

# ESTUDO DA NECESSIDADE DE MELHORIA E READEQUAÇÃO DE UMA ESTRADA NÃO PAVIMENTADA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE SC

CHIARI, Matheus Piffer<sup>1</sup>

COSTA, Maycon<sup>2</sup>

FARIA, Msc. Michela Steluti Poleti<sup>3</sup>

## RESUMO

Dentre os modais existentes de transporte as estradas apresentam grande importância e a sua correta manutenção são fundamentais para aumentar a produtividade e competitividade do país. Dentre as estradas existentes a grande maioria são de estradas não pavimentadas, apresentando uma importante via de acesso às comunidades rurais, escoamento da produção agrícola e meio de desenvolvimento de comunidades locais. Este estudo busca avaliar as condições de traçado e as patologias existentes de uma estrada de terra localizada em Santa Catarina no município de Joinville. Para ser feita esta avaliação foi utilizado o método URCl, bem como todos os estudos necessários do solo. Através destes estudos e levantamentos foi possível determinar a existência de diversas patologias, os principais tipos e a severidade de cada uma, também foi possível determinar a manutenção adequada para as patologias apresentadas.

**Palavras-chave:** Estrada não pavimentada; Manutenção; Avaliação método URCl

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os modais de transporte de cargas e pessoas no Brasil, o que mais se destaca historicamente é o transporte rodoviário, que atinge todo o território nacional e representa uma grande importância no desenvolvimento da atividade econômica do país. Segundo dados da ANTF (2019) o transporte rodoviário representa 52% do transporte de cargas no país, enquanto que em países com o mesmo porte territorial esta porcentagem não passa de 50% de todos os tipos de transporte.

<sup>1</sup>Graduando do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNISOCIESC, [matheuschiari@gmail.com](mailto:matheuschiari@gmail.com); <sup>2</sup>Graduando do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNISOCIESC, [maycondacosta6@gmail.com](mailto:maycondacosta6@gmail.com); <sup>3</sup>Professora orientadora: MSc., Centro Universitário UNISOCIESC, [michela.steluti@unisociesc.com.br](mailto:michela.steluti@unisociesc.com.br);

Conforme dados do anuário CNT do transporte (2018) no Brasil cerca de apenas 12% de toda a malha viária existente é pavimentada, logo temos um cenário onde a grande maioria das vias existentes não possuem pavimentação. Outro grande problema das rodovias brasileiras é a falta de manutenção, sendo que cerca de 60% das rodovias estão em estado classificado como em estado regular, ruim ou péssimo. A falta de pavimentação e a falta de manutenção acabam gerando um problema muito grande no escoamento da produção, pois estes fatores geram um alto custo de transporte (maior tempo de deslocamento, gastos com manutenção dos veículos de transporte, entre outros).

Segundo Khandker (2006) o investimento em rodovias vicinais pode produzir uma melhoria na qualidade de vida da população local, pois diminui os custos dos insumos, aumenta a produtividade da região, a escolarização e os lucros obtidos pelos produtores daquela localidade.

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo estudar uma estrada vicinal localizada em Santa Catarina na cidade de Joinville, apresentando sua classificação, seus defeitos e possíveis soluções das patologias encontradas.

Pensando nisso, este trabalho abordou somente os aspectos envolvendo estradas vicinais. Foram tratados os seguintes temas: classificação das rodovias, principais patologias existentes, materiais utilizados na construção ou reforma de uma estrada, características técnicas essenciais e um método para avaliação do estado da rodovia.

O método utilizado para avaliação da rodovia foi desenvolvido em 1988 pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, a fim de definir quais trechos tem prioridades no momento de execução da manutenção das rodovias. (EATON ET AL, 1988).

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo foi abordado o conceito de estradas vicinais e suas características, também foram abordados os materiais empregados em estradas não pavimentadas, as patologias das mesmas e métodos de avaliação das condições de rolamento.

## 2.1 ESTRADAS VICINAIS

Rodovia não pavimentada é aquela que não possui cobertura com cimento, cobertura asfáltica ou qualquer outro tratamento superficial (EATON ET AL, 1987).

Segundo DNIT (2005) as estradas vicinais ou estradas não pavimentadas, resultam da evolução de trilhas e caminhos precários, remanescentes de épocas pioneiras e construídas com características técnicas bastante modestas, pois foram construídas com poucos recursos e por isso acabavam buscando evitar a construção de obras-de-arte especiais, a movimentação de solo, aproveitavam as curvas de nível do terreno e procuravam evitar os divisores de água.

Conforme Baesso e Gonçalves (2003) estradas construídas desta forma possuem um alto custo de manutenção e de complicada execução, o que acaba sobrecarregando os agentes públicos responsáveis. A manutenção dessas vias, principalmente quanto à camada de revestimento, é indispensável para reduzir os custos de reconstrução em longo prazo.

As rodovias vicinais conectam malhas viárias regionais, também compõem sistemas de transporte existentes, promovem a ligação entre a produção de determinados produtos e centros de armazenagem, distribuição, comercialização, beneficiamento e também constituem importante forma de ligação às comunidades afastadas. (DNIT, 1999)

Segundo DER (2012) às propriedades geométricas das estradas vicinais são definidas pela utilização dos traçados já existentes. Dessa forma, os custos de construção serão adequados a um tráfego já existente no local. Sendo assim, estas estradas se desenvolvem com regularidade no decurso de espigões, ou divisores de águas proporcionando um escoamento natural de águas fluviais. Essas limitações econômicas e construtivas fazem com que se adote um greide muito perto do nível do terreno natural, o que acaba gerando rampas acentuadas e curvas horizontais e verticais bastante fortes.

Estradas vicinais exigem um planejamento muito diferente de estradas pavimentadas, por exemplo, em uma estrada pavimentada um planejamento em longo prazo seria de 5 a 20 anos, já em uma estrada não pavimentada um planejamento em longo prazo seria de 1 a 2 anos, evidenciando assim a manutenção mais recorrente que deve haver nessas estradas. (EATON et al, 1987).

### 2.1.1 Classificação das rodovias

Segundo DNER (1999) é necessário a divisão das rodovias e a sua classificação por diferentes critérios, podem ser divididas em 4 classificações: quanto a sua administração (federal, estadual, municipal e particular), classificação funcional, em função das suas características físicas (pavimentada ou não, pista simples ou dupla) e em função do seu padrão técnico.(Baesso e Gonçalves, 2003).

Lee (2000) Explica que a forma de classificação funcional pode ser dividida hierarquicamente, de acordo com o serviço oferecido. Tais classificações são: sistema arterial, sistema coletor e sistema local. Sistema arterial tem por função proporcionar um alto nível de mobilidade para um grande fluxo de automóveis e promover a ligação de cidades e locais com grande fluxo de veículos. Sistema coletor atende o tráfego intermunicipal e independente do volume de tráfego as velocidades são menores que no sistema arterial também tem por objetivo permitir a ligação de zonas rurais e centros urbanos ao sistema arterial. Sistema local são rodovias pequenas que tem por objetivo a ligação de pequenas localidades e áreas rurais aos sistemas de maior fluxo de veículos, são rodovias curtas, porém representam um total de 65% da malha viária (DNER, 1999).

