

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COECI - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GIOVANI RICHARD PITILIN

**AVALIAÇÃO DA TRAFEGABILIDADE DA ESTRADA RURAL
PEABIRU I, TOLEDO-PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO - PR
2017

GIOVANI RICHARD PITILIN

**AVALIAÇÃO DA TRAFEGABILIDADE DA ESTRADA RURAL
PEABIRU I, TOLEDO-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Patricia Casarotto de Oliveira

TOLEDO - PR

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de Nº 65

AVALIAÇÃO DA TRAFEGABILIDADE DA ESTRADA RURAL PEABIRU I, TOLEDO-PR

por

Giovani Richard Pitilin

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 7:30 h do dia **06 de Junho de 2017** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

Prof Dr Elmagno Catarino Santos Silva
(UTFPR – TD)

Prof. Dr Weimar Freire da Rocha Jr
(UTFPR – TD)

Profª Patricia Casarotto de Oliveira
(UTFPR – TD)
Orientadora

Visto da Coordenação
Profª Msc. Silvana da Silva Ramme
Coordenadora da COECI

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

*Dedico este trabalho aos meus pais,
familiares e amigos que contribuíram e
incentivaram na conquista de mais essa
etapa da vida. O meu eterno agradecimento.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por nos guiar nos momentos mais difíceis.

Aos meus familiares, a base de tudo. Sem vocês nada disso faria sentido.

Aos meus amigos, que me apoiaram e me incentivaram para a conclusão dessa etapa. Obrigado a todos pelo companheirismo.

Aos técnicos laboratoriais, Wilson e Marcos, e aos voluntários Carolina, Gabriel e Natalia, por todo suporte e auxílio fornecido durante os ensaios.

Aos professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus Toledo*, pelo conhecimento transmitido durante toda a graduação, em especial a minha orientadora Prof^a. Patricia Casarotto de Oliveira pela condução desse trabalho, a Secretaria de Agricultura e Abastecimento, a Prefeitura Municipal de Toledo e a Empresa de desenvolvimento Urbano e Rural de Toledo pela disponibilidade e contribuições para com o mesmo.

A todos que de alguma forma contribuíram para a construção de que sou hoje.

A vocês, os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

Pitilin, Giovani R. **Avaliação da trafegabilidade da estrada rural Peabiru I, Toledo-PR.** 2017, 93 pág. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Toledo-PR, 2017

As Estradas rurais são obras relevantes para o desenvolvimento socioeconômico de determinada região, porém, grande parte do sistema rodoviário rural não possui boas condições de trafegabilidade. Este trabalho analisou a trafegabilidade de uma estrada rural localizada no município de Toledo, Paraná, no distrito de Vila Nova. O trecho selecionado foi a Linha Peabiru I, composto por cerca de 2,4 Km de estrada rural não pavimentada e 1,5 Km de estrada pavimentada. Utilizou-se do método proposto por Baesso e Golçalves (2003) para a análise do trecho não pavimentado e as Normas do DNIT 005/2003 – Terminologia e 006/2003 – Procedimento para a análise do trecho pavimentado. Levantou-se os defeitos que influenciam nas condições de superfície de rolamento das estradas e avaliou a severidade de cada trecho, tanto pavimentado, como o não pavimentado. Complementarmente foram feitas entrevistas com os moradores locais que cotidianamente usam a estrada. Concluiu-se que o trecho pavimentado em estudo possui classificação Boa e o trecho não pavimentado classificação Regular. Recomenda-se que o trecho passe por manutenção leve para se evitar o agravamento da situação com o intuito de proporcionar uma maior durabilidade e conforto aos usuários, além na redução de custos de manutenção por parte do setor público.

Palavras-Chave: Estradas rurais. Trafegabilidade. Toledo-PR.

ABSTRACT

Pitilin, Giovani R. **Evaluation of trafegability of the rural road Peabiru I, Toledo-PR.** 2017, 93 pág. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Toledo-PR, 2017

Rural roads are important works for the socioeconomic development of a region, however, much of the rural road system does not have good condition trafficability. This work analyzed the trafficability of a rural road located in the municipality of Toledo, Paraná, in the district of Vila Nova. The section selected for study was the Linha Peabiru I, composed of approximately for 2.4 km of unpaved road and 1.5 km of paved road. Using the method proposed by Baesso and Golçalves (2003) for the test of the unpaved stretch and the Norms of DNIT 005/2003 - Terminology and 006/2003 - Procedure for analysis of the paved stretch. The defects that influenced the rolling surface conditions of the roads were raised and evaluated the severity of each section, both paved and unpaved. In addition, interviews were conducted with local residents who daily use the road. It was concluded that the paved section under study has a Good classification and the unpaved section Regular classification. It is recommended that the section go through maintenance to avoid the worsening of the situation in order to provide greater durability and comfort to users, in addition to reducing maintenance costs by the public sector.

KEYWORD: Rural Road. Trafegability. Toledo-PR

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Estrada de Terra em Vila Rural Alto Espigão, Toledo-PR	19
Figura 2– Estrada de Cascalho em Toledo-PR.....	20
Figura 3– Estrada da Graciosa, PR	21
Figura 4 - Estrada rural Domingos Pasqualli para o Clube Social Vila Flórida em Toledo, PR.	22
Figura 5 – Aplicação de manta geotêxtil em estradas	24
Figura 6 – Aplicação de geogrelha em estradas rurais.....	25
Figura 7 - Mapa de Solos Simplificado do Paraná	28
Figura 8 - Malha viária do município de Toledo-PR	29
Figura 9 - Processo de manutenção de estradas rurais	30
Figura 10 – Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de limpeza e regularização	31
Figura 11 - Limpeza da área de regularização.....	31
Figura 12 - Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de suavização do greide	32
Figura 13 – Regularização dos taludes.....	32
Figura 14 - Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de construção de lombadas	33
Figura 15 – Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de construção de Bigodes e sangradores.....	33
Figura 16 – Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de Construção de caixas de retenção.....	34
Figura 17 – Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de inserção de revestimento primário	35
Figura 18 - Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de drenagem	35
Figura 19 Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de drenagem	36
Figura 20 – Projeto base de pavimentação rural	37
Figura 21 – Representação do nível de severidade de seção transversal imprópria	38
Figura 22 – Representação do nível de severidade da drenagem inadequada.....	39
Figura 23 – Representação do nível de severidade das corrugações	40
Figura 24 – (a) Representação do nível de severidade do excesso de poeira. (b) Medição em campo.	41
Figura 25 – Representação do nível de severidade dos buracos	42
Figura 26 – Representação do nível de severidade das trilhas de roda	43
Figura 27 – Representação do nível de severidade da perda de agregados	44
Figura 28 – Fluxograma de etapas da pesquisa	45
Figura 29 – Localização da linha Peabiru I, com detalhe para seções de projeto dos trechos asfaltado e não asfaltado.	47
Figura 30 – Localização do trecho em estudo	48
Figura 31 – Classificação do Índice de Condição da Rodovia não Pavimentada	49
Figura 32 – Valores dedutíveis para seção transversal imprópria	51
Figura 33 – Valores dedutíveis para drenagem inadequada	51
Figura 34 – Valores dedutíveis para corrugações.....	52
Figura 35 – Valores dedutíveis para Buracos	52
Figura 36 – Valores dedutíveis para trilhas de roda.....	53

Figura 37 – Valores dedutíveis para perda de agregados	53
Figura 38 – Índice de condição da rodovia em função dos valores dedutíveis totais	54
Figura 39 – Seções de Análise	60
Figura 40 – Defeitos encontrados na Subseção 1, Linha Peabiru I, Toledo-PR.....	61
Figura 41 – Determinação dos valores de dedução (VDU) pelos ábacos ICRNP	62
Figura 42 – Determinação do índice ICRNP para a Subseção 1	63
Figura 43 – Defeitos encontrados na Subseção 2	65
Figura 44 - Determinação dos valores de dedução (VDU) pelos ábacos ICRNP	66
Figura 45 – Determinação do índice ICRNP para a Subseção 2	67
Figura 46 – Defeitos encontrados na Subseção 3	68
Figura 47 – Determinação dos valores de dedução (VDU) pelos ábacos ICRNP	70
Figura 48 – Determinação do índice ICRNP para a Subseção 3	70
Figura 49 – Defeitos encontrados na Subseção 2	72
Figura 50 – Determinação dos valores de dedução (VDU) pelos ábacos ICRNP	73
Figura 51 – Determinação do índice ICRNP para a Subseção 4	74
Figura 52 – Defeitos encontrados no trecho pavimentado.....	75
Figura 53 – comparação entre o tempo de experiência na produção e criação rural com o tempo em que as famílias moram no local.	79
Figura 54 –Proporção dos tipos de caminhão utilizado em função dos eixos	79
Figura 55 – Tipo de produção	80
Figura 56 – Avaliação da qualidade da estrada segundo os moradores locais	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos defeitos quanto a severidade na Subseção 1	62
Tabela 2 - Valores considerados para o calculo da densidade.....	62
Tabela 3 - Classificação dos defeitos quanto a severidade na Subseção 2	64
Tabela 4 - Valores considerados para calculo da densidade.....	66
Tabela 5 - Classificação dos defeitos quanto a severidade na Subseção 3	69
Tabela 6 - Valores considerados para calculo da densidade.....	69
Tabela 7 - Classificação dos defeitos quanto a severidade na Subseção 4	72
Tabela 8 - Valores considerados para cálculo da densidade.....	73
Tabela 9 – Resumo dos trechos da avaliados pelo método ICRNP	75
Tabela 10 - Cálculo do IGI	76
Tabela 11 - Critérios de Classificação de Rodovias.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Distribuição de lombadas em função da declividade da estrada	33
Quadro 2 – Classificação da severidade de acordo com a dimensão do buraco	42
Quadro 3 – Coeficiente para correção de unidades métricas de acordo com o tipo de defeito.....	50
Quadro 4 – Terminologia De Classificação Dos Defeitos Tipo	55
Quadro 5 – Fator de ponderação de acordo com o defeito analisado	57
Quadro 6 - Tabela de calculo do IGG	58
Quadro 7 – Classificação da degradação do pavimento de acordo com o IGG obtido	59
Quadro 8 – Planilha de avaliação e inspeção da Subseção 1	64
Quadro 9 – Planilha de avaliação e inspeção da Subseção 2	67
Quadro 10 – Planilha de avaliação e inspeção da Subseção 3	71
Quadro 11 – Planilha de avaliação e inspeção da Subseção 4	74
Quadro 12 – Planilha de avaliação e inspeção da seção pavimentada	77

Lista de Abreviaturas e Siglas

EMDUR	Empresa de Desenvolvimento Urbano e Rural de Toledo
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
F	Média das medias de deflexões dos trilhos de rodas
FV	Média das variâncias de deflexões de trilhos de roda
ICRNP	Índice de Condição de Rodovia Não Pavimentada
IGG	Índice de Gravidade Geral
IGI	Índice de Gravidade Individual
K	Coefficiente de correlação de unidades métricas
SEAB	Secretaria de Agricultura e Abastecimento
US	Unidade simples
VD	Valores dedutíveis
VDT	Valores dedutíveis totais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
1.2 JUSTIFICATIVA	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 ESTRADAS RURAIS	18
2.1.1 Métodos Construtivos Usuais.....	19
2.2 INFLUÊNCIAS CLIMÁTICAS NAS ESTRADAS RURAIS.....	25
2.3 O MUNICÍPIO DE TOLEDO, PARANÁ	27
2.4 PROJETOS LOCAIS	30
2.4.1 Diretrizes da Adequação de Estradas Rurais Não Pavimentadas	30
2.4.2 Diretrizes de Projeto para Pavimentação Rural	36
2.5 Patologias encontradas em estradas rurais não pavimentadas.....	37
2.5.1 Seção transversal imprópria.....	37
2.5.2 Drenagem inadequada.....	38
2.5.3 Corrugações.....	39
2.5.4 Excesso de Poeira	40
2.5.5 Buracos	42
2.5.6 Trilha de roda	43
2.5.7 Perda de agregados.....	43
3 MATERIAIS E MÉTODOS	45
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	46
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	46
3.3 MÉTODO DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DA RODOVIA NÃO PAVIMENTADA (ICRNP).....	48
3.3.1 Determinação da Unidade Simples.....	49
3.3.2 Determinação do Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada (ICRNP)....	49
3.3.3 Procedimento de Cálculo	50
3.4 ANÁLISE DO TRECHO ASFALTADO	54
3.4.1 Superfície de avaliação	55

3.4.2 Terminologia.....	55
3.4.3 Coleta de dados	56
3.4.4 Cálculos.....	56
3.4.4.1 Frequências absolutas e relativas	56
3.4.4.2 Índice de gravidade individual (IGI).....	56
3.4.4.3 Índice de gravidade global (IGG)	58
3.4.4.4 Conceito de degradação do pavimento.....	58
3.5 PESQUISA QUALITATIVA COM MORADORES LOCAIS	59
4. ANÁLISES E RESULTADOS	60
4.1 DIAGNÓSTICO DA LINHA PEABIRU I – TRECHO DE ESTRADA DE TERRA.....	60
4.1.1 Subseção 1	61
4.1.2 Subseção 2	64
4.1.3 Subseção 3	68
4.1.4 Subseção 4	71
4.2 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA ESTRADA ASFALTADA DE ACORDO COM O DNIT	75
4.3 PESQUISA QUALITATIVA COM MORADORES LOCAIS	78
5. CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS.....	83
ANEXO 1.....	87
ANEXO 2.....	88
ANEXO 3.....	89
ANEXO 4.....	90
ANEXO 5.....	91
APÊNDICE 1	93

1 INTRODUÇÃO

As estradas rurais são obras de grande relevância para o desenvolvimento regional, sendo essenciais para o escoamento da produção agropecuária e recebimento de matérias-primas para o desenvolvimento das atividades agropecuárias, além de proporcionar mobilidade de pessoas e serviços que se deslocam entre as áreas rurais e urbanas e vice-versa.

O processo de escoamento da produção agropecuária se inicia com a vinda de insumos e recursos humanos aos locais de produção, os quais transitam pelas estradas rurais. Portanto, as estradas rurais são responsáveis pela conexão entre o campo e o destino final de mercadorias e pessoas.

No entanto, grande parte do sistema rodoviário rural não atendem as condições mínimas de trafegabilidade, que implicam em perdas expressivas de produção e competitividade dos produtos agropecuários brasileiros. Isto ocorre pelo fato de não existir um planejamento e o a aplicação de técnicas adequadas para os processos construtivos de estradas rurais, que contribuem para o agravamento socioeconômicos na região, além de poder gerar problemas ambientais.

Devido a ausência das técnicas de planejamento e construção com critérios técnicos é comum ocorrer a deterioração das estradas rurais por ocorrer o desenvolvimento de processos erosivos, problemas de fissuras, buracos e drenagem gerando alagamentos dentre outros, que afetam significativamente a trafegabilidade causando prejuízos tanto para o setor privado, quanto para o setor público.

Em períodos chuvosos, a condição geral das estradas rurais tende a piorar principalmente pela inexistência de obras complementares, como por exemplo a existência de obras de drenagem, que reduziriam a intensidade desses efeitos, pode-se dizer também que a retirada de cobertura vegetal tende a potencializar o avanço do processo de degradação, já que deixa a via mais exposta aos efeitos climáticos.

Outro agravante muitas vezes é o padrão técnico empregado nas estradas rurais, onde muitas vezes não desenvolve uma análise detalhada das características geotécnicas do subleito e critérios de projeto estabelecidos pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Com base no exposto, esse trabalho pretende identificar os principais problemas recorrentes em um trecho de estradas rurais do município de Toledo, Paraná. Ao analisar a qualidade dessa estrada, é possível fornecer ferramentas que subsidie a tomada de decisão do setor público sobre a malha rodoviária rural e, conseqüentemente, possibilitar maior aproveitamento da produção agrícola.

A saber, será utilizado para análise da qualidade das estradas rurais não pavimentadas a metodologia proposta por Baesso e Gonçalves (2003) e para avaliação do trecho pavimentado a metodologia proposta pelo DNIT na norma 006/2003 – Procedimento.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a trafegabilidade do trecho de estrada rural conhecido como Linha Peabiru I localizado no município de Toledo, Paraná.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- i. Levantar e conhecer as características de projeto das estradas rurais da região.
- ii. Identificar os tipos de patologias existentes.
- iii. Avaliar metodologias para diagnóstico de estradas rurais asfaltadas e não asfaltadas.
- iv. Verificar a interferência dos processos construtivos na ocorrência desses desastres.
- v. Classificar a degradação da superfície de rolamento.

1.2 JUSTIFICATIVA

As estradas brasileiras são o principal meio de transporte de bens, serviços e passageiros. Grande parte dessas estradas não se encontram pavimentadas e muitas vezes em situação precária, ocasionando o aumento do custo de transporte, desconforto nas viagens, perda de produtos agrícolas e impactos ambientais, entre outros problemas.

Com as constantes mudanças climáticas, que a sociedade contemporânea vivencia, o aumento da ocorrência de eventos que possam causar problemas às estradas rurais é recorrente. Chuvas extremas, aumento de temperatura, alagamentos, enchentes, entre outros fenômenos, têm acarretado em uma série de impactos, a depender do grau de sua intensidade, não só no pavimento daquelas vias, como nas propriedades rurais e no meio ambiente. A saber (CAMILO, 2007): atoleiros, banco de areia, trepidação, buracos, poeira, erosão, leito rebaixado e pista escorregadia.

A proposta inicial do trabalho era trabalhar com o banco de dados da Prefeitura Municipal e Secretaria de Agricultura e Abastecimento para a verificação ocorrência dos desastres naturais mais recorrentes no município de Toledo-PR, no entanto, devido a não existência de acervo houve a necessidade de alteração do tema proposto para este trabalho.

A partir disso, o presente estudo foi adaptado para desenvolver um diagnóstico de uma estrada rural, a partir de metodologias existentes para avaliação de patologias em estradas asfaltadas e não asfaltadas. Assim, o presente trabalho justifica-se ao classificar a qualidade da estrada rural, permitindo identificar as patologias existentes e fornecer subsídio para os gestores públicos quanto a investimentos no setor.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESTRADAS RURAIS

De acordo com Henning; Kadar; Bennet, (2006, p. 10) as estradas podem ser classificadas de acordo com o processo de projeto e construção em quatro grandes grupos:

- Estradas não formadas ou estradas de Terra. São aquelas onde não há estruturas de drenagem, declive transversal e adição de material granular ou outras características que possam garantir o acesso em todas as condições meteorológicas;
- Estradas formadas. São definidas como aquelas onde se tem uma seção transversal razoavelmente bem definida, incluindo a drenagem. São constituídas geralmente de material de terra disponível no local, sem a importação de material de revestimento;
- Estradas de cascalho. Construídas e projetadas para certos princípios de engenharia, incluindo o fornecimento da superfície de desgaste de cascalho. A construção deste tipo de estradas envolve, geralmente, a definição de seção transversal, drenagem e estruturas de pontes e bueiros.
- Estradas seladas. Caracterizadas por suas superfícies livres de poeira para todos os climas. A vedação é feita com uma vasta gama de tecnologias de vedação de betume e fino pavimento asfáltico.

Especificamente, as estradas não pavimentadas, são muitas vezes, vias rurais denominadas estradas de terra ou vicinais, onde não se possui qualquer tipo de tratamento superficial betuminoso ou em cimento Portland. Esta camada superficial, por sua vez, é constituída por solo local, e algumas vezes em mistura com agregado granular (ODA; FERNANDES JÚNIOR; SÓRIA, 2001).

Muitas dessas estradas foram abertas, por colonizadores, de forma inadequada, ou são resultantes de caminhos e trilhas abertas pela própria população desses locais, não possuindo muitas vezes seção transversal adequada, ou projetos auxiliares, como por exemplo drenagem de água superficial (DIAS JUNIOR e PALARO, 2014).

2.1.1 Métodos Construtivos Usuais

Os materiais utilizados para tratamento superficial das estradas rurais, normalmente, precisam atender a uma série de quesitos de engenharia para que se tenha uma melhoria nas características superficiais de rolamento. Para isso, deve-se garantir coesão entre os materiais, suficiente para resistir ao desmoronamento e processo erosivos, ter uma distribuição de tamanho de partícula que facilite o encravamento das partículas de material e ter resistência suficiente para suportar as cargas de tráfego aplicadas sem deformação plástica significativa (PAIGE-GREEN, 2006).

Henning *et al.* 2006, destaca que uma série de materiais podem ser utilizados para o cobrimento superficial de estradas, dentre eles estão:

- Uso da superfície Natural - destinadas a estradas projetadas de terra ou superfícies naturais onde geralmente se tem má geometria e drenagem deficiente (Figura 1).



Figura 1– Estrada de Terra em Vila Rural Alto Espigão, Toledo-PR
Fonte: Prefeitura Municipal de Toledo-PR, 2016.

- Cascalho - utilizados normalmente em estradas de baixo tráfego, utilizando-se de cascalho natural grosso, com 150-250mm ou outra camada importada, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2– Estrada de Cascalho em Toledo-PR
Fonte: Prefeitura Municipal de Toledo-PR, 2016.

- Inibidores de pó – para uma boa estabilização mecânica e controle de poeira, pode-se adicionar aditivos químicos tais como: agentes de umedecedores, sais cloretos, polímeros naturais, ceras, etc. O controle de poeira tem implicações ambientais, de saúde, de segurança e econômicas.
- Pedra – normalmente utiliza-se camadas de pedra britada, que podem ser aplicadas manualmente ou por maquinário (Figura 3).



Figura 3– Estrada da Graciosa, PR
Fonte: Hoffmann, 2010

- Tijolos – usualmente, construído a partir de tijolos de argila de alta qualidade, onde este tipo de pavimento, geralmente, é durável e pode apresentar uma superfície muito firme e relativamente regular.
- Concreto - Muito durável, entretanto requer a existência de uma determinada espessura mínima para as estradas de alto volume de tráfego. Pode-se aplicar blocos de pavimento de concreto, com comportamento semelhante e desempenho para tijolo de barro.
- Superfícies Betuminosas – são recomendados para locais de grande trafegabilidade, onde se pode utilizar a aplicação de dois tipos de cobertura: selamento ou misturas betuminosas, conforme Figura 4.



**Figura 4 - Estrada rural Domingos Pasqualli para o Clube Social Vila Flórida em Toledo, PR.
Fonte: Mercadante, 2011.**

- Outros tipos usuais de superfícies – a partir de materiais reciclados entulho ou massa asfáltica.

Atualmente existem diversas técnicas que podem ser empregadas com o intuito de se melhorar o desempenho de estradas rurais. Essas metodologias permitem aumentar a resistência da base destinada ao tráfego de veículos pesados, melhorar a separação de materiais constituintes, controlar processos erosivos e, conseqüentemente a produção de sedimentos carregados, ou até mesmo auxiliar na contenção de taludes.

Nos Estados Unidos da América uma das técnicas que tem sido muito difundida é a utilização de materiais geossintéticos (mantas poliméricas), sendo possível encontrar uma grande gama de materiais e são diversos estudos para a análise de seu desempenho ao longo do tempo. No Brasil, tais produtos têm ganhado cada vez mais espaço, podendo-se encontrar atualmente diversos fabricantes e tipos de materiais.

Os materiais geossintéticos podem ser aplicados em quase todos os tipos de obras geotécnicas, sendo muitas vezes utilizados como reforço de estradas não pavimentadas, uma vez que contribuem para o aumento da capacidade de suporte, transferem melhor as tensões ao subleito, auxiliam na redução do volume de aterro e podem aumentar a vida útil da estrada (OLIVEIRA, 2013).

Koerner (2012), recomenda, para o uso em estradas rurais, a utilização de materiais geotêxteis, que quando associadas ao solo, apresentam melhoria na capacidade de drenar, filtrar, separar, reforçar e proteger o solo. Esse material é indicado para a aplicação em diversas obras geotécnicas devido as suas excelentes propriedades mecânicas e hidráulicas.

Este material é fabricado a partir de materiais poliméricos com alta tenacidade, aditivadas para possuir uma maior resistência aos raios ultra violeta (UV). Sua composição promove elevada resistência aos ataques químicos e biológicos, garantindo uma maior eficiência e durabilidade (KOERNER, 2012).

