



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CAMPUS RUSSAS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ADRIANO JORGE SOMBRA JÚNIOR

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL E CARACTERIZAÇÃO DE DEFEITOS DE ESTRADA
NÃO PAVIMENTADA NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE RUSSAS - CE**

RUSSAS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S676a Sombra Júnior, Adriano Jorge.
Avaliação Funcional e Caracterização de Defeitos de Estrada Não Pavimentada na Zona Rural do Município de Russas - CE / Adriano Jorge Sombra Júnior. – 2021.
97 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia Civil, Russas, 2021.
Orientação: Profa. Ma. Camila Lima Maia.
1. Estradas não pavimentadas. 2. Defeitos. 3. Classificação. 4. URCI. I. Título.

CDD 620

ADRIANO JORGE SOMBRA JÚNIOR

AVALIAÇÃO FUNCIONAL E CARACTERIZAÇÃO DE DEFEITOS DE ESTRADA NÃO
PAVIMENTADA NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE RUSSAS - CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil do Campus
Russas da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^ª. M.Sc. Camila Lima Maia.

RUSSAS

2021

ADRIANO JORGE SOMBRA JÚNIOR

AVALIAÇÃO FUNCIONAL E CARACTERIZAÇÃO DE DEFEITOS DE ESTRADA NÃO
PAVIMENTADA NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE RUSSAS - CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil do Campus
Russas da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. M.Sc. Camila Lima Maia (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. M.Sc. Andriele Nascimento de Souza
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. M.Sc. Daniela Lima Machado da Silva.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho aos meus pais Edvânia e Adriano, por todo apoio, incentivo, compreensão e dedicação incondicional.

Às minhas avós Raimunda Marcelina e Maria das Graças, por todas as orações, torcida e pelo amor imensurável.

Aos meus amigos, pela parceria e companheirismo nessa trajetória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Edvânia e Adriano, que travaram lutas diárias para conseguir que seus filhos pudessem ter uma realidade diferente da que eles tiveram, crescendo através da educação. Agradeço pelos ensinamentos, pelas vivências do cotidiano que me fizeram crescer como ser humano e não desistir dos meus sonhos, pelo esforço e resignações que passaram, para que eu pudesse estar onde estou hoje.

Agradeço aos meus familiares, principalmente às minhas avós Raimunda Marcelina e Maria das Graças, que me mostraram desde a infância o que é ser um ser humano, o que é o amor incondicional e ser um exemplo de perseverança e luta, não existem formas suficientes de dizer como elas foram e são fundamentais na minha vida.

Agradeço a todos os meus amigos que estiveram comigo durante essa jornada inteira os quais os nomes não caberiam neste pequeno parágrafo, se fazendo presentes nos momentos bons e ruins. Agradeço por todas as alegrias vividas, momentos compartilhados, histórias a nunca serem esquecidas, vocês são pessoas que tive como exemplo de respeito, amor e companheirismo.

Agradeço à minha orientadora Professora Camila Lima, pela dedicação, esforço e paciência, que foram fundamentais para a execução deste trabalho.

Agradeço a técnica do laboratório de geotecnia Myckelle por todo suporte dado para a execução dos ensaios.

Agradeço aos meus professores, que se dedicaram a repassar os seus conhecimentos e nos guiar pelo caminho da profissão escolhida, em especial a Daniela Machado e a Uly Martins, por serem e mostrar o que é um profissional de Excelência.

Por fim, agradeço as professoras Daniela Machado e Andriele Nascimento por participarem da banca de avaliação deste trabalho e se fazerem presentes nesta conclusão de uma importante etapa em minha vida.

RESUMO

As estradas não pavimentadas compõem a maior parte da malha rodoviária brasileira, estando presente principalmente nas áreas rurais dos municípios, servindo como meio de acesso dos moradores e dos bens produzidos nas regiões interioranas até os centros urbanos. É notória a precariedade e abandono de grande parcela destas vias, que são submetidas a adequações geralmente sem nenhum embasamento técnico para sua realização. Deste modo, este trabalho objetiva coletar dados que possam caracterizar uma estrada não pavimentada da zona rural do município de Russas-CE, de acordo com o tipo de solo, o tráfego e a severidade dos defeitos presentes na via, estas informações podem servir como embasamento para os responsáveis pela sua manutenção, já que pesquisas nesta área são bastante escassas. Para isso foram realizados estudos sobre a classificação do solo que compõe a estrada, estudos de tráfego e a aplicação do método do Índice de Condição de Estradas Não Pavimentadas – URCI, para caracterizar os defeitos da via. Os resultados obtidos mostram que a via possui solos majoritariamente de boa qualidade e um estado regular de conservação. Com isso, é possível concluir que mesmo com a presença de defeitos, os materiais e as características da via contribuem para que ela possua uma qualidade adequada para o tráfego exigido.

Palavras-chave: Estradas não pavimentadas. Defeitos. Classificação. URCI.

ABSTRACT

Unpaved roads make up most of the Brazilian road network, especially in city rural areas, serving as means of access for residents and for transportation of supplies from interior regions to urban centers. The vulnerability and neglect are notorious in a large part of these routes, which are subject to adjustments, generally without any technical basis for their implementation. Thus, this work aims to collect data that may characterize a specific unpaved road in the rural area in the municipality of Russas-CE, according to its type of soil, the local traffic and the severity of its defects on this road. These pieces of information may be used as basis for decision makers who are responsible for the maintenance of this road, once general researches in this area are quite scarce. Hence, studies regarding the classification of the soil that makes up the road were carried out, as well as traffic studies and the application of the method of the Unpaved Road Condition Index - URCI, in order to characterize the defects of the road. The results obtained show that the road has mostly good quality soils and a regular state of conservation. With this, it is possible to conclude that even with the presence of defects, the materials and characteristics of the road contribute so that it has an adequate quality for the required traffic.

Keywords: Unpaved roads. Defects. Classification. URCI.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrada não pavimentada projetada.....	20
Figura 2 - Imagem de satélite da estrada estudada.	28
Figura 3 - Distribuição das amostras coletadas.	29
Figura 4 - Coleta de amostras.	29
Figura 5 - Ensaio de granulometria por peneiramento.	30
Figura 6 - Execução do ensaio de limite de liquidez.	31
Figura 7 - Ensaio de limite de plasticidade.....	31
Figura 8 - Método da AASHTO	33
Figura 9 - Ficha de contagem volumétrica	34
Figura 10 - Metodologia da contagem volumétrica.....	35
Figura 11 - Folha de inspeção de estrada não pavimentada.	36
Figura 12 - Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de seção transversal inadequada.	37
Figura 13 - Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de drenagem insuficiente.	38
Figura 14 - Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de corrugações.	38
Figura 15- Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de buracos.	39
Figura 16 - Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de afundamento de trilhos de roda.	39
Figura 17 - Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de perda de agregados.	40
Figura 18 - Curvas de valor q para cálculo do URCl.	41
Figura 19 - Seção transversal muito alargada e formando bacias em suas laterais.	57
Figura 20 - Erosões nas laterais da via devido à falta de drenagem e a seção transversal imprópria.	58
Figura 21 - Bueiro ocasionando graves erosões na lateral da estrada.	59
Figura 22 - Bueiro obstruído.	59
Figura 23 - Canal aberto por morador na seção da estrada.	60
Figura 24 - Bueiro executado por morador sem posterior compactação do solo.	60
Figura 25 - Depressão na via causada pela acomodação do solo.	61