Na tabela 1 podemos perceber as subdivisões que existem em cada sistema funcional, a mesma está demonstrada no anexo A.

A classificação técnica está diretamente ligada a geometria da rodovia, e a mesma determina: velocidade, raios de curvatura, rampas, larguras de pistas e acostamento, entre outras características. Um exemplo de uso de tal classificação é no momento de execução de projeto, onde ela se relaciona diretamente com o nível de qualidade do serviço que o usuário encontrará naquela via. (DNER, 1999)

Na tabela 2 localizada no apêndice anexo B, podemos ver os critérios de classificação de cada rodovia em função do volume de tráfego projetado e a velocidade de projeto para a classe correspondente.

Tanto na classificação técnica quanto na classificação funcional, ambos os sistemas usam os elementos de tráfego como parâmetros de classificação, porém os critérios para uso dos parâmetros são de forma diferentes. Uma rodovia de uma classe funcional inferior poderá se enquadrar em uma classe de projeto superior se houver um volume de tráfego alto ou por outras considerações técnicas. (DNER, 1999)

No quadro demonstrativo abaixo podemos ver uma comparação entre as classes funcionais e as classes de projeto.

**Quadro 1 - Relação entre classes de projeto e classes funcionais**

Sistema	Classes funcionais	Classes de projeto
Arterial	Principal Primário Secundário	Classes 0 e I Classes I Classes I e II
Coletor	Primário Secundário	Classes II e III Classes III e IV
Local	Local	Classes III e IV

Fonte : DNER, 1999

## 2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESSENCIAIS

Segundo Rodrigues et al (2019) existem duas características técnicas que são indispensáveis para se garantir uma boa condição de tráfego, são elas: boa capacidade de suporte e boas condições de rolamento. Capacidade de suporte é a condição da rodovia de não deformar quando sofrer uma solicitação de carga, quando existe falta desta capacidade aparecem ondulações transversais, rodeiros e em casos de chuvas intensas ocorre a formação de lama. As condições de rolamento estão diretamente ligadas ao conforto e segurança, estradas com boas condições de rolamento são aquelas que não possuem ondulações ou buracos.

Pode-se destacar a capacidade de drenagem também como uma característica essencial para se ter uma boa condição de tráfego, pois evita processos erosivos na estrada e consequentes patologias. A drenagem pode ser feita através de abaulamento da pista, sarjetas, lombadas ou ainda bacias de captação. (CODASP, 2019)

## 2.3 TRATAMENTOS PRIMÁRIOS

O tratamento primário é aquele que tem por objetivo a melhoria da qualidade de rolamento e da aderência do tráfego nas estradas. Existem quatro tipos diferentes destes tratamentos: revestimento primário, agulhamento, mistura de areia com argila e

o encascalhamento, este último que consiste no simples lançamento do material granular sobre a pista, procedimento este que deve ser evitado pois tem uma baixa eficiência e tem pouca durabilidade, sendo assim gerando um custo recorrente de manutenção.(SANTOS ET AL, 1988)

Baesso e Gonçalves (2003) colocam que o tratamento primário se faz necessário quando as formas de drenagem calculadas são insuficientes para apresentar um bom coeficiente de atrito.

## 2.4 PATOLOGIAS EM RODOVIAS DE TERRA

Segundo Santos et al (1988) deve-se entender que os problemas mais comuns em estradas não pavimentadas são: a falta de um sistema de drenagem eficiente, a falta de capacidade de suporte do subleito e o mau desempenho da superfície de rolamento.

As principais patologias existentes em uma rodovia vicinal de acordo com Eaton et al (1988) podem ser divididas em sete grupos: seção transversal inapropriada, drenagem inadequada, corrugações, poeira, buracos, agregados soltos e sulcos.

### 2.4.1 Seção transversal inadequada

Ocorre quando o perfil transversal da rodovia possui geometria inadequada, dificultando assim o escoamento de água, gerando um acúmulo na superfície. (Oliveira, 2008).

Baesso e Gonçalves (2003) também colocam que estradas com gabaritos muito altos também são suscetíveis ao surgimento deste tipo de patologias, pois assim ocorre a deterioração da faixa de rolamento. A solução adotada neste caso é o abaulamento da faixa de rolamento com um grau de declividade em torno de 4%.

Podem ser divididos em três classes: Baixo (quando ocorrem pequenos acúmulos de águas na superfície), médio (quando ocorrem acúmulos de águas na superfície da rodovia) e grave (quando se tem grandes acúmulos de água e também a ocorrência de depressões na faixa de rolamento). (EATON ET AL, 1988).

### 2.4.2 Drenagem inadequada

Segundo o departamento de agricultura dos Estados Unidos (2012) um dos indicadores deste tipo de patologia é o acúmulo de água na superfície da rodovia assim como também a presença de buracos na mesma. É causado pela inexistência do formato correto da rodovia, falta de manutenção, falta de uma rede de drenagem ou ainda uma drenagem inadequada da rodovia. A solução para este caso é o reposicionamento das redes de drenagem. Vemos na figura 1 um exemplo de uma rodovia com drenagem inadequada.

**Figura 1 : Exemplo de rodovia com drenagem inadequada**



Fonte: Departamento de agricultura dos Estados Unidos (2012)

### 2.4.3 Corrugações ou costela de vaca

Segundo o departamento de transportes dos Estados Unidos (1998) são ondulações rítmicas, que se estendem por grandes distâncias nas rodovias e possui direção perpendicular à direção do tráfego. Apresenta um grande risco ao condutor do veículo, pois causa um impacto não somente de conforto, mas também afeta os sistemas de freio e o controle do veículo. Ainda não se conhece com precisão os fatores que influenciam para o seu surgimento, porém existem estudos que atribuem seu surgimento a quatro principais causas: dureza dos pneus dos veículos, abrasão, oscilação e velocidade. A figura a seguir representa um típico caso de corrugação.

**Figura 2 - Registro de rodovia com costela de vaca**



Fonte: <https://bestcars.uol.com.br/bc/wp-content/uploads/2016/03/Estrada-de-terra.jpg>

Baesso e Gonçalves (2003) coloca que ainda não há um tratamento definitivo, porém a manutenção da rodovia com esta patologia pode ser de duas formas: quando tiver altura menor com 25 mm pode ser feito o nivelamento com patola ou pá e quando tiver mais que 25 mm de altura deverá ser feito a correção em 4 passos:

- 1 - Escarificação ou remoção da superfície irregular;
- 2 - Corte de 80 a 100 mm na superfície;
- 3 - Adição de mais solo ou algum material rochoso se necessário;
- 4 - Mistura do material e colocação do mesmo no local.

#### **2.4.4 Poeira**

Camilo (2007) afirma que poeira ocorre quando a estrada possui o material de revestimento da pista, fino e não compactado ou compactado de forma incorreta. Baesso e Gonçalves (2003) cita que a camada de poeira pode acarretar sérios problemas, tais como: Obstrução da visão de outros motoristas, atrapalhar nas culturas agrícolas, danos à saúde dos moradores da região e ainda atrapalhar o funcionamento de motores dos carros que trafegam pela rodovia.

