de uma rodovia é determinado através de análises da condição estrutural e funcional do pavimento, pois na medida do tempo, acontece uma maior solicitação do pavimento, devido ao aumento progressivo do número “N”, acontece uma redução no seu desempenho, de forma crescente, assim alcançando o seu grau de estágio avançado de deterioração estrutural, mas ainda sem apresentar-se em uma condição severa, mas já apresentando defeitos em algumas regiões do pavimento. Ainda segundo as diretrizes do DNIT (BRASIL, 2005), neste estágio “seria recomendável” que fosse projetado e executado um processo de recuperação e reforço estrutural, de forma a extinguir os defeitos existentes e os seus causadores, para posteriormente a aplicação de um reforço estrutural.

Conforme Pessoa Junior (2019), os defeitos costumam evoluir de gravidade muito rápido, de modo que, eventualmente, entre o período de elaboração do projeto e o da efetiva execução da obra, as soluções preparadas podem não mais serem recomendáveis em determinados trechos, principalmente entre o projeto e a execução existir a ocorrência de uma ou mais estações chuvosas.



Sendo os defeitos mais importantes, que são levados em consideração para ação e intervenção de manutenções e recuperações, de acordo com o DNIT (BRASIL, 2005), os seguintes: trincamento, desagregação, panela, afundamento nas trilhas de roda, irregularidade longitudinal, resistência à derrapagem.

Ainda de acordo com o Manual de Conservação do DNIT (BRASIL, 2005), em projetos de rodovias, onde é exigida a restauração do revestimento asfáltico, podem ser necessárias as seguintes soluções para as correções dos defeitos:

- **Remendos:** a execução de remendos é necessária para reparar certos tipos de defeitos em revestimentos asfálticos, remendos, geralmente, são realizados por meio da colocação ou preenchimento com misturas betuminosas a quente ou a frio, em buracos produzidos pela deterioração e devidamente regularizados em escavações preparadas antecipadamente pelos trabalhadores. O remendo é complementado pela compactação apropriada, selagem dos bordos e limpeza, como será descrito posteriormente.

Os remendos ditos superficiais são aqueles que selam provisoriamente as trincas incipientes e evitam a penetração de umidade no pavimento. Este tipo de remendo pode ser executado pela aplicação de uma capa selante ou de uma fina camada de mistura betuminosa. Os remendos profundos são utilizados para que os reparos executados no pavimento sejam mais permanentes, o material da área a ser reparada deverá ser retirado até a profundidade necessária para atingir uma fundação firme. Isso poderá exigir, até mesmo, a remoção de parte do subleito. A execução de remendos é apropriada para as seguintes situações: reparo de painéis ou buracos, recomposição de segmentos com trincamento por fadiga, reconformação da superfície ou reparos localizados para a regularização prévia da superfície, quando da execução de recapeamentos asfálticos.

- **Selagem de Trincas:** selagem de trincas consiste no enchimento de trincas e fissuras do revestimento com materiais como cimentos asfálticos, asfaltos diluídos, emulsões ou selantes especiais, para impedir a penetração de água nas camadas inferiores.

Em muitos casos, a vida útil dos pavimentos flexíveis pode ser estendida pela selagem adequada das trincas que surgem no pavimento. Isto é realizado por meio de remoção de materiais incompressíveis, como pó ou pequenas partículas de agregados, prevenção contra futuras infiltrações e a redução da infiltração de água pela redução ou eliminação das aberturas das trincas. A infiltração da água, além de causar os defeitos relacionados com a umidade, também acelera os defeitos relacionados ao carregamento.

Além da prevenção dos defeitos descritos acima, a selagem das trincas é também utilizada para controlar a extensão e/ou severidade do defeito existente. Por exemplo, boas

práticas de selagem de trincas podem ajudar a garantir que as trincas de retração térmica sejam mantidas em baixos níveis de severidade. A selagem de trincas pode não ser tão eficiente em estruturas de pavimento que possuem bases e/ou subleitos drenantes. Assim como os selantes que têm vida útil muito curta são geralmente considerados como ineficientes.

Porém, na maioria dos casos, a selagem de trincas é considerada uma solução de manutenção eficiente, técnica e economicamente. Embora poucos dados de desempenho de longo prazo sejam disponíveis, informações de desempenho de curto prazo sugerem que os materiais de selagem funcionam muito bem quando a qualidade da construção também é boa.

- **Reconformação:** o perfil longitudinal da superfície ou do revestimento de um pavimento em uso, em geral, sempre apresenta deficiências. Além de pequenas irregularidades superficiais, geralmente existem deformações como afundamentos nas trilhas de roda ou corrugações, que podem ser excessivas em algumas regiões.

A reconformação ou reparos localizados consiste na aplicação de uma fina camada de mistura e/ou remendos localizados (em áreas mais irregulares), que não requerem preparos prévios no pavimento. Pode ser aplicada para corrigir as deformações e melhorar o conforto ao rolamento.

Quando for executado um recapeamento e que deve ser apropriadamente compactado, as áreas com deformações devem ser reparadas e/ou niveladas para que o equipamento de compactação aplique um esforço de compactação uniforme em toda a largura do pavimento e se obtenha uma superfície final com bom acabamento.

- **Reparo de trincamento por fadiga:** os pavimentos flexíveis podem desenvolver trincas de fadiga ou couro de jacaré quando são estruturalmente inadequados para as cargas de tráfego as quais estão sujeitos. Estes pavimentos requerem melhoria estrutural, frequentemente, por meio de uma ou mais camadas asfálticas adicionais, reforço ou recapeamento espesso. Entretanto, se as áreas mais defeituosas não forem apropriadamente reparadas, o recapeamento pode deteriorar-se mais rapidamente nos locais com trincas de fadiga.

De forma a atender a qualidade de execução, emprego de materiais e serviços de forma adequada, os serviços acima descritos deverão ser executados em acordo com as Instruções de Serviço de Conservação de cada atividade, sendo algumas apresentadas a seguir:

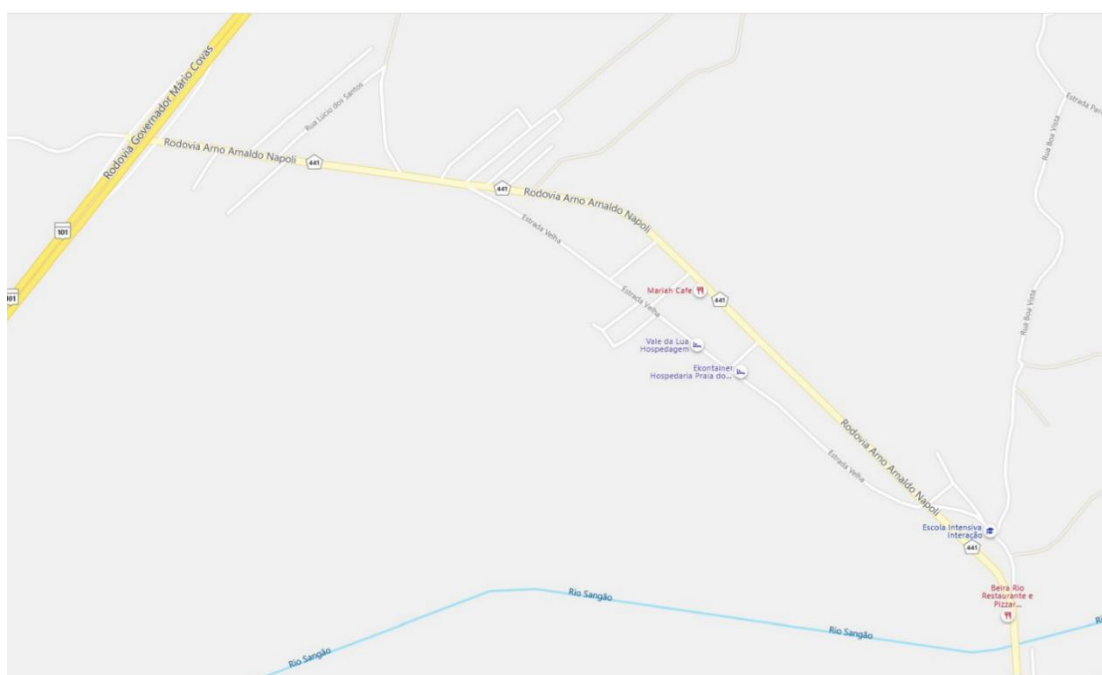
- **ISC 09/04:** Execução de reparos em camadas saturadas do pavimento;
- **ISC 10/04:** Execução de reparos das camadas de base e sub-base dos pavimentos;
- **ISC 11/04:** Execução de reparos de defeitos diversificados dos pavimentos betuminosos em áreas restritas;

- **ISC 12/04:** Execução de reparos em ondulações, afundamentos e trilhas de roda dos pavimentos betuminosos;
- **ISC 13/04:** Execução de reparos de falhas, panelas e buracos dos pavimentos betuminosos;
- **ISC 14/04:** Execução de reparos de fissuras e trincas dos pavimentos betuminosos.

### 3 METODOLOGIA

Para maior compreensão do tema, realizou-se um estudo na Rodovia SC-441, trecho entre a região central do município de Jaguaruna-SC e a BR-101. A rodovia em estudo possui aproximadamente 3,2 km de extensão, a pista de rolamento apresenta 7 metros de largura, sendo de pista simples, e não possui acostamentos apropriados, o município fica localizado no Sul de Santa Catarina, a 165 km de Florianópolis.

Figura 17 – Localização do trecho de estudo da SC- 441



Fonte: Google Maps (2020).

O município de Jaguaruna se destaca pelo turismo, devido às suas praias e pontos turísticos, atraindo grandes quantidades de visitantes no verão, que acabam potencializando o volume do tráfego de veículos, este aumento deve ser considerado de modo a adotar a situação menos favorável para critérios de projeto e restauração do pavimento para atender à necessidade a qual a rodovia está submetida, visto que, desde sua construção, nunca recebeu manutenções de forma adequada, fazendo com que o pavimento se degrade de forma acelerada.