Figura 26 - Corrugações na via.	62
Figura 27 - Buracos na via devido a rega para minimizar a poeira.	63
Figura 28 - Nuvem de poeira gerada por carro de pequeno porte.	63
Figura 29 - Presença de buracos na via.	64
Figura 30 - Afundamento de trilhos de roda.....	65
Figura 31 - Segregação de agregados grossos na via.	66
Figura 32 - Segregação de agregados finos na via.	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva granulométrica da amostra 01.	43
Gráfico 2 - Curva granulométrica da amostra 02.	44
Gráfico 3 - Curva granulométrica da amostra 03.	45
Gráfico 4 - Curva granulométrica da amostra 04.	46
Gráfico 5 - Curva granulométrica da amostra 05.	47
Gráfico 6 - Curva granulométrica da amostra 06.	48
Gráfico 7 – Tráfego médio por veículo.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistema de Classificação Técnica.....	22
Tabela 2 - Grau de severidade pela relação Profundidade máxima x Diâmetro médio.	23
Tabela 3 - Escala de classificação de estradas não pavimentadas - método URCI.....	27
Tabela 4 - Umidades das amostras.	42
Tabela 5 - Limites de liquidez obtidos.	49
Tabela 6 - Limites de Plasticidades obtidos.	50
Tabela 7 - Índices de Plasticidade obtidos.....	51
Tabela 8 - Índices de grupo obtidos.	51
Tabela 9 - Classificação das amostras.	52
Tabela 10 - Detalhamento da contagem volumétrica.	54
Tabela 11 - Médias de tráfego diário.....	54
Tabela 12 - Valores de URCI simplificados.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials.</i>
B.	Buracos
C.	Corrugações.
CNT	Confederação Nacional de Transportes
D.L.I.	Drenagem Lateral Inadequada.
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.
DV	Valor de Dedução.
IG	Índice de Grupo.
IP	Índice de Plasticidade.
LL	Limite de Liquidez.
LP	Limite de Plasticidade.
ME	Método de Ensaio.
P.	Poeira.
RBVT	Rodovia de Baixo Volume de Tráfego.
S.A.	Segregação de Agregados.
S.T.I	Seção Transversal Inadequada.
T.R.	Trilhos de Roda.
TDV	Valor de Dedução Total.
URCI	<i>Unsurfaced Road Condition Index.</i>
USACE	<i>United State Army Corps of Engineers.</i>
VHP	Volume Horário de Projeto.
VMD	Volume Médio Diário.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Problema de Pesquisa.....	16
1.2	Justificativa	17
1.3	Objetivos.....	17
1.3.1	Objetivo Geral	17
1.3.2	Objetivos Específicos	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	Estradas não pavimentadas	19
2.2	Classificação das estradas.....	20
2.3	Defeitos em estradas não pavimentadas	23
2.3.1	Buracos	23
2.3.2	Ondulações	24
2.3.3	Segregação dos agregados	24
2.3.4	Poeira	24
2.3.5	Seção transversal inadequada	25
2.3.6	Afundamento de trilhos de rodas.....	25
2.3.7	Erosão	26
2.3.8	Drenagem inadequada	26
2.4	Avaliação funcional de estradas não pavimentadas	27
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1	Via estudada	28
3.2	Coletas de amostras para realização de ensaios.....	29
3.3	Ensaio para caracterização dos agregados	30
3.3.1	Granulometria por peneiramento.....	30
3.3.2	Limite de liquidez.....	30

3.3.3	Limite de Plasticidade	31
3.3.4	Índice de grupo	32
3.3.5	Método da ASSHTO	32
3.4	Volume de tráfego	33
3.4.1	Contagem volumétrica.....	33
3.5	Método URCI.....	35
3.5.1	Identificação das sub seções da estrada.....	35
3.5.1	Definição da classificação	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
4.1	Caracterização do solo.....	42
4.1.1	Granulometria por peneiramento.....	42
4.1.1.1	Amostra 01	43
4.1.1.2	Amostra 02	44
4.1.1.3	Amostra 03	45
4.1.1.4	Amostra 04	46
4.1.1.5	Amostra 05	47
4.1.1.6	Amostra 06	48
4.1.2	Limite de liquidez.....	49
4.1.3	Limite de plasticidade.....	50
4.1.4	Índice de Grupo e Índice de Plasticidade	50
4.1.5	Classificação do solo pelo método da AASHTO	52
4.2	Contagem volumétrica.....	53
4.3	Avaliação pelo método URCI.....	56
4.3.1	Seção transversal inadequada	57
4.3.2	Drenagem	58
4.3.3	Corrugações	61
4.3.4	Poeira.....	62

4.3.5	Buracos	63
4.3.6	Trilhas de roda	64
4.3.7	Segregação de agregados	65
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	69
	REFERÊNCIAS	70
	APÊNDICE A – Relatório fotográfico.....	73
	APÊNDICE B – Folhas e gabaritos de URCI	74
	APÊNDICE C – Detalhamento da contagem volumétrica.....	96
	APÊNDICE D – Granulometria das amostras (peneiramento)	97

1 INTRODUÇÃO

Os modais de transporte têm um importante papel socioeconômico em um país, já que por meio deles que acontece o escoamento de cargas e o transporte de passageiros. No Brasil, este fluxo de bens, serviços e pessoas é majoritariamente feito utilizando o modal rodoviário, pois de acordo com o boletim estatístico de 2018 da Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2018), 61,1% do transporte de cargas foi feito através das rodovias, exigindo assim, uma grande e complexa malha viária devido às proporções continentais do país.

Segundo dados da CNT (2019), o Brasil possui 1.720.700 km de malha rodoviária, sendo 78,45% dela não pavimentada. Além disso, com relação às estradas não pavimentadas, 99,25% delas estão sob regência dos governos municipais e estaduais, e apenas 0,75% dessas vias estão sob jurisdição federal.

As estradas não pavimentadas, também conhecidas como estradas vicinais de terra, ou ainda estradas rurais, são fundamentais para as comunidades interioranas. Essas rodovias tem como estrutura o material proveniente do próprio leito natural da estrada, ao qual são adicionados materiais provenientes da região para melhorar o desempenho da via, utilizando técnicas modestas de construção (DNIT, 2005).

Elas se originam seguindo traçados já existentes e as curvas de nível presentes de modo que se encaixe no terreno natural, o que as confere sinuosidade, grandes elevações e curvas acentuadas. Com o decorrer do tempo, os traçados vão sendo adaptados de acordo com a necessidade (DNIT, 2005).

Em sua grande maioria, as estradas não pavimentadas são de responsabilidade unicamente do poder municipal, que tem que gerir toda a malha rodoviária do seu território. De acordo com dados da CNT (2020), o Ceará em 2017 possuía uma malha de estrada não pavimentada de 42.859,6 km. Juntando essa grande extensão, a falta de recursos financeiros, a carência de estudos e a ausência de orientação técnica, os municípios, quando não se ausentam totalmente da realização de manutenções, a executa de forma inadequada, sendo esta problemática agravada pela deterioração rápida deste tipo de via, que faz com que a periodicidade de adequações seja alta.

Segundo Assis (2018), a ausência de revestimento asfáltico, cimento Portland ou outro tipo, faz com que a desagregação da superfície da estrada seja mais fácil tanto pelas intempéries

que erodem seus taludes quanto pelo tráfego, que algumas vezes traz uma solicitação maior do que a suportada pela via. Estas partículas soltas, em forma de poeira, prejudicam também as comunidades rurais que por muitas vezes se estabelecem no entorno dessas estradas.

Outro agravante, são as técnicas inadequadas de manutenção que geralmente são empíricas e executadas erroneamente. O exemplo de um método simples e amplamente utilizado é a raspagem da estrada com uma motoniveladora geralmente pertencente a prefeitura do município, que pode vir a piorar o estado da via, devido ao encaixamento da estrada no terreno dificultando o escoamento da água (BAESSO e GONÇALVES, 2003).

Com o passar do tempo, devido a contínua execução de manutenções sem bases técnicas, e as vezes até o abandono por um longo período, a via começa apresentar tantos defeitos que o tráfego na mesma se torna cada vez mais difícil. Esta situação causa impactos na estrada que pode vir a ficar intrafegável, principalmente nas épocas de quadra chuvosa, impossibilitando o fluxo de pessoas e cargas, gerando danos financeiros e ambientais (BAESSO e GONÇALVES, 2003).

Tendo em vista todos esses fatores, o objetivo deste estudo é avaliar as condições de uma estrada não pavimentada localizada na Zona Rural do município de Russas na região do Vale do Jaguaribe, interior do estado do Ceará, de modo que a partir de uma pesquisa bibliográfica, levantamento de dados e avaliação da via, possa ser executada sua classificação em função de sua composição, seu nível de tráfego e a severidade de seus defeitos.