Geotêxteis podem ser classificados em dois tipos: geotêxteis tecidos e não tecidos. Sendo a estrutura de manufatura o parâmetro de diferenciação entre as categorias, cuja primeira é composta por filamento contínuos e a segunda formada pelo entrelaçamento dos fios (ABNT, 2003).

A Figura 5 exemplifica a aplicação de materiais geotêxteis em pavimentação de estradas.



Figura 5 – Aplicação de manta geotêxtil em estradas
Fonte: Geosoluções, 2016.

Outro material amplamente empregado na construção de estradas rurais é a geogrelha. Trata-se de um material geossintético de alta resistência à tração e baixo alongamento, especialmente desenvolvidas para reforço de solos. São fabricadas a partir de filamentos sintéticos com cobertura polimérica de proteção.

São materiais que pelas suas aberturas e de sua rugosidade, interagem com o solo envolvendo-o e transmitindo a este material suas propriedades mecânicas. Criando assim, um novo material capaz de ser utilizado na criação de estruturas de contenção, aterros sobre solos de baixa capacidade de suporte, base de pavimentos, entre outros (KOERNER, 2012).

A geogrelha pode ser fornecida em várias aberturas de malha, com alto módulo de rigidez, elevada resistência à tração na ruptura e resistências padronizadas entre 10 e 2000 kN/m. É um material flexível, leve e fácil de instalar. É apresentado na Figura 6 um exemplo de aplicação de geogrelhas em estradas rurais. Este material apresenta também resistência aos microrganismos e elementos

químicos presentes no solo, bem como à radiação de UV e à degradação por danos mecânicos de instalação (KOERNER, 2012). Em relação ao processo de fabricação, as geogrelhas podem ser extrudadas, soldadas ou tecidas (ABNT, 2003).



Figura 6 – Aplicação de geogrelha em estradas rurais
Fonte: Manas Geo Tech India Pvt Ltd, 2016

Como pode perceber existe uma gama de materiais que podem ser utilizadas como técnica construtiva para o desenvolvimento de estradas rurais. Na próxima seção serão abordadas as questões climáticas que influenciam as estradas rurais.

2.2 INFLUÊNCIAS CLIMÁTICAS NAS ESTRADAS RURAIS

Com o desenvolvimento da sociedade moderna, vem sendo verificado diversas alterações e a ocorrência de eventos climáticos extremos. Devido a crescente ocorrência destes eventos, nota-se uma preocupação maior com os riscos ambientais e seus possíveis impactos à sociedade (VAZ, 2010).

Eventos climáticos extremos podem danificar vários tipos de estruturas civis em estradas, resultando em interrupções no transporte de pessoas e mercadorias, além da possibilidade de ocorrência de impactos ambientais, como por exemplo a ocorrência de erosões, poeiras, buracos, dentre outros conforme já citados. Com isso, haverá perdas econômicos pelo atraso na entrega das mercadorias, além de

necessidade de gastos públicos com a manutenção e reconstrução de vias de transporte (FHWA, 2010, p. 7).

Identificar eventos que possam afetar o sistema de transporte é relevante para poder compreender suas consequências e possibilidade de prever e mitiga-los. Este sentido, o Paraná está exposto, principalmente, aos seguintes eventos climáticos (UFSC, 2011):

- Erosão linear: formação de sulcos, ravinas e voçorocas que afetam a estrutura da via e podem causar a interrupção do fluxo de veículos;
- Movimentos de massa: ocorrência de deslizamento ou escorregamentos, que podem causar a interrupção da via ou destruição parcial ou total da via;
- Inundações, enxurradas e alagamento: ocorrência destes eventos pelo aumento do nível de corpos d'água ou ausência de equipamentos de drenagem.

O estado ruim das estradas, nos períodos chuvosos, se dá principalmente devido a carência ou inexistência de obras complementares, que tenham por finalidade minimizar a velocidade das enxurradas (DADALTO; CARMO FILHO e CASTRO, 1990).

Pode-se dizer também que a retirada de cobertura vegetal pode potencializar os processos erosivos, devido a movimentação de terra e má compactação do leito, fazendo com que tais vias se tornem vulneráveis aos processos erosivos (CORREA, 2005).

Para a manutenção da qualidade das estradas rurais, torna-se fundamental a identificação dos problemas que possam influenciar na sua trafegabilidade. Muitos problemas são fáceis de se identificar, pois podem ser verificados tanto visualmente quanto no conforto de condução. Kocher (2007) apresenta alguns deles e os mesmos serão apresentados a seguir:

- Buracos, sarjetas, lama e outros problemas superficiais: tais características são sintomas de problemas relacionados a drenagem, decorrente de águas estagnadas ou corrente na sua superfície;
- Valas disfuncionais: podem ocorrer devido ao preenchimento com detritos da área destinada ao escoamento pluvial, fazendo com que seja necessária a água fluir pela estrada podendo acarretar em erosões ou, até mesmo, na ruptura completa da estrada. A existência de um número insuficiente de

drenos transversais pode fazer com que a água se concentre em determinada região, levando a ocorrência erosões;

- Processos erosivos: o aparecimento de sulcos, ravinas e voçorocas, as quais podem ser causadas pelo aumento do fluxo de veículos em solo propenso a erosão ou por problemas na drenagem da estrada. Ravinas geralmente ocorrem nas encostas ou leito da estrada, sendo uma fonte significativa de sedimentos;
- Problemas causados pelo cruzamento de córregos: tal característica pode gerar uma produção significativa de sedimentos. A obstrução do bueiro pelo acúmulo de sedimentos pode gerar processos erosivos e bloqueio do fluxo, afetando a migração de peixes e outras espécies aquáticas. Os bueiros construídos para essa finalidade devem possuir diâmetro suficiente para o transporte de galhos, rochas e outros materiais;
- Alagamento: gerado pela inexistência ou obstrução dos sistemas drenantes, ocasionado pela vegetação, assoreamento do sistema ou presença de lixo, que impeçam o escoamento da água na via (SANTOS, 2011).

O projeto de redução de desastres deve se concentrar em diferentes segmentos, como a prevenção, preparação e proteção com o intuito de diminuir a ocorrência desses efeitos. Onde prevenção faz referência ao efeito de se prevenir a ocorrência de determinado efeito, possibilitando a preparação antecipada para possíveis danos (CONCEITO.DE, 2013). A Proteção pode ser definida como o ato ou efeito de se proteger algo, dando amparo ou auxílio quando necessário (FERREIRA, 2010).

2.3 O MUNICÍPIO DE TOLEDO, PARANÁ

O município de Toledo foi emancipado em 1951, e a partir de então se desenvolveu rapidamente, possuindo atualmente cerca de 133 mil habitantes. Sua economia é calcada basicamente no agronegócio, de forma que atualmente possui o 1º lugar em PIB agropecuário do Paraná e da região Sul e 11º lugar no País; 1º lugar em rebanho suíno do Paraná; 1º lugar em plantel de frango do Paraná; 5º maior produtor de leite do Paraná, produção de 100 milhões de litros/ano; além do 3º lugar em Piscicultura Comercial do Paraná (Prefeitura de Toledo, 2017).

O segmento industrial é responsável por cerca de 41% da economia municipal, seguido pelo setor de produção primária, responsável por cerca de 40,5% e posteriormente o setor de comércio com 18,5% (SECRETARIA DA FAZENDA, 2016).

De forma geral, o solo do município pode ser caracterizado como latossolo vermelho, em sua grande maioria, com uma ocorrência menor de nitossolo vermelho, ambos caracterizados por sua consistência argilosa, conforme Figura 7 (EMBRAPA, 2007).

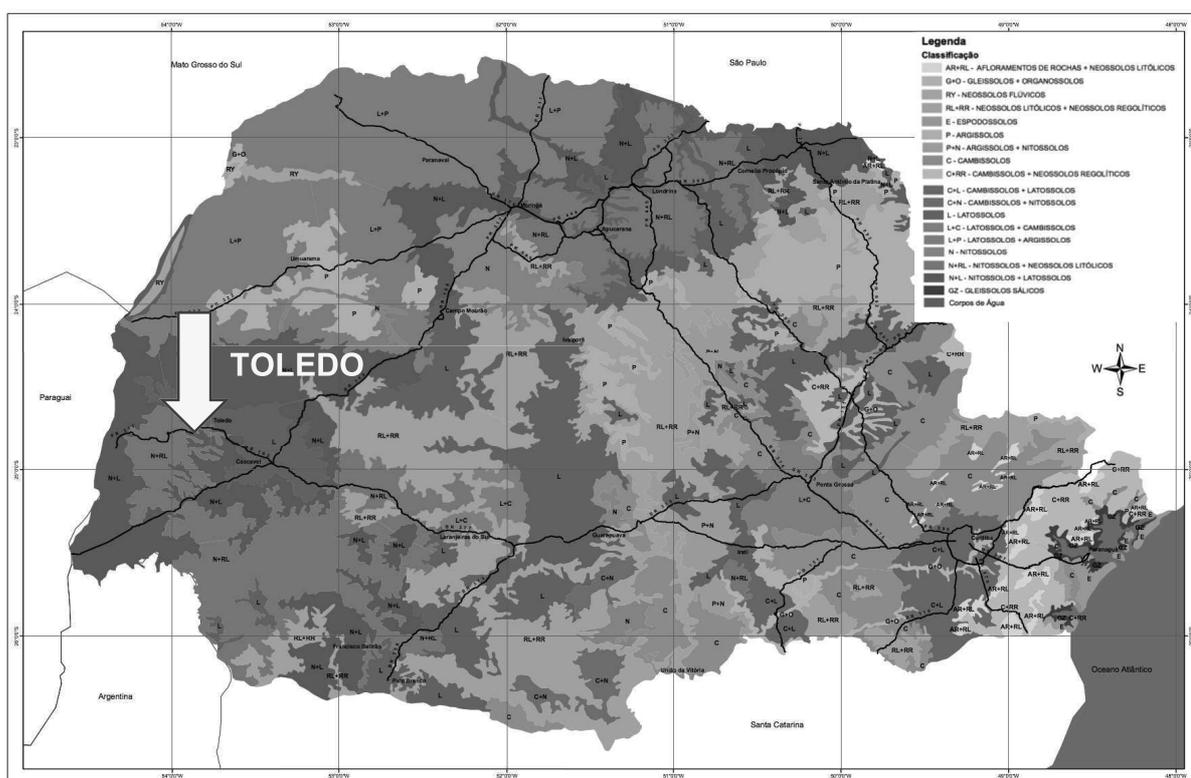


Figura 7 - Mapa de Solos Simplificado do Paraná
Fonte: EMBRAPA, 2007

O município de Toledo possui, segundo informações da Prefeitura Municipal, cerca de 1700 km de estradas, sendo esta dividida entre estradas pavimentadas e não pavimentadas, sobre jurisdição, municipal, estadual e federal. As rodovias de maior destaque são por sua vez: BR-467, PR-239, PR-182, PR-317, PR-585 e PR-589. Tais rodovias são fundamentais para o escoamento da produção e mobilidade de pessoas e serviços, realizando a ligação entre as principais cidades da região.

Após a fundação do município, manutenção e conservação de estradas passou a ser responsabilidade do mesmo, porém sem uma legislação bem definida,

somente em 1989 instituiu-se o Programa de Melhorias e conservação de Estradas Municipais, pela Lei 1492/89, destinando direitos e deveres a serem executados tanto por parte do município quanto por parte dos moradores locais.

Posteriormente, no ano de 2005 é instituído o programa de Melhorias da Infraestrutura e Saneamento Rural no município de Toledo pela Lei nº1898/2005, onde são apresentadas diversas competências ao município e proprietários rurais, como a manutenção e recuperação de estradas rurais além do zelo pelas estruturas já existentes. Instituiu-se também no mesmo ano o Programa de Pavimentação Rural em Parceria, programa este onde, o município é responsável por dois terços do custo da pavimentação e um terço é dividido entre os produtores beneficiados. O programa já pavimentou cerca de 360 km de estradas rurais.

A malha viária municipal do município de Toledo pode ser observada na Figura 8.



Figura 8 - Malha viária do município de Toledo-PR
Fonte: DA SILVA, 2017

Segundo João Laudelino Bonetti, analista ambiental da prefeitura de Toledo-PR, quando o proprietário rural identifica algum problema nas estradas rurais de Toledo-PR, ele deve registrar um protocolo junto a prefeitura sobre o problema identificado (ANEXO 1).

A prefeitura analisa a origem do problema, e se identificado que são relacionados ao projeto ou execução da via, a mesma realiza a manutenção. Porém, se identificado que o problema foi causado por ação dos produtores ou má conservação do solo, o processo é encaminhado à SEAB (Secretaria de Agricultura e Abastecimento) onde o produtor é autuado e cabe a SEAB a manutenção no trecho. Conforme esquematizado na Figura 9.

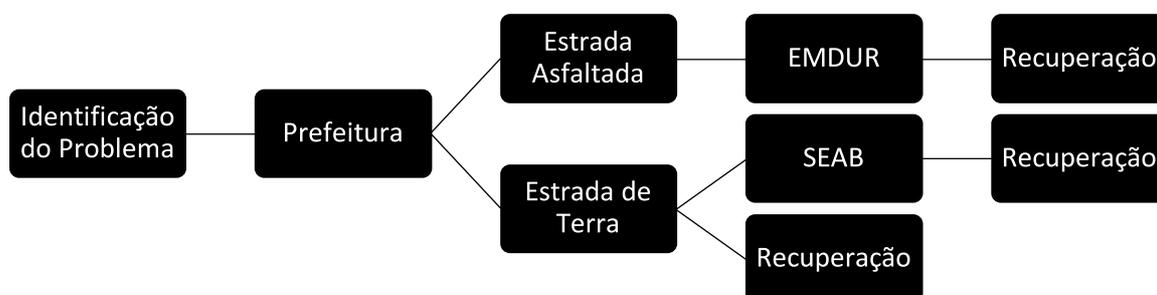


Figura 9 - Processo de manutenção de estradas rurais

2.4 PROJETOS LOCAIS

2.4.1 Diretrizes da Adequação de Estradas Rurais Não Pavimentadas

A adequação de estradas rurais é o processo de conformação do terreno existente aos elementos definidos em projeto, englobando processos de corte e aterro, com o intuito de proporcionar condições de tráfego compatível com o volume e tipo dos serviços a qual a estrada é destinada.

Com o intuito de se proporcionar melhores condições de tráfego, aumento substancial da durabilidade das estradas e a redução de custos, a adequação de estradas rurais pode garantir melhores condições de transporte à produção agropecuária e acesso aos serviços sociais, como saúde, educação e lazer, entre outros aspectos (MORAIS *et al.*, 2004).

O processo de adequação envolve a construção de obras de benfeitorias para correção do leito da estrada, construção de lombadas, bigodes ou sangradouros, caixas de retenção e revestimento primário, conforme apresentado por MORAIS et al. (2004) e apresentado a seguir:

- Limpeza da área: realiza-se a remoção da cobertura vegetal natural, como árvores, arbustos, raízes, capim e a camada de solo que contenha matéria orgânica da área destinada a readequação, propondo-se largura de seção transversal de 7 metros e realizando a limpeza da área lateral da estrada existente, Figuras 10 e 11.

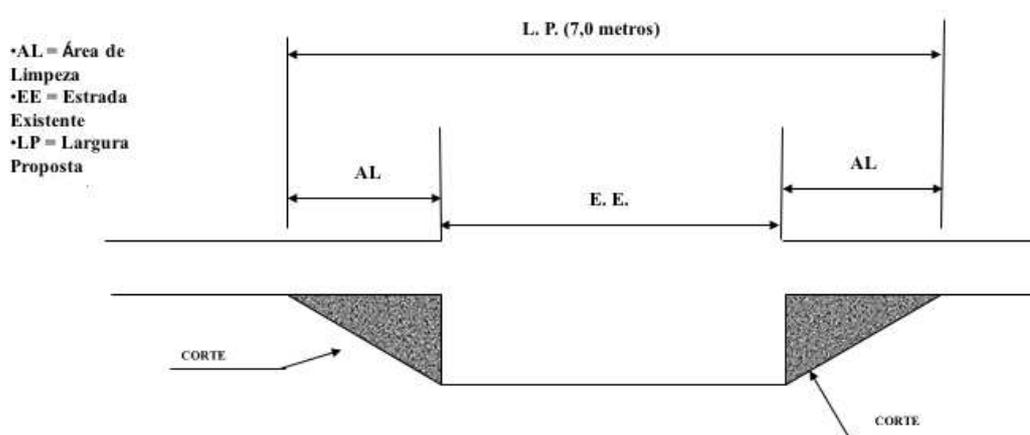


Figura 10 – Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de limpeza e regularização

Fonte: Adaptado de Moraes et al, 2004



Figura 11 - Limpeza da área de regularização

Fonte: Acervo Técnico do Analista de Meio Ambiente Eng. Joao Laudelino Bonetti, 2013

- Correção do *greide*: a suavização do greide ocorre com a quebra dos taludes laterais e elevação do leito da pista em até 70 centímetros, o alargamento da faixa de tráfego para 7 metros, favorecendo as condições de drenagem e trafegabilidade, e o abaulamento da pista entre 5 a 6%, dependendo do tipo de solo local, Figuras 12 e 13.

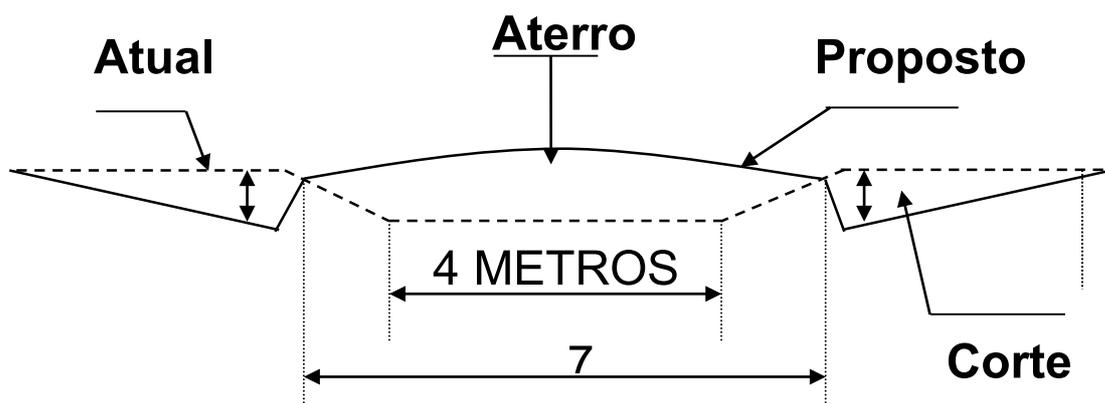


Figura 12 - Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de suavização do greide

Fonte: Adaptado de Moraes *et al*, 2004



Figura 13 – Regularização dos taludes

Fonte: Acervo Técnico do Analista de Meio Ambiente Eng. Joao Laudelino Bonetti, 2013

- Lombadas: são barreiras construídas no leito da estrada com a finalidade de reduzir o escoamento rápido das águas, direcionando-as para as obras encarregadas de armazená-las e absorvê-las, sendo elas terraços, curvas de níveis, bigodes e caixas de retenção, Figura 14. O projeto das lombadas segue o proposto no Quadro 1.

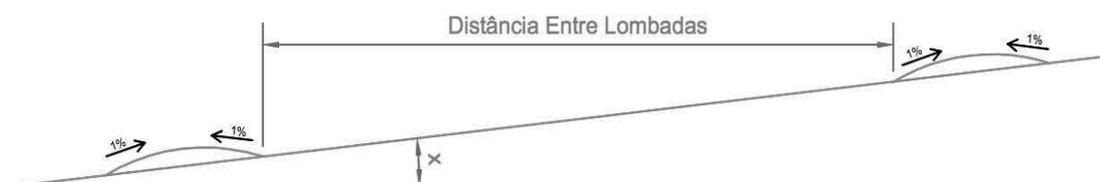


Figura 14 - Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de construção de lombadas

Declividade da Estrada (x)	Espaçamento entre Lombadas
2% a 5%	50 metros
6% a 10%	40 metros
Acima de 10%	30 metros

Quadro 1 – Distribuição de lombadas em função da declividade da estrada
Fonte: Moraes et al, 2004

- Bigode e sangradouros: são extensões dos terraços e/ou curvas de níveis usadas em conjunto com as lombadas que tem por função o auxílio na retirada de água da pista, direcionando para áreas lindeiras para que possam ser absorvidas, Figura 15.

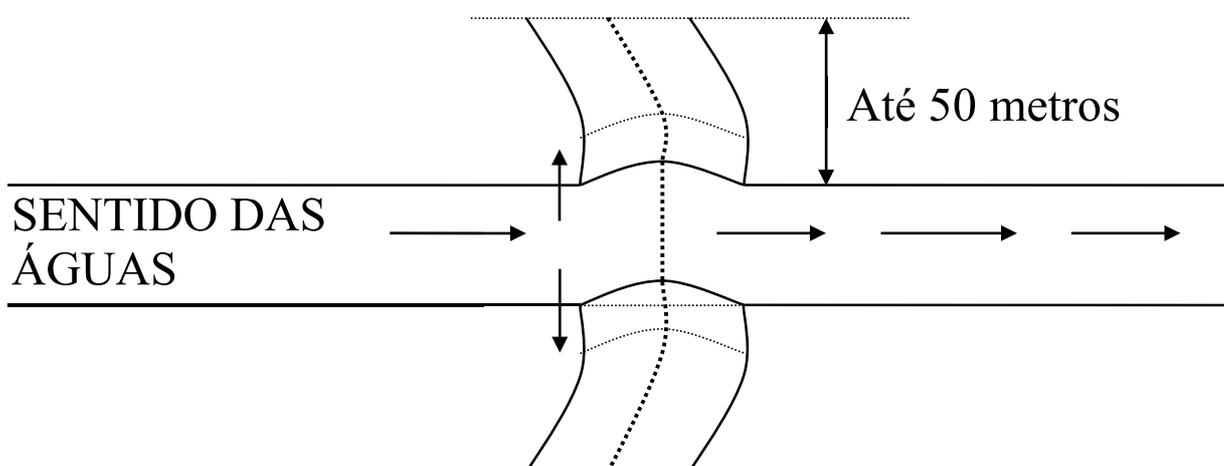


Figura 15 – Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de construção de Bigodes e sangradouros
Fonte: Adaptado de Moraes et al, 2004

- Caixas de retenção: estão interligadas às lombadas com o intuito de armazenar água proveniente do leito da estrada, dissipando sua energia e promovendo sua infiltração. Construídas geralmente uma a cada lado da estrada, considerando a declividade do terreno, o volume de água, precipitação média e taxa de infiltração do solo (Figura 16).

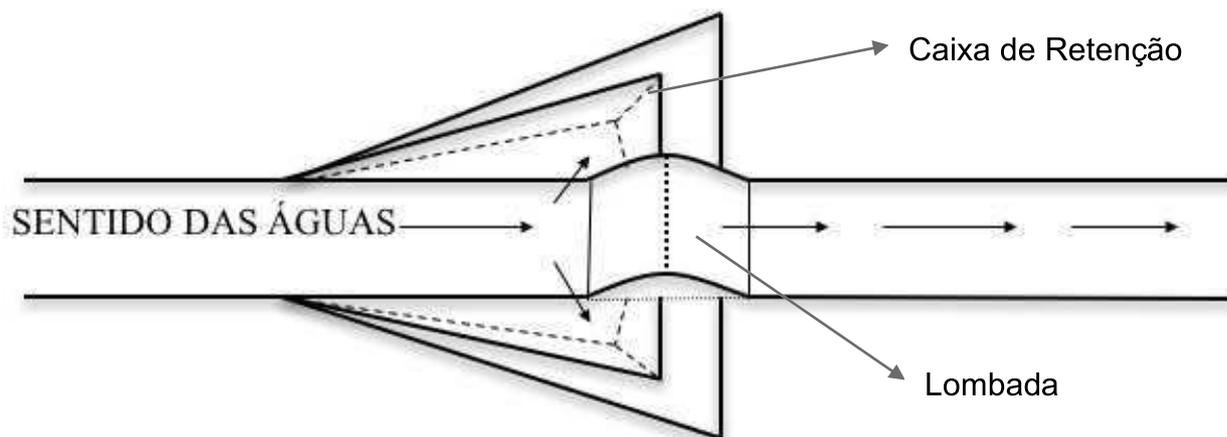


Figura 16 – Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de Construção de caixas de retenção
Fonte: Moraes et al, 2004

- Revestimento Primário: O revestimento primário tem como funcionalidade a proteção e suporte ao tráfego de veículos, visando uma maior vida útil à via. Leva-se em consideração o tipo de subleito, a capacidade de suporte, a declividade e a quantidade e a qualidade do material a ser utilizado. Para as estradas rurais sob responsabilidade da prefeitura de Toledo, normalmente utiliza-se para revestimento primário cascalho ou solo brita. A aplicação de revestimento primário concentra-se em uma faixa de 6 metros dentro da faixa de domínio, Figura 17.