Para melhor entendimento deste trabalho, apresenta-se um fluxograma das etapas a serem seguidas:

Figura 18 – Fluxograma das etapas a serem desenvolvidas



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

### 3.1 ESTUDO DO TRÁFEGO

Para verificação atual do tráfego, o método utilizado foi através de observações, contagens diretas realizadas em campo, seguindo as orientações do DNIT (BRASIL, 2006c), com o objetivo da verificação da demanda atual do tráfego.

Primeiramente, para a verificação do estudo do tráfego, foi definido o local de contagem, desta forma optou-se em realizar as contagens próximo aos acessos de entrada e saída da cidade, com o auxílio de planilhas, onde foram quantificados os veículos que trafegam entre os horários das 7h às 20h, com intervalo entre 12h às 13h, foram registradas todas as movimentações de veículos em intervalos de 15 minutos, conforme a planilha em anexo, a contagem ocorreu durante 5 dias da semana, para atingir melhores resultados do estudo, realizaram-se as contagens no mês de janeiro e fevereiro do ano de 2020, onde o fluxo de veículos é maior devido aos feriados e verão.

Com a obtenção do volume de tráfego, a próxima etapa é definir o parâmetro do tráfego correspondente ao período de análise, posteriormente, calcular o número “N”, que é necessário para o dimensionamento do pavimento flexível de uma rodovia, que é definido pelo número de repetições de um eixo-padrão de 8,2 tf, durante o período de vida útil do projeto (BRASIL, 2006c, p. 245).

Deste modo, a metodologia do cálculo fica de forma compreensível pelas seguintes equações:

Equação 1 – Número Equivalente de Aplicação do Eixo Padrão

$$N = \sum_{a=1}^{a=p} N_a$$

Onde:

N = número equivalente de aplicações do Eixo Padrão, durante o período de projeto;

a = ano no período de projeto;

p = número de anos do período de projeto;

Na = número equivalente de aplicações do Eixo Padrão, durante o ano **a** em que.

Equação 2 – Número Equivalente de Aplicações do Eixo Padrão Durante o Ano

$$N_a = \sum_{i=1}^{i=k} V_{ia} \cdot FV_i \cdot 365 \cdot c$$

onde:

i = categoria do veículo, variando de 1 a k;

Vm = volume médio de veículos da categoria i, durante o período de projeto;

FVi = fator de veículo da categoria i;

c = percentual de veículos comerciais na faixa de projeto.

Equação 3 – Fator de Veículo da Categoria i

$$FV_i = \sum_{j=1}^{j=m} FC_j$$

onde:

j = tipo de eixo, variando 1 a m;

m = número de eixos do veículo i.

Além das equações, para obtenção no número “N”, foi utilizada uma planilha desenvolvida especificamente para o calcular. A utilização da planilha é bem simples, basta o usuário inserir os dados obtidos do VDM, e ela já fornece o “N”. Com a utilização da planilha, buscou-se facilitar os cálculos e assim atingir maior precisão nos resultados.

### 3.2 ANÁLISE SUPERFICIAL DO PAVIMENTO

Para a realização da avaliação da análise superficial do pavimento da Rodovia SC-441, optou-se em escolher os horários onde o fluxo de veículos é menor, para evitar obstaculizar o trânsito e para maior segurança dos responsáveis.

Desta forma, seguindo as orientações das normas do DNIT 006/2003 – PRO (BRASIL, 2003), para atingir os resultados esperados, as demarcações sobre o pavimento, para realização das verificações dos defeitos superficiais, foram realizadas com uma fita métrica, marcando, respectivamente, as áreas das estações com giz para facilitar as medições, e com o auxílio de planilhas, onde foram anotados a presença de qualquer ocorrência de defeitos no pavimento. Os defeitos identificados durante a realização da análise foram classificados e codificados conforme o quadro apresentado a seguir:

Quadro 1 – Resumo dos defeitos - Codificação e Classificação

(Continua)

| 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 |

Quadro 1 – Resumo dos defeitos - Codificação e Classificação

(Conclusão)

| FENDAS                                                                                                                                  |                      |                                                                                   |                                                                                    | CODIFICAÇÃO | CLASSE DAS FENDAS |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|------|------|
| FISSURAS                                                                                                                                |                      |                                                                                   |                                                                                    | FI          | -                 | -    | -    |
| 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                 |      |      |
| “Panelas” ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores                                       |                      |                                                                                   |                                                                                    |             | P                 |      |      |
| Remendos                                                                                                                                |                      |                                                                                   | Remendo Superficial                                                                |             | RS                |      |      |
|                                                                                                                                         |                      |                                                                                   | Remendo Profundo                                                                   |             | RP                |      |      |

Fonte: Brasil (2006b).

Já com os dados obtidos, foi possível calcular o IGI (Índice de Gravidade Individual) e o IGG (índice de gravidade Global), utilizando as equações conforme DNIT 006/2003 – PRO (BRASIL, 2003).

Para dar início aos cálculos, deve-se determinar a frequência relativa e frequência absoluta, onde:

a) A frequência relativa ( $fr$ ) corresponde a cada tipo de defeito em relação ao número de estações analisadas ( $n$ );



b) Cálculo da frequência absoluta ( $fa$ ), que representa ao número de ocorrências de cada tipo de defeito no segmento levantado.

Equação 4 – Frequência Relativa

$$fr = \frac{fa \cdot 100}{n}$$

Onde:

$fr$  - frequência relativa;

$fa$  - frequência absoluta;

$n$  - número de estações inventariadas.

Já para as flechas medidas, foram realizados os cálculos de acordo com os seguintes parâmetros, para as rodovias de pista simples, a média ( $\bar{x}$ ) e a variância ( $s^2$ ) das flechas medidas nas TRI e TRE de ambas as faixas de tráfego, onde:

Equação 5 – Média Aritmética dos Valores das Flechas Medidas

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

Equação 6 – Desvio Padrão dos Valores das Flechas Medidas

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

em que:

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

$xi$  = valores individuais;

$s$  = Desvio padrão dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

$s^2$  = variância.

Posteriormente, verificou-se para cada evento, onde foi determinado o IGI, através da equação abaixo:

## Equação 7 – Índice de Gravidade Individual

$$IGI = fr \times fp$$

Onde:

$IGI$  = Índice de Gravidade Individual de cada tipo de defeito;

$fr$  = frequência relativa;

$fp$  = fator de ponderação.

Ainda conforme a norma do DNIT 006/2003 – PRO (BRASIL, 2003), para a média aritmética das médias das flechas e para a média aritmética das variâncias das flechas, o fator de ponderação a utilizar depende do valor das médias aritméticas, conforme o critério a seguir estabelecido:

a) 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 IGG é igual a 40;

b) quando a média das variâncias das flechas for igual ou inferior a 50, o fator de ponderação é igual a 1; quando superior a 50, o IGG é igual a 50.

Tabela 4 – Classificação dos defeitos e fatores de ponderação

| <b>Tipo</b> | <b>Condição de ocorrências</b>                                | <b>Fator de ponderação (fp)</b> |
|-------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1           | Fissuras e Trincas Isoladas<br>(FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR) | 0,2                             |
| 2           | FC-2 (J e B)                                                  | 0,5                             |
| 3           | FC-3 (JE e TBE)                                               | 0,8                             |
| 4           | ALP, ATP e ALC, ATC                                           | 0,9                             |
| 5           | O, P, E                                                       | 1                               |
| 6           | EX                                                            | 0,5                             |
| 7           | D                                                             | 0,3                             |
| 8           | R                                                             | 0,6                             |

Fonte: Brasil (2003).

Em seguida, foi feito o cálculo do IGG, pelo somatório do IGI.

## Equação 8 – Índice de Gravidade Global

$$IGG = \sum IGI$$

Tabela 5 – Condição do pavimento em função do IGG

| Conceito | Limites                    |
|----------|----------------------------|
| Ótimo    | $0 < \text{IGG} \leq 20$   |
| Bom      | $20 < \text{IGG} \leq 40$  |
| Regular  | $40 < \text{IGG} \leq 80$  |
| Ruim     | $80 < \text{IGG} \leq 160$ |
| Péssimo  | $\text{IGG} > 160$         |

Fonte: Brasil (2006b).

Após obtido o valor do IGG, foi definido o seu conceito, conforme a tabela 5, que auxilia na definição dos critérios e atividades de restauração de pavimentos.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 SITUAÇÃO ATUAL DO PAVIMENTO

A SC-441 é uma via de grande importância para o município de Jaguaruna, a rodovia é o principal acesso, responsável pela entrada e saídas de insumos do município, como também, a principal via de tráfego para a ligação entre a cidade de Jaguaruna e os municípios vizinhos, por se tratar da única via pavimentada que liga a cidade à BR-101, onde acontece a dispersão para os municípios vizinhos.

A pavimentação da SC-441 ocorreu há mais de 30 anos, sendo que, desde sua construção não houve trabalhos quanto à restauração ou reabilitação do pavimento de forma adequada, sendo realizadas apenas manutenções corretivas nos pontos críticos, que são executadas de formas inadequadas, não proporcionando uma boa qualidade de rolamento na via, sem durabilidade e não fornecendo segurança e conforto para os seus usuários. Assim, a falta de manutenção adequada fica caracterizada como uma das principais problemáticas para a degradação da pavimentação asfáltica da SC-441, de forma que, como já comentado, todo pavimento precisará, mais cedo ou mais tarde, de manutenções adequadas, executadas de acordo com as normas, de forma a garantir qualidade no serviço executado, proporcionando conforto e segurança para seus usuários.

A seguir, será apresentado imagens de problemas observados na SC-411, que ocasionam defeitos na via, defeitos que evoluem de forma gradativa e muita acelerada, fazendo com que, muitas vezes, a solução definida em projeto não seja a mais adequada na hora da execução, como já discutido, pois o defeito já pode ter avançado para um estado mais crítico, não se aplicando mais a solução definida em projeto.