1.1 Problema de Pesquisa

As estradas não pavimentadas ocupam a maior parte da malha viária do Brasil e tem um importante papel na vida dos moradores nas zonas rurais dos municípios. Por serem geralmente de menor tráfego e/ou importância comercial, são negligenciadas pelos órgãos responsáveis por sua manutenção, tornando-se inadequadas ou com danos tão severos que diminuem a sua usabilidade e também aumentando os riscos de acidentes. Além disso, dificilmente é realizada qualquer tipo de investigação para a classificação de danos e conseqüentemente propostas de adequação.

1.2 Justificativa

As estradas não pavimentadas são essenciais para a população rural dos municípios e seu desenvolvimento econômico, pois é a partir delas que ocorre o escoamento de cargas e pessoa advindas dessas comunidades. Uma usabilidade adequada destas vias é um fator decisivo na qualidade e desempenho dos transportes de bens e serviços, que pode ser freado caso não seja oferecida uma infraestrutura adequada e que suporte as solicitações geradas pelos veículos que trafegam pela região.

Tendo isso em vista, realizar estudos que investiguem a qualidade das vias rurais e que venham a agregar conhecimento técnico sobre suas demandas podem garantir um maior suporte para uma execução de alterações com qualidade, prevenindo a deterioração precoce dessas estruturas, gerando também conhecimento necessário para readequações mais eficientes que a simples raspagem nas vias já existentes, tornando esta área de pesquisa cada vez mais necessária.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo principal realizar a avaliação funcional e a caracterização dos defeitos existentes em uma estrada não pavimentada localizada na zona rural do município de Russas, e classificar a via de acordo com suas características.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar os materiais presentes na estrada estudada, realizando ensaios geotécnicos com amostras retiradas da via.
- Averiguar quais os defeitos presentes na via e seu grau de severidade.

- Estudar as características do tráfego na via estudada.
- Classificar a qualidade da estrada de acordo com o método URCI.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estradas não pavimentadas

A classificação das estradas não é universal, portanto, adaptável as necessidades locais de cada país (CABETTE, 2019). Entre as estradas usualmente conhecidas, estão as Rodovias de Baixo Volume de Tráfego (RBVT), definidas como as estradas pelas quais o volume de Tráfego Médio Diário Anual considera-se baixo, logo menor que 400 veículos por dia, em acordo com Jorge (2014).

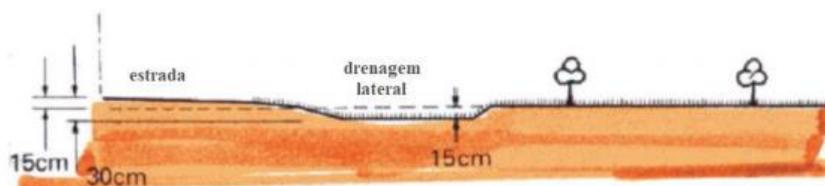
Entre as RBVT estão as estradas não pavimentadas, uma formatação barata e básica de acesso às comunidades rurais. Estas são normalmente as estradas de terra ou as estradas revestidas em cascalho, e constituem, geralmente, a prévia para a construção de uma estrada durável.

Fu et al. (2010) destacam que essa classificação de estrada geralmente é composta de material de origem local, podendo conter uma alta proporção de partículas finas que são facilmente erodíveis. Além disso, possuem taxa de infiltração baixa, elevados valores de coeficiente de escoamento superficial e alta geração de cargas de sedimentos (ZIEGLER et al., 2007; RIJSDIJK et al., 2007; RAMOS SCHARRÓN, 2012; SAJJAN et al., 2013; THOMAZ, VESTENA E RAMOS-SCHARRÓN, 2014).

As estradas não pavimentadas subdividem-se em estradas formadas e não formadas. Em acordo com Cabette (2019), estradas formadas são estradas “projetadas” (Figura 1), com subleito constituído por material escavado *in situ* nas proximidades do alinhamento, com considerável elevação acima do nível do solo, compactação adequada e drenagem inclusa. O bom desempenho destas está atrelado a qualidade dos materiais usados e a realização de manutenções em acordo com as necessidades locais.

Já as estradas não formadas são estradas “não projetadas”, na maioria dos casos, idealizada pela própria comunidade para atender a alguma necessidade, não dispondo de sequer terraplanagem em sua execução, apenas uma trilha que é limpa de vegetação e uma drenagem mínima.

Figura 1 – Estrada não pavimentada projetada.



Adaptado: ERA, 2011.

2.2 Classificação das estradas

De acordo com DNER (1999), a classificação de rodovias se faz necessária à medida que se deseja atingir um objetivo técnico, administrativo ou de usuários da via. Para tanto, o manual do DNER, propõe dois sistemas de classificação, a saber, o funcional e o técnico.

O sistema funcional para classificação das rodovias propõe a avaliação do caráter do serviço que as rodovias devem prestar, no que se refere aos quesitos economia, conforto e segurança das vias. De acordo com esta classificação, as rodovias podem pertencer a três sistemas: arterial, coletor e local.

O sistema arterial é destinado a viagens de longas distâncias, devendo comportar grandes volumes de tráfego, no intuito de ampliar a mobilidade na integração entre os destinos, sejam eles municípios, estados e países vizinhos. Ainda, pode ser subdividido em principal, primário e secundário.

Enquanto isso, o sistema coletor atende ao tráfego intermunicipal e centros geradores de tráfego não servidos pelo sistema arterial, podendo ser primário ou secundário. As viagens são de menor duração, independente do volume de tráfego, e velocidades moderadas são mais usuais. Por fim, no sistema local as rodovias constituintes são de pequena extensão e destinadas ao tráfego intramunicipal, promovendo o fluxo entre centro urbano e demais localidades próximas, podendo ser descontínuo, mas não isolado do restante da rede (DNER, 1999).

A classificação técnica surge da necessidade de que cada trecho de rodovia possua características técnicas bem definidas no intuito de atender a: volume e composição do tráfego; velocidade; natureza e frequência dos acessos a propriedades lindeiras; jurisdição; situação hierárquica dentro da rede viária; relevo do terreno; dentre outras (DNER, 1999). Ainda segundo o DNER (1999), o usuário das rodovias deve encontrar uniformidade nas vias com funções semelhantes, impossibilitando a prática desta a nível nacional.

Para definir a classe de um trecho específico de rodovia, estipulam-se alguns critérios, como:

- Posição hierárquica dentro da classificação funcional;
- Volume médio diário de tráfego;
- Nível de serviço;
- Outros condicionantes.

O primeiro critério - posição hierárquica dentro da classificação funcional – visa a compatibilização do sistema, a partir do volume do tráfego e nas diversas funções da rodovia. O segundo critério, volume médio diário de tráfego, corresponde à média da quantidade de veículos que trafegam pela rodovia em um dia, sendo predominantemente misto nas rodovias brasileiras (REIS, 2014).

O nível de serviço, terceiro critério, corresponde à densidade de veículos nas rodovias, bem como a variação da velocidade de tráfego nas vias. Os níveis de serviço podem ser identificados pelas letras de A a F, para diferentes condições de terreno e de possibilidade de ultrapassagem, onde o nível A indica altas velocidades e baixas densidades e o nível F indica o colapso do fluxo, com velocidades baixíssimas. Entre os outros condicionantes, quarto critério apontado, destaca-se o fator econômico, ou seja, o custo de implantação das rodovias, altamente influenciado pelo relevo da região a receber a via.

A experiência na implantação das malhas viárias permitiu o estabelecimento de classes de projeto definidas, pautada em critérios essencialmente técnicos. Nesse sentido, a Tabela 1 resume os critérios de projeto para as devidas classes.

Tabela 1 - Sistema de Classificação Técnica.

Classe	Características	Rampa máxima %	Velocidade Diretriz (Km/h)	Largura da faixa de rolamento (m)	Raio mín. de curva horizontal (m)
0	Via expressa – Controle de acesso	3	120	3,6	540
IA	Pista dupla – Controle de acesso parcial	3	100	3,6	345
IB	Pista simples – VHP > 200; VMD > 400	3	100	3,6	345
II	Pista simples – 700 < VMD < 1400	3	100	3,6	375
III	Pista simples – 300 < VMD < 700	4	80	3,5	230
IVA	Pista simples – 50 < VMD < 200	4	60	3	125
IVB	Pista simples – VMD < 50	6	60	2,5	125

Notas:

VPH = Volume horário de projeto

VMD = Volume médio diário

Fonte: DNER (1999).