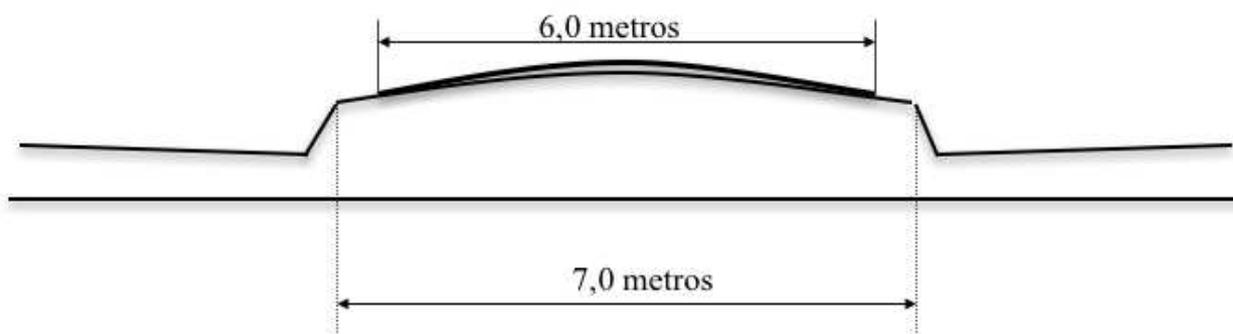


Figura 17 – Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de inserção de revestimento primário

Fonte: Adaptado de Moraes *et al*, 2004

- Drenagem Superficial: podem ser feitas valas laterais e sarjetas, construção de bueiros tubulares de concreto.
 - Sarjetas: executado juntamente com o regularização e abaulamento do leito estradas, em forma triangular com profundidade e largura iguais a 30 cm, Figura 18.

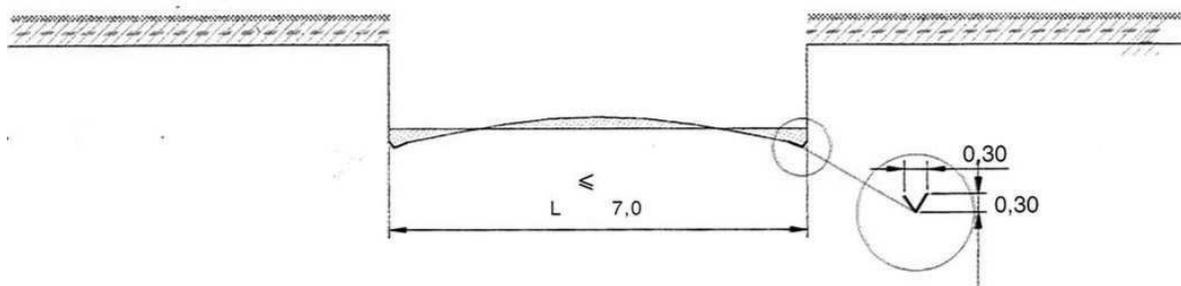


Figura 18 - Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de drenagem

Fonte: Moraes *et al*, 2004

- Bueiros tubulares de Concreto: instalados transversamente a pista, permitindo a passagem de água sob a pista (Figura 19).

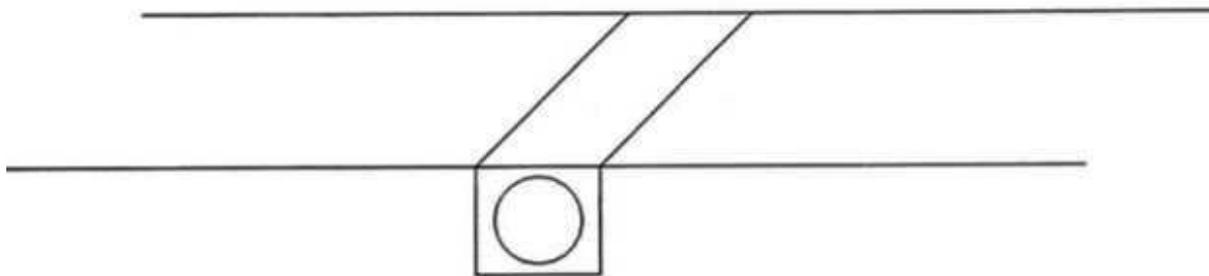


Figura 19 Projeto de Adequação de estradas rurais de Toledo, Paraná – fase de drenagem
Fonte: Moraes et al, 2004

2.4.2 Diretrizes de Projeto para Pavimentação Rural

O projeto de pavimentação rural em parceira no município de Toledo é bem desenvolvido, sendo um dos pioneiros no Estado. Porém, tem-se observado que os projetos executados tendem a variar em função do governante eleito para gerir o município.

No início da implementação do programa, no ano de 2005, executava-se a largura de faixa de tráfego com 3,5 metros de largura e 3 cm de capa de revestimento asfáltico, visando-se executar uma extensão maior de asfalto rural. No mandato seguinte, na troca de prefeitos, passou-se a executar largura de faixa de tráfego com 6 metros e 3 cm de revestimento. Atualmente, com mudança de prefeitos, passou-se a executar a pavimentação rural novamente com largura de faixa de tráfego de 3,5 metros e capa de 3 cm de espessura (Figura 20), além de contar com:

- Aproximadamente 1,25 metros de reperfilamento nas laterais da pista e 1,5 cm de espessura, utilizando-se de Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) sendo este uma mistura asfáltica usinada a quente composta por agregados minerais graduados e material asfáltico;
- Imprimação que consiste na aplicação de material asfáltico sobre a superfície da base concluída, antes da execução do revestimento asfáltico, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilização e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado (DNIT, 2014), sendo utilizado CM-30;
- Pintura de ligação: consistindo na aplicação de ligante betuminoso sobre superfície de base ou revestimento betuminoso anterior à execução de uma

camada betuminosa qualquer, objetivando promover condições de aderência entre as mesmas. (DNIT, 2012), sendo utilizada emulsão asfáltica catiônica do tipo RR-1C;

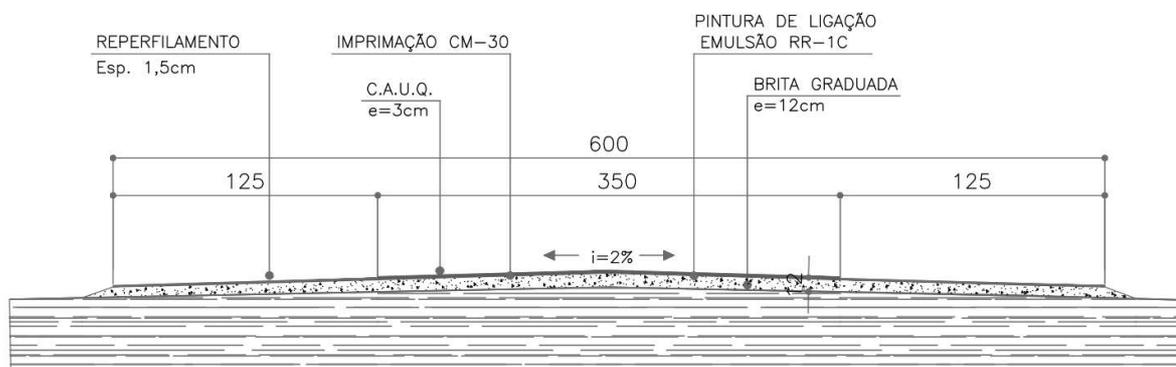


Figura 20 – Projeto base de pavimentação rural
Fonte: Acervo EMDUR, 2010

Os procedimentos executivos do método de avaliação e diagnóstico são descritos com mais detalhes na metodologia desse trabalho.

2.5 Patologias encontradas em estradas rurais não pavimentadas

2.5.1 Seção transversal imprópria

Para que as águas superficiais precipitadas sobre uma rodovia não pavimentada sejam conduzidas para fora do corpo da plataforma, a mesma deve possuir seção transversal com declividade suficiente, desse modo, as sessões transversais devem apresentar, com exceção dos trechos em curva, o centro da pista em cota superior as bordas (BAESSO E GONÇALVES, 2003). Essa declividade transversal também é conhecida como abaulamento da pista.

A classificação do nível de comprometimento da rodovia configura-se de acordo com a severidade (Figura 21):

- Nível B (Baixo) – (i) baixa quantidade de poças de água ou (ii) indicação de que elas tenham ocorrido na superfície da rodovia na forma de observação de áreas úmidas, ou o caso mais extremo, (iii) a rodovia não apresenta nenhuma declividade transversal;
- Nível M (Médio) – (i) Quantidade moderada de poças de água ou (ii)

indicação de que elas tenham ocorrido na superfície da rodovia, ou (iii) a seção transversal da rodovia apresenta forma parabólica;

- Nível A (Alto) – (i) alta quantidade de poças ou (ii) indicação de que elas tenham ocorrido na superfície da rodovia; ou (iii) a rodovia contém severas depressões na pista.

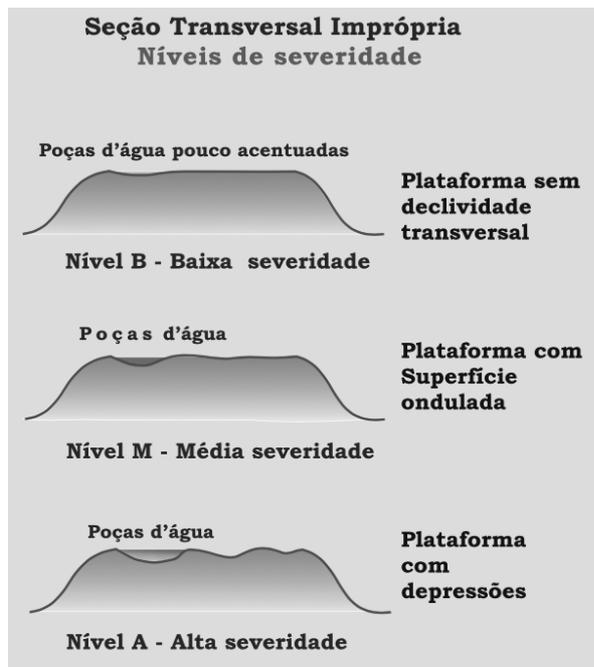


Figura 21 – Representação do nível de severidade de seção transversal imprópria
Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

Mede-se o defeito por metro linear por unidade simples ao longo do eixo da rodovia, muitas vezes podem ser observados diferentes níveis de severidade em uma mesma unidade simples.

2.5.2 Drenagem inadequada

Depósitos de água em setores da plataforma podem ser o resultado de sistemas de drenagem ruim, passam a ser um problema quando a drenagem superficial e os bueiros não possuem condições de conduzir as águas que contribuem para a plataforma ou a transpõem (BAESSO E GONÇALVES, 2003). Sendo classificadas de acordo com os seguintes níveis de severidade:

- Nível B (Baixo) – (i) baixas quantidades de poças de água ou (ii) evidências quanto à sua ocorrência nos dispositivos de drenagem, (iii) vegetação, detritos ou fragmentos de pedras depositados sobre os dispositivos de

drenagem;

- Nível M (Médio) – (i) moderada quantidade de poças de água ou (ii) evidências quanto à sua ocorrência nos dispositivos de drenagem, (iii) vegetação, detritos ou fragmentos de pedras depositados sobre os dispositivos de drenagem e, (iv) erosões nos dispositivos de drenagem;
- Nível A (Alto) – (i) alta quantidade de poças de água ou (ii) evidências quanto à sua ocorrência nos dispositivos de drenagem, (iii) vegetação, detritos ou fragmentos de pedras depositados sobre os dispositivos de drenagem e, (iv) erosões nos dispositivos de drenagem, (v) água fluindo superficialmente à pista ou se infiltrando na plataforma.

Os Problemas com drenagem são medidos em metros lineares (m) paralelamente ao eixo da pista da rodovia, podendo ter até o dobro do comprimento da unidade simples. A Figura 22 faz a representação gráfica dos níveis de severidade verificados para a drenagem inadequada.

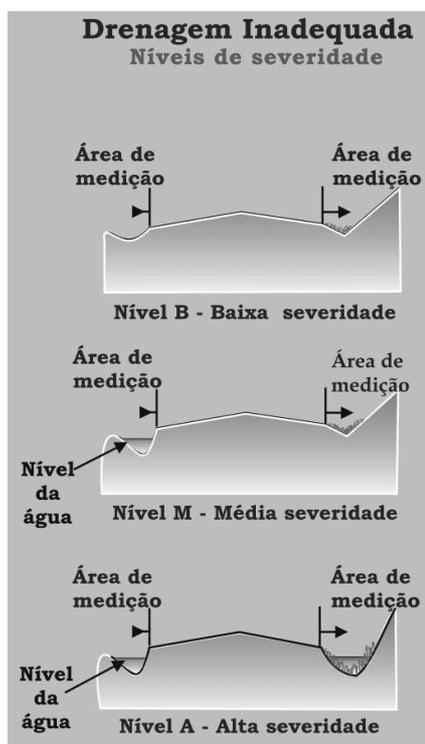


Figura 22 – Representação do nível de severidade da drenagem inadequada
Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

2.5.3 Corrugações

A presença de depressões transversais a pista ocorrendo em distâncias

regulares podem ser classificados como corrugações. Tais depressões formam ondulações que causam desconforto ao usuário, e são originadas normalmente da ação do tráfego e precipitações pluviométricas (BAESSO E GONÇALVES, 2003). Os níveis de severidade são (Figura 23):

- Nível B (Baixo) - As depressões oriundas das corrugações tem altura menor que 3 cm;
- Nível M (Médio) - As depressões oriundas das corrugações tem altura entre 3 e 8 cm;
- Nível A (Alto) - As depressões oriundas das corrugações tem altura maior que 8 cm.

Tais defeitos são medidos em metros quadrados (m^2) para uma dada unidade simples, não podendo exceder à área da unidade simples.

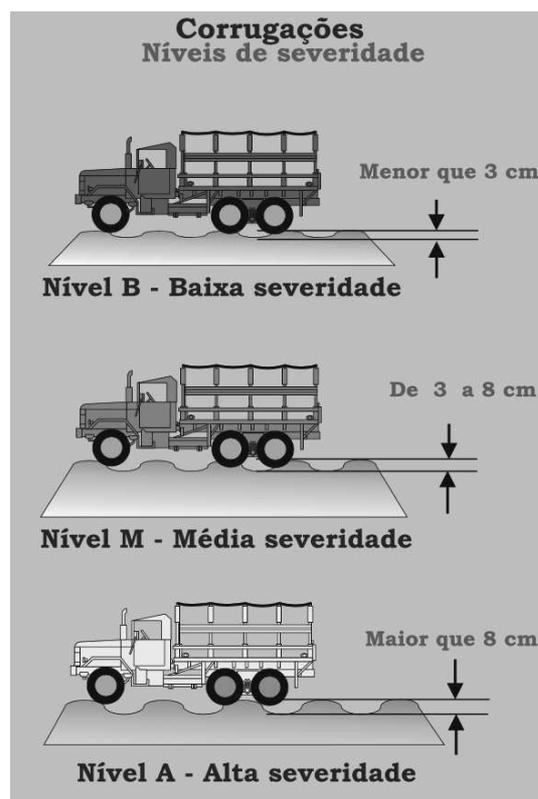


Figura 23 – Representação do nível de severidade das corrugações
Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

2.5.4 Excesso de Poeira

O tráfego de veículos pode ocasionar a perda de partículas finas que

compõem a mistura de materiais da superfície de rolamento, ocasionando o excesso de poeira gerando perigo aos usuários da estrada além de significativos problemas ambientais. A severidade deste defeito pode ser classificada da seguinte forma (BAESSO E GONÇALVES, 2003):

- Nível B (Baixo) - tráfego produzindo poeira em níveis tais que não prejudiquem a visibilidade dos usuários;
- Nível M (Médio) - tráfego produzindo moderada nuvem de poeira, provocando obstrução parcial da visibilidade ao usuário, diminuindo sensivelmente a velocidade de operação da rodovia;
- Nível A (Alto) - tráfego produzindo uma grande nuvem de poeira e causando obstrução severa de visibilidade com tráfego lento ou parado.

Deve-se transitar com veículo a uma velocidade situada na faixa de 40 a 50 Km/h a fim de se verificar os níveis de severidade (Figura 24). Para essa análise optou-se por filmar o veículo em movimento na velocidade indicada, com uma mira topografia telescópica de 5 metros posicionada na lateral da pista.

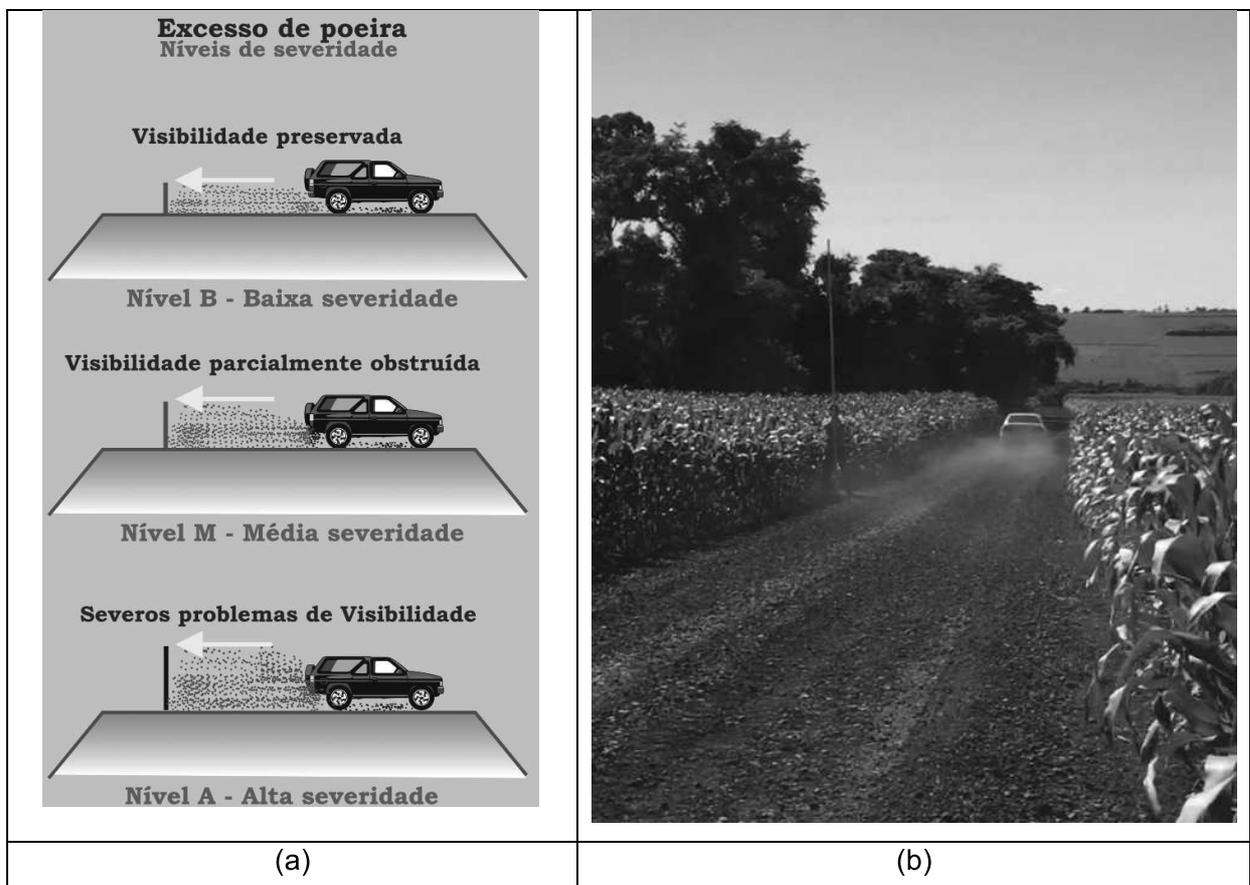


Figura 24 – (a) Representação do nível de severidade do excesso de poeira. (b) Medição em campo.

Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

2.5.5 Buracos

Buracos são depressões na superfície da rodovia e são normalmente menores que 1 metro de diâmetro. Com a ação das águas provenientes da chuva, tendem a crescer rapidamente e ocasionam a desintegração da pista pela perda dos materiais constituintes da superfície (BAESSO E GONÇALVES, 2003).

Os níveis de severidade são baseados nas dimensões dos buracos e medidos pela quantidade de defeitos em baixa, média ou alta severidade por unidade simples, Quadro 2.

Altura máxima (h)	Diâmetro médio do buraco (m)			
	$\leq 0,30$	$30 < d \leq 60$	$60 < d \leq 90$	>90
$1\text{cm} \leq h < 5\text{cm}$	B	B	M	M
$5\text{cm} \leq h < 10\text{cm}$	B	M	A	A
$h \geq 10\text{cm}$	M	A	A	A

Sendo: B= baixa; M= média; A=alta.

Quadro 2 – Classificação da severidade de acordo com a dimensão do buraco

Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

A Figura 25 faz a representação gráfica dos níveis de severidade existentes para os buracos.

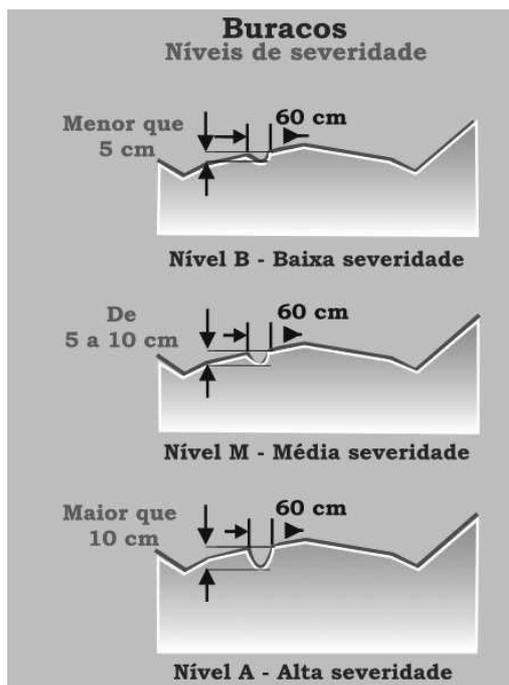


Figura 25 – Representação do nível de severidade dos buracos

Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

2.5.6 Trilha de roda

Quando se formam depressões paralelas ao eixo, ocasionadas pela ação combinada do tráfego repetitivo em conjunto a deficiências de compactação ou fragilidade quanto à capacidade de suporte dos materiais da superfície de rolamento ou de camadas subjacentes, tal defeito pode ser caracterizado como trilhas de roda e sua classificação quanto ao nível de severidade pode ser, Figura 26 (BAESSO E GONÇALVES, 2003):

- Nível B (Baixo) - trilha de roda com altura menor que 3 cm;
- Nível M (Médio) - trilha de roda com altura entre 3 cm e 8 cm;
- Nível A (Alto) - trilha de roda com altura superior a 8 cm.

A análise desse defeito é medida em m² de área em uma dada unidade simples.