Figura 19 – Falta de acostamento adequado



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 20 – Falta de acostamento adequado



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

As figuras 23 e 24 deixam claro que a falta de acostamento adequado é um dos grandes problemas da SC-441, de forma que não fornece segurança adequada para os seus usuários, caso precisem realizar uma parada de emergência devido a algum problema no veículo, ou a

outros problemas que possam surgir na via, também fica evidente que devido à falta do acostamento, há um favorecimento para o surgimento de outros defeitos que podem evoluir de forma acelerada.

Figura 21 – Serviços executados de forma inadequada



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 22 – Serviços executados de forma inadequada



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A partir das figuras 21 e 22, é possível observar os serviços de correções que foram executados de forma inadequada, nestes exemplos, a massa asfáltica deveria ser espalhada de forma que, após a sua devida compactação, houvesse o perfeito nivelamento entre o buraco recuperado e o trecho existente, nota-se que houve correções no pavimento apenas pela cor da camada asfáltica, mais escura, a mais nova, e a cor mais clara, o trecho existente, visto que, um remendo só é considerado um defeito quando é executado de forma inadequada, como nas imagens.

Figura 23 – Ruas em aclave com a rodovia



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).



Figura 24 – Ruas em aclave com a rodovia



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Já as figuras 23 e 24, mostram o problema das ruas perpendiculares à SC-441. Essas ruas encontram-se em aclave, fazendo com que, quando ocorrem chuvas torrenciais, as águas das chuvas que percorrem pela superfície do pavimento das ruas perpendiculares, desçam em alta velocidade para a SC-441, visto que, essas ruas não possuem dispositivos para a captação de águas pluviais (boca de lobo), assim, quando essas águas chegam com velocidade lateralmente no pavimento da rodovia, que não possui acostamento, começa a carregar os agregados da camadas subjacentes, afetando totalmente o pavimento da SC-441. O que agrava ainda mais essa situação, e todo trecho analisado da rodovia, é a falta de dispositivos de drenagem adequados, como as sarjetas, para captação de águas pluviais, fazendo a captação de forma correta e conduzindo-as para o local correto.

#### 4.2 VOLUME MÉDIO DIÁRIO

O volume médio diário de tráfego tem como seu principal objetivo a determinação do volume de tráfego atual da rodovia, assim, após os valores do VMD, obteve-se o valor do crescimento para o período e serviço utilizado no projeto de restauração ou pavimentação.



A contagem de tráfego ainda forneceu o número “N”, necessário para um dimensionamento adequado do projeto de restauração da rodovia, que é definido quanto ao número de repetições de eixo padrão, durante o período de vida útil do projeto, sendo, eixo padrão definido em 8,2 tf por eixo, ou seja, todos os eixos previstos nas contagens foram transformados em eixo padrão equivalentes.

Para a obtenção do número “N”, foram considerados fatores quanto à composição do tráfego e referidos a cada categoria, definidos em função do número de eixos de cada veículo. As contagens de tráfego ocorrem em semanas do meses de janeiro e fevereiro de 2020, meses onde há grande aumento de tráfego na cidade, devido à estação do verão, onde, segundo dados da Prefeitura Municipal de Jaguaruna, a cidade pode ultrapassar a população de 150 mil habitantes, a contagem ocorreu entre os horários das 7h às 20h, com intervalo das 12h às 13h. A SC-441 é a única via de acesso pavimentada que liga a BR-101 diretamente à cidade de Jaguaruna/SC.

Tabela 6 – VMD nos meses de janeiro e fevereiro de 2020

| <b>Contagem volumétrica de veículos SC-441</b> |                 |          |                  |          |
|------------------------------------------------|-----------------|----------|------------------|----------|
| <b>Tipo de veículo</b>                         | <b>Janeiro</b>  |          | <b>Fevereiro</b> |          |
|                                                | <b>Quant.</b>   | <b>%</b> | <b>Quant.</b>    | <b>%</b> |
| Veículos                                       | 4224.00         | 92.04    | 3487.00          | 90.93    |
| Ônibus                                         | 45.00           | 0.98     | 35.00            | 0.91     |
| Caminhão leve                                  | 113.00          | 2.46     | 108.00           | 2.82     |
| Caminhão médio                                 | 112.00          | 2.44     | 121.00           | 3.16     |
| Caminhão pesado                                | 9.00            | 0.20     | 7.00             | 0.18     |
| Caminhão semirreboque                          | 19.00           | 0.41     | 13.00            | 0.34     |
| Caminhão reboque                               | 67.20           | 1.46     | 63.80            | 1.66     |
| Total                                          | 4589.20         | 100.00   | 3834.80          | 100.00   |
| <b>Número N - 10 anos (AASHTO)</b>             | <b>2,03E+06</b> |          | <b>1,89E+06</b>  |          |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Para o auxílio e maior precisão dos dados da contagem de tráfego, a partir da aplicação das metodologias AASHTO e USACE, determinou-se o número N do período, resultado em  $N=2,03E+06$  para o mês de janeiro e  $N=1,89E+06$  para o mês de fevereiro, para um período de projeto de 10 anos.

#### 4.3 ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL E ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL

O levantamento das irregularidades na pista de rodagem da SC-441, que foram realizados *in loco*, ocorreram de acordo com as normas vigentes, assim, anotando os defeitos de acordo com as classificações demonstradas, que eram identificados em cada uma das estações inventariadas, com o auxílio das planilhas impressas, anotando os defeitos, não dando importância para a repetição dos defeitos dentro de uma mesma estação, apenas a sua ocorrência.

O trecho em estudo da SC-441 tem uma extensão de 3,2 km, ponto conhecido como a ponte de Jaguaruna até o trevo que liga a SC-441 à BR-101, desta forma, o trecho de 3,2 km foi dividido em 8 subtrechos de 400 m, de forma a não preconizar todo o trecho, visto que, na rodovia existem trechos com pontos mais críticos, que outros que se encontram em melhores condições.

De forma a agilizar os resultados, foi desenvolvida uma planilha no *Software Microsoft Excel*. Essa planilha, demonstrada a seguir, é de fácil utilização e de alta precisão nos valores fornecidos, o uso dela faz com que apenas seja assinalado com “X” nas irregularidades levantadas em cada uma das estações. Por tratar-se de uma planilha extensa, será demonstrada, a seguir, a planilha resultante do subtrecho 1, dos 8 subtrechos, redigida conforme as normas de tabulação do IBGE.

Tabela 7 – Inventário do estado da superfície do pavimento do subtrecho 1

| Rodovia SC-441       |            | INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO |                  |         |         |              |         |         |       |                             |         |         |         |                    |        | Operador: Nathan/Sulivam |        |       |                   |     | Data: 29/03/2020 |         |        |     |     |
|----------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------|---------|---------|--------------|---------|---------|-------|-----------------------------|---------|---------|---------|--------------------|--------|--------------------------|--------|-------|-------------------|-----|------------------|---------|--------|-----|-----|
| Cidade: Jaguaruna/SC |            | Trecho 1                                        |                  |         |         | Subtrecho 01 |         |         |       | Revestimento tipo asfáltico |         |         |         | Estação Inicial: 1 |        |                          |        |       | Estação final: 20 |     |                  |         |        |     |     |
| Estação              | Subtrecho  | Faixa                                           | Trincas isoladas |         |         |              | FC-2    |         | FC-3  |                             | ALP (4) | ATP (4) | O (5)   | P (5)              | EX (6) | D (7)                    | R (8)  | ALC   | ATC               | E   | Fechas           |         | Obs    |     |     |
|                      |            |                                                 | FI (1)           | TTC (1) | TTL (1) | TLC (1)      | TLL (1) | TRR (1) | J (2) | TB (2)                      |         |         |         |                    |        |                          |        |       |                   |     | JE (3)           | TBE (3) |        | TRI | TER |
| 1                    | 1          | E                                               |                  |         |         |              |         |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 2                    |            | D                                               |                  |         |         |              |         |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        | X      |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 3                    |            | E                                               |                  |         |         |              |         |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 4                    |            | D                                               |                  | X       |         |              | X       |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 5                    |            | E                                               |                  | X       |         |              | X       |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 6                    |            | D                                               |                  |         |         |              |         |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 7                    |            | E                                               |                  | X       |         |              | X       |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       | X                 |     |                  | 0       | 2      |     |     |
| 8                    |            | D                                               |                  |         |         |              |         | X       |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       | X                 |     |                  | 0       | 2      |     |     |
| 9                    |            | E                                               |                  |         |         |              |         |         |       | X                           |         |         |         |                    |        | X                        |        | X     |                   |     |                  | 2       | 0      |     |     |
| 10                   |            | D                                               |                  | X       |         |              | X       |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       | X                 |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 11                   |            | E                                               |                  |         |         |              |         |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 12                   |            | D                                               |                  |         |         | X            |         | X       |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 13                   |            | E                                               |                  |         |         | X            |         | X       |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 14                   |            | D                                               |                  | X       |         |              | X       |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 15                   |            | E                                               |                  | X       |         |              |         |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 16                   |            | D                                               |                  |         |         |              |         |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 17                   |            | E                                               |                  |         |         |              |         |         |       | X                           |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 18                   |            | D                                               |                  |         |         |              |         |         |       | X                           |         |         |         |                    |        | X                        | X      |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| 19                   |            | E                                               |                  |         |         |              |         |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       | X                 |     |                  | 0       | 3      |     |     |
| 20                   |            | D                                               |                  | X       |         |              | X       |         |       |                             |         |         |         |                    |        | X                        |        |       |                   |     |                  | 0       | 0      |     |     |
| Totais               |            |                                                 | 0                | 7       | 2       | 2            | 0       | 0       | 1     | 2                           | 0       | 0       | 0       | 0                  | 0      | 0                        | 0      | 20    | 2                 | 1   | 3                | 0       |        |     |     |
| Estação              | Subtrechos | Faixa                                           | FI (1)           | TTC (1) | TTL (1) | TLC (1)      | TLL (1) | TRR (1) | FC-2  |                             | FC-3    |         | ALP (4) | ATP (4)            | O (5)  | P (5)                    | EX (6) | D (7) | R (8)             | ALC | ATC              | E       | Fechas |     | OBS |
|                      |            |                                                 | Trincas Isoladas |         |         |              |         |         | J (2) | TB (2)                      | JE (3)  | TBE (3) |         |                    |        |                          |        |       |                   |     |                  |         | TRI    | TER |     |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Após o preenchimento das irregularidades, realiza-se os cálculos para a obtenção do IGI e IGG, como frequência relativa, frequência absoluta, TRI, TRE, FV, TRIv, TREv, FVv, como é apresentado na tabela a seguir.