Outros estudos propuseram novas classificações, bem como novos critérios de classificação para as vias. Kaufman e Ault (1977) pautaram sua classificação em função do porte e peso bruto dos equipamentos que compreendem o tráfico da via referida. Os autores consideram apenas o tempo de permanência, logo, passível de falhas, já que o tempo de permanência pode não ser suficiente para diferenciar classes de estradas (REIS, 2014). Tannant e Regensburg (2001) propõem um sistema de classificação que leva em consideração ainda a localização e o subleito da estrada, dividindo as classes em: primária ou permanente e auxiliar ou temporária. Outros autores pontuaram diversas classificações como Thompson e Visser, (2008) e Oliveira Filho et al. (2010), porém, para o estudo em questão considerar-se-á a classificação de DNER (1999).

2.3 Defeitos em estradas não pavimentadas

Seja pela ação do intemperismo (chuva, temperatura, umidade), por ações do tráfego (número de veículos, tipo e velocidade destes), ou por déficit de material e drenagem adequado na execução das vias, estas estão continuamente sujeitas a deterioração. A deterioração é tida como o agravamento de forma gradual das condições que são dependentes do comportamento do material (pavimentação e leito da estrada) e da capacidade do sistema de drenagem sob as ações combinadas de tráfego e meio ambiente (PATERSON, 1987; ROBERT et al., 1987; PROVENCHER, 1992).

Nesse sentido, o desgaste das estradas pode estar atrelado tanto a fatores dependentes do tráfego, tais como volume de tráfego, composição do tráfego, e velocidade do veículo, como também a fatores geométricos, físicos ou meteorológicos (ALZUBAIDI e MAGNUSSON, 2002). Os tipos mais frequentes de defeitos e desgastes são apresentados a seguir.

2.3.1 Buracos

Buracos, também conhecidos como panelas, correspondem a pequenas depressões na superfície da estrada, em geral de diâmetro inferior a 100 cm, tendo potencial de crescimento acelerado pela umidade no seu interior. De acordo com a profundidade e diâmetro do buraco, este pode ser classificado em relação a sua severidade em baixa, média ou alta, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Grau de severidade pela relação Profundidade máxima x Diâmetro médio.

PROFUNDIDADE MÁXIMA	DIÂMETRO MÉDIO			
	< 30 cm	30 – 60 cm	– 100cm	>100 cm
>5 cm	Baixa	Baixa	Média	Média
5 – 10 cm	Baixa	Média	Alta	Alta
>10 cm	Média	Alta	Alta	Alta

Fonte: ODA, 1995

2.3.2 Ondulações

Ondulações podem ser definidas como um conjunto de saliências e depressões transversais em intervalos bastantes regulares, perceptíveis no perfil longitudinal da estrada, gerando desconforto aos usuários da via e possíveis problemas de segurança. Essas ondulações geralmente se formam em colinas, curvas e áreas de aceleração ou desaceleração, usualmente causados pela ação do tráfego e agregados soltos (ODA, 1995; ALZUBAIDI e MAGNUSSON, 2002).

Vale salientar que a formação de ondulações consiste em um defeito funcional, acelerado pelo baixo índice de plasticidade do material e falta de compactação correta (CABETTE, 2018). Nesse sentido, os agregados são fatores preponderantes nesse processo de deterioração, pois quando a estrada contém muita areia, é mais suscetível a ondulações. Oda (1995) pontua os graus de severidade das ondulações como baixa (profundidade menor que 2,5 cm), média (profundidade entre 2,5 e 7,5 cm) e alta (profundidade maior que 7,5 cm).

2.3.3 Segregação dos agregados

Devido à ação abrasiva do tráfego, em especial em estradas não pavimentadas, a superfície de rolamento possui perda considerável das maiores partículas granulares de solo. Essa segregação dos agregados desestabiliza a superfície de contato. Assim, a segregação dos agregados corresponde à soltura dos agregados constituintes da superfície de rolamento da via, que se acumulam fora do percurso normal das rodas, agrupando-se nas áreas menos percorridas (BAESSO e GONÇALVES, 2003).

2.3.4 Poeira

A poeira, definida como partículas finas menores que 0,075 mm que foram transmitidas para a atmosfera, pode criar problemas de segurança e ambientais. Com a passagem do tráfego ocasiona-se o desgaste de cascalho e as frações de partículas mais finas se

despreendem da superfície de rolamento. Nesse sentido, a quantidade de poeira emitida para a atmosfera de estradas de cascalho é dependente de diversos fatores, tais como velocidade do veículo, número de veículos, composição das camadas da estrada, compactação da estrada, durabilidade do material e clima (ALZUBAIDI e MAGNUSSON, 2002).

Para Oda (1995), os níveis de severidade da poeira são baixa, média e alta. No nível baixo surge uma nuvem pouco densa e que pouco afeta a visibilidade, na média a nuvem que surge obstrui parcialmente a visibilidade e afeta a velocidade do tráfego, enquanto que o alto nível de severidade é oriundo de uma nuvem altamente densa que obstrui severamente a visibilidade e causa sérios danos a velocidade do tráfego.

2.3.5 Seção transversal inadequada

A seção transversal inadequada resulta de uma superfície ausente de declividade transversal que direcione a água para as valetas de drenagem, promovendo a erosão ao longo da superfície de rolamento. Nesse sentido, a avaliação das condições da seção ocorre de acordo com a facilidade ou dificuldade de escoamento da água da superfície de rolamento para fora da pista.

O sistema de classificação de severidade proposto por Oda (1995) define como baixa, superfícies completamente planas; média, superfícies em forma de “bacia”; e alta, grandes depressões nas trilhas das rodas na superfície da estrada.

2.3.6 Afundamento de trilhos de rodas

O afundamento corresponde a uma depressão no caminho da roda que é paralelo à linha central da estrada. É causado por uma deformação permanente em qualquer camada da estrada, sendo essa deformação, em geral, proveniente da resistência inadequada do subleito. Ou por meio das deformações plásticas, a carga do tráfego pode compactar o solo nas trilhas de roda e deslocar agregados para os lados.

Assim, a composição de agregados inadequada, espessura insuficiente, compactação inadequada, drenagem insuficiente ou alto teor de finos pode ocasionar uma baixa qualidade da via e conseqüentemente os afundamentos (CABETTE, 2018). Para Oda (1995), a classificação da severidade desse defeito pode ser baixa (sulcos com profundidade menor que 2,5 cm), média (sulcos com profundidade entre 2,5 e 7,5 cm) e alta (sulcos com profundidade maior que 7,5 cm).

2.3.7 Erosão

A erosão é provocada quando partículas individuais dos agregados são carregadas da superfície da estrada por água, vento, gelo ou gravidade. Esse processo de desgaste é potencializado pelo tipo do solo, cobertura superficial, topografia local e intemperes. O Manual do DER (2012) aborda a inspeção e manutenção periódica dos sistemas de drenagem e leito da estrada como medida corretiva para o processo de erosão.

2.3.8 Drenagem inadequada

No projeto de execução das vias, ou mesmo na terraplenagem simples para preparo da estrada, é importante estar atento ao sistema de drenagem utilizado. Nesse sentido, é preciso encontrar a inclinação ideal para a via projetada. A inclinação serve para que a água escoe por gravidade para as bermas e para as laterais da estrada. Assim, quanto mais a superfície estiver regular, mais rápido a água será drenada para as laterais. Do contrário, a água não será drenada, o que pode originar poças e, conseqüentemente erosões.

Os diferentes aspectos de drenagem inadequada são: queda transversal irregular, valas inadequadas, crescimento excessivo de vegetação e bueiros destruídos (ALZUBAIDI e MAGNUSSON, 2002), em geral motivadas por déficits construtivos ou falta de manutenções corretivas e preventivas. O grau de severidade do defeito é dado por Oda (1995) em função da quantidade de água acumulada, e pela presença de vegetação e entulho nas valas, assumindo as classificações de baixa, média ou alta severidade.