#### **2.4.5 Buracos**

São depressões em formato de tigela na rodovia que são formados quando o tráfego de veículos, aos poucos vai retirando pequenos pedaços da superfície da faixa de rolamento podem ser causados também por erosão quando há chuvas ou mesmo quando existe a expulsão de partículas sólidas pelo tráfego dos veículos. (CAMILO,2007)

Pode ser tratado com uma simples operação de tapa-buraco ou em casos mais graves pode exigir uma operação de reconformação da via. (BAESSO E GONÇALVES,2003)

#### **2.4.6 Rodeiros**

O departamento dos transportes dos Estados Unidos (1998) ensina que repetidas passadas dos veículos, subsolo constituído de material fraco e excessiva

umidade são as causas dessa patologia que é caracterizada pelo afundamento da rodovia na parte em que passam as rodas dos veículos.

Segundo Baesso e Gonçalves (2003) existem três soluções para este problema: em casos mais leves a simples reconformação do solo através de motoniveladora, em casos de média complexidade a reconformação do solo e a adição de materiais para o aumento da resistência e em casos mais graves a retirada do solo e subsolo e a recolocação de materiais de maior resistência no mesmo local.

#### **2.4.7 Perda de agregados**

Problema que surge quando pelo movimento dos veículos acontece a segregação do material graúdo do solo ao lado da pista ou junto às trilhas das rodas.(Baesso e Gonçalves, 2003)

Rodrigues et al (2019) explica que a solução pode ser a simples reconformação da via e adição de material ligante ou em casos mais graves a retirada do material e consequente substituição por material com granulometria adequada.

#### **2.4.8 Pista escorregadia, lisa ou solta**

Conforme Camilo (2007) ocorre quando existe uma grande porcentagem de argila no solo da rodovia, geralmente acima de 60%, a solução neste caso envolve a mistura na via de material com uma granulometria maior.

### **2.5 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE UMA RODOVIA NÃO PAVIMENTADA**

Muitas vezes os recursos disponíveis para a manutenção de uma rodovia são escassos e precisam ser empreendidos da melhor forma, por isso surgem ferramentas administrativas para auxiliar na tomada de decisões e estabelecimento de prioridades. (Baesso e Gonçalves, 2003)

Rodovias não pavimentadas tem uma alta necessidade de manutenção, por exemplo em uma rodovia pavimentada um planejamento a longo prazo seria para 5-20 anos enquanto que em uma rodovia vicinal um planejamento a longo prazo seria de 1-2

anos. Áreas negligenciadas com problemas rapidamente podem se deteriorar, aumentando o custo de manutenção. (EATON ET AL, 1988).

### 2.5.1 URCI - Unsurfaced Road Conservation Index

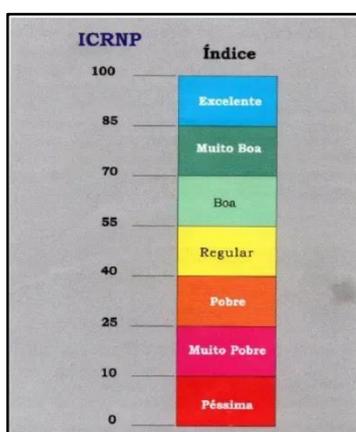
É um método criado pelo Us Army Corps of Engineers (1988) que consiste basicamente em uma avaliação da rodovia através de parâmetros estabelecidos que analisam a estrada através de fatores como a integridade, capacidade estrutural e índice de deterioração, o resultado para essa análise é através de um parâmetro de 0 a 100. Pode ser dividido em três etapas:

1 - Divisão da rodovia em pedaços menores: com o objetivo de facilitar, consiste em dividir a rodovia em pedaços menores classificados hierarquicamente, são eles: ramo, seção e unidade simples.

2 - Inspeção da rodovia: consiste na inspeção da rodovia que é feito de duas maneiras: a mais simples onde é percorrida a rodovia com um automóvel em uma velocidade constante e tomando notas de cada patologia percebida na rodovia, a segunda maneira é aquela necessária para computar os parâmetros onde cada patologia da via é analisada, catalogada e recebe uma pontuação.

3 - ICRNP - Índice de condição de rodovia não pavimentada: nesta fase é feito os cálculos finais considerando os resultados obtidos com a inspeção da via, estes resultados geram um valor que classifica a condição da via, como visto na imagem abaixo.

Figura 3 - Índice ICRNP



Fonte : Baesso e Gonçalves (2003)

Com o valor do índice ICRNP já definido para cada trecho da rodovia é possível determinar quais trechos têm prioridade na hora de execução de manutenção.

### **3 METODOLOGIA**

Neste estudo de caso serão analisadas as condições de um trecho de uma estrada rural selecionada, identificar seus defeitos, fazer a sua caracterização e a sua consequente classificação, por meio de levantamento de dados em campo e ensaio laboratoriais e assim calcular o ICRNP índice de condição de rodovia não pavimentada.

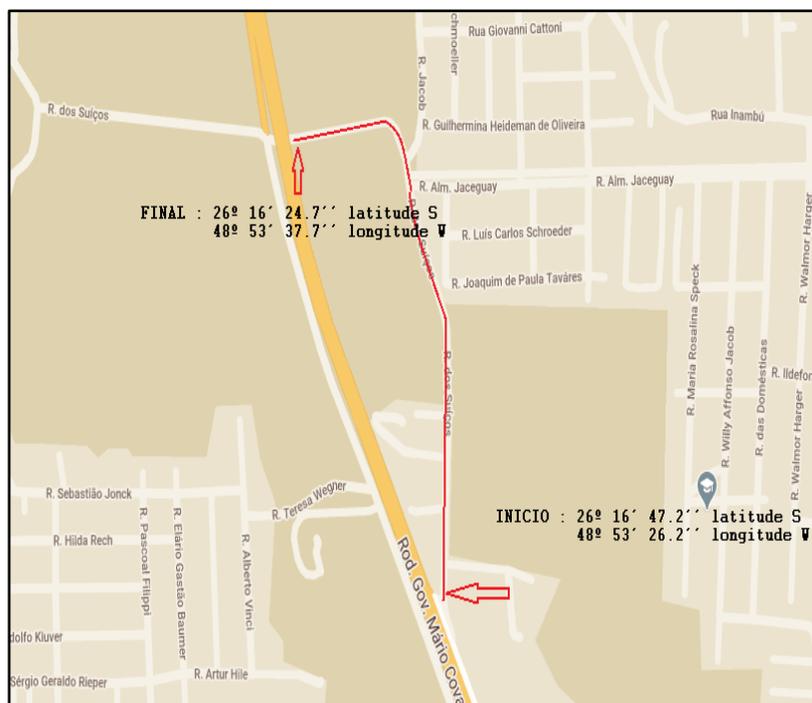
#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

Com o conhecimento adquirido no levantamento bibliográfico apresentado, este trabalho estudou as patologias de um trecho rodoviário escolhido, identificou-se e foi avaliado as reais condições da estrada de acordo com a metodologia descrita pelo US Army corps of engineers, verificou-se se existe a necessidade de readequação de alguma parte da rodovia e abordou-se as possíveis intervenções e adequações a ser realizadas no trecho estudado, seguindo os dados referenciados de livros, artigos, e métodos desenvolvidos e comprovados.