Tabela 8 – Planilha cálculo de IGG e IGI, subtrecho 01

| Tipo                                                          | Naturezas do defeito                                                                                                                                             | Frequência absoluta | Frequência absoluta        | Frequência Relativa (%) | Fator de ponderação | Índice de gravidade |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| 1                                                             | (FCI)F, TTC, TTL, TLC, TLL, TER                                                                                                                                  | 11                  | 10                         | 50.00                   | 0.2                 | 70.00               |
| 2                                                             | (FCII)J, TB                                                                                                                                                      | 3                   | 3                          | 15.00                   | 0.5                 | 7.50                |
| 3                                                             | (FCIII)JE, TBE                                                                                                                                                   | 0                   | 0.00                       | 0.000                   | 0.8                 | 0.00                |
| 4                                                             | ALP, ATP                                                                                                                                                         | 0                   | <div></div>                | 0.00                    | 0.9                 | 0.00                |
| 5                                                             | O, P                                                                                                                                                             | 0                   |                            | 0.00                    | 1                   | 0.00                |
| 6                                                             | Ex                                                                                                                                                               | 0                   |                            | 0.00                    | 0.5                 | 0.00                |
| 7                                                             | D                                                                                                                                                                | 20                  |                            | 100.00                  | 0.3                 | 30.00               |
| 8                                                             | R                                                                                                                                                                | 2                   |                            | 10.00                   | 0.6                 | 6.00                |
| 9                                                             | F=(TRI+TER)/2 em mm                                                                                                                                              | TRI=0.1             | TRIE=0.35                  | F=0.23                  | 1.33                | 0.30                |
| 10                                                            | FV=(TRIV+TREv)/2                                                                                                                                                 | TRIV=0.2            | TREv=0.77                  | Fv=0.48                 | 1                   | 0.48                |
|                                                               | Número de estações                                                                                                                                               | 20                  | Índice de Gravidade Global |                         |                     | 54.28               |
| Condição do Pavimento em Função do índice de Gravidade Global |                                                                                                                                                                  |                     |                            |                         |                     | Regular             |
| Conceito                                                      |                                                                                                                                                                  | Descrição           |                            |                         |                     |                     |
| Regular                                                       | Correção de Pontos Localizados ou Recapeamento - pavimento trincado, com "painelas" e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal |                     |                            |                         |                     |                     |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A planilha gerou os dados referentes ao IGG, resultante do somatório dos IGI e o conceito de classificação da pista de acordo com o valor do IGG, no caso do subtrecho 1, obteve-se IGG=54,28 e seu conceito como regular, o manual de restauração de pavimentos do DNIT ainda proporciona uma descrição prévia das atividades de restauração a serem realizadas na pista, de acordo com o conceito obtido. A seguir, é apresentado um resumo dos 8 subtrechos com seus respectivos valores de IGG e o seu conceito, as planilhas completas estão disponíveis nos apêndices.

Tabela 9 – Valores de IGG dos subtrechos e conceito definido

| <b>(Continua)</b> |       |          |
|-------------------|-------|----------|
| Subtrecho         | IGG   | Conceito |
| 1                 | 54.28 | Regular  |
| 2                 | 60.43 | Regular  |

Tabela 9 – Valores de IGG dos subtrechos e conceito definido

| (Conclusão) |       |          |
|-------------|-------|----------|
| Subtrecho   | IGG   | Conceito |
| 3           | 66.52 | Regular  |
| 4           | 56.02 | Regular  |
| 5           | 65.89 | Regular  |
| 6           | 72.69 | Regular  |
| 7           | 49.50 | Regular  |
| 8           | 66.98 | Regular  |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

É possível observar que em todos os trechos o conceito foi definido como regular, aplicando-se a mesma descrição prévia de atividades de restauração para o trecho em estudo da SC-441, que consiste em correção de pontos localizados e/ou recapeamento, devido ao pavimento trincado, com 'panelas' e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.

#### 4.4 SOLUÇÕES PROPOSTAS

A partir dos dados levantados e efetuados em campo, por intermédio do IGG e IGGI, foi possível quantificar e classificar os defeitos superficiais existentes no decorrer da rodovia. Salienta-se que, ao longo do desenvolvimento deste estudo, por meio da coleta de dados e avaliações, conforme citado, nas condições atuais analisadas, foi constatado que não há necessidade da reconstrução completa do pavimento, desta forma, foi dada maior atenção aos pontos críticos superficiais aparentes, que segundo os estudos demonstram, são pontos com grande influência nas condições superficiais dos defeitos, sendo esses locais causadores de grande desconforto e insegurança ao trafegar na rodovia.

Outros aspectos causadores, e que favorecem na origem dos defeitos, é a falta de acostamento adequado e a falta de drenagem no decorrer da rodovia, como já mostrado e comentado. A inexistência de acostamento e drenagem são grandes potencializadores no surgimento de futuros defeitos no pavimento, sendo a falta, um dos principais motivos para a origem do surgimento dos defeitos atuais da rodovia.

Desta forma, primeiramente deve-se combater a origem dos defeitos, tornando necessário o conhecimento das causas prováveis e dos mecanismos de ocorrência de progressão

dos defeitos, para assim, determinar as melhores soluções que atenderão cada defeito de acordo com seus critérios.

Assim, as soluções propostas para a restauração da rodovia serão divididas em 3 etapas, que serão apresentadas a seguir.

#### **4.4.1 Primeira etapa da proposta de restauração**

A primeira etapa é a recuperação dos defeitos pontuais, como as fissuras, trincas, panelas, trilhas de roda, que conforme Pessoa Junior (2019), fornece as correções de forma adequada a serem realizadas para a recuperação dos defeitos encontrados na rodovia, sendo elas:

- **Selagem de Trincas:** a execução da selagem de trincas, primeiramente, alarga-se as trincas, com o auxílio de equipamento de corte, na ordem de 1cm, e limpa-se as áreas com jato de ar comprimido. Após, é preparada a mistura de emulsão asfáltica e areia ou, de preferência, um selante polimerizado, já que apresenta melhor ductibilidade, assim aplicando essa mistura diretamente nas trincas, com o devido cuidado para evitar transbordos excessivos.

- **Tapa-Buraco:** os tapas buracos são recomendados quando a patologia ocorre no trecho de modo esparsos, ou seja, que grande parte do revestimento apresente um bom estado de conservação, sem mais buracos ou trincas na sequência. Ao executar tapa buracos onde o revestimento encontra-se totalmente degradado faz com que a rodovia se torna uma grande “colcha de retalhos”, mantendo seu mau estado de conservação. De forma a garantir a restauração definitiva do defeito, a demarcação do buraco deve ser prolongada em 30 cm além da área já degradada.

As camadas de massa asfáltica devem ser o equivalente a, no mínimo, 1,5 vezes o diâmetro da maior brita que será utilizada no traço, caso tal condição não seja cumprida, pode ocorrer a desagregação do concreto asfáltico, devido ao envolvimento mínimo de argamassa.

Os recortes, de acordo com as áreas a serem recuperadas, podem ser executados com picaretas, martelinhos, serras cortas-pisos e, até mesmo, pequenas fresadoras. O próximo passo é realizar a limpeza do local, que pode ser feita com o auxílio de vassouras ou, preferencialmente e mais eficaz, com jato de ar comprimido, em seguida aplica-se um ligante asfáltico em toda a superfície que haverá contato com a massa asfáltica do remendo, na sequência, a massa asfáltica deve ser cuidadosamente espalhada, de forma a evitar a desagregação do material, evitando o lançamento de grandes alturas, que faz com que o material perca sua homogeneidade.

A massa asfáltica deve ser espalhada de forma que, após a sua devida compactação, haja o perfeito nivelamento entre o buraco recuperado e o trecho existente. A espessura do espalhamento ( $Ee$ ) deve ser controlado com auxílio de uma haste metálica de gabarito com anel de nivelamento ajustável, de acordo com a seguinte equação:

Equação 9 – Espessura de Espalhamento

$$Ee = Ec \cdot \frac{Dc}{De}$$

Em que:

$Ee$  = espessura de espalhamento;

$Ec$  = espessura compactada;

$De$  = densidade do material espalhado na pista;

$Dc$  = densidade máxima determinada no traço.

A compactação da massa asfáltica utilizada deve ser realizada com rolos compressores ou placas vibratórias, de forma a garantir um grau de compactação ente 97% e 100% da densidade máxima definida no traço da mistura.

Ao final dos serviços, os usuários da rodovia podem perceber que houve remendos, pela relação de diferença entre a cor da massa aplicada para a recuperação do defeito e a massa já existente na pista, assim, o remendo deve estar totalmente nivelado com a pista existente, fazendo com que os usuários da rodovia trafeguem sem notar nenhuma saliência ou afundamento.

• **Remendo profundo:** deve ser executado quando a panela existente ocorreu devido a algum defeito das camadas inferiores do pavimento, borrachudo na base e sub-base, ou trincas e buracos abertos que permitiram que a água entrasse em contato com essas camadas, danificando-as, assim, é executada a substituição de todo o solo contaminado por brita graduada, onde deve ser compactada em camadas que não ultrapassem espessuras superior a 15 cm.