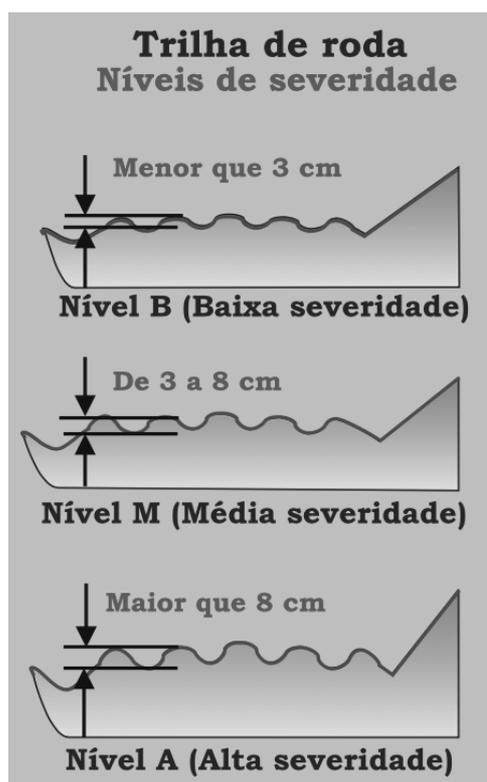


Figura 26 – Representação do nível de severidade das trilhas de roda
Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

2.5.7 Perda de agregados

A perda de agregados da superfície de rolamento pode ser ocasionada pela

ação do tráfego intenso e continuado em rodovias não pavimentadas. Como consequência, as frações desagregadas tendem a se concentrar paralelamente à direção do tráfego formando bermas no centro e ao longo dos bordos da pista, Figura 27 (BAESSO E GONÇALVES, 2003). A saber:

- Nível B (Baixo) - pouca perda de agregados na superfície da pista, ou bermas de agregados com altura até 5 cm no acostamento ou nas áreas utilizadas em menor escala pelo tráfego.
- Nível M (Médio) - moderada perda de agregados na superfície da pista, ou bermas de agregados com altura entre 5 cm e 10 cm no acostamento ou nas áreas utilizadas em menor escala pelo tráfego. Uma grande quantidade de partículas finas é usualmente encontrada na superfície da pista.
- Nível A (Alto) - Bermas de agregados com altura maiores que 10 cm no acostamento/faixa lateral ou nas áreas utilizadas em menor escala pelo tráfego.

A perda de agregados é medida em metros lineares paralelamente ao eixo da rodovia em uma unidade simples.

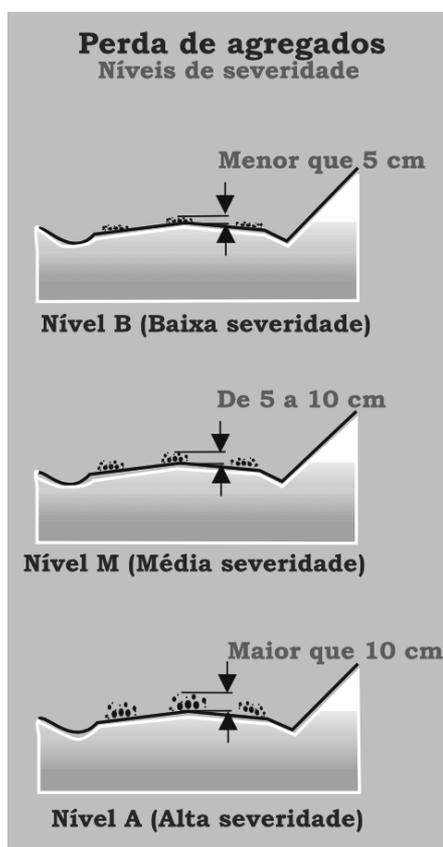


Figura 27 – Representação do nível de severidade da perda de agregados
Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo investigou os métodos nacionais Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada - ICRNP e Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte DNIT para diagnóstico de estrada rural de terra e asfaltada. Os dois métodos utilizados destacam-se pela simplicidade, não exigem equipamentos de alto valor agregado e permitem avaliar a severidade das patologias por meio de índices.

Em paralelo, foram realizadas entrevistas com moradores locais para auxílio no diagnóstico das condições apresentadas pela estrada, levando-se em consideração o tipo de veículo utilizado pelos moradores no escoamento da produção, o tipo de cultivo, a avaliação da qualidade da estrada de acordo com suas opiniões.

O fluxograma apresentado na Figura 28, apresenta as etapas desenvolvidas nesse trabalho, demonstrando o caminho executado para obtenção dos objetivos propostos.

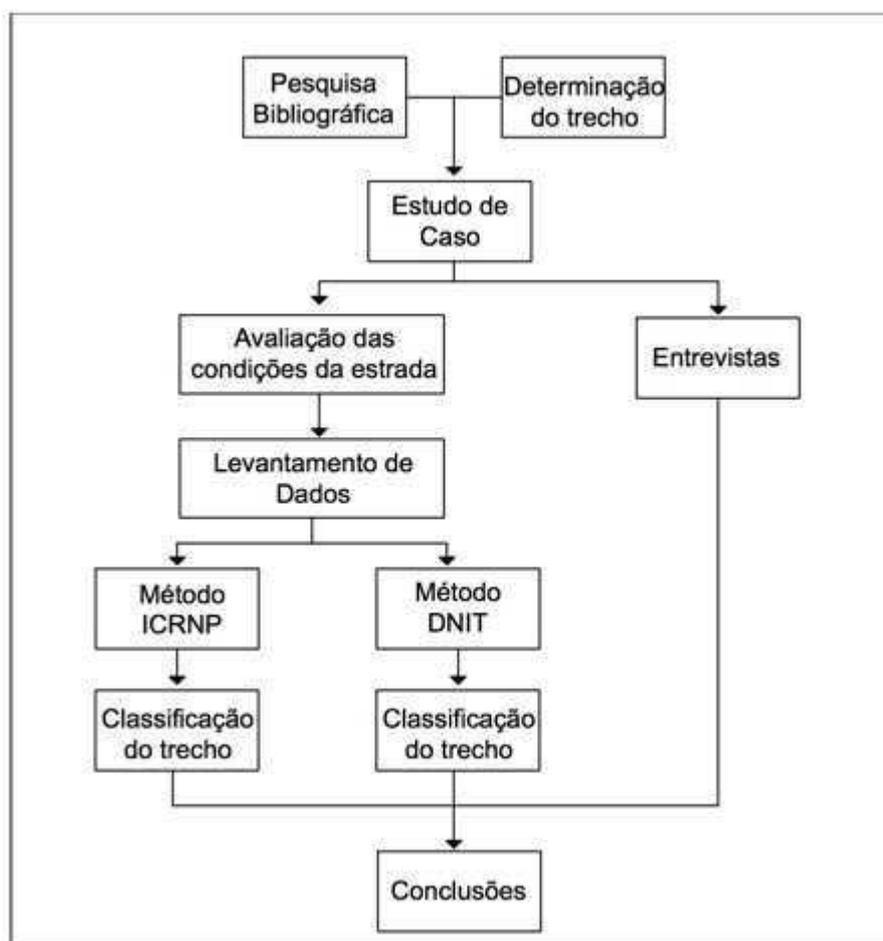


Figura 28 – Fluxograma de etapas da pesquisa

Pode-se observar que a pesquisa se iniciou com a busca do referencial teórico, sendo o procedimento desenvolvido para readequação de estradas não pavimentadas no município, bem como os projetos e legislações existentes para estradas rurais pavimentadas.

Em seguida, partiu-se para a busca por metodologias de análise das estradas rurais no Brasil, sendo elas pavimentadas ou não. Optou-se, portanto, por selecionar um trecho que compreendesse ambas as técnicas desenvolvidas na região de Toledo. A partir de então realizados todos os levantamentos de campo buscando a coleta do máximo de informações relevantes para o estudo.

A seguir são descritos os procedimentos da avaliação da estrada não pavimentada pelo método ICRNP, os procedimentos executados para avaliação do trecho pavimento, e para entrevista com os moradores locais e de todos os levantamentos de dados para o estudo de caso em questão.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Segundo Fachin (2001), pode-se classificar a pesquisa como quantitativa e qualitativa, pois segundo o autor a pesquisa quantitativa é uma forma de atribuir números a propriedades, objetos, acontecimentos, materiais, com o intuito de se proporcionar informações úteis. Já quando se trata da pesquisa qualitativa, esta é caracterizada pelos seus aspectos não somente mensuráveis, mas também descritivos. Então, devido ao fato de se analisar neste trabalho dados estatísticos, o levantamento de dados estatísticos, levantamento de dados da região e correlação deles com os problemas encontrados, caracteriza-se esta pesquisa como quantitativa-qualitativa.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

A seleção do trecho em estudo foi feita seguindo recomendações do analista de meio ambiente da prefeitura João Laudelino Bonetti, sendo responsável pela manutenção e recuperação de estradas rurais de Toledo, estando no atual cargo a 12 anos, e por funcionários da EMDUR. Essa linha destaca-se pela distinção de dois tipos de cobrimento superficial ao longo da estrada. A saber:

- Estrada de terra;
- Estrada asfaltada.

O trecho possui cerca de 3,9 km, sendo 1,5 km de estradas asfaltadas, onde existem 10 propriedades rurais e mais 2,4km de estradas não pavimentadas, com a existência de mais 6 propriedades.

O trecho não pavimentado foi readequado seguindo as diretrizes de projeto estipuladas por Moraes *et al.* (2004) a aproximadamente 10 anos, e a última manutenção ocorreu no início de 2016, possuindo 6 metros de faixa de tráfego e 7 metros de área de domínio, com seu início nas coordenadas S 24°33'47,19" e W 53°48'05,06" e fim em S 24°32'51,44" e W 53°48'21,32".

O trecho pavimentado foi executado em 2012 e desde então não passou por processo de manutenção, possui cerca de 3,5 metros de largura de faixa de tráfego e 3 cm de capa asfáltica. Neste trecho foi realizado a regularização do subleito natural, compactando-o em 100% do Proctor Normal, posteriormente tem-se uma camada de 12 cm de brita graduada e por fim uma capa de 3 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), com seu início em S 24°34'31,73" e W 53°47'52,45" e fim em S 24°33'47,19" e W 53°48'05,06". As Figuras 29 e 30 apresenta a localização da linha Peabiru I.

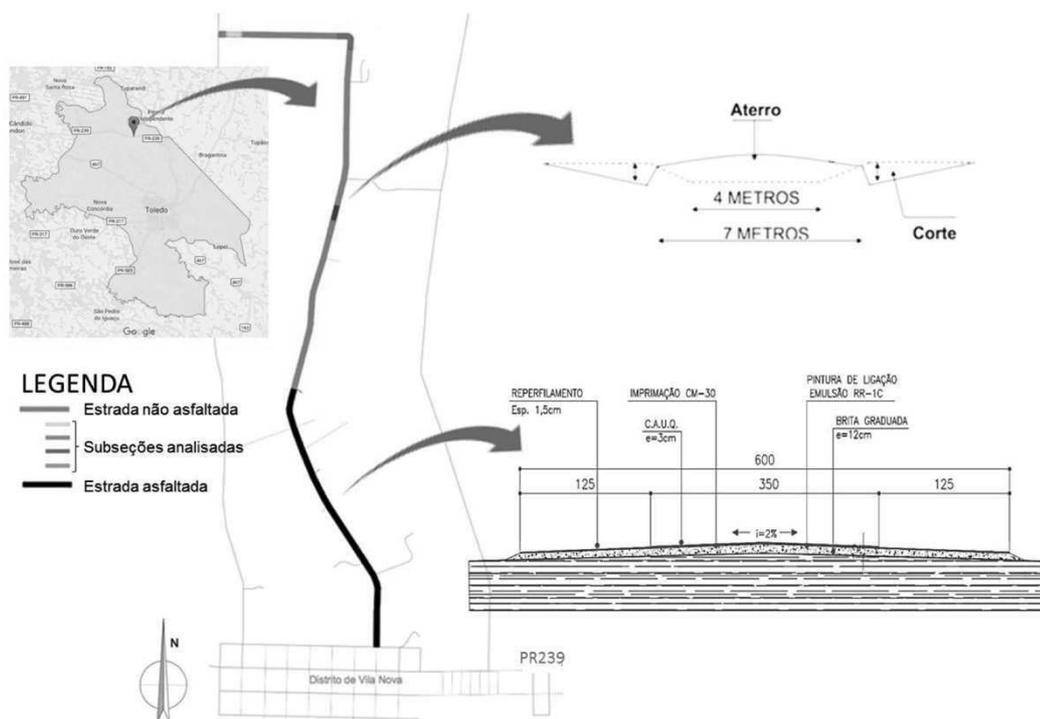


Figura 29 – Localização da linha Peabiru I, com detalhe para seções de projeto dos trechos asfaltado e não asfaltado.

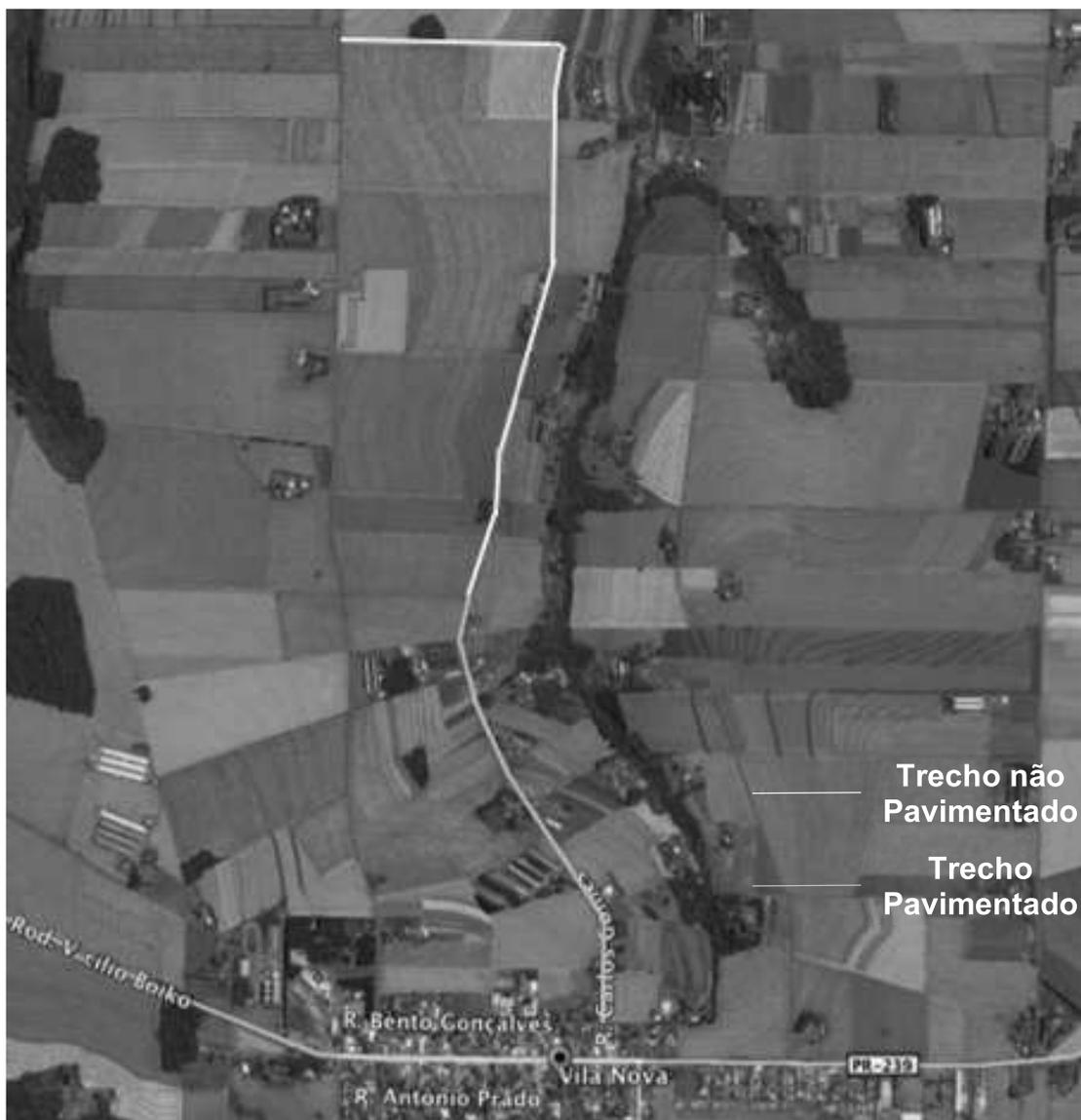


Figura 30 – Localização do trecho em estudo
Fonte: Google Earth, 2016

3.3 MÉTODO DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DA RODOVIA NÃO PAVIMENTADA (ICRNP)

Para diagnóstico do trecho de estrada de terra foram adotadas as recomendações do sistema de avaliação e gerenciamento de rede viária apresentado por Baesso e Gonçalves (2003). Nesse método, os autores denominam estradas de terra como não pavimentada. Para isso, deve-se entender pavimento como o tipo de recobrimento acima da base.

3.3.1 Determinação da Unidade Simples

A Unidade Simples (US) refere-se ao menor segmento para inspeção de campo, no qual serão identificados e quali-quantificados os tipos de patologias. Para rodovias não pavimentadas, o tamanho da unidade simples pode variar de 150 m² a 350 m². Como regra geral recomenda-se que tais parâmetros se situem em torno de 250 m² ou o equivalente a 50 m de pista para extensão de uma unidade simples.

Em geral, são necessárias somente 2 unidades simples a cada 2 Km de pista, o que constitui uma Seção. Como o trecho possuía 2,4 km, foram efetuadas 4 Unidade Simples.

3.3.2 Determinação do Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada (ICRNP)

O Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada (ICRNP) é determinado pela medição dos defeitos de superfície da rodovia, o mesmo baseia-se em valores dedutíveis, em uma escala de 0 (zero) a 100 (cem), na qual a escala 0 (zero) significa que o defeito não tem impacto na condição da rodovia e a escala 100 (cem) significa que a rodovia está completamente comprometida com o defeito (Figura 31) obtendo-se dados a partir da análise dos defeitos relativos a: seção transversal imprópria, drenagem inadequada, corrugações, excesso de poeira, buracos, trilhas de rodas e perda de agregados.

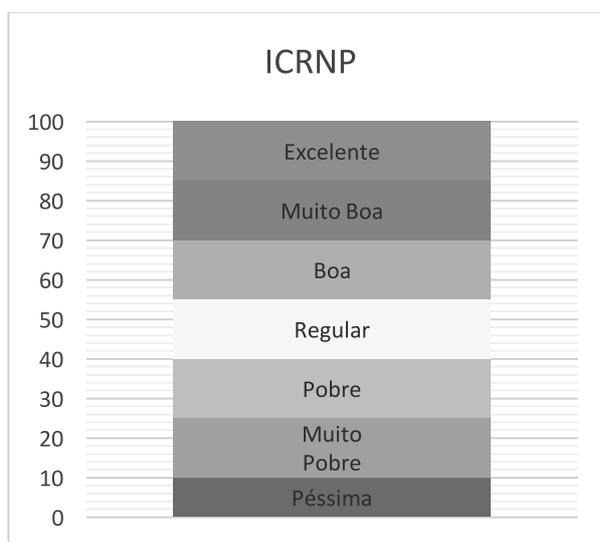


Figura 31 – Classificação do Índice de Condição da Rodovia não Pavimentada
Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

3.3.3 Procedimento de Cálculo

A partir da identificação dos defeitos existentes na seção, realizou-se a coleta de dados, calculando a densidade para cada tipo de defeito através da Equação 1, com exceção para o defeito tipo excesso de poeira, que possui valor dedutível fixo de acordo com a sua intensidade.

A quantidade de defeitos foi levantada com o auxílio planilha de análise disponível no ANEXO 2, utilizando o os parâmetros de medição estipulados anteriormente.

$$Densidade = \frac{Quantidade\ de\ Defeitos * K * 100}{Área\ de\ Unidade\ simples} \quad (1)$$

O valor K é um coeficiente para correção de unidades métricas, cujo valor para cada tipo de defeito está apresentado no Quadro 3.

Tipo de Defeito	Valor de k
Seção Transversal Imprópria	3,281
Drenagem Inadequada	3,281
Corrugações	1,000
Buracos	10,764
Trilhas de Rodas	1,000
Perda de Agregados	3,281

Quadro 3 – Coeficiente para correção de unidades métricas de acordo com o tipo de defeito
Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

Utilizando-se das curvas de dedução de valores, procura-se os valores dedutíveis para cada tipo de defeito e nível de severidade. Os ábacos para cada um dos defeitos tipo analisado são apresentados nas Figuras 32 a 37.