2.4 Avaliação funcional de estradas não pavimentadas

A avaliação funcional das condições de estradas não pavimentadas é realizada por meio da observação dos seus defeitos, bem como da severidade e da constância destes, uma vez que sua recorrência e grau podem afetar a segurança e conforto dos usuários. Um dos métodos aplicado a tal avaliação é o *Unsurfaced Road Condition Index* – Índice da Condição de Estradas não pavimentadas (URCI), desenvolvido em 1995 pela *United State Army Corps of Engineers* – Corpo de Engenheiros dos Estados Unidos da América (USACE).

Essa metodologia, em concordância com Oda (2001), classifica as estradas não pavimentadas baseando-se no cálculo do índice das condições da superfície de rolamento (URCI), a partir do cálculo do valor de dedução. Este valor sofre variação com os níveis de severidade dos defeitos encontrados, e são classificados de acordo com as dimensões do defeito em relação à área do trecho analisado, variando de 0 a 100, onde o valor 0 indica que um defeito em particular não tem impacto nas condições da estrada e o valor 100 é indicativo de algum defeito comprometedor que põe em risco de colapso da via.

De acordo com o método URCI, todos os trechos são inspecionados individualmente e os dados de defeitos devidamente registrados. Os valores de dedução são, então, determinados das curvas de níveis de severidade para cada um dos defeitos. Cada trecho possui um valor de URCI (indicador numérico), calculado a partir do gráfico de Valor de dedução total (TDV) para o trecho, e a média aritmética de todos os trechos determina o URCI da seção. A Tabela 3 relaciona os valores numéricos obtidos e a classificação da qualidade da via.

Tabela 3 - Escala de classificação de estradas não pavimentadas - método URCI

URCI	CLASSIFICAÇÃO
100 – 86	Excelente
85 – 71	Muito boa
70 – 56	Boa
55 – 41	Regular
40- 26	Ruim
25 – 11	Muito ruim
10 – 0	Péssima

Fonte: ODA, 1995.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Via estudada

A estrada rural utilizada como objeto de estudo desta pesquisa se localiza na Zona Rural de Russas, Município cearense pertencente ao Vale do Jaguaribe, situada a 165 km da capital Fortaleza, tendo início no km 05 da Estrada da fruta (CE 356) e cruzando as comunidades de Pau D'arco, Retiro e Borges de Russas, até chegar na divisa com o município de Jaguaruana. A estrada possui uma extensão aproximada de 5,3 km. Seu ponto inicial se localiza nas coordenadas de latitude $4^{\circ}55'45.77''S$ e longitude $37^{\circ}55'7.49''O$, e tem seu fim no ponto com coordenadas de latitude $4^{\circ}54'12.40''S$ e longitude $37^{\circ}52'56.10''O$.

Esta via tem bastante relevância ao município, pois além de servir como ligação entre a zona urbana e rural, é utilizada tanto para o recebimento de matéria prima quanto para o escoamento dos produtos fabricados nas indústrias ceramistas e de beneficiamento de cera de carnaúba presentes em seu entorno.

Figura 2 - Imagem de satélite da estrada estudada.



Fonte: Google Earth (2020).

3.2 Coletas de amostras para realização de ensaios

Para a realização da caracterização do solo que compõe a estrada, foi realizada a coleta de amostras a cada 1 km de extensão da via logo após seu início, gerando assim 6 amostras para estudo como demonstrado na Figura 3.

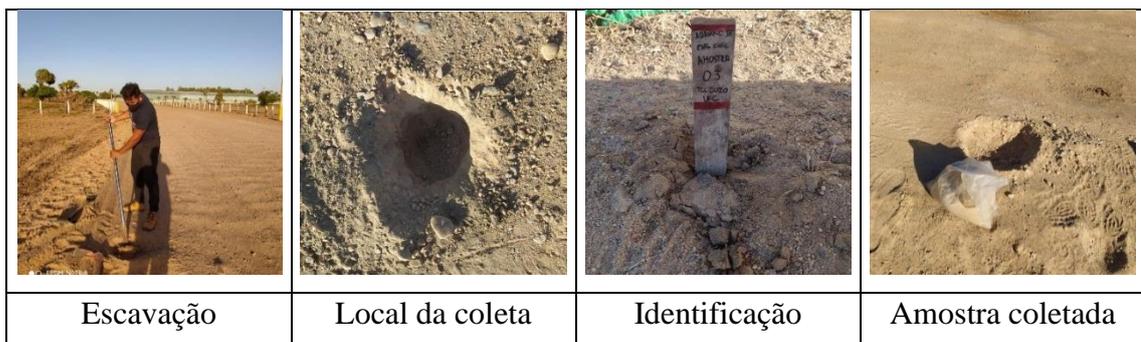
Figura 3 - Distribuição das amostras coletadas.



FONTE: Google Earth (2020).

Para a coleta das amostras, foram utilizadas ferramentas como enxada, pá, trado boca de lobo, ferro de cova, saco plástico e balança digital para a coleta de aproximadamente 6 kg do solo que constitui cada um dos pontos marcados, sendo os primeiros 10 cm de solo de cada amostra descartado com o auxílio do trado. Em seguida as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados para a realização dos posteriores ensaios em laboratório.

Figura 4 - Coleta de amostras.



Fonte: Autor (2020).

3.3 Ensaios para caracterização dos agregados

A preparação no laboratório das amostras coletadas em campo seguiu as orientações da norma rodoviária DNER-ME 041/94, Solos - Preparação de amostras para ensaios de caracterização. Efetuando a secagem ao ar e em seguida realizando a desagregação dos torrões com a mão de gral com ponta de borracha, evitando a redução do tamanho das partículas naturais do solo.

3.3.1 Granulometria por peneiramento

A granulometria do solo distribui suas partículas constituintes em classes de tamanho, também denominadas faixas granulométricas. Para obter essas informações sobre as amostras coletadas foi utilizada como base a DNER-ME 80/94 Solos – Análise granulométrica por peneiramento como apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Ensaio de granulometria por peneiramento.

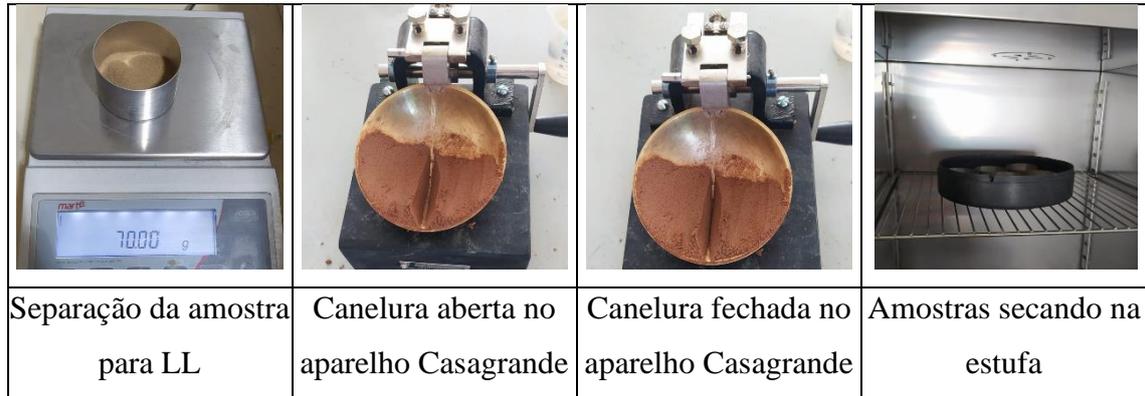


FONTE: Autor (2020).

3.3.2 Limite de liquidez

A realização do ensaio do Limite de Liquidez dos solos coletados baseou-se na norma DNER-ME 122/94 – Determinação do limite de liquidez, que define esse estado característico como a transição do estado plástico do solo para o líquido, conforme Figura 6.

Figura 6 - Execução do ensaio de limite de liquidez.