#### **3.2 AMBIENTE DA PESQUISA**

O estudo foi desenvolvido na rodovia Rua dos Suíços, que foi escolhida por ser um acesso à cidade e também uma rodovia que promove a ligação entre os bairros Vila nova e costa e silva na cidade de Joinville em Santa Catarina. O início do trecho está localizado geograficamente nas coordenadas 26° 16' 47.2" latitude sul e 48° 53' 26.2" longitude oeste e o final da rodovia está localizada nas coordenadas 26° 16' 24.7" latitude sul e 48° 53' 37.7" longitude oeste, como mostra a figura 4 e 5 abaixo.

**Figura 4 - Mapa de localização da rodovia estudada e trecho 1 e 2**



Fonte : Google maps (2021)

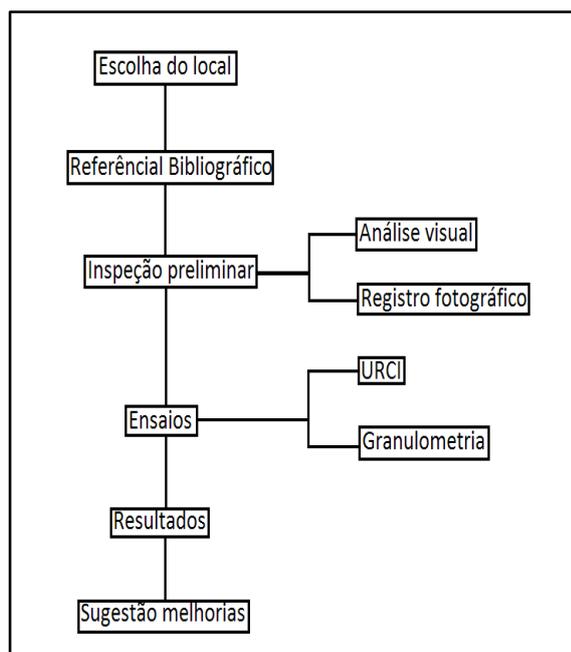
**Figura 5 - Fotografia da rodovia**



Fonte : Os autores(2021)

### 3.3 ETAPAS DA PESQUISA

Através do fluxograma que será apresentado abaixo, é possível entender os processos, etapas, pesquisas e estudos necessários para a consolidação deste estudo.

**Figura 6 - fluxograma da pesquisa**

Fonte: Os autores (2021)

### 3.4 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Através de observação e análise de algumas vias na cidade de Joinville com relação a fluxo de automóveis e quantidade de usuários da via, optou-se pela rodovia Rua dos Suíços para a realização do estudo.

A partir de registros feitos com auxílio de equipamentos fotográficos e de medição, ensaios laboratoriais, estudos hidrológicos, estudo do solo e levantamento da topografia do local conseguiu-se coletar as informações acerca da via, e assim a correta caracterização da via através do método URCl.

Após serem coletados os dados in loco e em ensaios laboratoriais será possível a caracterização da rodovia de forma precisa.

#### 3.4.1 Identificação e marcação das patologias existentes

Após percorrer o trecho escolhido conforme mencionado no 3.2, foi identificado e analisado as patologias que ocorrem por falta de manutenção adequada, drenagem inadequada, a falta de agregado graúdo e em alguns pontos da visita identificou-se a

ausência de material argiloso. Foram vistoriadas e demarcadas conforme na no quadro ilustrativo na figura 15 encontrado no anexo C.

### **3.4.2 Análise das patologias identificadas**

Quanto a avaliação do grau de agressividade das patologias existentes, este trabalho adotou-se o método desenvolvido pelo U.S Army Corps of Engineers, em função disto os defeitos foram calculados pelo método URCl com a utilização de ábacos e tabelas de inspeção demonstrados na figura 8 no anexo D.

Após encontrar os valores de dedução foi aplicado a somatória das deduções que resultará em uma dedução total (VDT) sendo colocado os valores no ábaco para determinação do índice URCl. Na tabela 3 no anexo E, apresenta-se a folha de inspeção que consta todos os dados obtidos da estrada, que será devidamente explicado nos resultados finais.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Percorrendo a via escolhida do estudo, foram averiguadas as patologias descritas no subtítulo 3.4.1. Através de inspeção visual e medição foi abordado os danos ocorridos na via, tais como: Perda do agregado, buracos, drenagem inadequada, poeira e corrugações.

### **4.1 Perda do agregado**

Percorrido o trecho escolhido apresentaram-se vários pontos de segregação do agregado, tendo em mente que este dano à via, ocorre-se pela ação abrasiva do tráfego em estradas vicinais, percebeu-se in loco que existe intenso tráfego em alguns momentos, com a circulação de caminhões e ônibus passando juntamente com automóveis utilitários.

Além do clima, se considera a falta de manutenção adequada ou recorrente como principal causador desta patologia. Como pode ser observada na figura 9, nesta via a perda do agregado ocorre em considerável quantidade.

**Figura 9 – Perda do agregado**

Fonte: Os autores (2021)

#### 4.1.2 Buracos

Foi feito o percurso com o carro na via de rolamento, e foram encontrados buracos na estrada vicinal em questão, foi identificado um número de buracos considerável, e notou-se que a média de profundidade dos buracos era de aproximadamente 6 centímetros. Conforme figura 10, existem buracos na via com largura maior que 100 centímetros evidenciando assim a falta de manutenção adequada na via.

**Figura 10 – Buracos**

Fonte: Os autores (2021)

#### 4.1.3 Poeira

A ação abrasiva do tráfego em estradas vicinais faz com que as partículas do solo aglutinantes se soltem da superfície de rolamento, com a passagem do tráfego formam-se nuvens de poeira. Na via estudada foi identificado e calculado o índice de

agressividade conforme a figura 11, sendo que a dedução deste defeito é definida pelo grau de severidade.

**Figura 11 – Valor de dedução para o defeito de poeira e via com defeito**

Nível de Severidade	Valores dedutíveis
Baixo	2
Médio	4
Alto	15

Fonte: Adaptado de Baesso e Gonçalves (2003)

Fonte: Os autores (2021)

De acordo com o quadro, foi adotado o grau de agressividade médio para esta estrada.

#### 4.1.3.4 Drenagem Inadequada

A drenagem inadequada ocorre pelas valetas cobertas de vegetação ou cheias de entulhos, ocasionando uma ineficiência no direcionamento da água e transporte. Conforme vemos na figura abaixo a drenagem inadequada provoca o acúmulo de água no eixo de rolamento da pista intensificando as outras patologias.

**Figura 12 – Drenagem Inadequada**



Fonte: Os autores (2021)

#### 4.1.3.5 Corrugações

São irregularidades na faixa de rolamento da via e são também conhecidas como “costelas de vacas”. Foi identificado pouco deste defeito na estrada estudada,

lembrando que esta patologia ocorre por vibrações dos veículos geradas pelo acúmulo de grandes pedras em determinados pontos da via. Conforme demonstrado na figura 13 esta patologia não apresenta grande severidade.