É necessário garantir o mesmo grau de compactação exigido para as respectivas camadas a serem substituídas, ou seja: 100% Proctor Intermediário para as camadas de base e sub-base e 100% Proctor Modificado, ou a máxima densificação, para as camadas de base.

• **Fresagem:** é o processo onde ocorre o corte do revestimento asfáltico sem que atinja as camadas inferiores, base e sub-base, assim, a fresagem é indicada quando se tem necessidade

de remoção ou apenas o desgaste do revestimento asfáltico, onde não serão executados reparos nas camadas inferiores, ou seja, onde precisa-se que a base permaneça de forma intacta após a remoção da camada de revestimento asfáltico.

A fresagem, então, é indicada para alguns trechos em que o revestimento possui muitas trincas; recapeamentos asfálticos em rodovias onde não se pode elevar a cota do pavimento, ou na correção da inclinação do mesmo; ou ainda, para reaproveitamento do resíduo fresado.

O desgaste é um defeito que será solucionado pela última etapa da restauração, o recapeamento ou reforço estrutural, visto que, o desgaste atual da pista de rodagem, confere uma rugosidade na superfície do pavimento, essa rugosidade aumenta a área de contato entre a superfície do pavimento existente e o recapeamento, auxiliando na redução das tensões, reduzindo a chances de escorregamento do recapeamento.

#### **4.4.2 Segunda etapa da proposta de restauração**

A segunda etapa consiste na implementação de melhorias em todo o trecho da rodovia, sendo elas as principais atividades que irão extinguir a origem dos defeitos na rodovia, as implementações sugeridas são: o projeto e a construção do sistema de drenagem e a construção de acostamento adequado, que serão apresentadas a seguir:

- **Sistema de drenagem:** a primeira melhoria é o projeto e a construção de um sistema adequado de drenagem das águas superficiais, que deverá evitar que essas águas venham a danificar as bordas do pavimento, que segundo Pimenta et al. (2017), a vida do pavimento está intimamente ligada à existência de projeto de drenagem eficiente, que garanta o escoamento das águas pluviais e as impeça que cheguem à base do pavimento, visto que, se a água de chuva penetra na base e nela se acumula, os efeitos destrutivos pelas pressões hidráulicas que as cargas pesadas dos caminhões transmitem, ocasionarão na ruína completa de um pavimento, ainda que corretamente projetado DNIT (BRASIL, 2005), assim, a drenagem e seus sistemas aplicados de forma correta irão evitar que as águas venham a prejudicar as camadas do pavimentos. Desta forma, são construídos e projetados dispositivos adequados, que coletam essas águas e as removem, conduzindo-as para canais naturais ou a outro destino apropriado. Sendo as sarjetas, o principal elemento usado para a coleta dessas águas, são elementos longitudinais que coletam a água que vem lateralmente do pavimento e as escoam longitudinalmente para o seu destino adequado e previsto em projeto.



- **Acostamento:** a segunda melhoria é a implementação de acostamento em todo trecho da rodovia, que é inexistente atualmente, visto que, os acostamentos são imprescindíveis para evitar paradas de veículos sobre as pistas de rolamento, garantindo a fluidez e segurança do tráfego e aos usuários da rodovia, além de outros benefícios para o pavimento, como: área de escape para que os veículos possam fugir ou para diminuir os efeitos de possíveis acidentes, ajuda na drenagem da pista e a proteção dos seus bordos, também criam espaços que podem, eventualmente, serem usados como parada de ônibus ou, em casos especiais, outros tipos de veículos. Conforme Suzuki et al. (2013), a falta de revestimento nos acostamentos permite que uma parcela da água se infiltre na estrutura do pavimento, reduzindo sua capacidade estrutural. Os acostamentos revestidos também podem proporcionar infiltração pelas bordas do pavimento, porém, com menor intensidade em relação ao caso dos acostamentos não revestidos. O acostamento também deverá ser projetado e implantado de forma correta, de acordo com a normas, ainda que, a dimensão da largura dos acostamentos é em função da velocidade de projeto, composição e volume de tráfego, segundo Pimenta et.al. (2017), é desejável que os acostamentos externos tenham no mínimo 3 metros de largura, porém de forma a reduzir os custos de construção, são comuns acostamentos de 2,5 metros de largura.

#### 4.4.3 Terceira etapa da proposta de restauração

A terceira etapa é o projeto e aplicação de um reforço estrutural. O reforço de um pavimento é caracterizado pela aplicação de uma nova camada de rolamento, sobre a superfície de uma camada existente, tendo como principal função proporcionar melhoria estrutural do pavimento e melhorar a qualidade da pista de rolamento. Atualmente, existem vários métodos que podem ser utilizados para o dimensionamento do reforço.

De acordo com Balbo (2007), essas metodologias apresentam critérios de ruptura específicos para a estrutura do pavimento a ser restaurado, sendo o primeiro critério de dimensionamento o de resistência, que leva em consideração a capacidade atual das camadas do pavimento existente, já o segundo critério de dimensionamento é a deformabilidade da estrutura, de acordo com esse critério, a espessura de reforço é considerada em relação aos níveis de deformação sob as cargas apresentadas pelo pavimento e à capacidade dos materiais dessa nova camada resistir à degradação estrutural.

Ainda de acordo com Balbo (2007), os conceitos básicos dos critérios de deformabilidade ou deflectométricos consistem na definição de uma deflexão de projeto ou deflexão admissível, para assim, obter um nível de deformabilidade associado a uma espessura

de reforço, tendo em vista também, o número de solicitações de eixo padrão prevista para o tráfego. Desta forma, a espessura de reforço a ser aplicado do pavimento existente é definida por dois passos básicos, o primeiro é a verificação do nível de deflexão admissível para a nova cama de revestimento, tendo em vista o tráfego futuro previsto, e o segundo passo é a verificação da espessura necessária para essa camada, de forma a trazer a deflexão atual do pavimento aos níveis de deflexão admissível.

Assim, para o dimensionamento, torna-se necessário a avaliação estrutural do pavimento para determinar a capacidade de carga e a deformação atual do pavimento existente, e assim, definir a técnica de reforço adequada ao pavimento, desta forma, o dimensionamento deve ser feito de acordo com os métodos normalizados pelo DNIT (BRASIL, 2006b), sendo os principais:

- DNER-PRO 10/79 – Método A;
- DNER-PRO 11/79 – Método B;
- Método do Instituto do Asfalto;
- DNER-PRO 249/94 – Método da Resiliência (TECNAPAV).

#### 4.4.4 Síntese das intervenções propostas

Grande parte dos defeitos encontrados no levantamentos de dados do IGG seriam evitados se fossem realizadas atividades de conservação de forma adequada na rodovia, e não apenas atividades corretivas, que são executadas de forma inadequada, fazendo com o que defeito venha a reaparecer, principalmente após períodos de chuva e em um grau mais evoluído, sem a realização de atividades de conservação para a preservação da rodovia.

Quadro 2 – Síntese das soluções propostas

(Continua)

| Defeito                                   | Causa Provável                                                                                                                           | Intervenção        | Subtrecho | Equivalente (%) |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|-----------------|
| Trincas e fissuras isoladas, do tipo FC-1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excesso de carga</li> <li>- Infiltração de água</li> <li>- Retrações no revestimento</li> </ul> | Selagem de trincas | Todos     | 54.35           |

Quadro 2 – Síntese das soluções propostas

(Conclusão)

| <b>Defeito</b>                                                       | <b>Causa Provável</b>                                                         | <b>Intervenção</b>                  | <b>Subtrecho</b>   | <b>Equivalente (%)</b> |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------|
| Jacaré/Bloco (sem erosão acentuada nas bordas) - J e TB, tipo FC - 2 | - Evolução das trincas e fissuras do tipo FC – 1                              | Fresagem e remendo superficial      | Todos              | 16.85                  |
| Panelas (P)                                                          | - Excesso de carga<br>- Infiltração de água<br>- Evolução dos defeitos FC - 2 | - Tapa buraco<br>- Remendo profundo | V, VI e VII        | 3.26                   |
| Remendo (R)                                                          | - Serviços de conservação mal executados                                      | Remendo profundo                    | Todos              | 13.59                  |
| Afundamentos locais e afundamentos de trilhas de roda (ALC) (ATP)    | - Efeito de plasticidade nas camadas do pavimento<br>- Excesso de cargas      | Remendo profundo                    | Todos, menos o VII | 11.96                  |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

No quadro apresentado fica evidente que grande parte dos defeitos levantados no IGG, com exceção do desgaste, 54,35% são defeitos do tipo FC – 1, que como não são tratados de forma adequada, acabam evoluindo para defeitos mais graves, visto que grande parte do defeito de remendos são aplicados para corrigir defeitos provenientes dos defeitos do tipo do tipo FC – 2 ou FC – 3 evoluídos, apresentando-se como panela ou buraco.

Alguns defeitos não foram constatados no levantamento de dados para o cálculo do IGG, como os defeitos do tipo FC -3, que são quando os blocos e couro de jacaré apresentam erosão acentuada em sua borda, exsudação, ondulação, escorregamento do revestimento.

Outro fato relevante é que as panelas que foram evidenciadas para o cálculo do IGG, estão localizadas onde há o encontro com ruas perpendiculares à rodovia, fazendo com que as águas da chuva, vindas dessas ruas, afetem de forma severa a estrutura do pavimento.

Os defeitos dos desgastes são os de maior predominância na rodovia, encontrados em toda a extensão de estudo, fica evidente que sua causa é a falta de conservação adequada para o seu rejuvenescimento, e a aplicação de atividades preventivas.

Desta forma, são indicadas as intervenções de acordo com o quadro 2, para cada tipo de defeito, para o desgaste como já comentado, o reforço estrutural será a atividade que o corrigirá, sendo este defeito, de certa forma, benéfico para a aplicação da camada de reforço. Visto que o reforço estrutural deverá ser executado em todo o trecho de estudo.