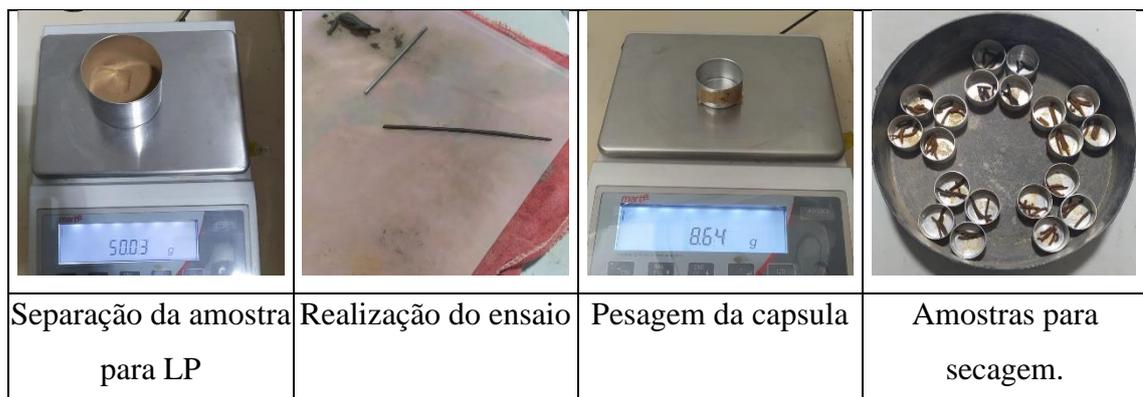


Fonte: Autor (2020).

3.3.3 Limite de Plasticidade

De acordo com Souza Pinto (2006), o limite de plasticidade é definido como o menor teor de umidade no qual é possível moldar um cilindro de aproximadamente 3 mm de espessura, rolando uma amostra de solo na palma da mão, ou seja, o menor teor de umidade em que o solo se comporta plasticamente. O ensaio que determina estes valores foi realizado seguindo a norma DNER-ME 082/94 como demonstra a Figura 7.

Figura 7 - Ensaio de limite de plasticidade.



Fonte: Autor (2020).

3.3.4 Índice de grupo

Os Índices de Grupo calculados para as amostras foram obtidos através da aplicação da Equação 01.

$$IG=0,2a + 0,005bc + 0,01bd \text{ (Eq. 01)}$$

Onde:

a = % de material que passa na peneira nº 200, menos 35. Se a % obtida nesta diferença for maior que 75, adota-se 75; se for menor que 35, adota-se 35. (a varia de 0 a 40).

b = % de material que passa na peneira nº 200, menos 15. Se a % obtida nesta diferença for maior que 55, adota-se 55; se for menor que 15, adota-se 15. (b varia de 0 a 40).

c = Valor do Limite de Liquidez menos 40. Se o Limite de Liquidez for maior que 60, adota-se 60; se for menor que 40, adota-se 40 (c varia de 0 a 20).

d = Valor de Índice de Plasticidade menos 10. Se o índice de Plasticidade for maior que 30, adota-se 30; se for menor que 10, adota-se 10 (d varia de 0 a 20).

3.3.5 Método da ASSHTO

Este método consiste em realizar um processo de eliminação da esquerda pra direita no quadro apresentado na Figura 8 (DNIT, 2009). Sendo assim, possível identificar o tipo e as características dos materiais que compõem a amostra.

Figura 8 - Método da AASHTO

CLASSIFICAÇÃO GERAL	MATERIAIS GRANULARES 35% (ou menos) passando na peneira Nº 200							MATERIAIS SILTO - ARGILOSOS			
CLASSIFICAÇÃO EM GRUPOS	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7 - 5 A - 7 - 6
	A - 1 - A	A - 1 - B		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				
Granulometria - % passando na peneira											
Nº 10	50 máx.										
Nº 40	30 máx.	30 máx.	51 min.								
Nº 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características da fração passando na peneira Nº 40:											
Limite de Liquidez				40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.
Índice de Plasticidade	6 máx.	6 máx.	NP	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.*
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Materiais constituintes	Fragmentos de pedras, pedregulho fino e areia		Pedregulho ou areias siltosos ou argilosos				Solos siltosos		Solos argilosos		
Comportamento como subleito	Excelente a bom							Sofrível a mau			

Fonte: DNIT, (2006).

3.4 Volume de tráfego

3.4.1 Contagem volumétrica.

Segundo (DNIT, 2006) as contagens volumétricas tem por objetivo estipular dados como a quantidade, o sentido e a composição do tráfego em um ou mais pontos do sistema viário estudado. Para o objeto de estudo deste trabalho, foi adotada a contagem em um ponto entre interseções da estrada, com o objetivo de identificar os fluxos da via.

Deste modo, foi realizada uma contagem classificatória, ou seja, os volumes foram registrados para os diversos tipos de veículos, utilizando a metodologia de contagem manual que é realizada por pesquisadores, utilizando fichas e contadores manuais para a obtenção dos

Figura 10 - Metodologia da contagem volumétrica.

			
Via sentido Russas – Jaguaruana.	Via sentido Jaguaruana – russas.	Posicionamento da câmera de vídeo.	Imagem da câmera.

Fonte: Autor (2021).

3.5 Método URCI

3.5.1 Identificação das sub seções da estrada.

Baseando-se no método utilizado por ODA (1995), para a identificação dos intervalos de maior ocorrência de defeitos, foi realizada uma vistoria previa, transitando pela via com uma velocidade constante de 40 Km/h com o objetivo de identificar os trechos mais críticos. Após a identificação dos trechos, utilizou-se a folha de avaliação como demonstrada na Figura 11 idealizada inicialmente por Eaton et al (1987) e adaptada por Oda (1995) para uma melhor adequação as estradas brasileiras.

Figura 11 - Folha de inspeção de estrada não pavimentada.

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:								
EXTENSÃO DA ESTRADA:				DATA:				
VELOCIDADE				AVALIADOR:				
NÚMERO DE TRECHOS:				CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:				
ODÔMETRO:				TRÁFEGO:				
TRECHO:				SEÇÃO:				
COMPRIMENTO DO TRECHO:				ENCAIXADA () MISTA () ATERRADA ()				
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:				TIPO DE SOLO:				
ÁREA DO TRECHO?				RAMPA:				
DRENAGEM: () SIM () NÃO				DECLIVIDADE:				
DESENHO:				TIPOS DE DEFEITOS				
				1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M)				
				2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M)				
				3- CORRUGAÇÕES (M ²)				
				4- POEIRA				
				5- BURACOS (NÚMERO)				
				6- TRILHA DE RODAS (M ²)				
				7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)				
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
QUANTIDADE E SEVERIDADE	B							
	M							
	A							
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	QUANTIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
TDV	q:	URCI:	CLASSIFICAÇÃO:					

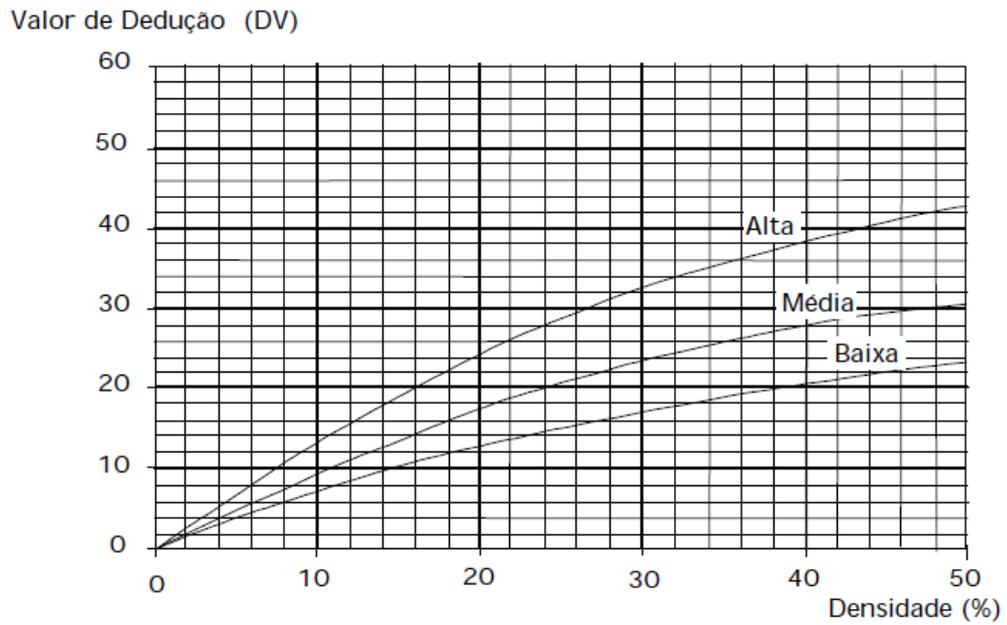
Fonte: ODA (1995).