**Figura 13 – Corrugações**



Fonte: Os autores (2021)

#### 4.1.3.5 Análise dos ensaios realizados

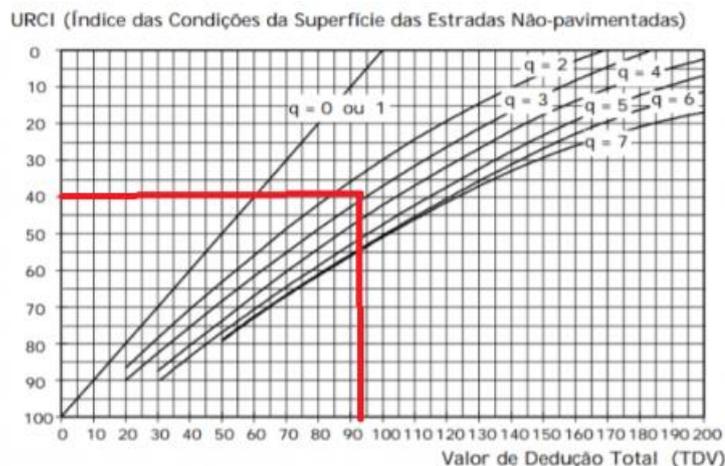
Todos os resultados dos ensaios realizados com o solo coletado encontram-se na figura 14 no anexo F. Para o procedimento de laboratório foi feita a coleta do solo com uma pá, levado para o laboratório de solos da Unisociesc, deixando o solo aguardar por 24 horas, depois foi feito o destorroamento e colocado em um conjunto de peneiras, levando ao peneirador de bancada por 10 minutos e logo após pesando a quantidade de solo retido em cada peneira. Foi obtido os resultados da curva de cada solo e a consequente classificação qual era o tipo do solo.

Quanto aos resultados obtidos nos estudos e metodologia descrita neste trabalho foi baseado no método desenvolvido pelo U.S Army Corps of Engineers, em função dos tipos de defeitos e suas ocorrências.

A partir da avaliação da estrada utilizando o índice de URCI, evidenciou-se classificar a estrada como sendo de condição regular. Entende-se pelos resultados obtidos dos ensaios de granulometria do solo que se refere a uma estrada com terreno arenoso.

A forma como chegou-se na conclusão da via estar com condição regular foi identificada com as deduções encontradas nos ábacos e somando-as encontraram-se a dedução total (VDT), que então aplicamos na curva URCI, como na figura 15 abaixo.

**Figura 15 – Índice URCI**



Fonte: Os autores (2021)

Após encontrado o valor do índice URCI analisou-se o resultado confrontando com a tabela que classifica a estrada de acordo com o método calculado, como mostrado na figura 15. Assim verificou-se um valor de 40, que considera a via como anteriormente mencionada regular. Os defeitos encontrados que geraram este valor foram, poeira, corrugações, buracos, drenagem deficiente, seção transversal inadequada, em alguns trechos da via notou-se agressividades que diferem em seu grau. Contudo, essas patologias afetam diretamente a capacidade operacional da estrada.

## 4.2 ADEQUAÇÕES

Durante o processo de avaliação da estrada verificou-se a necessidade de uma manutenção de emergência preenchendo com material ligante misturado com material granular a fim de levantar a altura do eixo de rolamento da estrada para promover uma melhor drenagem da rodovia e diminuindo a quantidade de material arenoso na composição granulométrica, a fim de promover uma maior uma curva granulométrica bem graduada. Pela facilidade de obtenção se recomenda utilizar argila como material ligante e seixo rolado como material graúdo, pela grande quantidade de jazidas na região estudada.

#### **4.2.1 DRENAGEM**

Também foi detectada a necessidade de a construção de dispositivos de drenagem para a rodovia, pois acaba não havendo o escoamento de água e o acúmulo na rodovia o que acaba gerando muitas das patologias descritas.

Este novo eixo de rolamento deverá ser feito com o centro do eixo de rolamento mais alto, com abaulamento para melhor drenagem da pista.

### **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Portanto, propõe-se a realização de uma manutenção rigorosa da estrada com intuito de renovar os padrões de serviço da estrada, visando a solução dos problemas principalmente da drenagem inadequada e dos materiais graúdos soltos na superfície da pista, sendo que a poeira foi o que obteve o grau de agressividade mais relevante.

Os defeitos de estradas rurais não pavimentadas ocorrem principalmente devido a um sistema de drenagem ineficiente, quando ocorre de não haver manutenção adequada os defeitos surgem com mais frequência e com grau de agressividade mais acentuado, agravando a situação dessas vias. O levantamento das condições das estradas é de fundamental importância. Contudo o método adotado necessita de estudos específicos para sua adequação aos defeitos e formas apresentados nas vias.

O levantamento das patologias e a identificação no campo são de ampla discussão, poderiam ser melhoradas as identificações dos defeitos com tecnologia de sistemas de posicionamento por satélite (GPS) no que se refere aos levantamentos de campo. O presente trabalho mostra que os técnicos devem ter muita atenção na coleta dos dados no campo, permitindo-se a possibilidade de executar o levantamento da mais correta forma, para que a manutenção também ocorra da forma mais eficiente. Contudo o presente trabalho pode ser considerado apenas introdutório na área.

Sendo feita uma manutenção adequada e resolvendo as patologias encontradas será melhorado o padrão da estrada, aumentando a vida útil, proporcionando um conforto para os usuários, oferecendo segurança e condições de trafegabilidade aceitáveis. Assim os usuários desta via, estarão usufruindo de condições boas, os moradores desta região serão beneficiados, facilitando o acesso a serviços básicos.

## REFERÊNCIAS

ANUÁRIO cnt do transporte: Estatísticas consolidadas. Estatísticas consolidadas. 2018. Elaborado por CNT - Confederação nacional do transporte. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/>. Acessado dia 12/11/2020.

ANTF. O SETOR ferroviário de carga brasileiro. 2019. Elaborado por ANTF - Associação Nacional dos Transportes Ferroviários. Disponível em: <https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>. Acessado dia 12/11/2020.

BAESSO, Dalcio Pickler; GONÇALVES, Fernando Luiz. **Estradas Rurais: Técnicas Adequadas de manutenção**. DER, Florianópolis, 2003.

CAMILO, I. B. **Recomendações técnicas para adequação de estradas rurais**. Cuiabá: EMPAER-MT, 2007. 34 p. (EMPAER-MT, Série Documentos, 36). Disponível em: <http://www.empaer.mt.gov.br/documents/8024815/9384034/Recomenda%C3%A7%C3%B5es+T%C3%A9cnicas+Para+Adequa%C3%A3o+de+Estradas+Rurais/48c5e265-4cd3-f25f-bd46-433cad1b4b2e> . Acessado dia 12/11/2020.

CODASP (São Paulo). Secretaria da Agricultura . **Características técnicas de uma estrada rural**. Disponível em: <http://www.codasp.sp.gov.br/Artigos/caracteristicas-tecnicas-essenciais-de-uma-estrada-rural/>. Acesso em: 09/11/2020.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO (DER/SP). Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais. Volume I. 226p. São Paulo, 2012. Disponível em: [http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/manuais/Manual\\_Basico\\_de\\_Estradas\\_e\\_Rodovias\\_Vicinais-Volume\\_II.pdf](http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/manuais/Manual_Basico_de_Estradas_e_Rodovias_Vicinais-Volume_II.pdf) . Acessado dia 12/11/2020.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS. **Environmentally sensitive road maintenance practices for dirt and gravel roads.** Pennsylvania, 2012. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/eng/pubs/pdf/11771802.pdf> . Acessado: 12/11/2020.