#### 4.5 ESTIMATIVA DE CUSTO MÉDIO

De forma genérica, será apresentado o custo médio, a partir do custo médio gerencial do DNIT, com o objetivo de mostrar uma comparação entre uma intervenção de restauração agora, que o pavimento apresenta um IGG entre 50 – 75, ou agir apenas com ações corretivas de forma inadequada, fazendo com que o pavimento vire uma cancha de retalhos, como já comentando, os defeitos existentes se intensificam rapidamente, elevando o valor do IGG, sabendo que após o IGG alcançar o valor acima de 160, uma restauração já não seria mais adequada.

Tabela 10 – Custo médio

| Custos Médios Gerenciais – DNIT |                  |                    |              |                         |
|---------------------------------|------------------|--------------------|--------------|-------------------------|
| Data de Elaboração: 19/01/2018  |                  | Base: SICRO 2      |              |                         |
| OBRA / SERVIÇO                  | INTERVALO        |                    | MÉDIA        | TOTAL                   |
|                                 | Lim. Inferior    | Lim. Superior      | R\$ / Km     | Trecho SC-441 = 3.20 km |
| RESTAURAÇÃO                     | R\$ 562,749.41   | a R\$ 1,837,363.74 | 1,200,000.00 | R\$ 3,840,000.00        |
| RECONSTRUÇÃO                    | R\$ 1,787,054.78 | a R\$ 2,880,253.41 | 2,334,000.00 | R\$ 7,468,800.00        |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Pode-se observar que uma obra de reconstrução de uma via é quase o dobro do valor de uma obra de restauração, neste caso em torno de 95% superior, visto que trata-se de valores médios do ano de 2018, para um valor mais preciso, é necessária a obtenção de mais dados e estudos, como a proximidade das jazidas, dos equipamentos a serem adotados, e as distâncias médias de transportes.

## 5 CONCLUSÃO

Conforme os objetivos, inicialmente apresentados, o presente trabalho teve como propósito realizar um estudo de campo para avaliar a atual condição do pavimento asfáltico da rodovia SC-441 Jaguaruna, que dá acesso à BR-101, e sugerir medidas de correções e soluções para melhoria do sistema de viabilidade do tráfego.

Para chegar a uma solução de restauração adequada, primeiramente foi preciso analisar o tráfego atuante da rodovia, tendo como critério o número equivalente de operação de eixo padrão, nesta etapa as contagens foram realizadas nos períodos onde o pavimento é mais requisitado pelo tráfego, já com os dados apresentados, foi possível obter a média dos veículos diários que transitam pela rodovia, girando uma média de 4000 veículos dia.

Em seguida, foram estudados métodos, através de pesquisas bibliográficas, com relação aos procedimentos que podem ser realizados para recuperação superficial de pavimentos flexíveis, deste modo, os parâmetros seguidos foram conforme DNIT 006/2003 – PRO, o qual estabelece as diretrizes que foram utilizadas para determinação dos elementos necessários, para então, propor soluções adequadas que melhor atendam suas necessidades.

Com a obtenção dos resultados, por meio dos parâmetros aplicados pelo IGG para levantamento das análises dos defeitos superfícies do pavimento, pode-se concluir que o pavimento se encontra em situação regular, entre os defeitos levantados ao longo dos 3,2 km, destacou-se panelas, desgastes, trincas e remendos. Vale salientar que durante a verificação dos defeitos superficiais, foi possível constatar que a rodovia tem grande ausência no sistema de drenagem, outro fator relevante é a falta de acostamento. Estudos apontam que grande parte dos defeitos podem ter origem e/ou grande influência devido à falta desses elementos.

Conforme os dados obtidos, foi possível constatar que o pavimento se encontra em uma situação regular, as técnicas aplicadas para uma recuperação dos pontos críticos se tornam viável, desde que sejam executadas em um período de tempo pequeno, no seu atual estado, sua deterioração se intensifica, as quais as soluções propostas podem não se adequar futuramente.

É importante mencionar que a drenagem e acostamentos são elementos essenciais para o desempenho e durabilidade dos pavimentos, sendo necessário um estudo detalhado dos dados exigidos para realização de projetos e técnicas na implantação destes elementos. Visto que as soluções propostas neste trabalho terão eficácia e desempenho adequados se combaterem suas causas, não bastando apenas aplicar as soluções apresentadas, inicialmente, deve-se combater as causas e origem dos defeitos.

Pode-se observar que as tomadas de decisões se tornam relevantes e devem ser realizadas o mais rápido possível, como apresentado, o custo para uma restauração se torna muito menor quando comparado a uma reconstrução do pavimento. No atual estado, o pavimento possui alguns pontos críticos com defeitos consideráveis, com as chuvas e o tráfego atuante, sua deterioração se intensifica em pouco tempo e seu estado pode não ser mais regular e se enquadrar como ruim ou péssimo, sendo necessário uma reconstrução como solução.

Conclui-se que este trabalho teve resultado satisfatório, uma vez que, foi possível realizar todos os objetivos propostos e constatar os principais defeitos nos trechos da SC-441 e apresentar soluções e recomendações adequadas com o atual estado do pavimento, foi possível também realizar uma prévia dos valores necessários para a recuperação e reconstrução dos pavimentos.

Como sugestão para trabalhos futuros, como não foi possível desenvolver a avaliação estrutural do pavimento, devido à pandemia do Covid-19, como proposta para continuidade do estudo, realizar o levantamento deflectométrico do pavimento e realizar um projeto executivo.

## REFERÊNCIAS

- ANTAS, Paulo Mendes et al. **Estradas**: Projeto geométrico e de terraplanagem. Rio de Janeiro: Intercedência, 2010.
- 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 Texto, 2009.
- BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação Asfáltica**: Formação Básica para Engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro: ABEDA, 2010.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de conservação rodoviária**. 2. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2005.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006a.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Restauração de pavimentos asfálticos**. 2. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006b.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Estudo de Tráfego**. 2. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006c.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 006/2003 - PRO**: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro: DNER, 1999.
- GOOGLE MAPS. **Jaguaruna/SC**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-28.4616228,-48.979593,14z>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- PESSOA JUNIOR, E. L. C. I. **Manual de obras rodoviárias e pavimentação urbana**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2019.
- PIMENTA, C. R. T.; SILVA, I.; OLIVEIRA, M.; P.; SEGANTINE.; PAULO.; C.; L. **Projetos Geométrico de rodovia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- PINTO, S; PINTO, I. E. **Pavimentação Asfáltica**: Conceitos Fundamentais sobre Materiais e Revestimentos Asfálticos. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.
- SENÇO, W. de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2007. v. 1.
- SENÇO, W. de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2001. v. 2.
- SUSUZI, Carlos Yukio et al. **Drenagem subsuperficial de pavimento**: conceitos e dimensionamento. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

## **APÊNDICES**



**APÊNDICE A - Volume Médio anual para período de projeto de 10 anos, contado no  
mês de janeiro de 2020**

| Ano         | Veículos | Ônibus | Caminhão<br>leve | Caminhão<br>médio | Caminhão<br>pesado | Caminhão<br>semi-<br>reboque | Caminhão<br>reboque | Total | N anual             | N acumulado     |
|-------------|----------|--------|------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|---------------------|-------|---------------------|-----------------|
| <b>2020</b> | 4,224    | 45     | 113              | 112               | 9                  | 19                           | 67                  | 365   | <b>143,358</b>      | <b>1.43E+05</b> |
| 2021        | 4,364    | 47     | 119              | 117               | 9                  | 20                           | 70                  | 383   | <b>150,382</b>      | <b>2.94E+05</b> |
| 2022        | 4,508    | 50     | 124              | 123               | 9                  | 21                           | 74                  | 402   | <b>157,751</b>      | <b>4.51E+05</b> |
| 2023        | 4,657    | 52     | 130              | 129               | 10                 | 22                           | 78                  | 421   | <b>165,481</b>      | <b>6.17E+05</b> |
| 2024        | 4,810    | 55     | 137              | 136               | 10                 | 23                           | 81                  | 442   | <b>173,589</b>      | <b>7.91E+05</b> |
| 2025        | 4,969    | 57     | 144              | 142               | 11                 | 24                           | 85                  | 464   | <b>182,095</b>      | <b>9.73E+05</b> |
| 2026        | 5,133    | 60     | 151              | 149               | 11                 | 25                           | 90                  | 486   | <b>191,018</b>      | <b>1.16E+06</b> |
| 2027        | 5,302    | 63     | 158              | 157               | 12                 | 27                           | 94                  | 510   | <b>200,378</b>      | <b>1.36E+06</b> |
| 2028        | 5,477    | 66     | 166              | 164               | 13                 | 28                           | 99                  | 535   | <b>210,196</b>      | <b>1.57E+06</b> |
| 2029        | 5,658    | 70     | 174              | 172               | 13                 | 29                           | 103                 | 561   | <b>220,496</b>      | <b>1.79E+06</b> |
| 2030        | 5,845    | 73     | 182              | 181               | 14                 | 31                           | 108                 | 589   | <b>231,300</b>      | <b>2.03E+06</b> |
|             |          |        |                  |                   |                    |                              |                     |       | <b>N = 2.03E+06</b> |                 |