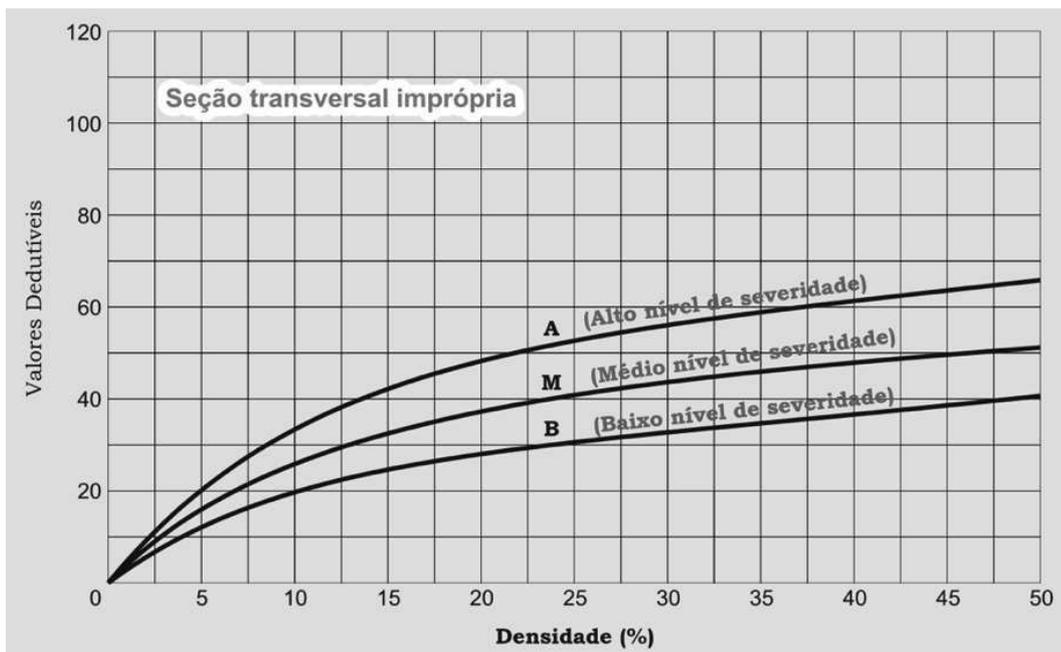


Figura 32 – Valores dedutíveis para seção transversal imprópria
 Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

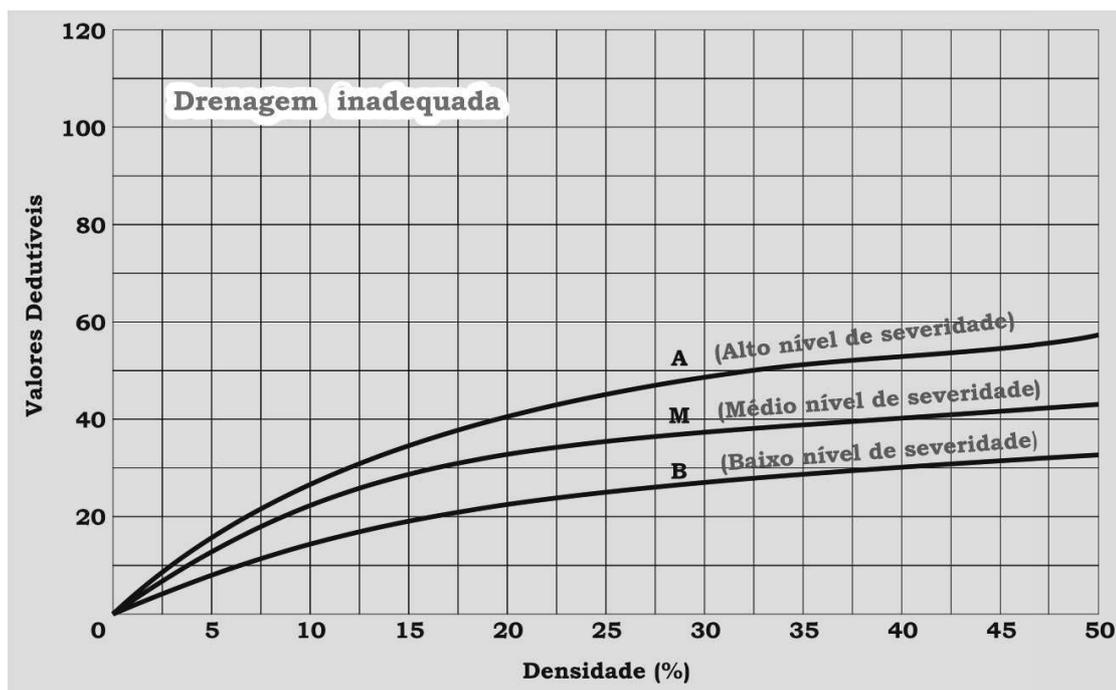


Figura 33 – Valores dedutíveis para drenagem inadequada
 Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

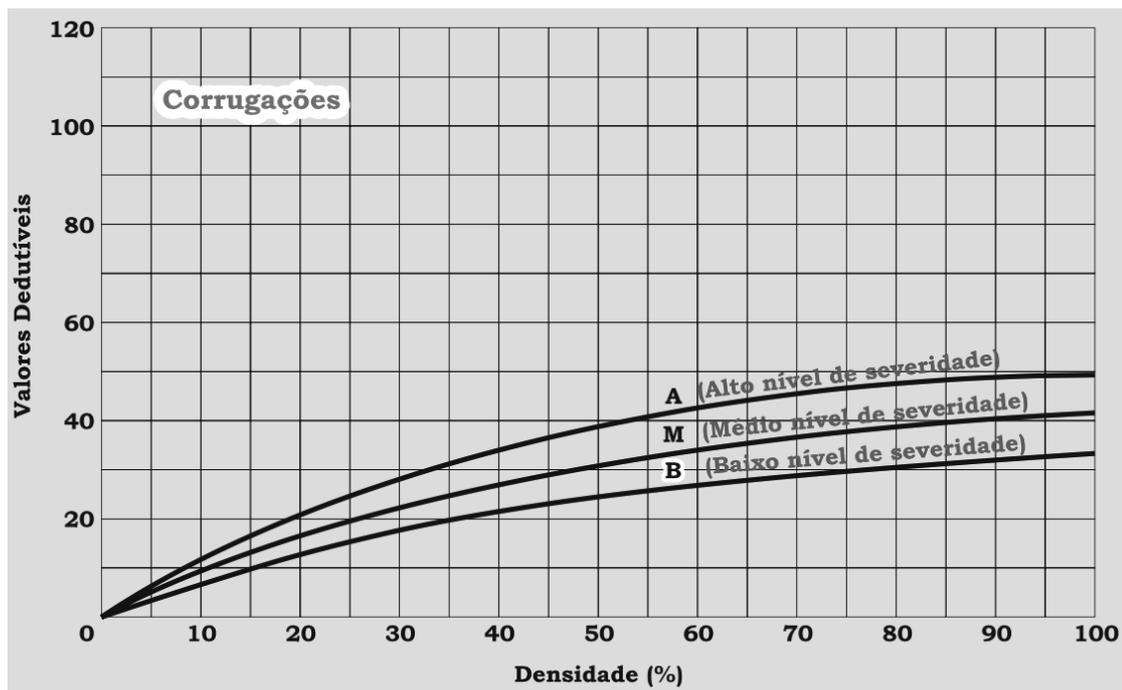


Figura 34 – Valores dedutíveis para corrugações
 Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

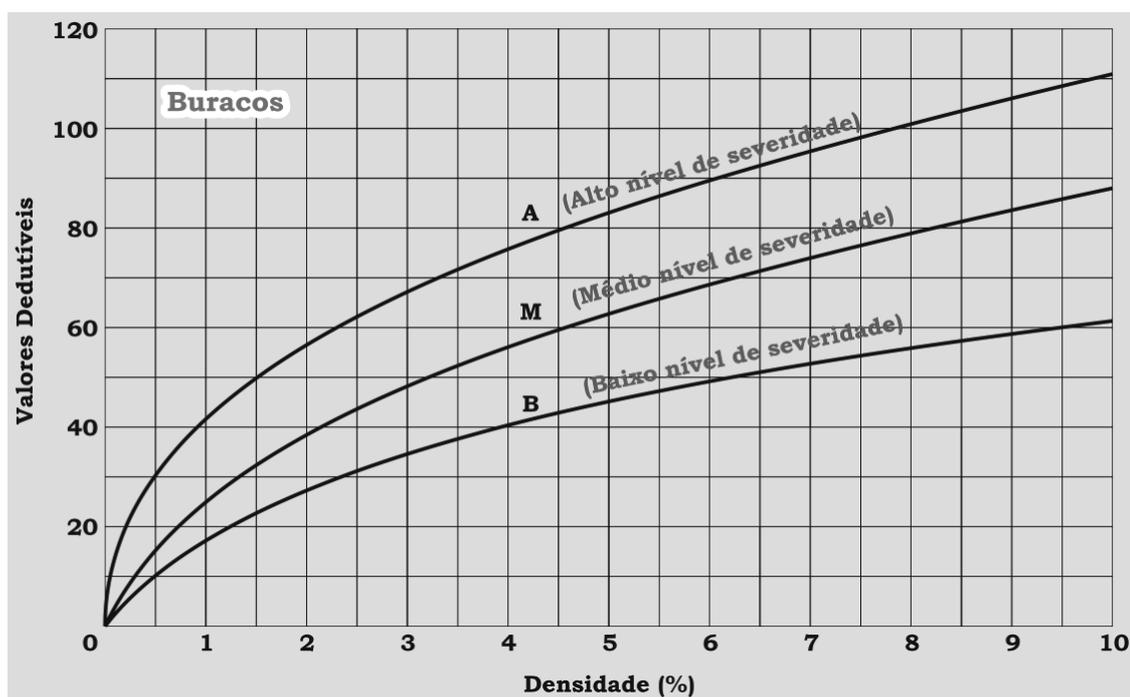


Figura 35 – Valores dedutíveis para Buracos
 Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

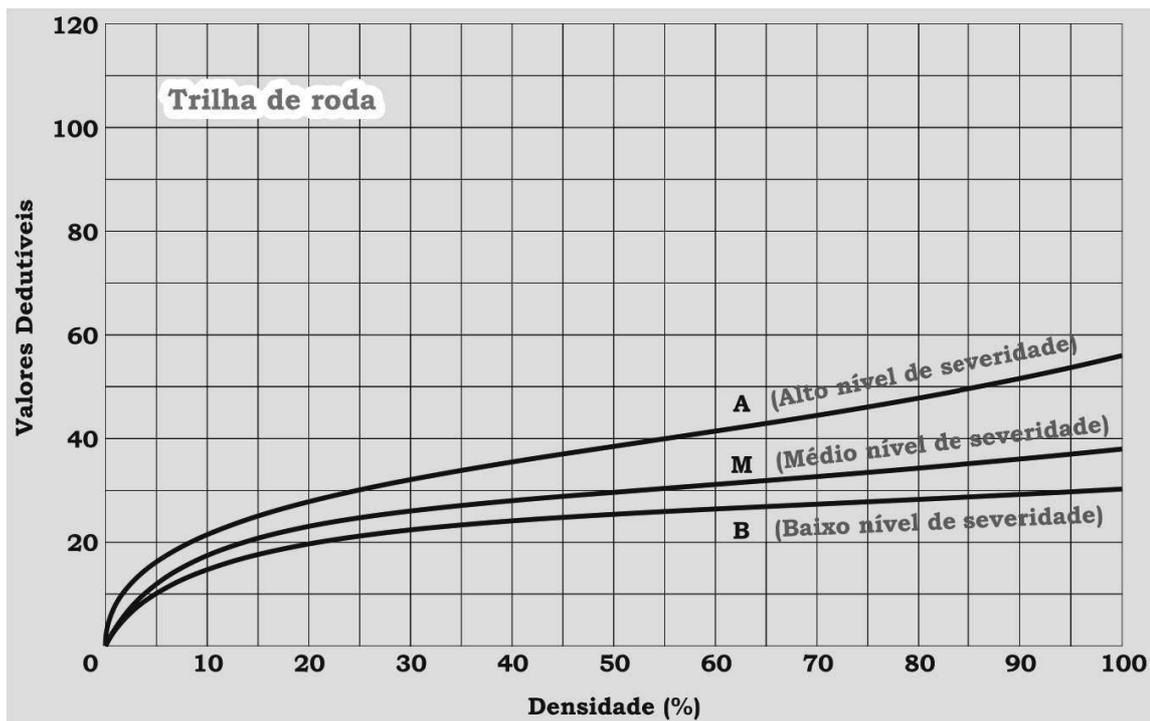


Figura 36 – Valores dedutíveis para trilhas de roda

Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

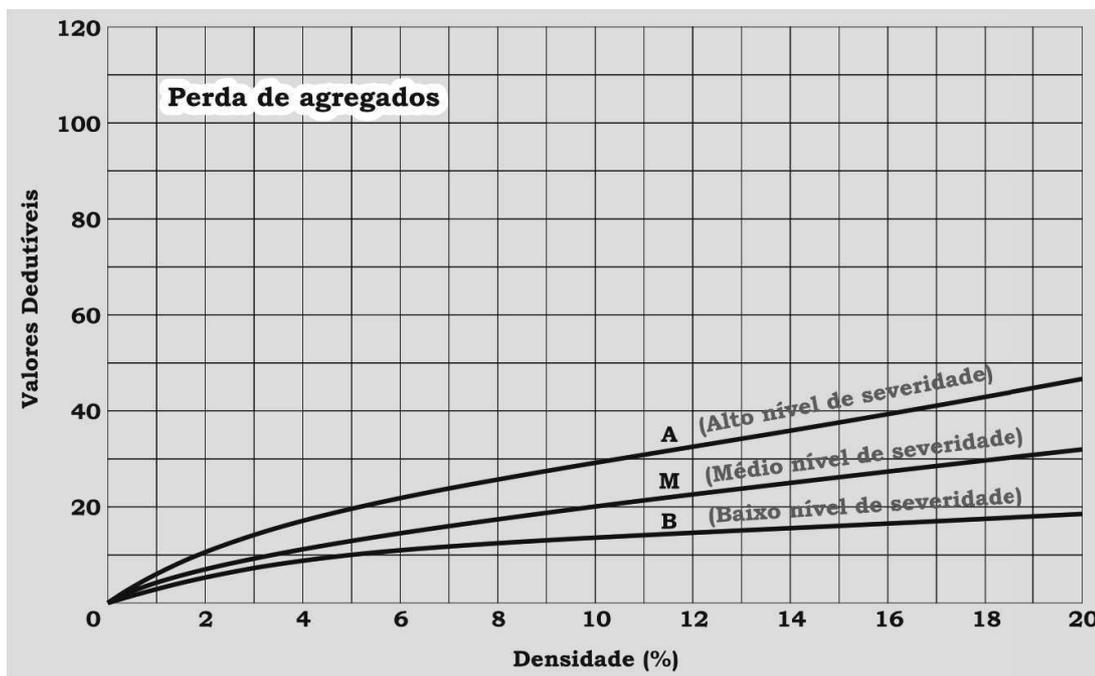


Figura 37 – Valores dedutíveis para perda de agregados

Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

O Valor Dedutível Total (VDT) é a soma de todos valores dedutíveis obtidos para dada um dos defeitos verificados (Equação 2), enquanto que “q” é o número de valores individuais de Valores Dedutíveis apresentando valor maior que 5.

$$VDT = \sum \text{Valores dedutíveis} \quad (2)$$

Obtenção do Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada (ICRNP) se da pela utilização do ábaco, relacionando os valores dedutíveis totais e o número de valores dedutíveis maior ou igual a 5, Figura 38.

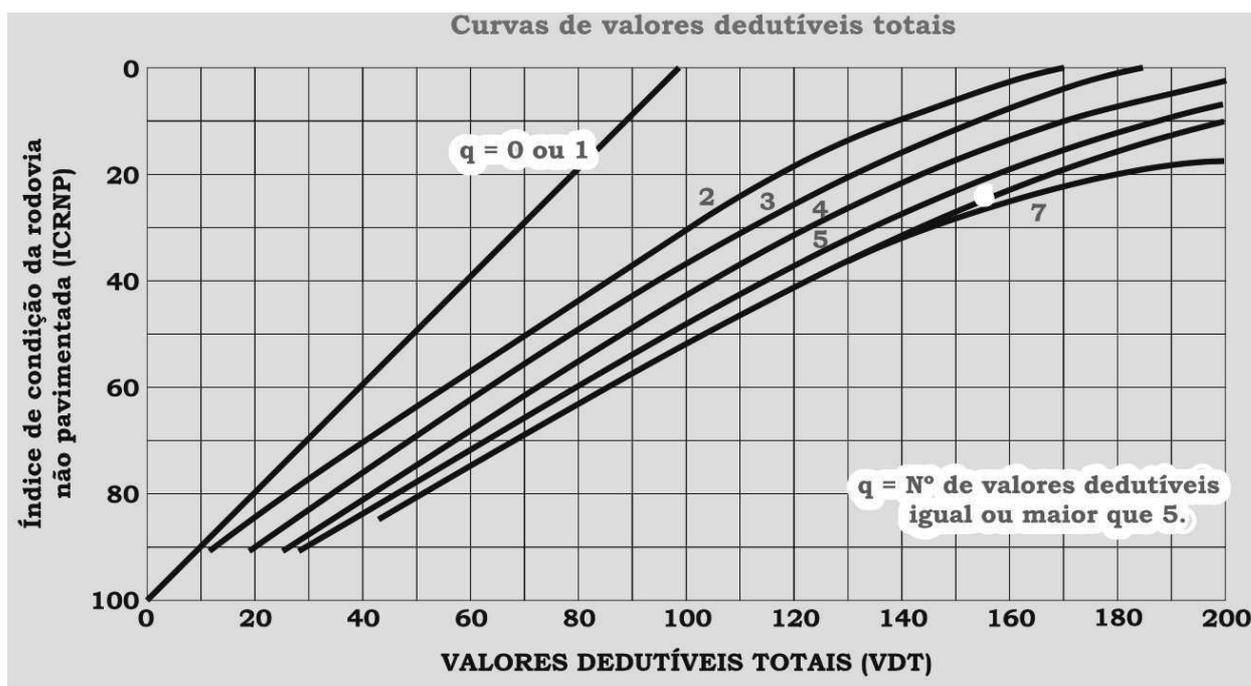


Figura 38 – Índice de condição da rodovia em função dos valores dedutíveis totais
Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

As tabelas utilizadas para coleta e análise dos dados podem ser encontradas no ANEXO 2.

3.4 ANÁLISE DO TRECHO ASFALTADO

A metodologia adotada para a avaliação das condições das estradas pavimentadas seguiu as recomendações das normas apresentada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT), normas DNIT 006/2003 – Procedimento (DNIT,2003) e DNIT 005/2003 – Terminologia (DNIT,2003), que fixa condições exigíveis para a avaliação objetiva da superfície de pavimentos rodoviários, dos tipos flexíveis e semi-rígidos, mediante a contagem e classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações permanentes nas trilhas de roda. No caso em estudo, trata-se de pavimento flexível.

3.4.1 Superfície de avaliação

A superfície de avaliação seguiu o modo recomendado para pista de rolamento simples, sendo realizada a cada 40 metros no sentido Sul-Norte.

A medição quando se tem dois sentidos de tráfego e duas faixas bem delimitadas deve ser realizada a cada 20 metros, alternando-se as faixas sob análise, porém no caso em estudo, a faixa de tráfego existente possui cerca de 4 metros, não sendo possível a divisão em dois sentidos de tráfego. Considerou-se que o trecho possui faixa única de tráfego.

Analisou-se a superfície delimitada pelas bordas da faixa de tráfego realizando verificações na área delimitada por duas seções transversais, situadas, respectivamente, a 3,00 m antes e 3,00 m após a estação considerada.

3.4.2 Terminologia

A terminologia apresentada para cada tipo de defeito a ser verificado na seção de estudo pela norma do DNIT 005/2003 – TER, pode ser verificada no Quadro 4.

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solocimento) 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						
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP			
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP			
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC			
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC			
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base							O
Escorregamento - (do revestimento betuminoso)							E
Exsudação - do ligante betuminoso no revestimento							EX
Desgaste - acentuado na superfície do revestimento							D
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores							P
Remendos			Remendo Superficial				RS
			Remendo Profundo				RP

Quadro 4 – Terminologia De Classificação Dos Defeitos Tipo

Fonte: DNIT, 2003

Sendo considerado ainda a classe das trincas isoladas:

- FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0 mm;
- FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0 mm e sem erosão nas bordas;
- FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0 mm e com erosão nas bordas.

Já as trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas, respectivamente.

As mesmas terminologias são apresentadas no ANEXO 3.

3.4.3 Coleta de dados

Utilizou-se do ANEXO 4 para a coleta de dados referente a frequência dos problemas observados e deflexões dos trilhos de roda, além das dimensões existentes de faixa de domínio, largura do acostamento e largura da faixa de tráfego.

3.4.4 Cálculos

3.4.4.1 Frequências absolutas e relativas

A frequência absoluta (f_a) corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada no trecho em estudo. E enquanto a frequência relativa (f_r) é obtida pela Equação 3, cujo letra n representa o numero de estações inventariadas:

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n} \quad (3)$$

3.4.4.2 Índice de gravidade individual (IGI)

Em cada uma das ocorrências inventariadas calcula-se o Índice de Gravidade Individual (IGI) pela Equação 4:

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

Sendo:

f_r - frequência relativa;

f_p - fator de ponderação, obtido de acordo com o Quadro 5.

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia"	Fator de Ponderação (f_p)
1	Fissuras e Trincas isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE)	0,8
	NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (f_r) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	
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

Quadro 5 – Fator de ponderação de acordo com o defeito analisado

Fonte: DNIT, 2003

Preenche-se, a partir de então, a tabela de cálculo, apresentada no Quadro 6, para determinação dos índices IGI e IGG.

Para a média aritmética das médias das flechas e para a média aritmética das variâncias das flechas, o fator de ponderação 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 Índice de Gravidade Individual 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 (um); quando superior a 50 (cinquenta), o Índice de Gravidade Individual é igual a 50 (cinquenta).

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)							
RODOVIA:		REVESTIMENTO TIPO:				Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR						
2	(FC - 2) J, TB						
3	(FC - 3) JE, TBE						
4	ALP, ATP, ALC, ATC		X				
5	O, P, E		X				
6	EX		X				
7	D		X				
8	R		X				
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1 A () 1 B ()		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv =	TRlv =	FV =	2 A () 2 B ()		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n				Σ IND. GRAVID. IND. = IGG	
F = média das médias das flechas		1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30		2A) IGI = FV quando FV ≤ 50		(valor)	(Classificação)
FV = médias das variâncias das flechas		1B) IGI = 40 quando F > 30		2B) IGI = 50 quando FV > 50			

Quadro 6 - Tabela de calculo do IGG

Fonte: DNIT, 2003

3.4.4.3 Índice de gravidade global (IGG)

O Índice de Gravidade Global (IGG) é obtido por meio do somatório dos índices de gravidades individuais para cada tipo de defeito verificado, Equação 5:

$$IGG = \sum IGI \quad (5)$$

3.4.4.4 Conceito de degradação do pavimento

A degradação do pavimento pode ser verificada de acordo com o índice de gravidade geral obtido para o trecho analisado, Quadro 7.

Conceito	Limites
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG > 160$

Quadro 7 – Classificação da degradação do pavimento de acordo com o IGG obtido
Fonte: DNIT, 2003.

Portanto, a partir dos parâmetros de análise e cálculo determinou-se a condição de qualidade da estrada em estudo.

3.5 PESQUISA QUALITATIVA COM MORADORES LOCAIS

Realizou-se uma pesquisa qualitativa com os moradores locais, aos arredores da Linha Peabiru I, por meio de entrevista, com o intuito de se caracterizar e analisar os moradores para entender a origem dos defeitos apresentados pelo trecho pavimentado e de terra.

Propôs-se perguntas para a análise do tipo de transporte utilizado pelos moradores locais, atividade desenvolvida na propriedade e a quantidade produzida, tipo de veículo utilizado para transporte da produção local e locomoção, além da análise da qualidade da estrada segundo a opinião dos moradores, utilizando-se do formulário no APÊNCICE 1.

As pesquisas de qualidade foram feitas em duas manhãs, sendo destinada 1 manhã para a avaliação do trecho não pavimentado e 1 manhã para as verificações de qualidade do trecho pavimentado e entrevistas, sendo esta última realizada com o auxílio de alunos voluntários da UTFPR-TD.

4. ANÁLISES E RESULTADOS

4.1 DIAGNÓSTICO DA LINHA PEABIRU I – TRECHO DE ESTRADA DE TERRA

A análise do trecho de estrada de terra da Linha Peabiru I foi realizada por meio da divisão da mesma em duas seções de 1250 m, cada uma com duas subseções de 50 m (Figura 39). Segundo a metodologia proposta, a escolha das subseções fica a critério do avaliador, devendo-se optar pela escolha de seções de análise que representem toda a seção e os defeitos apresentados por esta.

No geral, o trecho apresenta basicamente as mesmas características, com exceção de alguns pontos com buracos e início de uma pequena erosão, optou-se por selecionar então 1 subseção com as características mais abrangentes da seção (subseção 1), a subseção onde se apresentava o início de processos erosivos (subseção 2), e os trechos que aparentavam apresentar problemas de drenagem e buracos (subseções 3 e 4).

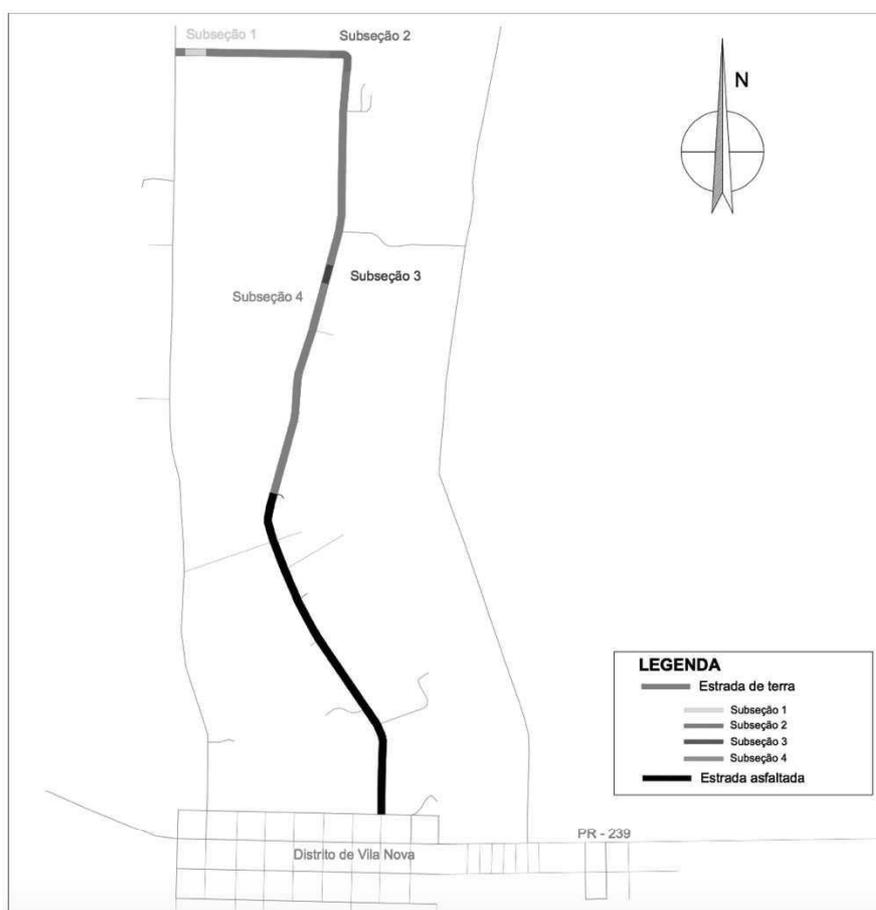


Figura 39 – Seções de Análise

Houve uma precipitação pluviométrica de 14 mm 4 dias antes do ensaio, sendo importante considerar tal fato para análise da presença do acúmulo de água na pista e nos dispositivos de drenagem, porém pode comprometer um pouco na análise do excesso de poeira, visto que as partículas do solo podem permanecer úmida.