3.5.1 Definição da classificação

Após a investigação inicial, os trechos apresentando características mais críticas, com 30 m de comprimento cada, foram submetidos a uma análise objetiva, onde a quantificação e classificação de acordo com a severidade do defeito foi realizada. Com a obtenção destes dados, pode-se calcular a densidade, a partir da divisão das dimensões dos defeitos pela área da seção estudada. Com a densidade obtida, é possível encontrar o valor de dedução (DV) a partir

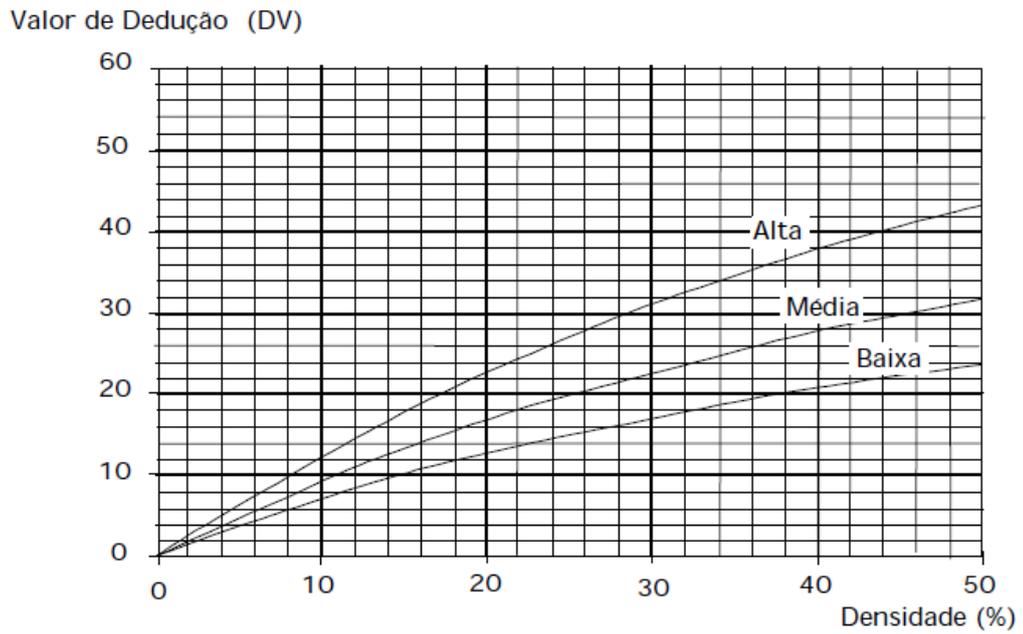
das curvas de nível de severidade de cada defeito, demonstradas pelas Figuras 12, 13, 14, 15, 16 e 17.

Figura 12 - Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de seção transversal inadequada.



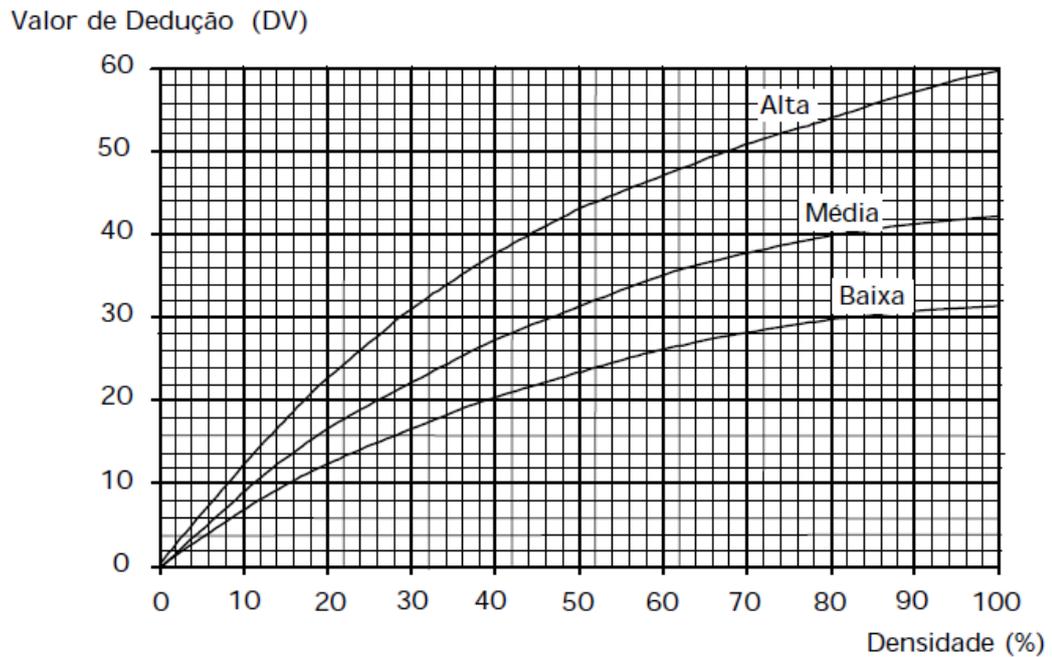
Fonte: ODA (1995).

Figura 13 - Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de drenagem insuficiente.



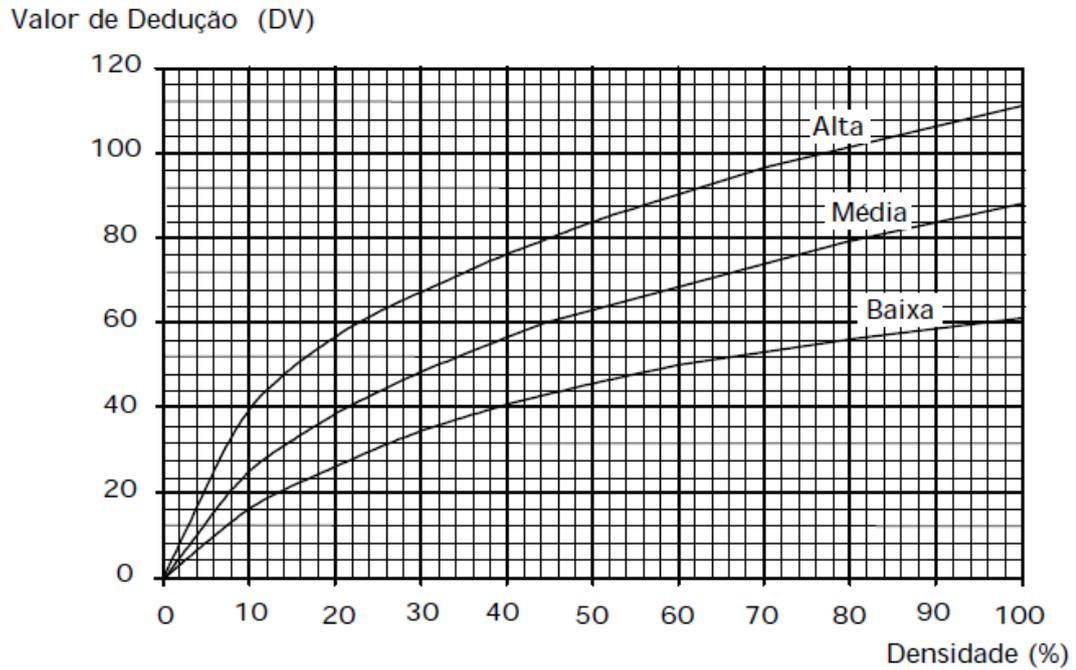
Fonte: ODA (1995).

Figura 14 - Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de corrugações.