APÊNDICE D – Inventário do estado da superfície do pavimento e cálculo do IGG do subtrecho 03

| RODOVIA SC-411 |           | INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO |         |                  |         |         |         |       |        |        |         | OPERADOR: NATHAN/SULIVAM |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       | ESTACÃO FINAL : 60 |        |         |         | DATA : 29/03/2020 |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
|----------------|-----------|-------------------------------------------------|---------|------------------|---------|---------|---------|-------|--------|--------|---------|--------------------------|---|-----------------------------|---|---|---|---|---------------------|---------|-------|--------------------|--------|---------|---------|-------------------|-------|--------|-------|-------|-----|-----|---|--------|---|-----|
| ESTACÃO        | SUBTRECHO | TRECHO 1                                        |         | SUBTRECHO 03     |         |         |         |       |        |        |         |                          |   | REVESTIMENTO TIPO ASFALTICO |   |   |   |   | ESTACÃO INICIAL: 41 |         |       |                    |        | FECHAS  |         |                   | OBS   |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
|                |           | FAIXA                                           |         | TRINÇAS ISOLADAS |         |         |         |       | FC - 2 |        |         |                          |   | FC - 3                      |   |   |   |   | ALP (4)             | ATP (4) | O (5) | P (5)              | EX (6) | D (7)   | R (8)   | ALC               |       | ATC    | E     | TRI   | TER |     |   |        |   |     |
|                |           | FI (1)                                          | TTC (1) | TTL (1)          | TLC (1) | TLL (1) | TTR (1) | J (2) | TB (2) | JE (3) | TBE (3) |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 41             | E         |                                                 | X       |                  |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 42             | D         |                                                 |         | X                |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 43             | E         |                                                 |         | X                |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 44             | D         |                                                 |         |                  |         |         |         | X     |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 45             | E         |                                                 |         | X                |         |         |         |       | X      |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 46             | D         |                                                 |         |                  |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 47             | E         |                                                 |         | X                |         |         |         |       | X      |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 48             | D         |                                                 |         | X                |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 49             | E         |                                                 | X       |                  |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 50             | D         |                                                 |         |                  |         |         |         | X     |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 51             | E         |                                                 | X       |                  |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 52             | D         |                                                 |         |                  |         |         |         | X     |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 53             | E         |                                                 |         |                  |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 54             | D         |                                                 |         |                  |         |         |         | X     |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 55             | E         |                                                 |         |                  |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 56             | D         |                                                 | X       |                  |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 57             | E         |                                                 |         |                  |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 58             | D         |                                                 |         |                  |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 59             | E         |                                                 |         |                  |         |         |         |       |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| 60             | D         |                                                 |         |                  |         | X       |         | X     |        |        |         |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |
| TOTAIS         |           | 0                                               | 5       | 4                | 6       | 0       | 0       | 4     | 2      | 0      | 0       | 0                        | 0 | 0                           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0                   | 0       | 0     | 0                  | 0      | 0       | 0       | 0                 | 0     | 0      | 0     | 0     | 0   | 0   | 0 | 0      | 0 |     |
| ESTACÃO        | SUBTRECHO | FAIXA                                           |         | TRINÇAS ISOLADAS |         |         |         |       |        |        |         |                          |   | FC - 2                      |   |   |   |   | FC - 3              |         |       |                    |        | ALP (4) | ATP (4) | O (5)             | P (5) | EX (6) | D (7) | R (8) | ALC | ATC | E | FECHAS |   | OBS |
|                |           | FI (1)                                          | TTC (1) | TTL (1)          | TLC (1) | TLL (1) | TTR (1) | J (2) | TB (2) | JE (3) | TBE (3) |                          |   |                             |   |   |   |   |                     |         |       |                    |        |         |         |                   |       |        |       |       |     |     |   |        |   |     |

| TIPO               | NATUREZA DO DEFEITO   | FREQÜENCIA ABSOLUTA                                                                                                                                              | FREQÜENCIA CONSIDERADA     | FREQÜENCIA RELATIVA (%) | FATOR DE PONDERAÇÃO | ÍNDICE DE GRAVIDADE |
|--------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| 1                  | (FC) F, TTC, TTL      | 15                                                                                                                                                               | 12                         | 60.00                   | 0.2                 | 12.00               |
| 2                  | (FCII) J, TB          | 6                                                                                                                                                                | 6                          | 30.00                   | 0.5                 | 15.00               |
| 3                  | (FCIII) JE, TBE       | 0                                                                                                                                                                | 0.00                       | 0.00                    | 0.8                 | 0.00                |
| 4                  | ALP, ATP              | 0                                                                                                                                                                | <div></div>                | 0.00                    | 0.9                 | 0.00                |
| 5                  | O, P                  | 0                                                                                                                                                                |                            | 0.00                    | 1                   | 0.00                |
| 6                  | Ex                    | 0                                                                                                                                                                |                            | 0.00                    | 0.5                 | 0.00                |
| 7                  | D                     | 20                                                                                                                                                               |                            | 100.00                  | 0.3                 | 30.00               |
| 8                  | R                     | 3                                                                                                                                                                |                            | 15.00                   | 0.6                 | 9.00                |
| 9                  | = (TRI + TRE)/2 em ml | TRI = 0                                                                                                                                                          | TRIE = 0.3                 | F = 0.15                | 1.33                | 0.20                |
| 10                 | FV = (TRIV + TREV)/2  | TRIV = 0                                                                                                                                                         | TREV = 0.64                | Fv = 0.32               | 1                   | 0.32                |
| NÚMERO DE ESTAÇÕES |                       | 20                                                                                                                                                               | ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL |                         |                     |                     |
|                    |                       | CONDICÇÃO DO PAVIMENTO EM FUNÇÃO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL                                                                                                   |                            |                         |                     | 66.52               |
|                    |                       |                                                                                                                                                                  |                            |                         |                     | REGULAR             |
| CONCEITO           |                       | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                        |                            |                         |                     |                     |
| REGULAR            |                       | CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado, com 'panelas' e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal. |                            |                         |                     |                     |



APÊNDICE F – Inventário do estado da superfície do pavimento e cálculo do IGG do subtrecho 05

| RODOVIA SC-411    |           | INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO |         |                 |         |         |         |        |        |         |         | OPERADOR : NATHAN/SULIVAM   |         |       |        | ESTACÃO FINAL : 100  |       |       |     | DATA : 29/03/2020 |        |        |     |     |  |
|-------------------|-----------|-------------------------------------------------|---------|-----------------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|-----------------------------|---------|-------|--------|----------------------|-------|-------|-----|-------------------|--------|--------|-----|-----|--|
| ESTACÃO SUBTRECHO |           | TRECHO 1                                        |         | SUBTRECHO 05    |         |         |         |        |        |         |         | REVESTIMENTO TIPO ASFÁLTICO |         |       |        | ESTACÃO INICIAL : 81 |       |       |     |                   |        |        |     |     |  |
| FAIXA             | SUBTRECHO | FAIXA                                           |         | TRINÇAS SOLADAS |         |         |         | FC - 2 |        | FC - 3  |         | ALP (4)                     | ATP (4) | O (5) | P (5)  | EX (6)               | D (7) | R (8) | ALC | ATC               | E      | FECHAS |     | OBS |  |
|                   |           | FI (1)                                          | TTC (1) | TTL (1)         | TLC (1) | TLL (1) | TRR (1) | J (2)  | TB (2) | JE (3)  | TBE (3) |                             |         |       |        |                      |       |       |     |                   |        | TRI    | TER |     |  |
| 81                | 5         | E                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 82                |           | D                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 83                |           | E                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 84                |           | D                                               |         |                 |         |         | X       |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 85                |           | E                                               |         |                 |         |         |         |        | X      |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 86                |           | D                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 87                |           | E                                               |         |                 |         |         | X       |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 88                |           | D                                               |         |                 |         |         |         |        | X      |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 2   | 0   |  |
| 89                |           | E                                               |         |                 |         |         | X       |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 90                |           | D                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 91                |           | E                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 92                |           | D                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 93                |           | E                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 94                |           | D                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 95                |           | E                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 1   |  |
| 96                |           | D                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       | X      |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 97                |           | E                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 98                |           | D                                               |         |                 |         |         |         |        | X      |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 99                |           | E                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        |                      | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 0   |  |
| 100               |           | D                                               |         |                 |         |         |         |        |        |         |         |                             |         |       |        | X                    | X     |       |     |                   |        |        | 0   | 2   |  |
| TOTAIS            |           | 0                                               | 0       | 2               | 0       | 2       | 0       | 2      | 1      | 0       | 0       | 0                           | 0       | 0     | 2      | 0                    | 20    | 5     | 1   | 2                 | 0      |        |     |     |  |
| ESTACÃO           | SUBTRECHO | FAIXA                                           | FI (1)  | TTC (1)         | TTL (1) | TLC (1) | FC - 2  |        | FC - 3 |         | ALP (4) | ATP (4)                     | O (5)   | P (5) | EX (6) | D (7)                | R (8) | ALC   | ATC | E                 | FECHAS |        | OBS |     |  |
|                   |           |                                                 |         |                 |         |         | J (2)   | TB (2) | JE (3) | TBE (3) |         |                             |         |       |        |                      |       |       |     |                   | TRI    | TER    |     |     |  |