4.1.1 Subseção 1

A Subseção 1 possui uma extensão de 50m e largura de 4,7 m, o que caracterizou uma Unidade Simples (US) de 271 m². Nesse trecho foram encontrados os seguintes defeitos: excesso de poeira e trilha de rodas (Figura 40).

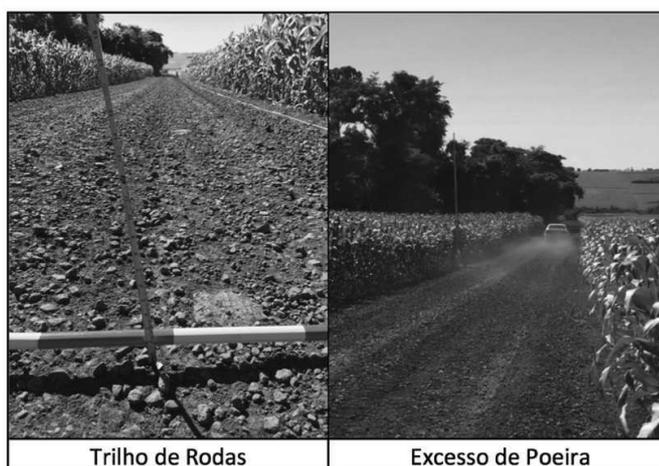


Figura 40 – Defeitos encontrados na Subseção 1, Linha Peabiru I, Toledo-PR

Sobre o excesso de poeira verificou-se que a material fino levantado pelo movimento do carro a velocidade de 45 Km/h, não obstrui a visibilidade e possui altura de até 1 metro, sendo classificando assim como severidade baixa.

Apesar de não haver dispositivos de drenagem bem definidos (valetas), não identificou-se a formação de poças e acúmulo de água na plataforma da pista nem em suas laterais. Não se identificou a presença de erosões, buracos, corrugações, na plataforma da pista ou perda de agregados.

Apesar da ocorrência de pedriscos soltos na pista, não havia a formação de bermas com altura considerável, menor que 1 cm, portanto, não se considerou a presença deste defeito.

Observou-se a ocorrência do trilho de rodas em toda a seção, portanto

utilizou-se de trena e baliza topográfica para a medição, a cada 7 metros, da deformação apresentada, e a profundidade de afundamento possui em média 4,5 cm.

Observou-se variações quanto a sessão transversal de projeto (6 metros) e a existente no local (em média 4,7), o mesmo foi observado para a faixa de domínio livre: 7 metros para projeto e atual de 5,42 metros em média. Tal fato pode ser decorrente da invasão das lavouras, no intuito de se obter maior área de plantação.

Apresenta-se na Tabela 1 o resumo das informações obtidas em campo, bem como a classificação da severidade de cada defeito.

Tabela 1 – Classificação dos defeitos quanto a severidade na Subseção 1

DEFEITO	AVALIAÇÃO	SEVERIDADE
Excesso de poeira	Não obstrui a visibilidade e altura menor que 1 metro	Baixa
Trilho de rodas	Profundidade de afundamento máxima de 4,5cm	Média

Com as severidades classificadas, e com a extensão do defeito sobre a área do trecho, determinou-se a densidade de cada um dos defeitos, bem como o valor de dedução (VD) de cada um com o auxílio dos ábacos do método ICRNP, como mostra a Figura 41. Os valores considerados para cálculo da densidade são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores considerados para o calculo da densidade

DEFEITO	QUANTIDADE	K	DENSIDADE ($D = \frac{Q \cdot K \cdot 100}{us}$)
Trilho de rodas (m ²)	176,20	1	65

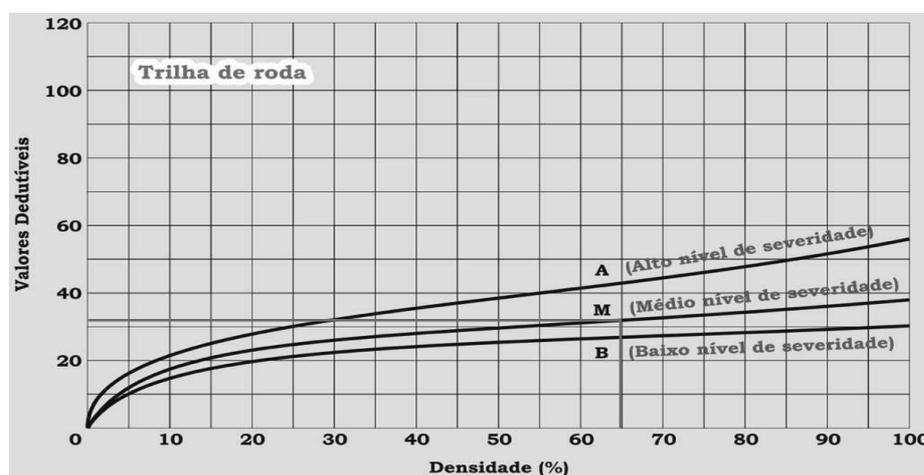


Figura 41 – Determinação dos valores de dedução (VDU) pelos ábacos ICRNP

Em seguida, realizou-se a determinação dos valores totais de dedução a partir do somatório de todos os valores de dedução obtido para cada tipo de defeito, conforme Equação 6.

$$VDT = 2 + 32 = 34 \quad (6)$$

Obteve-se VDT igual a 34, e com o auxílio do ábaco da Figura 42, encontrou-se o índice ICRNP da subseção igual a 65 e, portanto, sua classificação quanto sua qualidade é Boa.

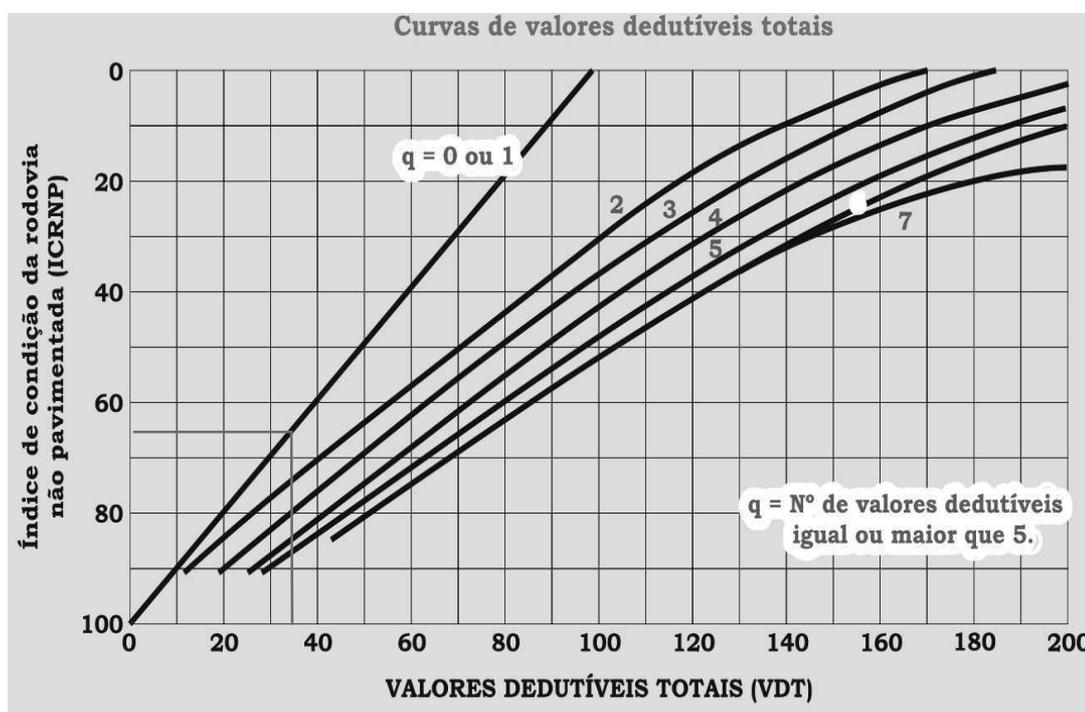


Figura 42 – Determinação do índice ICRNP para a Subseção 1

Por fim, preencheu-se a planilha de avaliação e inspeção e classificou-se a condição da subseção da estrada, como mostra o Quadro 8, sendo apresentado nesta os valores considerados para cada um dos defeitos, bem como o coeficiente de correção de unidades métricas (k), densidade obtida e os valores dedutíveis.

TRECHO 1										
Unidade de sistema simples (US)		271 m ²								
Tipo de defeito	Seção Transversal Imprópria (m)			Drenagem			Corruções (m2)			
Quantidade de defeitos	Poças d'água pouco acentuadas	Poças d'água acentuadas	Poças d'água bem acentuadas	B	M	A	< 3 cm	3 a 8 cm	> 8 cm	
sentido A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sentido B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipo de defeito	Excesso de Poeira	Buracos (unidade)			Trilha de roda (m2)			Perda de Agregados (m)		
Quantidade de defeitos		B	M	A	< 3 cm	3 a 8 cm	> 8 cm	<5cm	5 a 10	>10
sentido A	B	-	-	-	54,2	81,3	-	-	-	-
sentido B		-	-	-	40,65	94,85	-	-	-	-
Total		-	-	-	94,85	176,2	-	-	-	-
Calculo do ICRNP										
Tipo de Defeito	k	Densidade	Severidade	valor dedutível		Observações				
poeira	-	-	B	2						
trilha de rodas	1	65	M	32						
Total do Valor dedutível				34						
Valor de "q"				1						
Valor do ICRNP	65	Classificação		Boa						

Quadro 8 – Planilha de avaliação e inspeção da Subseção 1

4.1.2 Subseção 2

A Subseção 2 possui uma extensão de 50 m e uma área (US) de 326 m², a área da seção neste trecho é superior as demais devido a se tratar de um trecho em curva. Nesse trecho foram encontrados os seguintes defeitos: excesso de poeira, trilha de rodas e drenagem lateral inadequada conforme apresentado na Figura 43 e as severidades de acordo com o caracterizado na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação dos defeitos quanto a severidade na Subseção 2

DEFEITO	AVALIAÇÃO	SEVERIDADE
Excesso de poeira	Não obstrui a visibilidade e altura menor que 1 metro	Baixa
Trilho de rodas	Profundidade de afundamento máxima de 4,5cm	Baixa
Drenagem lateral inadequada	Início da formação de processos erosivos com água fluindo superficialmente à pista ou se infiltrando na plataforma.	Alta

Analisando-se o excesso de poeira verificou-se que a material fino levantado pelo movimento do carro a velocidade de 45Km/h, não obstrui a visibilidade e possui altura de até 1 metro, sendo classificado, portanto, como severidade baixa.

As trilhas de rodas foram causadas pelo tráfego de veículos, apresentando profundidade máxima de até 4,5cm, valor este caracterizado como severidade média, porém a maior parte da seção se encontrava com profundidade de até 3 cm estando classificado, portanto, como baixa severidade na maioria de sua ocorrência.

Não se identificou a presença de buracos, corrugações, formação de poças na plataforma da pista ou perda de agregados. Entretanto, observou-se a ocorrência de início de processos erosivos no eixo da estrada, com profundidade de 8 cm, largura de 40 cm e comprimento de 5 m no sentido A e no sentido B com profundidade de 9 cm, largura de 23 cm e comprimento de 7 m, causadas por problemas relacionados a drenagem lateral.

A ausência de dispositivos de drenagem lateral tem ocasionado o escoamento superficial pela plataforma acarretando em processos erosivos. Por sua vez os processos erosivos são intensificados pela configuração geométrica da região, sendo uma curva em 90°, , onde por projeto tem-se a superelevação de uma das laterais da pista auxiliando na estabilidade dos veículos que trafegam pela estrada.



Figura 43 – Defeitos encontrados na Subseção 2

O mesmo problema verificado na subseção 1 quanto a alterações da faixa de domínio de projeto e existente e seção de tráfego foi identificado na subseção 2, tendo esta 6,5 metros de faixa de domínio livre e 5,61 de seção transversal média.

Como o trecho apresentou dois níveis de severidade para drenagem lateral

inadequada e trilha de rodas, utilizou-se para os cálculos dos valores dedutíveis referentes a drenagem inadequada, a maior severidade, e para a trilha de rodas o valor predominante na seção, ou seja, severidade baixa.

Com as severidades classificadas, e com a extensão do defeito sobre a área do trecho determinou-se as densidades de ocorrência, Tabela 4:

Tabela 4 - Valores considerados para calculo da densidade			
DEFEITO	QUANTIDADE	K	DENSIDADE ($D = \frac{Q \cdot k \cdot 100}{US}$)
Trilha de rodas (m ²)	258,1	1	28
Drenagem lateral inadequada (m)	12	3,281	30

Determinou-se, posteriormente, o valor de dedução (VD) de cada defeito com o auxílio dos ábacos do método ICRNP, Figura 44, obtendo-se:

- Excesso de poeira: 2;
- Trilha de rodas: 28;
- Drenagem Inadequada: 30

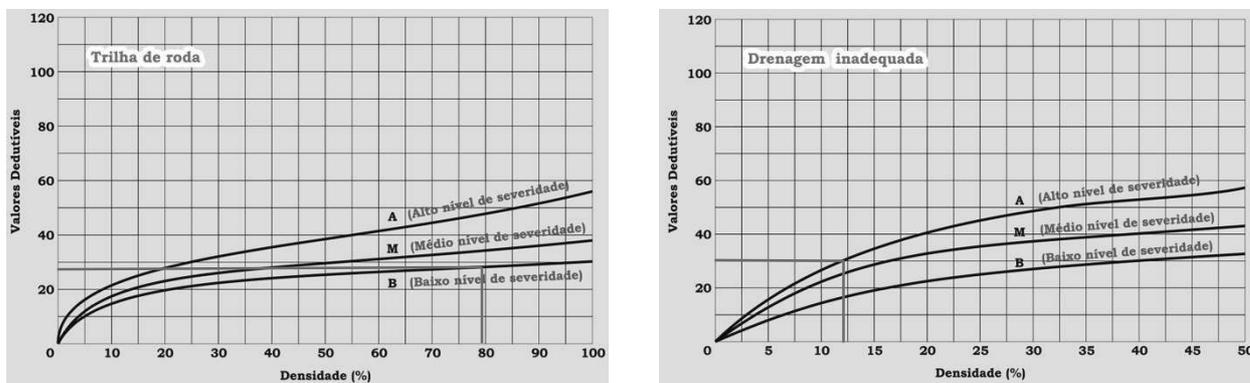


Figura 44 - Determinação dos valores de dedução (VDU) pelos ábacos ICRNP

Em seguida, realizou-se a determinação dos valores totais de dedução, Equação 7, e com esses valores obtidos encontrou-se o índice ICRNP da subseção por meio do ábaco da Figura 45.

$$VDT = 2 + 28 + 30 = 60 \quad (7)$$

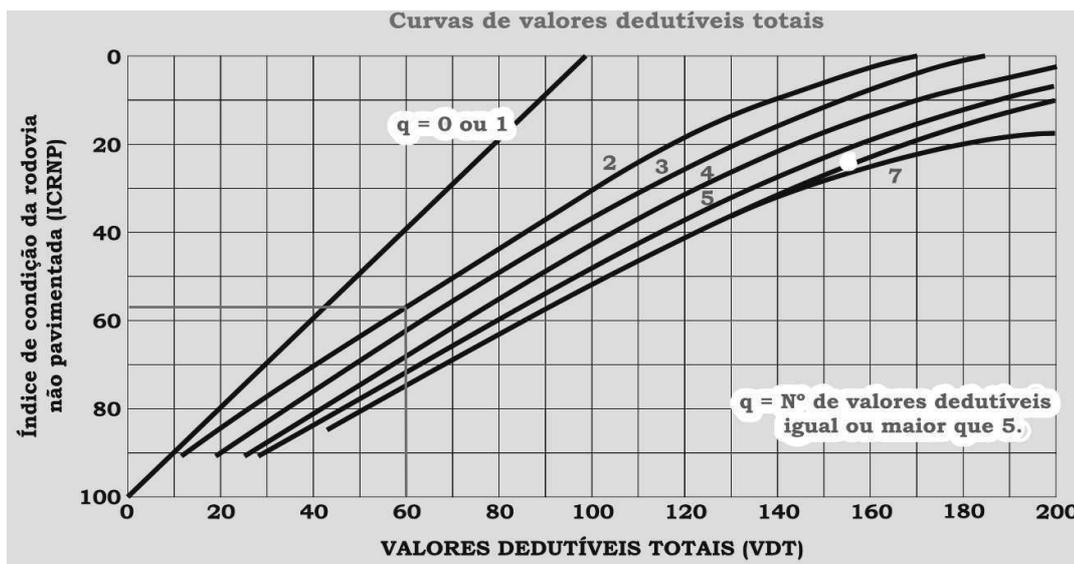


Figura 45 – Determinação do índice ICRNP para a Subseção 2

Por fim, preencheu-se a planilha de avaliação e inspeção e classificou-se a condição da subseção da estrada, como mostra o Quadro 9. Conclui-se que o índice de ICRNP da subseção é igual a 56 e, portanto, sua classificação quanto sua qualidade é Boa.

TRECHO 2										
Unidade de sistema simples (US)		326 m ²								
Tipo de defeito	Seção Transversal Imprópria (m)			Drenagem			Corruções (m2)			
Quantidade de defeitos	Poças d'água pouco acentuadas	Poças d'água acentuadas	Poças d'água bem acentuadas	B	M	A	< 3 cm	3 a 8 cm	> 8 cm	
sentido A	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
sentido B	-	-	-	15	-	7	-	-	-	-
Total	-	-	-	15	0	12	-	-	-	-
Tipo de defeito	Excesso de Poeira	Buracos (unidade)			Trilha de roda (m2)			Perda de Agregados (m)		
Quantidade de defeitos		B	M	A	< 3 cm	3 a 8 cm	> 8 cm	<5cm	5 a 10	>10
sentido A	B	-	-	-	136,7	26,04	-	-	-	-
sentido B		-	-	-	121,4	41,34	-	-	-	-
Total		-	-	-	258,1	67,38	-	-	-	-
Calculo do ICRNP										
Tipo de Defeito	k	Densidade	Severidade	valor dedutível		Observações				
poeira	-	-	B	2						
trilha de rodas	1	79,3	B	28						
Drenagem	3,281	12,10	A	30						
Total do Valor dedutível				60						
Valor de "q"				2						
Valor do ICRNP	56	Classificação		Boa						

Quadro 9 – Planilha de avaliação e inspeção da Subseção 2

4.1.3 Subseção 3

A Subseção 3 possui uma extensão de 50 m e uma área (US) de 259 m². Nesse trecho foram encontrados os seguintes defeitos: drenagem lateral inadequada, buracos e trilha de rodas que são apresentados na Figura 46.

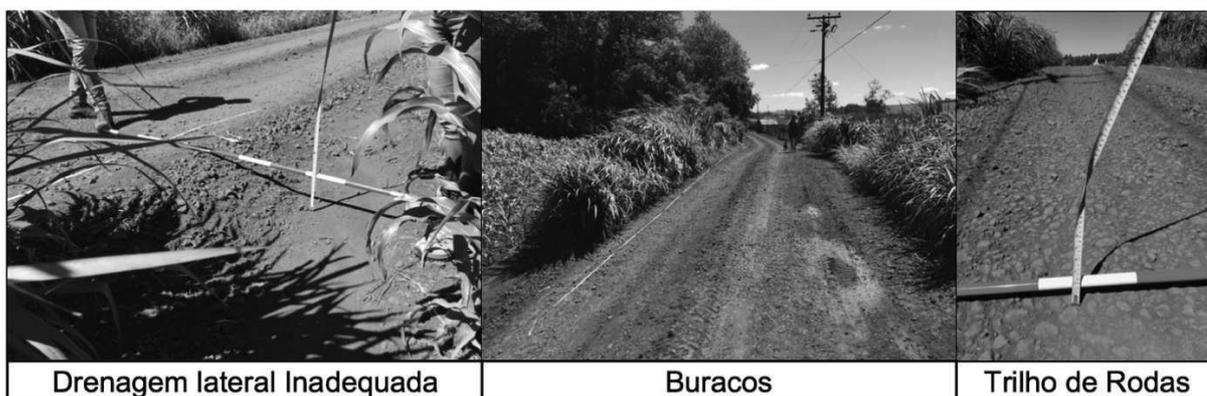


Figura 46 – Defeitos encontrados na Subseção 3

Ao se analisar a drenagem lateral, verificou-se a inexistência de valas bem definidas para o escoamento da água, com a presença de algumas poças laterais, com severidade baixa.

Observou-se a ocorrência de um buraco ao longo da seção da pista, tendo diâmetro médio de 58 cm e profundidade de 6 cm, tais características os classificam como severidade baixa.

As trilhas de rodas apresentaram profundidade máxima de 4,5 cm, sendo estas classificadas como severidade média, já que a maior parte do trecho apresenta tal profundidade.

Não se identificou a presença de erosões, corrugações, formação de poças na plataforma da pista ou perda de agregados, como o trecho aparentava estar úmido não foi realizado o teste de excesso de poeira.

Neste trecho, observou-se que grande parte dos defeitos foram causados pelo tráfego natural de veículos e a presença de água proveniente de precipitações, ou o local pode estar apresentando lençol freático aflorante, visto que o mesmo apresentava-se estar bem úmido, enquanto os outros pontos de análise já aparentavam estar mais secos.

Como nas subseções anteriores foi verificada alterações quando a largura da faixa de domínio de projeto e a existente e seção de tráfego foi identificado na

subseção 3, possuindo esta 5,15 metros de faixa de domínio livre e 4,0 metros de seção transversal média.