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DOS ESTADOS UNIDOS. **Gravel roads.** Construction and maintenance guide. South Dakota, 2015. Disponível em: <https://www.fhwa.dot.gov/construction/pubs/ots15002.pdf> . Acessado: 11/11/2020.

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DOS ESTADOS UNIDOS.. **Problems associated with gravel roads.** 1998. Disponível em: [https://t2.unh.edu/sites/t2.unh.edu/files/documents/publications/gravelrds\\_problems.pdf](https://t2.unh.edu/sites/t2.unh.edu/files/documents/publications/gravelrds_problems.pdf) . Acessado: 11/11/2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais.** Rio de Janeiro, 1999. 195p. Disponível em: [https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe\\_Goulart/Material\\_de\\_Apoio/Artigos%20Extras/Manual%20Projeto%20Geometrico%20-%20DNER.pdf](https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Artigos%20Extras/Manual%20Projeto%20Geometrico%20-%20DNER.pdf) . Acessado: 13/11/2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Manual de pavimentação.** 3.Ed. Rio de Janeiro, 2006b. Disponível em: [http://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/manuais/Manual%20de%20Pavimenta%20E7%E3o\\_05.12.06.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Pavimenta%20E7%E3o_05.12.06.pdf) . Acessado: 14/11/2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Manual de pavimentação.** 3.Ed. Rio de Janeiro, 2006b. Disponível em: [http://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/manuais/Manual%20de%20Pavimenta%20E7%E3o\\_05.12.06.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Pavimenta%20E7%E3o_05.12.06.pdf) . Acessado: 14/11/2020.

DINIZ, Mariana de Gardingo. Utilização de resíduos sólidos na construção civil na pavimentação de estradas vicinais. **Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais**, Foz do Iguaçu, página 1-6, maio 2019. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/VII-032.pdf>. Acessado: 14/11/2020.

EATON, Robert A.; GERARD, Sidney; CATE David W. (1988). **Rating Unsurfaced Roads**: a field manual for measuring maintenance problems. U. S. Army Corps of Engineers, 1988. Disponível em : <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a185621.pdf>

Acessado: 09/11/2020

KHANDKER, Shahidur R.. **The Poverty Impact of Rural Roads**: Evidence from Bangladesh. 2006. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/8333/wps38750rev0pdf.pdf;sequence=1>. Acessado: 09/11/2020.

LEE, Shu Han. **Introdução ao projeto geométrico de rodovias**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2002.

Maine DEP, Bureau of Land and Water Quality. **Gravel road maintenance manual**. A guide for landowners on camp and other gravel roads. Kennebec county, 2010. Disponível em : [https://www.maineroads.org/Resources/Documents/gravel\\_road\\_manual.pdf](https://www.maineroads.org/Resources/Documents/gravel_road_manual.pdf)

Acessado: 14/11/2020.

OLIVEIRA, Robson José de. **Uso de rede neurais artificiais na avaliação funcional de estradas florestais**. 2008. 108 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. Disponível em: [http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/72/Tese\\_Robson-Jose-de-Oliveira.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/72/Tese_Robson-Jose-de-Oliveira.pdf?sequence=1) . Acessado: 09/11/2020.

RODRIGUES, A.; LUPORINI, E.; AUGUSTO, F.; ANGELIERI, M. **Estradas vicinais de terra**: Manual Técnico para conservação e recuperação. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. São Paulo, 2019, 178pg. Disponível em: [http://acr.org.br/uploads/biblioteca/Manual\\_Estradas\\_Vicinais\\_PDF.pdf](http://acr.org.br/uploads/biblioteca/Manual_Estradas_Vicinais_PDF.pdf)

Acessado: 09/11/2020.

RODRIGUES, A.; LUPORINI, E.; AUGUSTO, F.; ANGELIERI, M. **Estradas vicinais de terra**: Manual Técnico para conservação e recuperação Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. São Paulo, 1988, 132pg. Disponível em: <http://www.agp.org.br/wp-content/uploads/2012/02/Manual-de-Conserva%C3%A7%C3%A3o-e-Recupera%C3%A7%C3%A3o-de-Estradas-Vicinais-de-Terra.pdf>

Acessado: 09/11/2020.

## ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIAS

**Tabela 1 - parâmetros para a classificação funcional de rodovias**

SISTEMAS FUNCIONAIS		FUNÇÕES BÁSICAS	PARÂMETROS DE REFERÊNCIA
<b>ARTERIAL</b>	<b>PRINCIPAL</b>	Viagens internacionais e inter-regionais. Elevados níveis de mobilidade. Formar sistema contínuo na região. Articulação com rodovias similares em regiões vizinhas. Conectar capitais e cidades com pop. > 150.000 hab.	Extensão: 2 a 3% da rede. Serviço: 30 a 35 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 120 km. Veloc. operação: 60 a 120 km/h.
	<b>PRIMÁRIO</b>	Viagens inter-regionais e interestaduais. Atender função essencial de mobilidade. Formar sistema contínuo na região. Conectar cidades com pop. ± 50.000 hab.	Extensão: 1% a 3% da rede. Serviço: 15 a 20 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 80 km. Veloc. operação: 50 a 100 km/h.
	<b>SECUNDÁRIO</b>	Viagens intra-estaduais e não servidas pelos sistemas superiores. Formar sistema contínuo com rodovias dos sistemas superiores, atendendo função essencial de mobilidade. Conectar cidades com pop. > 10.000 hab.	Extensão: 2% a 5% da rede. Serviço: 10 a 20 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 60 km. Veloc. operação: 40 a 80 km/h.
<b>COLETOR</b>	<b>PRIMÁRIO</b>	Viagens intermunicipais. Acesso a geradores de tráfego (portos, mineração, parques turísticos, produção agrícola, etc.). Conectar cidades com pop. > 5.000 hab.	Extensão: 4 a 8 % da rede. Serviço: 8 a 10 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 50 km. Veloc. operação: 30 a 70 km/h.
	<b>SECUNDÁRIO</b>	Ligar áreas servidas com o sistema coletor primário ou com o sistema arterial. Acesso a grandes áreas de baixa densidade populacional. Conectar centros com pop. > 2.000 hab e sedes municipais não servidas por sistemas superiores.	Extensão: 10 a 15 % da rede. Serviço: 7 a 10 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 35 km. Veloc. operação: 30 a 60 km/h.
<b>LOCAL</b>		Viagens intra-municipais. Acesso de pequenas localidades e áreas rurais às rodovias de sistemas superiores.	Extensão: 65 a 80 % da rede. Serviço: 5 a 30 % dos vpd.km. Ext. média de viagens: 20 km. Veloc. operação: 20 a 50 km/h.