APÊNDICE G - Inventário do estado da superfície do pavimento e cálculo do IGG do subtrecho 06

| RODOVIA SC-411         |   |   | INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO |  |         |  |         |                  |         |  |         |  | REVESTIMENTO TIPO ASFÁLTICO |  |       |  | ESTACÇÃO INICIAL: 101 |        |        |  | ESTACÇÃO FINAL: 120 |  |         |  | DATA : 29/03/2020 |  |         |  |        |  |       |  |       |  |       |  |       |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |  |     |  |        |  |     |  |     |  |   |  |  |  |        |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|------------------------|---|---|-------------------------------------------------|--|---------|--|---------|------------------|---------|--|---------|--|-----------------------------|--|-------|--|-----------------------|--------|--------|--|---------------------|--|---------|--|-------------------|--|---------|--|--------|--|-------|--|-------|--|-------|--|-------|--|--------|--|-----|--|-------|--|-----|--|-------|--|---|--|-----|--|--------|--|-----|--|-----|--|---|--|--|--|--------|--|--|--|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
| CIDADE: JAGUARUNA - SC |   |   | SUBTRECHO 06                                    |  |         |  |         |                  |         |  |         |  | ALP (4)                     |  |       |  | ATP (4)               |        |        |  | O (5)               |  |         |  | P (5)             |  |         |  | EX (6) |  |       |  | D (7) |  |       |  | R (8) |  |        |  | ALC |  |       |  | ATC |  |       |  | E |  |     |  | FECHAS |  |     |  | OBS |  |   |  |  |  |        |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| SUBTRECHO              |   |   | FAIXA                                           |  |         |  |         | TRINÇAS ISOLADAS |         |  |         |  | FC - 2                      |  |       |  |                       | FC - 3 |        |  |                     |  | ALP (4) |  |                   |  | ATP (4) |  |        |  | O (5) |  |       |  | P (5) |  |       |  | EX (6) |  |     |  | D (7) |  |     |  | R (8) |  |   |  | ALC |  |        |  | ATC |  |     |  | E |  |  |  | FECHAS |  |  |  | OBS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| ESTACÇÃO               |   |   | FI (1)                                          |  | TTC (1) |  | TTL (1) |                  | TLC (1) |  | TLL (1) |  | TRR (1)                     |  | J (2) |  | TB (2)                |        | JE (3) |  | TBE (3)             |  | ALP (4) |  |                   |  | ATP (4) |  |        |  | O (5) |  |       |  | P (5) |  |       |  | EX (6) |  |     |  | D (7) |  |     |  | R (8) |  |   |  | ALC |  |        |  | ATC |  |     |  | E |  |  |  | FECHAS |  |  |  | OBS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|                        |   |   |                                                 |  |         |  |         |                  |         |  |         |  |                             |  |       |  |                       |        |        |  |                     |  |         |  |                   |  |         |  |        |  |       |  |       |  |       |  |       |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |  |     |  |        |  |     |  |     |  |   |  |  |  |        |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| 101                    | 6 | E |                                                 |  |         |  |         |                  |         |  |         |  |                             |  |       |  |                       |        |        |  |                     |  |         |  |                   |  |         |  |        |  |       |  |       |  |       |  |       |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |  |     |  |        |  |     |  |     |  |   |  |  |  |        |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | </ |

| TIPO                                                           | NATUREZA DO DEFEITO                                                                                                                                               | FREQUÊNCIA ABSOLUTA | FREQUÊNCIA CONSIDERADA | FREQUÊNCIA RELATIVA (%) | FATOR DE PONDERAÇÃO | ÍNDICE DE GRAVIDADE |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| 1                                                              | (FCI) F, TTC, TTL                                                                                                                                                 | 5                   | 4                      | 20.00                   | 0.2                 | 4.00                |
| 2                                                              | (FCII) J, TB                                                                                                                                                      | 2                   | 2                      | 10.00                   | 0.5                 | 5.00                |
| 3                                                              | (FCIII) JE, TBE                                                                                                                                                   | 0                   | 0.00                   | 0.00                    | 0.8                 | 0.00                |
| 4                                                              | ALP, ATP                                                                                                                                                          | 0                   | X                      | 0.00                    | 0.9                 | 0.00                |
| 5                                                              | O, P                                                                                                                                                              | 3                   |                        | 15.00                   | 1                   | 15.00               |
| 6                                                              | Ex                                                                                                                                                                | 0                   |                        | 0.00                    | 0.5                 | 0.00                |
| 7                                                              | D                                                                                                                                                                 | 20                  |                        | 100.00                  | 0.3                 | 30.00               |
| 8                                                              | R                                                                                                                                                                 | 6                   |                        | 30.00                   | 0.6                 | 18.00               |
| 9                                                              | = (TRI + TRE)/2 em m                                                                                                                                              | TRI = 0.1           | TRIE = 0.3             | F = 0.2                 | 1.33                | 0.27                |
| 10                                                             | FV = (TRIV + TREV)/2                                                                                                                                              | TRIV = 0.2          | TREV = 0.64            | FV = 0.42               | 1                   | 0.42                |
| ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL                                     |                                                                                                                                                                   |                     |                        |                         |                     | 72.69               |
| CONDICÇÃO DO PAVIMENTO EM FUNÇÃO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL |                                                                                                                                                                   |                     |                        |                         |                     | REGULAR             |
| CONCEITO                                                       |                                                                                                                                                                   | DESCRIÇÃO           |                        |                         |                     |                     |
| REGULAR                                                        | CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado, com 'painelas' e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal. |                     |                        |                         |                     |                     |

APÊNDICE H – Inventário do estado da superfície do pavimento e cálculo do IGG do subtrecho 07

| CIDADE : JAGUARUNA - SC |  |           | INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO |              |         |         |         |         |         |       |        |        | REVESTIMENTO TIPO ASFÁLTICO |         |         |       |       |        |       |       |  |        | OPERAÇÃO: NATHAN/SULIVAM |     |  |       | ESTACÇÃO FINAL : 140 |        |     |     | DATA : 29/03/2020 |   |  |        |  |     |
|-------------------------|--|-----------|-------------------------------------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|--------|--------|-----------------------------|---------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|--|--------|--------------------------|-----|--|-------|----------------------|--------|-----|-----|-------------------|---|--|--------|--|-----|
| ESTACÇÃO                |  | SUBTRECHO | TRECHO 1                                        | SUBTRECHO 07 |         |         |         |         |         |       |        |        |                             | FC - 2  |         |       |       | FC - 3 |       |       |  | EX (6) |                          |     |  | R (8) |                      | ALC    |     | ATC |                   | E |  | FECHAS |  | OBS |
|                         |  |           | FAIXA                                           | FI (1)       | TTC (1) | TTL (1) | TLC (1) | TLL (1) | TRR (1) | J (2) | TB (2) | JE (3) | TBE (3)                     | ALP (4) | ATP (4) | O (5) | P (5) | EX (6) | D (7) |       |  |        |                          |     |  |       |                      |        |     | TRI | TER               |   |  |        |  |     |
| 121                     |  |           | E                                               |              |         | x       |         | x       |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 122                     |  |           | D                                               |              |         |         |         | x       |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 123                     |  |           | E                                               |              |         |         | x       |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 124                     |  |           | D                                               |              |         |         |         |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 125                     |  |           | E                                               |              |         |         |         |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 126                     |  |           | D                                               |              |         |         |         |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 127                     |  |           | E                                               |              |         |         | x       |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 128                     |  |           | D                                               |              |         |         | x       |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 129                     |  |           | E                                               |              |         |         |         |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 130                     |  |           | D                                               |              |         |         |         |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 131                     |  |           | E                                               |              |         |         |         |         |         | x     |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 132                     |  |           | D                                               |              |         |         |         |         |         | x     |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 133                     |  |           | E                                               |              |         |         |         |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 134                     |  |           | D                                               |              |         |         |         |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 135                     |  |           | E                                               |              |         |         |         |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 136                     |  |           | D                                               |              |         |         |         | x       |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 137                     |  |           | E                                               |              | x       |         |         |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 138                     |  |           | D                                               |              | x       |         |         |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 139                     |  |           | E                                               |              | x       |         | x       |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        | x     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| 140                     |  |           | D                                               | 0            | 0       | 5       | 5       | 3       | 0       | 1     | 0      | 0      | 0                           | 0       | 0       | 0     | 1     | 0      | 0     |       |  |        |                          |     |  |       |                      | 0      | 0   |     |                   |   |  |        |  |     |
| TOTAIS                  |  |           | FAIXA                                           | FI (1)       | TTC (1) | TTL (1) | TLC (1) | TLL (1) | TRR (1) | J (2) | TB (2) | JE (3) | TBE (3)                     | ALP (4) | ATP (4) | O (5) | P (5) | EX (6) | D (7) | R (8) |  | ALC    |                          | ATC |  | E     |                      | FECHAS |     | OBS |                   |   |  |        |  |     |
| ESTACÇÃO                |  | SUBTRECHO |                                                 |              |         |         |         |         |         |       |        |        |                             |         |         |       |       |        |       |       |  |        |                          |     |  |       |                      | TRI    | TER |     |                   |   |  |        |  |     |

| TIPO                                                               | NATUREZA DO DEFEITO                                                                                                                                               | FREQÜÊNCIA ABSOLUTA | FREQÜÊNCIA RELATIVA (%) | FATOR DE PONDERAÇÃO | ÍNDICE DE GRAVIDADE        |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|
| 1                                                                  | (FCI) F, TTC, TTL,                                                                                                                                                | 13                  | 45.00                   | 0.2                 | 9.00                       |
| 2                                                                  | (FCII) J, TB                                                                                                                                                      | 1                   | 5.00                    | 0.5                 | 2.50                       |
| 3                                                                  | (FCIII) JE, TBE                                                                                                                                                   | 0                   | 0.00                    | 0.8                 | 0.00                       |
| 4                                                                  | ALP, ATP                                                                                                                                                          | 0                   | 0.00                    | 0.9                 | 0.00                       |
| 5                                                                  | O, P                                                                                                                                                              | 1                   | 5.00                    | 1                   | 5.00                       |
| 6                                                                  | Ex                                                                                                                                                                | 0                   | 0.00                    | 0.5                 | 0.00                       |
| 7                                                                  | D                                                                                                                                                                 | 20                  | 100.00                  | 0.3                 | 30.00                      |
| 8                                                                  | R                                                                                                                                                                 | 1                   | 5.00                    | 0.6                 | 3.00                       |
| 9                                                                  | F = (TRI + TRE)/2 em m                                                                                                                                            | TRI = 0             | F = 0                   | 1.33                | 0.00                       |
| 10                                                                 | FV = (TRIV + TREV)/2                                                                                                                                              | TRIV = 0            | Fv = 0                  | 1                   | 0.00                       |
| NÚMERO DE ESTAÇÕES 20                                              |                                                                                                                                                                   |                     |                         |                     | ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL |
| CONDICIONAÇÃO DO PAVIMENTO EM FUNÇÃO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL |                                                                                                                                                                   |                     |                         |                     | REGULAR                    |
| CONCEITO                                                           | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                         |                     |                         |                     |                            |
| REGULAR                                                            | CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado, com 'painelas' e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal. |                     |                         |                     |                            |