As severidades obtidas para cada defeito verificado são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação dos defeitos quanto a severidade na Subseção 3

DEFEITO	AVALIAÇÃO	SEVERIDADE
Drenagem lateral inadequada	Água se acumulando na lateral da pista.	Baixa
Buracos	Diâmetro médio de 58cm e profundidade de 6 cm	Baixa
Trilho de rodas	Profundidade de afundamento máxima de 4,5cm	Média

Com as severidades classificadas, e com a extensão do defeito determinou-se a densidade sobre a área do trecho, Tabela 6:

Tabela 6 - Valores considerados para calculo da densidade

DEFEITO	QUANTIDADE	K	DENSIDADE ($D = \frac{Q*k*100}{US}$)
Drenagem lateral inadequada (m)	21	3,281	26,65
Buracos (un)	1	10,764	4,16
Trilho de rodas (m ²)	135,7	1	52,5

Determinou-se o valor de dedução (VD) de cada defeito com o auxílio dos ábacos do método ICRNP, como mostra a Figura 47, obtendo-se:

- Trilha de rodas: 30
- Drenagem Inadequada: 25
- Buracos: 42

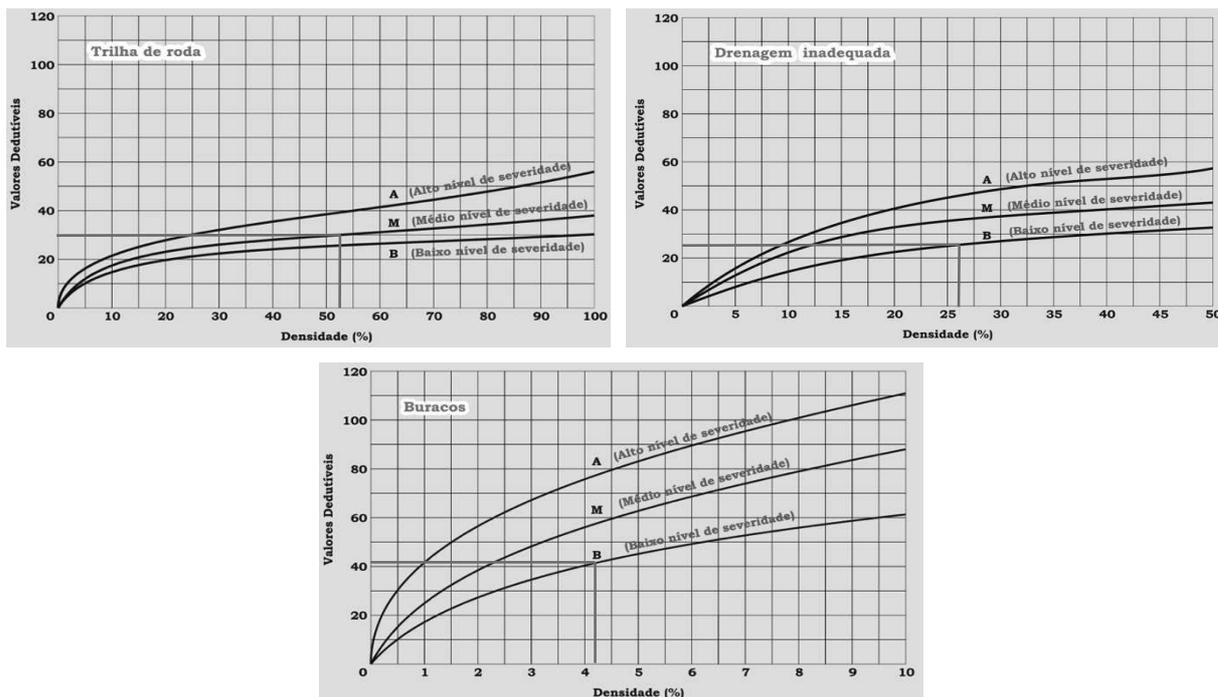


Figura 47 – Determinação dos valores de dedução (VDU) pelos ábacos ICRNP

Em seguida, realizou-se a determinação dos valores totais de dedução, Equação 8, e com esses valores obtidos encontrou-se o índice ICRNP da subseção por meio do ábaco da Figura 48.

$$VDT = 30 + 25 + 42 = 97 \quad (8)$$

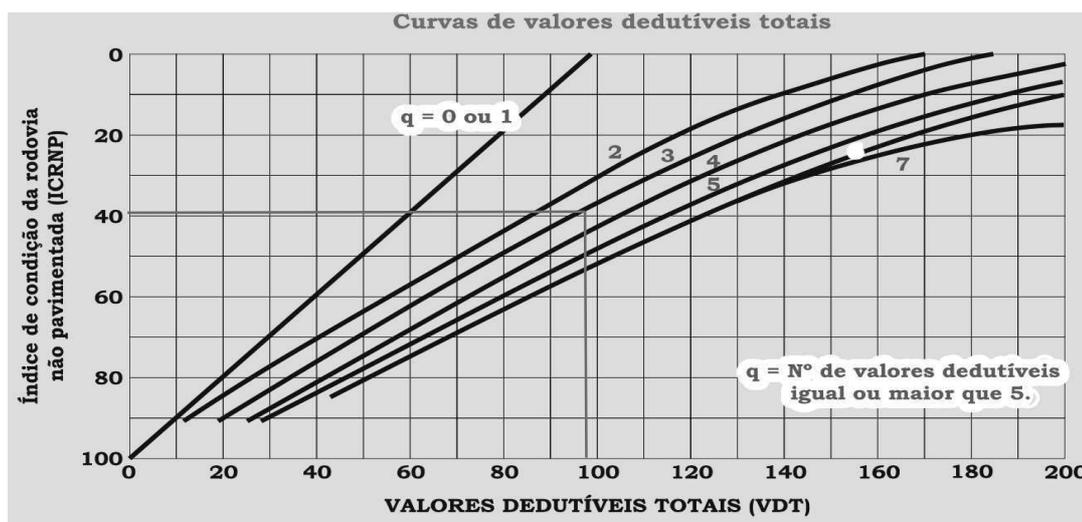


Figura 48 – Determinação do índice ICRNP para a Subseção 3

Por fim, preencheu-se a planilha de avaliação e inspeção e classificou-se a condição da subseção da estrada, como mostra o Quadro 10, obtendo-se um índice

de ICRNP da subseção igual a 39, portanto, sua classificação quanto a qualidade é Pobre.

TRECHO 3										
Unidade de sistema simples (US)		259 m ²								
Tipo de defeito	Seção Transversal Imprópria (m)			Drenagem			Corrugações (m2)			
Quantidade de defeitos	Poças d'água pouco acentuadas	Poças d'água acentuadas	Poças d'água bem acentuadas	B	M	A	< 3 cm	3 a 8 cm	> 8 cm	
sentido A	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-
sentido B	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-
Total				21						
Tipo de defeito	Excesso de Poeira	Buracos (unidade)			Trilha de roda (m2)			Perda de Agregados (m)		
Quantidade de defeitos		B	M	A	< 3 cm	3 a 8 cm	> 8 cm	<5cm	5 a 10	>10
sentido A	-	1	-	-	64,63	64,63	-	-	-	-
sentido B		-	-	-	58,16	71,09	-	-	-	-
Total		1	-	-	122,8	135,7	-	-	-	-
Calculo do ICRNP										
Tipo de Defeito	k	Densidade	Severidade	Valor dedutível	Observações					
Drenagem	3,281	26,65	B	25						
Buracos	10,764	4,16	B	42						
Trilhas de roda	1	52,50	M	30						
Total do Valor dedutível				97						
Valor de "q"				3						
Valor do ICRNP	39	Classificação		Pobre						

Quadro 10 – Planilha de avaliação e inspeção da Subseção 3

4.1.4 Subseção 4

A Subseção 4 possui uma extensão de 50 m e uma área (US) de 262 m². Nesse trecho foram encontrados os seguintes defeitos: drenagem lateral inadequada, buracos e trilha de rodas que são apresentados na Figura 49.

Claramente não foram executadas obras de drenagem no local, devido a presença de umidade no solo e inexistência de valas laterais, seria necessário a construção das mesmas e devido a existência de área de acesso as residências seria necessário o uso de bueiros tubulares de concreto permitindo que o fluxo de água possa atravessar essas áreas, evitando a formação de poças, lama e buracos no local. Mediu-se em campo 23,5 metros com problemas de drenagem.

Observou-se a presença de dois buracos ao longo da seção de análise, tendo diâmetro médio de 52 cm e profundidade igual a 7 cm, sendo classificado assim como severidade baixa.

As trilhas de rodas apresentaram profundidade máxima de 3 cm, estando presente ao longo de toda a seção, sendo caracterizada com severidade baixa.



Figura 49 – Defeitos encontrados na Subseção 2

Não se identificou a presença de erosões, corrugações, formação de poças na plataforma da pista ou perda de agregados, como o trecho aparentava estar úmido não foi realizado o teste de excesso de poeira.

Observou-se alterações na faixa de domínio de projeto e existente bem como a seção de tráfego igualmente ao citado nas seções anteriores, tendo essa 5,2 metros de faixa de domínio livre e 4,4 metros de seção transversal média.

A classificação obtida para cada defeito apresentado na subseção de estudo é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 - Classificação dos defeitos quanto a severidade na Subseção 4

DEFEITO	AVALIAÇÃO	SEVERIDADE
Drenagem lateral inadequada	Água se acumulando na lateral da pista.	Baixa
Buracos	Diâmetro médio de 52cm e profundidade de 7 cm	Baixa
Trilho de rodas	Profundidade de afundamento máxima de 3cm	Baixa

Com as severidades classificadas, e com a extensão do defeito sobre a área do trecho determinou-se a densidade, Tabela 8:

Tabela 8 - Valores considerados para cálculo da densidade

DEFEITO	QUANTIDADE (Q)	K	DENSIDADE ($D = \frac{Q \cdot k \cdot 100}{US}$)
Drenagem lateral inadequada (m)	23,50	3,281	29,49
Buracos (un)	2,00	10,76	8,23
Trilha de rodas (m ²)	222,30	1	85

Determinou-se o valor de dedução (VD) de cada defeito com o auxílio dos ábacos do método ICRNP, Figura 50, obtendo-se: 27 para as Trilha de rodas, 57 para os buracos e 26 para drenagem.

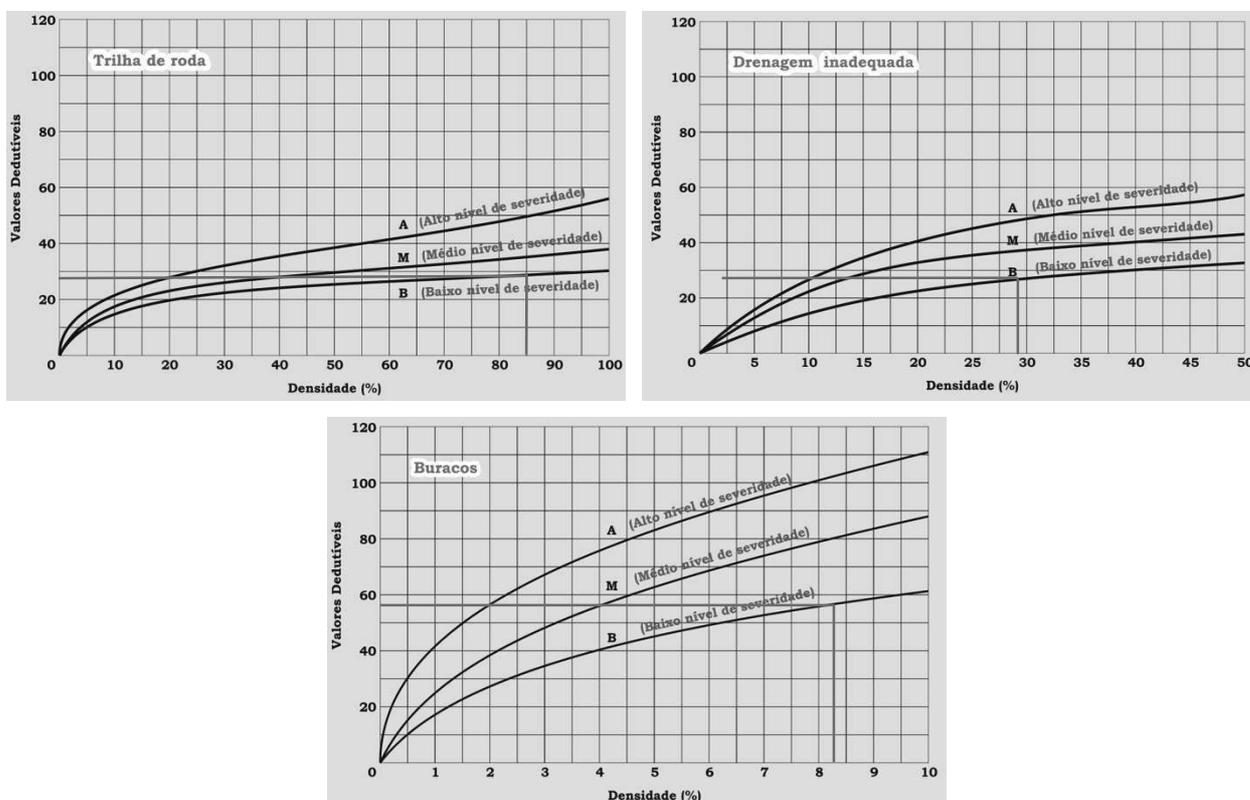


Figura 50 – Determinação dos valores de dedução (VDU) pelos ábacos ICRNP

Em seguida, realizou-se a determinação dos valores totais de dedução, e com esses valores obtidos encontrou-se o índice ICRNP da subseção por meio do ábaco da Figura 51.

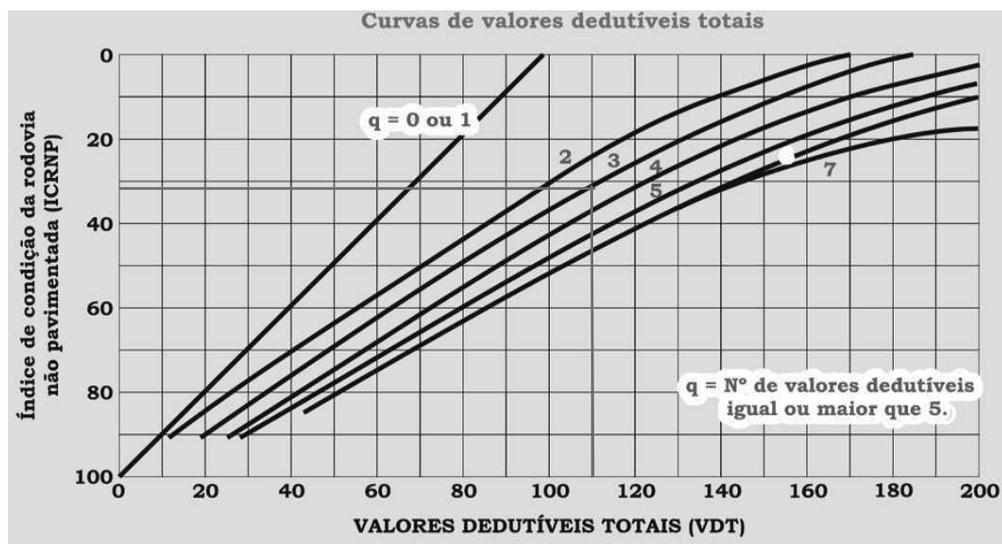


Figura 51 – Determinação do índice ICRNP para a Subseção 4

Por fim, preencheu-se a planilha de avaliação e inspeção e classificou-se a condição da subseção da estrada, como apresenta o Quadro 11, como o índice de ICRNP da subseção é igual a 32, sua classificação quanto sua qualidade é Pobre.

TRECHO 4										
Unidade de sistema simples (US)		262 m ²								
Tipo de defeito	Seção Transversal Imprópria (m)			Drenagem			Corrugações (m2)			
Quantidade de defeitos	Poças d'água pouco acentuadas	Poças d'água acentuadas	Poças d'água bem acentuadas	B	M	A	< 3 cm	3 a 8 cm	> 8 cm	
sentido A	-	-	-	12,5	-	-	-	-	-	-
sentido B	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-
Total				23,5						
Tipo de defeito	Excesso de Poeira	Buracos (unidade)			Trilha de roda (m2)			Perda de Agregados (m)		
Quantidade de defeitos		B	M	A	< 3 cm	3 a 8 cm	> 8 cm	<5cm	5 a 10	>10
sentido A	-	-	-	-	130,8	-	-	-	-	-
sentido B		2	-	-	91,53	39,23	-	-	-	-
Total		2	-	-	222,3	39,2	-	-	-	-
Calculo do ICRNP										
Tipo de Defeito	k	Densidade	Severidade	Valor dedutível	Observações					
Drenagem	3,281	29,49	B	26						
Buracos	10,764	8,23	B	57						
Trilhas de roda	1	85,00	B	27						
Total do Valor dedutível				110						
Valor de "q"				3						
Valor do ICRNP	32	Classificação		Pobre						

Quadro 11 – Planilha de avaliação e inspeção da Subseção 4

A Tabela 9 apresenta o resumo da classificação obtida em cada subseção do trecho analisado, e, portanto, pode-se concluir que o estado atual da estrada não pavimentada, levando em consideração a média da avaliação das 4 subseções, recebe um índice URCI de 48, classificando a mesma como Regular.

Tabela 9 – Resumo dos trechos da avaliados pelo método ICRNP

Trecho	Área (m ²)	VDT	Q	ICRNP	Classificação
Subseção 1	271	34	1	65	Boa
Subseção 2	326	60	2	56	Boa
Subseção 3	259	97	3	39	Pobre
Subseção 4	262	110	3	32	Pobre
MÉDIA				48	Regular

4.2 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA ESTRADA ASFALTADA DE ACORDO COM O DNIT

O trecho asfaltado possui uma extensão aproximadamente 1,5 km, sendo realizado análises a cada 40 metros, portanto 36 seções (n= 36). Nesse trecho foram encontrados os seguintes defeitos: deflexões, buracos e trincas do tipo isoladas e couro de jacaré (Figura 52).

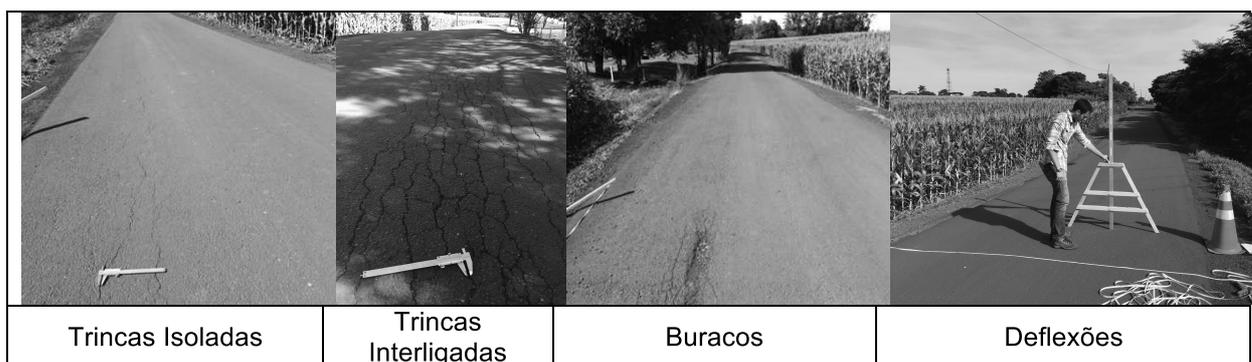


Figura 52 – Defeitos encontrados no trecho pavimentado

Não se identificou a presença de problemas relacionados a afundamentos, ondulações, escorregamentos, exsudação, desgaste do pavimento ou remendos. Observou-se que a área de domínio da via (7,7 m) se encontra superior à de projeto (7,0 m). Já a faixa de tráfego apresenta largura média de 4 metros (por projeto seria 3,5 m) e 1 metro de acostamento (no projeto seria de 3 metros de acostamento executados em reperfilamento).

Utilizou-se da planilha de campo presente no ANEXO 4, para o levantamento

do número de ocorrências de cada tipo de defeito apresentada na seção (frequência absoluta) para a obtenção da frequência relativa dos mesmos, pela equação apresentada anteriormente (Equação 3).

Atribuindo-se, portanto, os valores de ponderação apresentados anteriormente no Quadro 5, pode-se calcular o índice IGI para cada tipo de defeito averiguado, realizando-se multiplicação simples (Tabela 10).

Tabela 10 - Cálculo do IGI

Tipo de Defeito	Frequência Absoluta (un)	Frequência Relativa ($f_r = \frac{f \times 100}{n}$)	Ponderação	IGI
Trincas Isoladas	5	13,89	0,2	2,78
Trincas interligadas (JE)	1	2,78	0,5	1,39
Trincas interligadas (JB)	5	13,89	0,8	11,11
Buracos e Painelas (P)	1	2,78	1	1,78

Para a determinação do índice IGI dos trilhos de rodas é necessário determinar a média e a variância das deflexões apresentadas, tanto na parte externa quanto na parte interna. Os valores obtidos para cada seção podem ser verificados no ANEXO 5. Obteve-se assim, para o trilho externo, média igual a 0,21 mm e variância de 10,603, e para o trilho interno média de 0,342 mm e variância de 13,69.

Realizou-se então a média das médias (F) obtendo-se um valor igual a 0,276, e a media das variâncias (FV) igual a 12,147. Como os valores apresentados são menores do que 30, o fator de ponderação considerado para a media e a variância é igual a 4/3 e 1, respectivamente. Apresentando IGI igual a 0,37 e 12,15, respectivamente.

O Índice de Gravidade Global (IGG) é obtido, portanto a partir da soma de todos os valores de IGI obtido anteriormente. O estado atual do trecho pavimentado da estrada, levando em consideração que o Índice de Gravidade Individual foi de 30,57, sendo este classificado como Bom. Os dados apresentados no Quadro 12 apresenta o resumo de informações obtidas e utilizadas para cálculo.

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)							
RODOVIA:	LINHA PEABIRU 1	REVESTIMENTO TIPO:		ASFÁLTICO		Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
						0,00	1,44
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	5	5	13,89	0,2	2,78	
2	(FC - 2) J, TB	1	1	2,78	0,5	1,39	
3	(FC - 3) JE, TBE	5	5	13,89	0,8	11,11	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,9	0,00	
5	O, P, E	1		2,78	1	2,78	
6	EX	0		0,00	0,5	0,00	
7	D	0		0,00	0,3	0,00	
8	R	0		0,00	0,6	0,00	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,210	TRI = 0,342	F = 0,276	1,33333	0,37	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 10,603	TRIV = 13,690	FV = 12,147	1	12,15	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		36				Σ IND. GRAVID. IND. = IGG	
F = média das médias das flechas		1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30		2A) IGI = FV quando FV ≤ 50		30,57	BOM
FV = médias das variâncias das flechas		1B) IGI = 40 quando F > 30		2B) IGI = 50 quando FV > 50			

Quadro 12 – Planilha de avaliação e inspeção da seção pavimentada

O trecho necessitaria de pequenas intervenções para se garantir trafegabilidade e a segurança dos usuários que por ali transitam e evitando que a condição da estrada piore, já que a mesma já apresenta alguns problemas.

As estradas vicinais do município passam por processo de readequação quando pavimentadas, porém de acordo com a Empresa de Desenvolvimento Urbano e Rural de Toledo (EMDUR), essas não passam a enquadrar as estradas no padrão DNIT. Dessa maneira, as estradas de administração municipal não pertencem a nenhuma das classes dispostas na Tabela de classificação do DNIT (Tabela 11).

Tabela 11 - Critérios de Classificação de Rodovias

Classe de Projeto	Características	Critério de Classificação Técnica	Velocidade de Projeto por Região (km/h)		
			Plana	Ondulada	Montanhosa
0	Via Expressa- controle total de acesso	Decisão administrativa	120	100	80
I	A Pista dupla- Controle parcial de acesso	O volume de tráfego previsto reduzirá o nível de serviço em uma rodovia de pista simples abaixo do nível "C"	100	80	60
	B Pista Simples	Volume horário de projeto VHP>200 Volume médio de projeto diário VMD>1400	100	80	60
II	Pista Simples	Volume médio diário VMD 700-1400	100	70	50
III	Pista Simples	Volume médio diário VMD 300-700	80	60	40
IV	Pista Simples	Volume médio diário VMD <300	80-60	60-40	40-30

Fonte: DNIT, 2005.

4.3 PESQUISA QUALITATIVA COM MORADORES LOCAIS

Foram entrevistadas 14 das 16 famílias localizadas aos arredores da Linha Peabiru I, a fim de se analisar o tipo de transporte utilizados pelos mesmos, o que é produzido no local e a quantidade, além da análise da qualidade da estrada segundo a opinião dos moradores.

Constatou-se, que os produtores da área em estudo possuem em média cerca de 35 anos de experiência na lavoura ou criação de animais e moram no local em média a 27 anos. A Figura 53 apresenta as informações fornecidas por cada um dos residentes.

Tempo na Produção Rural e Criação de Animais

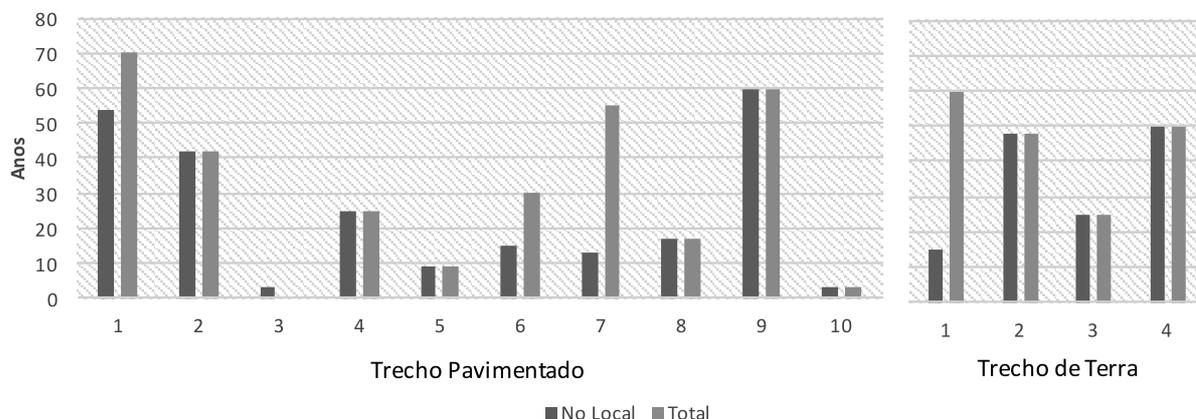


Figura 53 – comparação entre o tempo de experiência na produção e criação rural com o tempo em que as famílias moram no local.