Fonte : Lee , 2002

## ANEXO B – ANÁLISE DE CLASSIFICAÇÃO

**Tabela 2 - Classes de projeto e seus critérios de classificação**

CLASSES DE PROJETO	CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA <sup>(1)</sup>	VELOCIDADE DE PROJETO (km/h)		
			Plano	Ondulado	Montanhoso
0	Via Expressa (Controle Total de Acessos)	Decisão Administrativa.	120	100	80
I	A Pista Dupla (Controle Parcial de Acessos)	O projeto em pista simples resultaria em Níveis de Serviço inferiores ao aceitável <sup>(2)</sup> .	100	80	60
	B Pista Simples	Volume de Tráfego projetado: > 200 vph ou > 1.400 vpd.			
II	Pista Simples	Volume de Tráfego projetado: 700 vpd a 1.400 vpd.	100	70	50
III	Pista Simples	Volume de Tráfego projetado: 300 vpd a 700 vpd.	80	60	40
IV	A Pista Simples	Tráfego na data de abertura: 50 vpd a 200 vpd.	60	40	30
	B Pista Simples	Tráfego na data de abertura: < 50 vpd.			

Fonte : [https://docplayer.com.br/docs-images/46/23551964/images/page\\_12.jpg](https://docplayer.com.br/docs-images/46/23551964/images/page_12.jpg)

**ANEXO C – DEFEITOS ENCONTRADOS****Figura 7 – Quadro de patologias identificadas na via**

	<b>Perca do agregado</b>
	Ao longo deste trecho identificou-se a expulsão do agregado da via.
	<b>Nível de severidade:</b> Baixa, agregados com menos de 5 cm de altura no acostamento.

**Figura 7 – Quadro de patologias identificadas na via (Continuação)**

	<p><b>Buracos</b></p> <p>Ocorre pela continua expulsão de partículas sólidas do leito junto com o acúmulo de água, gerada por uma drenagem inadequada.</p> <p><b>Nível de severidade:</b> Baixa, diâmetro médio entre 30- 60 cm com profundidade entre 1,25 – 5 cm.</p>
	<p><b>Drenagem inadequada</b></p> <p>Ocasionalada pelas valetas obstruídas, provando <u>empocamento</u>.</p> <p><b>Nível de severidade:</b> Média, Apresenta vegetação nas linhas de drenagem e evidencia de erosão.</p>
	<p><b>Poeira</b></p> <p>Ação abrasiva do tráfego, faz com que as partículas de solo aglutinantes se soltem da superfície de rolamento.</p> <p><b>Nível de severidade:</b> Baixa, nuvem pouco densa que não obstrui a visibilidade.</p>

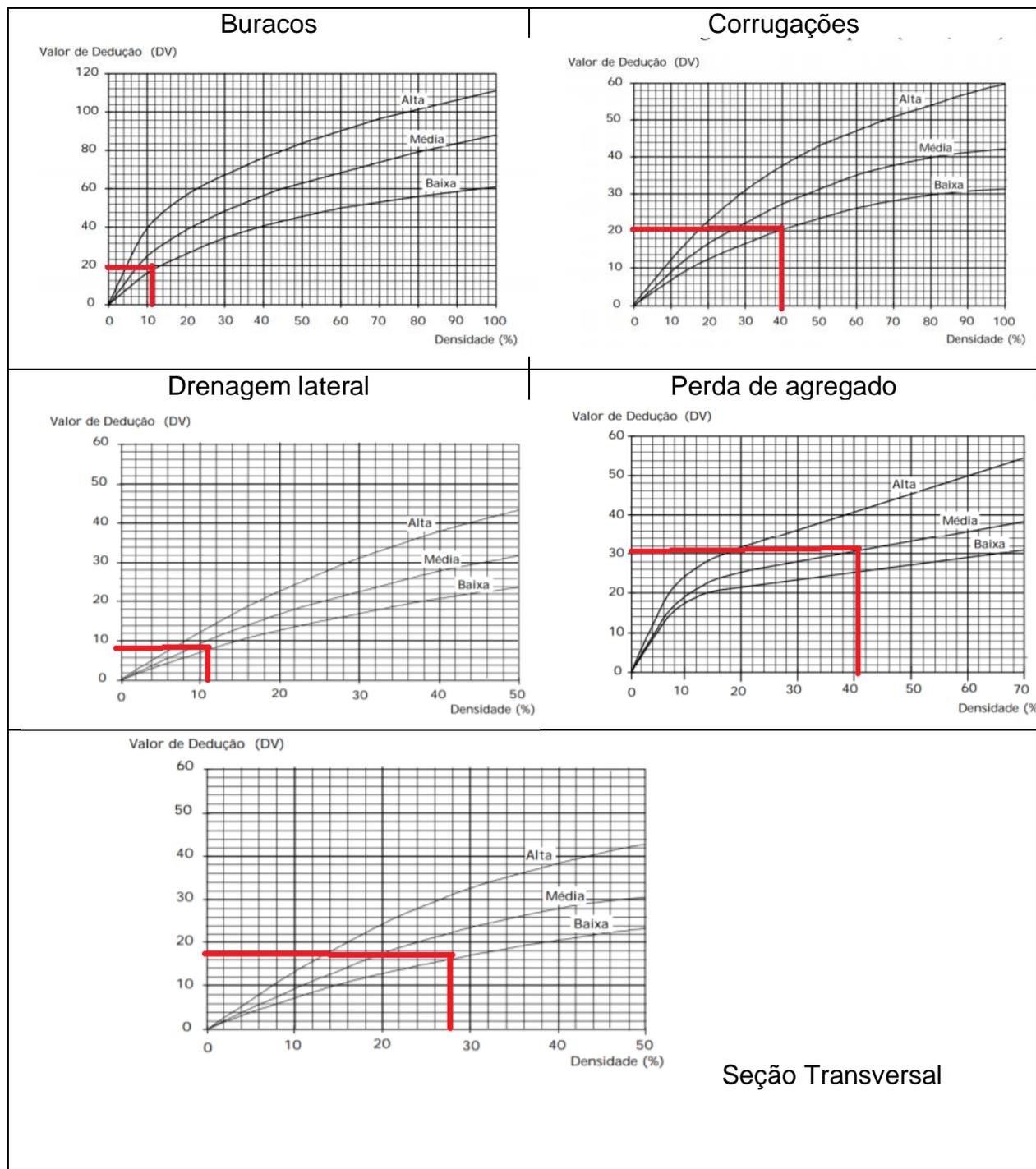
**Figura 7 – Quadro de patologias identificadas na via (Continuação)**

	<b><u>Corrugações ou costela de vaga</u></b>
	Ondas nos sentidos transversais da faixa de rolamento, ocasionando movimento vibratório.
	<b>Nível de severidade:</b> Baixa, profundidade menor que 2,5 cm ou menos de 10% da área total da superfície.

Fonte: Os autores (2021)

## ANEXO D – ÁBACOS USADOS PARA DEDUÇÃO

Figura 8 – Ábacos para determinação dos valores de dedução de cada defeito



## ANEXO E – FOLHA DE INSPEÇÃO

Tabela 3 – Folha de inspeção

FOLHA DE INSPEÇÃO DAS ESTRADAS NÃO-PAVIMENTADAS								
Estrada: Rua dos Suiços								
Extensão da Estrada: 3,0 km				Data: 27/03/2021				
Velocidade:				Avaliador: Maycon de Oliveira da Costa e Matheus Piffer Chiari				
Número de Trechos: 1				Condições Climáticas: Sol				
Odômetro: 125641				Tráfego:				
Trecho:				Seção:				
Comprimento do Trecho: 100				encaixada( ) aterrada( ) mista( )				
Largura da faixa de rolamento: 5,36				Tipo de Solo: Arenoso				
Área do Trecho: 536 m <sup>2</sup>				Rampa:				
Drenagem: S (x) N ( )				Declividade transversal:				
Desenho				Tipos de Defeitos				
				1. Seção Transversal Inadequada (m)				
				2. Drenagem Lateral Inadequada (m)				
				3. Corrugações/Ondulações (m <sup>2</sup> )				
				4. Poeira				
				5. Buracos (número)				
				6. Trilhas de Rodas (m <sup>2</sup> )				
				7. Agregados Soltos (m)				
Quantidade e Severidade dos Defeitos								
Tipos		1	2	3	4	5	6	7
Quantidade e Severidade	B	19,0	0,80			18,0		
	M			20,0				30,50
	A				x			
Cálculo do URCI								
Tipo de Defeito		Densidade	Severidade	D	Anotações			
1		27,09	BAXA	19,0				
2		11,48	BAIXA	0,80				
3		40,0	MÉDIA	20,0				
5		10,96	BAIXA	18,0				
7		39,37	MÉDIA	30,50				
TDV: 88,30		q = 2,0	URCI: 42,0	Classificação: REGULAR				

### ANEXO F – RESULTADOS CORPO DE PROVA

Figura 14 – Folha de inspeção

TABELA AMOSTRA 1

(mm)	Peso Peneira (g)	Peso Peneira + Solo (g)	Peso Solo Retido (g)	Peso Solo Acumulado (g)	Percentual Retido	Percentual Passado
2,36	421,05	485,35	64,30	64,30	14,31%	85,69%
1,18	433,92	502,86	68,94	133,24	29,66%	70,34%
0,60	305,40	374,61	69,21	202,45	45,07%	54,93%
0,43	339,74	385,15	45,41	247,86	55,17%	44,83%
0,30	343,64	386,08	42,44	290,30	64,62%	35,38%
0,15	337,12	416,00	78,88	369,18	82,18%	17,82%
0,08	327,30	380,59	53,29	422,47	94,04%	5,96%
Fundo	341,85	368,61	26,76	449,23	100,00%	0,00%

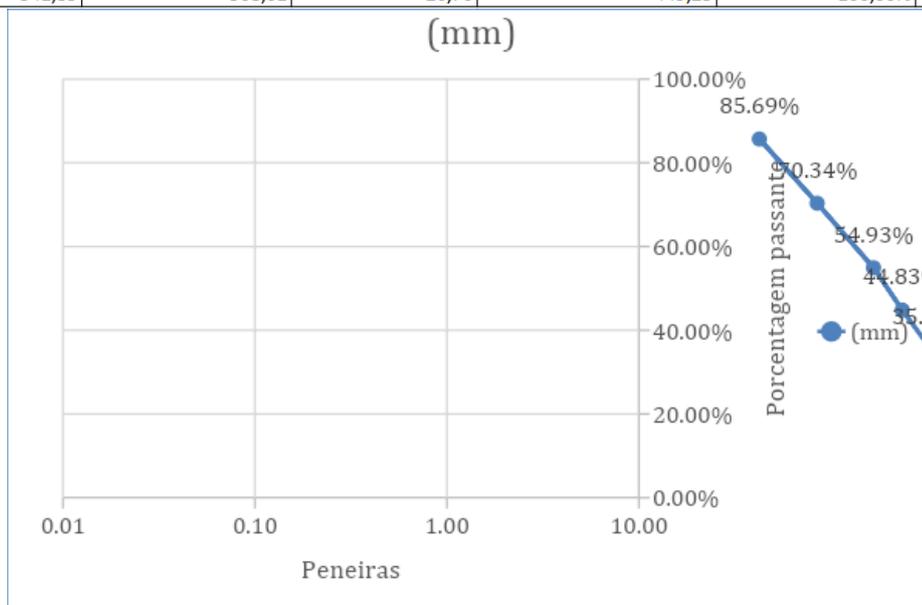


TABELA AMOSTRA 2

(mm)	Peso Peneira (g)	Peso Peneira + Solo (g)	Peso Solo Retido (g)	Peso Solo Acumulado (g)	Percentual Retido	Percentual Passado
2,36	421,05	471,82	50,77	64,30	12,30%	87,70%
1,18	433,92	515,23	81,31	145,61	27,85%	72,15%
0,60	305,40	391,49	86,09	231,70	44,32%	55,68%
0,43	339,74	386,71	46,97	278,67	53,30%	46,70%
0,30	343,64	380,45	36,81	315,48	60,34%	39,66%
0,15	337,12	508,87	171,75	487,23	93,19%	6,81%
0,08	327,30	356,89	29,59	516,82	98,85%	1,15%
Fundo	341,85	347,84	5,99	522,81	100,00%	0,00%

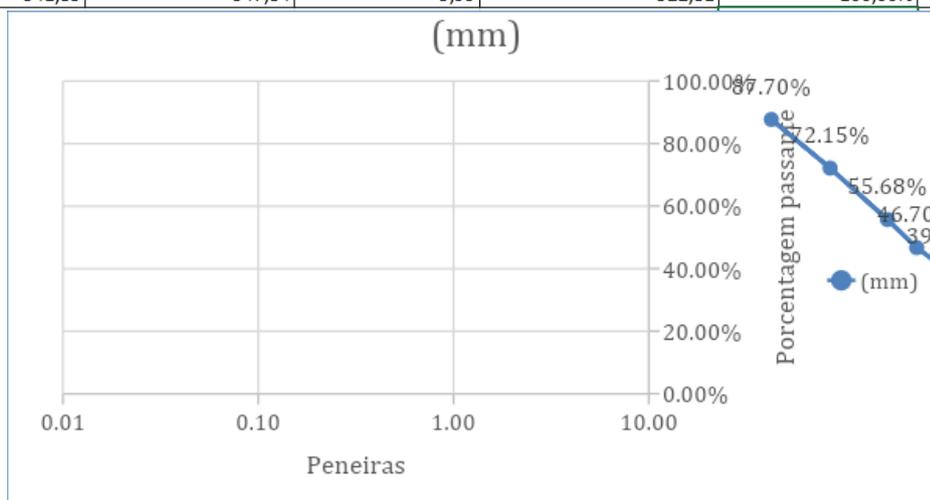


TABELA AMOSTRA 2

(mm)	Peso Peneira (g)	Peso Peneira + Solo (g)	Peso Solo Retido (g)	Peso Solo Acumulado (g)	Percentual Retido	Percentual Passado
2,36	421,05	471,82	50,77	64,30	12,30%	87,70%
1,18	433,92	515,23	81,31	145,61	27,85%	72,15%
0,60	305,40	391,49	86,09	231,70	44,32%	55,68%
0,43	339,74	386,71	46,97	278,67	53,30%	46,70%
0,30	343,64	380,45	36,81	315,48	60,34%	39,66%
0,15	337,12	508,87	171,75	487,23	93,19%	6,81%
0,08	327,30	356,89	29,59	516,82	98,85%	1,15%
Fundo	341,85	347,84	5,99	522,81	100,00%	0,00%