Conhecer o tráfego local é fundamental para a compreensão das possíveis causas dos defeitos apresentados, ou seja, os mesmos podem ser causados pelo excesso de carga sobre os eixos, ocasionando fissuras e deflexões ou trilho de rodas, entre outros problemas.

Verificou-se que no trecho pavimentado cerca de 50% dos moradores utilizam-se de caminhões com dois eixos para escoamento da produção, 30% utilizam caminhões com três eixos e 20% produzem exclusivamente para consumo próprio, não sendo necessário uso de caminhões, já no trecho em terra 75% dos moradores utilizam-se de caminhões com dois eixos e 25% três eixos (Figura 54). Além disso, cerca de 43% dos moradores utilizam-se de algum tipo de transporte escolar, seja ele, particular ou público, sendo ele feito por ônibus ou micro-ônibus.

Tipo de Veículo Utilizado

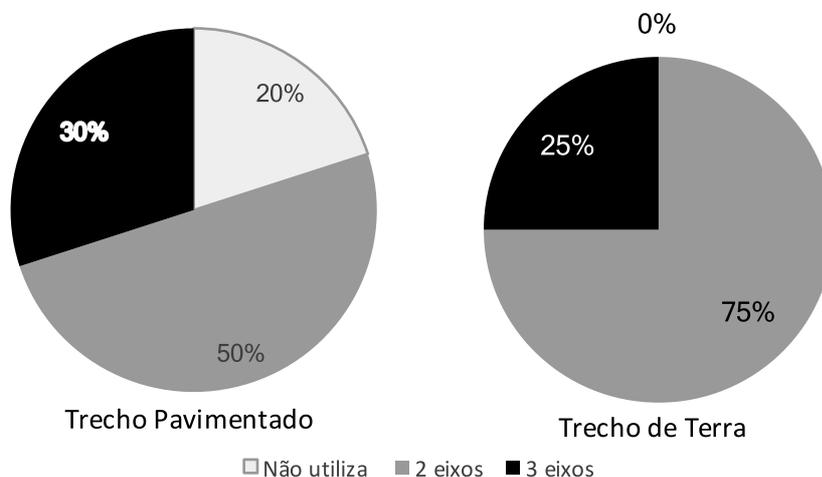


Figura 54 –Proporção dos tipos de caminhão utilizado em função dos eixos

A produção local é bem diversificada, sendo basicamente na criação de alevinos, frangos, suínos e na produção de leite, soja e milho. A Figura 55 caracteriza a produção local segundo a quantidade produzida anual indicada pelos moradores no formulário de pesquisa. Os valores produzidos de soja e milho no local representam 0,12 e 0,03% de toda a produção municipal, respectivamente, (IBGE, 2012), além de 0,7% de produção de suínos e 0,9% de produção de frangos.

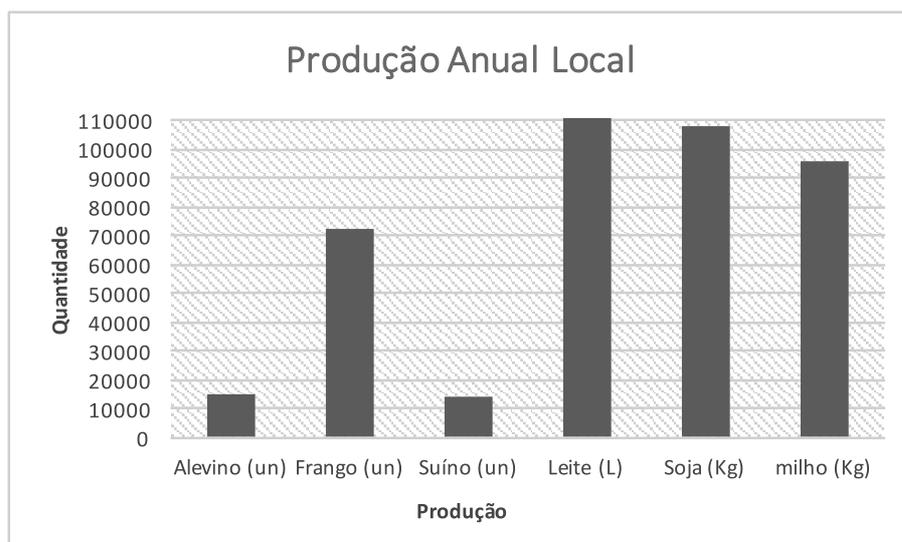


Figura 55 – Tipo de produção

Quando analisada as características físicas da estrada 6,25% dos respondentes consideram a qualidade da estrada como excelente, 62,5% como ótima, 6,25% como regular e 12,5% como ruim (Figura 56). Tal valor é coerente com o analisado pelos métodos de cálculo verificados anteriormente.



Figura 56 – Avaliação da qualidade da estrada segundo os moradores locais

A partir dos dados observados pelas análises quali-quantitativas obtida em campo e as considerações apresentadas pelos moradores no formulário de entrevista é apresentada no capítulo a seguir as conclusões obtidas nesse estudo.

5. CONCLUSÃO

Motivou-se a escolha desse tema para se auxiliar no planejamento dos departamentos responsáveis pela manutenção e readequação dessas estradas frente às especificações de serviços e técnicas empregadas. Além disso, como citado por muitos autores, o custo de uma pavimentação frente a uma readequação é muito alto, sendo essa última, suficiente para resolver grande parte dos problemas comumente encontrados, desde que seja executada de forma adequada.

A partir da avaliação da estrada, concluiu-se que o trecho em estrada de terra analisada se encontra em situação Regular pela classificação do índice ICRNP. Isso deve-se, principalmente, pela deficiência do sistema de drenagem nos subtrechos analisados, pela presença de trilhas de roda em toda as seções de estudo, o início da ocorrência de uma leve erosão, e presença de alguns buracos.

Notou-se que em alguns trechos, a estrada apresenta-se mais estreita do que o estipulado em projeto, especificamente no trecho não asfaltado, a faixa de domínio foi comprometida em 20% pelo avanço da área de plantio. Isso pode acarretar em danos estruturais e aumento de patologias.

Devem ser feitas manutenções de rotina, visto que em alguns pontos a estrada já se encontra desgastada, devendo as mesmas, serem executadas de acordo com o grau de severidade dos defeitos existentes, lembrando que a relação existente entre a ocorrência e o agravamento dos defeitos na superfície de rolamento variam de acordo com as características do local, sendo elas: o clima, o tipo de solo, a topografia, o tráfego e frequência de manutenção regular.

O trecho asfaltado foi classificado como Bom, apresentado alguns problemas de fissuras isoladas e interligadas, buracos e pequenas deflexões causadas pelo tráfego de veículos, ou seja, já apresentam alguns sinais de desgastes, mas ainda com boas condições de trafegabilidade, mesmo com idade próxima a prevista em projeto (10 anos). Já existe um projeto de recuperação do trecho.

A capacidade de suporte das estradas é um dos requisitos mínimos para se garantir uma boa trafegabilidade, portanto, deve-se informar aos moradores e produtores locais, realizando conscientizações quanto ao limite de transporte para se evitar afundamentos e aumento da trilha de rodas, tanto na parte asfaltada quanto no trecho em leito natural, além da importância de preservar os limites da estrada para o não comprometimento das estruturas.

Outro ponto importante a ser destacado é a inexistência de dispositivos de drenagem, tanto na parte asfaltada quanto no trecho de terra, o que ocasionou o aparecimento de processos erosivos e desgaste lateral do trecho asfaltado, sendo necessário a presença de valas de drenagem, bueiros de concreto entre outros dispositivos que impeçam tais problemas.

As entrevistas com os moradores foram fundamentais para que se tenha informações de opinião direta dos usuários quanto a qualidade da estrada, caracterizando-a e identificando o uso da estrada em estudo, visto que os mesmos a utilizam diariamente. Conheceu-se também os tipos de veículos e a carga de transporte, elemento fundamental para determinar a importância da estrada.

Os métodos utilizados são bons, principalmente pela fácil aplicação e não necessidade de materiais de alto valor agregado, porém o método de avaliação da estrada não pavimentada deveria ser realizado ao longo de toda a seção de estudo, para que se haja uma maior representatividade das informações coletadas.

Por fim, deixa-se como sugestão para trabalhos futuros, a verificação do desempenho da estrada perante os procedimentos e técnicas que são empregados e da influência de manutenção para esse tipo de estrada, ou também da aplicação de um sistema de informação geográfica (SIG) mostrando o grau de severidade das estradas não pavimentadas desses trechos, para uma melhor visualização da situação real pelos gestores. Propõe-se também que sejam verificadas as características geométricas das vias como o abaulamento da via, levantamento topográfico para análise das inclinações e verificação das distâncias entre lombadas, além da análise do volume de tráfego.

REFERÊNCIAS

_____. DNIT 006/2003-PRO: Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos – Procedimento. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

_____. DNIT 005/2003-TER: Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos – Terminologia, 2003. Rio de Janeiro: DNIT.

_____. DNIT 145/2012-ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico – Especificação de serviço. 2012. Rio de Janeiro: DNIT.

_____. DNIT 144/2014-ES: Pavimentação - Imprimação com ligante asfáltico- Especificação de serviço 2014. Rio de Janeiro: DNIT.

APLICAÇÃO DE GEOGRELHA. Disponível em: <<http://www.geosolucoes.com/geogrelhas-stratabase>>. Acesso em: 03 out. 2016.

APLICAÇÃO DE MANTA GEOTEXTIL. Disponível em: <<http://www.manasgeotextile.com>> Acesso em: 03 out 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12553**: Geossintético – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 3p.

BAESSO, D.P.; GONÇALVES, F.L.R. **Estradas Rurais**: técnicas adequadas de manutenção. Florianópolis: DER-SC, 2003. 236p.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G.; MANZATTO, C. V.; BOGNOLA, I.; FASOLO; CARVALHO, A. P.; POTTER, O.; AGLIO, M. L. D.; SILVA, J. S.; CHAFFIN, C. E.; CARVALHO JUNIOR, W. **Mapa de Solos do Estado do Paraná: escala 1:250.000**, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007, 73p.

Brasil. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de conservação rodoviária**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. 564p. IPR. Publ.,710.

CAMILO, I. B. **Recomendações técnicas para adequação de estradas rurais**. 2007. Disponível em: <http://www.empaer.mt.gov.br/tecnologias/exibir.asp?cod=7>. Acesso em 25 out 2016.

Conceito de prevenção de riscos. Disponível em: <<http://conceito.de/prevencao-de-riscos>>. Acesso em: 26 out. 2016.

CORREA, C. M. C. **Perdas do solo e qualidade da água procedentes de estrada de uso florestal no planalto catarinense**. 2005. 155f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

DADALTO, G. G.; CARMO FILHO, O. G.; CASTRO, L. L. F. **Captação de águas pluviais das estradas vicinais**. Vitória: EMCAPA, 1990. 22p. (EMCAPA Documentos, 63).

DIAS JUNIOR, G. D. B.; PALARO, K. L. **Avaliação da necessidade de readequação de estradas rurais: estudo de caso em trecho de estrada não pavimentada no município de Pato Branco (PR)**. 2014, 106 pág. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco-PR, 2014.

SECRETARIA DA FAZENDA. Disponível em: <https://www.sefanet.pr.gov.br/FPM_DFC/Internet/frmConsultaIndFPM3.asp?eExercicio=2016&eMunicipio=418;TOLEDO&eTipo=0> Acesso em: 25 abril 2017.

FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia**. 3o ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

Federal Highway Administration. Office of Planning, Environment, and Realty, & ICF International (Firm). (2010). **Regional climate change effects: Useful information for transportation agencies**. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Transportation, Federal Highway Administration.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 5. ed. Curitiba: Grupo Positivo, 2010. 2222 p

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4o Edição. São Paulo: Atlas, 2002.

Henning, T., Kadar, P., Bennett, C. R.. (2006). **Surfacing alternatives for unsealed rural roads**, World Bank, Washington, DC.

Hoffmann, M.; Uma Estrada Muito Graciosa no Paraná. Disponível em: <<http://wp.clicrbs.com.br/viajandodecarro/2010/04/23/uma-estrada-muito-graciosa-no-parana/?topo=52,2,18,,171>> Acesso em: 05 dez. 2016.

IBGE, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2012/default_temp_perm_xls.shtm> Acesso em: 22 maio 2017

KOCHER, S. D., GERSTEIN, J. M., & HARRIS, R. R. (2007). **Rural roads: A construction and maintenance guide for California landowners**. Oakland, CA.: University of California Division of Agriculture and Natural Resources.

Koerner, R. M. (2012). **Designing with geosynthetics**, 6 ed., Vol. 1. Indianapolis: Xlibris, 2012.

EMBRAPA, 2007. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/339505/mapa-de-solos-do-estado-do-parana>> Acesso em: 25 abril 2017.

Mercadante, Ricardo; Vila Rural Alto Espigão em Toledo, PR. Disponível em: <<https://ssl.panoramio.com/photo/100739370>> Acesso em: 05 dez. 2016.

Mercadante, R; Estrada Rural Domingos Pasqualli para o Clube Social Vila Florida em Toledo, PR. Disponível em: <<http://www.panoramio.com/photo/61968201>> Acesso em: 05 dez. 2016.

Morais O, Mendes BR, Bublitz U, Barras V & Loyola PG (2004) **Adequação de estradas rurais integradas aos sistemas conservacionistas**. Curitiba, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. 74p.

ODA, S.; FERNANDES JÚNIOR, J. L. F.; SÓRIA, M. H. A. **Caracterização de estradas não-pavimentadas visando a implementação de um sistema de gerência de vias**. Engenharia e Arquitetura. São Carlos, SP, v. 01, no 2, p.135-145.

Prefeitura Municipal de Toledo-PR. Disponível em: <<http://toledo.pr.gov.br/noticia/readequacao-da-estrada-rural-em-sao-luiz-do-oeste-foi-concluida>> Acesso em: 05 dez. 2016

Prefeitura de Toledo-PR. Disponível em: <<https://www.toledo.pr.gov.br/portal/cidade-conheca-toledo/toledo-em-numeros>> Acesso em: 19 jun 2017.

Paige-Green, P. 2007. **Appropriate roads for rural access**. 3rd Gulf Conference on Roads, Muscat Oman, 2006, 10p.

PRUSKI, F. F. **Conservação do solo e da água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa: Editora UFV. 2006. 238p.

Santos, W. C dos. **Análise de patologias de estradas vicinais para proposta de intervenção mínima visando a sua perenização**. 2011. 104 f. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Paraná**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: CEPED UFSC, 2011.

Vaz, D. dos S. **Alterações climáticas, riscos ambientais e problemas de saúde: breves Considerações**. In: VI Seminário Latino Americano de Geografia Física. 2010, Universidade Coimbra, Coimbra, PT.

Da Silva, T. **Estruturação de um banco de dados Georreferenciado para as estradas vicinais do município de Toledo-PR**. 2017, 57 pág. Trabalho de Conclusão do Curso I de Graduação em Engenharia Civil – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Toledo-PR, 2017.

ANEXO 1

Secretaria de
Infraestrutura Rural



TOLEDO
— PREFEITURA —

Protocolo n° _____

Data: ____/____/____

Protocolista

Obs. Protocolar após consulta de débitos e Cadastro de Produtor.

NOME COMPLETO: _____

CPF: _____

ENDEREÇO (Distrito / Linha): _____

TELEFONE: (____) _____

ATIVIDADES REALIZADAS NA PROPRIEDADE:

() Avicultura () Boi de corte () Produção de Leite () Piscicultura () Suinocultura

SOLICITAÇÃO DE SERVIÇO:

() CASCALHO ou () PEDRA BRITA

() Para acesso a propriedade

() Para pátio interno de unidade produtiva

MÁQUINAS: () Patrola () Pá carregadeira () Esteira () Escavadeira () Retroescavadeira

() Recuperação de estrada de acesso a propriedade

() Recuperação de pátio

() Construção de esterqueira nova (deve acompanhar cópia da licença do IAP)

() Construção de vala para silagem nova

TERRAPLENAGEM PARA CONSTRUÇÃO DE:

() Aviário (deve acompanhar cópia da licença do IAP)

() Chiqueiro (deve acompanhar cópia da licença do IAP)

() Galpão

() Estábulo

OUTROS SERVIÇOS:

DESCREVA COMO CHEGAR À PROPRIEDADE: _____

ASSINATURA DO REQUERENTE: _____

ANEXO 2

Ficha de Inspeção de Rodovia Não Pavimentada

Sigla da Rodovia: _____

Data: ____ / ____ / ____

Ramo: _____

Inspetor: _____

Seção: _____

Área da US: _____ m²

Unidade Simples (US): _____

Croqui:

--	--

Quantidade de Defeitos e Severidades

Tipo de defeito	Seção Transversal Imprópria (m)			Drenagem Inadequada (m)			Corruções (m ²)		
	Poças d'água pouco acentuadas	Poças d'água acentuadas	Poças d'água bem acentuadas	B	M	A	< 3 cm	3 a 8 cm	> 8 cm
Quantidade de defeitos									

Tipo de defeito	Excesso de Poeira	Buracos (unidade)			Trilha de roda (m ²)			Perda de Agregados (m)		
		B	M	A	< 3 cm	3 a 8 cm	> 8 cm	<5cm	5 a 10	>10
Quantidade de defeitos										

Nível B (Baixo) – (i) baixas quantidades de poças de água ou (ii) evidências quanto à sua ocorrência nos dispositivos de drenagem, (iii) vegetação, detritos ou fragmentos de pedras depositados sobre os dispositivos de drenagem;

Nível M (Médio) – (i) moderada quantidade de poças de água ou (ii) evidências quanto à sua ocorrência nos dispositivos de drenagem, (iii) vegetação, detritos ou fragmentos de pedras depositados sobre os dispositivos de drenagem e, (iv) erosões nos dispositivos de drenagem;

Nível A (Alto) – (i) alta quantidade de poças de água ou (ii) evidências quanto à sua ocorrência nos dispositivos de drenagem, (iii) vegetação, detritos ou fragmentos de pedras depositados sobre os dispositivos de drenagem e, (iv) erosões nos dispositivos de drenagem, (v) água fluindo superficialmente à pista ou se infiltrando na plataforma.

Altura máxima (h)	Diâmetro médio (m)			
	≤ 0,30	30 < d < 60	60 < d < 90	>90
1cm ≤ h < 5cm	B	B	M	M
5cm ≤ h < 10cm	B	M	A	A
h > 10cm	M	A	A	A

Fonte: Adaptado de BAESSO E GOLÇALVES, 2003.

ANEXO 3

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3
	OUTROS DEFEITOS					CODIFICAÇÃO	
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ALP		
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ATP		
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ALC		
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ATC		
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base					O		
Escorregamento - (do revestimento betuminoso)					E		
Exsudação - do ligante betuminoso no revestimento					EX		
Desgaste - acentuado na superfície do revestimento					D		
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e as vezes de camadas inferiores					P		
Remendos				Remendo Superficial		RS	
				Remendo Profundo		RP	

Sendo considerado ainda a classe das trincas isoladas:

- FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0mm;
- FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0mm e sem erosão nas bordas;
- FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0mm e com erosão nas bordas.

Já as trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas, respectivamente.

Fonte: Adaptado de DNIT, 2003

ANEXO 5



km (m)	Área de domínio (m)	Seção Util (m)	Largura do acostamento (m)	Largura da faixa de tráfego	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS								TRILHA RODAS		OBSERVAÇÕES	
					ISOLADAS					INTERLIGADAS					PLÁSTICO		CONSOLIDADO		O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8	TRI (mm)	TRE (mm)				
					FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC-2		FC-3			ALP 4	ATP 4	ALC 4									ATC 4			
											J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																
0	7,8	5,4	1,25	4,15																							0	0		
40	7,5	5,1	1,4	3,7																								0	-1	
80	8	5,5	0,8	4,7																								0	0	
120	8,2	5,5	0,8	4,7																								2	0	
160	12	4,7	0	4,7																								0	0	
200	8	4	0,3	3,7																								-1	-1	
240	8,3	4,4	0,7	3,7		1																						-3	-3	
280	8,4	5,5	1,8	3,7																								1	3	
320	8,2	4,55	0,9	3,65																								-2	-3	
360	9	5,6	0,1	5,5																								5	5	
400	9,6	6,3	2,6	3,7			1																					2	-3	
440	8,2	4,7	0,4	4,3			1																					0	-1	
480	7,3	5,3	0,6	4,7																								-3	-3	
520	7,1	4,3	0,7	3,6								1																-2	-10	
560	6,8	5,3	1,6	3,7																								0	0	
600	6,9	5,3	1,6	3,7																								0	-1	
640	7,3	5	1,3	3,7																								0	1	
680	8	5	1,3	3,7																								-2	0	
720	7,3	5,3	1,6	3,7																								0	0	
760	7	5,3	0,3	5																								0	5	
800	8	5,3	1,7	3,6								1																-5	-12	
840	7	4,8	1,2	3,6		1																						-3	-4	
880	7	5,4	1,7	3,7																								2	0	
920	7,4	5,5	1,8	3,7								1																4	2	
960	6,7	4,8	0	4,8																								10	5	
960	7,3	5,4	0	5,4																								5	-3	
1000	9,1	4,9	1,2	3,7								1																-3	0	
1040	9,1	5,3	0,5	4,8																								-2	0	L=17cm C=50cm P=3cm



km (m)	Área de domínio (m)	Seção Util (m)	Largura do acostamento (m)	Largura da faixa de tráfego	TRINCAS							AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRILHA RODAS		OBSERVAÇÕES					
					ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLASTICO		CONSOLIDADO		O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7		R 8	TRI (mm)	TRE (mm)		
					FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC-2		FC-3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4											
											J 2	TB 2	JE 3	TBE 3															
1080	6,1	4,5	0,8	3,7																					0	0			
1120	6,1	4,3	0	4,3																						0	0		
1160	6,1	4,5	0,8	3,7																						0	0		
1200	7,1	4,7	0,4	4,3						1																-10	10		
1240	8	5,2	1,5	3,7							1															0	0		
1280	6,45	5,2	1,5	3,7																						0	0		
1320	7,2	5,2	1,5	3,7			1																			-5	-1		
1360	9,2	5,4	1,7	3,7																						2	2		
1400	7,2	4,8	1,1	3,7																						-2	-2		
1440	6,7	5,3	1,7	3,6																						2	2		
TOTAL DE OCORRENCIAS					0	2	3	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
TOTAL POR CATEGORIA					5						1	5	0				1			0	0	0							

APÊNDICE 1



Questionário

Nome do entrevistado: _____

Nome do Produtor/ Propriedade: _____

Quanto tempo mora no local? _____

Quantas pessoas moram na residência? _____

Quantos Estudantes: _____

Idade dos Estudantes _____

Utilizam transporte escolar público? _____

Qual o tamanho do onibus que busca os estudantes?

Vam
 Micro-ônibus
 Ônibus
 Veículo próprio

Horario usual de transporte (saida-retorno)? _____

Há Quanto tempo é produtor rural? _____

Possui veiculo proprio (quantidade/tipo)

Produção	Tipo de caminhão	Número de eixos	Época de produção	Carga transportada por caminhão

Quando foi a última manutenção da estrada? _____

Qualidade da estrada:

Excelente
 Boa
 Regular
 Ruim
 Péssima

Observações: _____



Carreta dois eixos



Carreta cavalo trucado



Carreta três eixos



bitrem ou treminhão