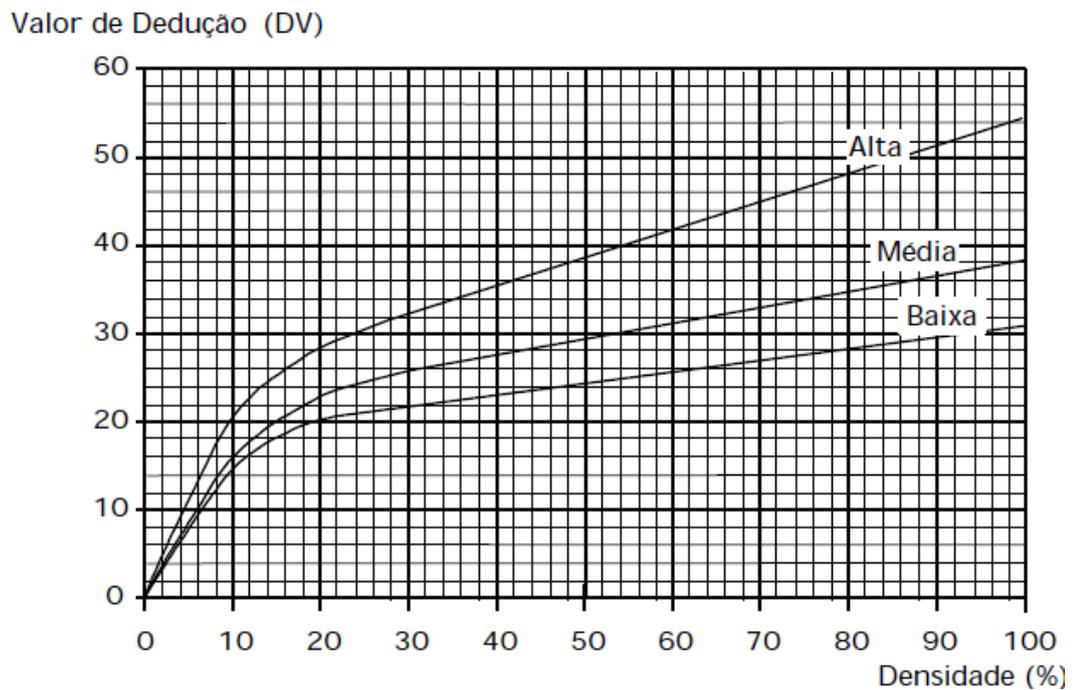
Fonte: ODA (1995).

Figura 15- Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de buracos.



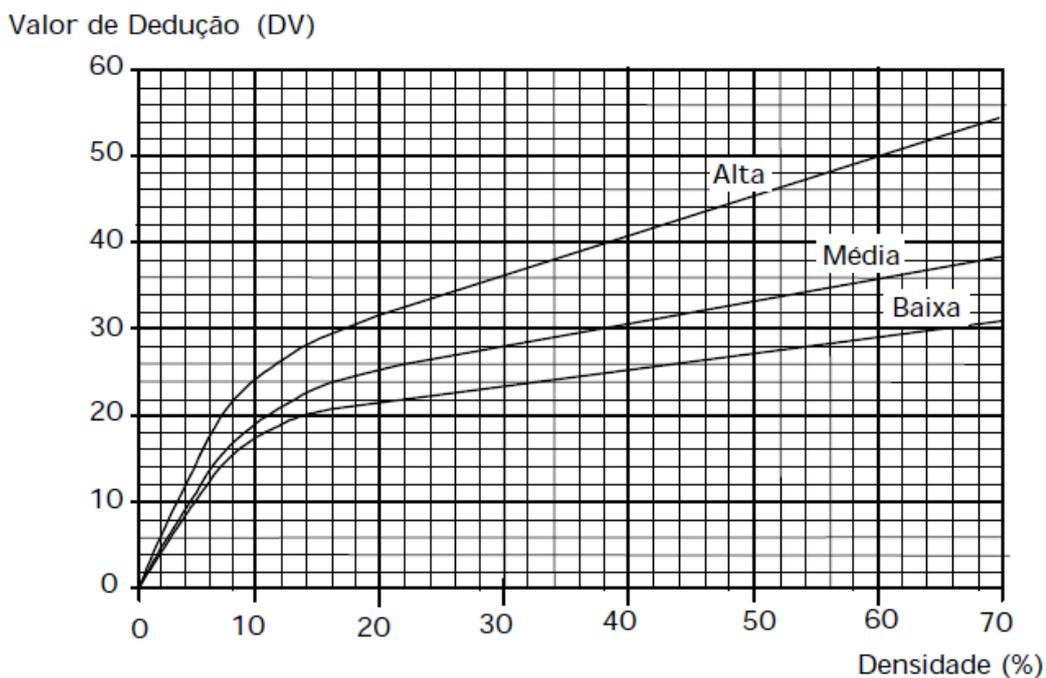
Fonte: ODA (1995).

Figura 16 - Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de afundamento de trilhos de roda.



Fonte: ODA (1995).

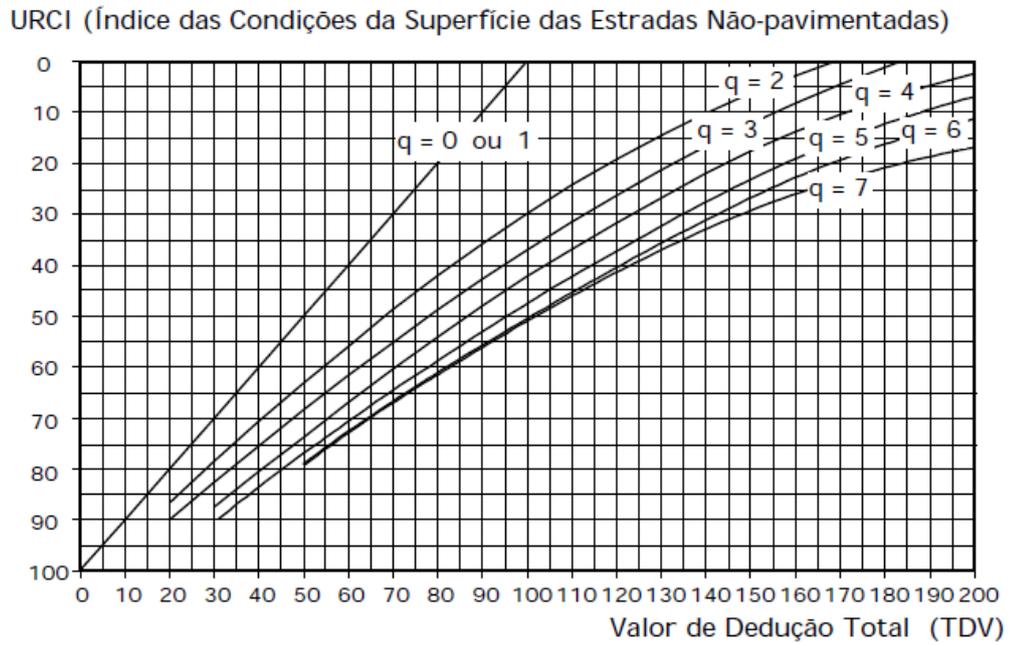
Figura 17 - Curvas de níveis de severidade para cálculo do valor de dedução de perdas agregados.



Fonte: ODA (1995).

Com a obtenção dos DV a partir dos gráficos ao traçar uma linha que ligue a densidade até o grau de severidade, a soma de todos os DV encontrados representa o Valor Total de Dedução (TDV). Pode-se então definir as curvas de correção que representam a quantidade de DV superiores a 5 e assim, juntamente com o TDV, encontrar o valor de URCI de cada trecho de acordo com o gráfico mostrado na Figura 18.

Figura 18 - Curvas de valor q para cálculo do URCI.



Fonte: ODA (1995).

A obtenção do URCI total para a via estudada, se dá com a média aritmética dos URCI encontrados em cada seção e sua classificação é definida de acordo com a Tabela 3, já apresentada anteriormente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização do solo

Neste item serão apresentados os dados obtidos nos ensaios de granulometria por peneiramento, Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP). Estes dados permitem identificar o Índice de Plasticidade (IP) e o Índice de Grupo (IG), e classificar os tipos de solo que compõe a estrada estudada de acordo com o quadro de classificação da AASHTO conforme DNIT (2006), podendo assim, analisar se as características deste solo são suficientemente adequadas para serem utilizados na pista de rolamento da via.

4.1.1 Granulometria por peneiramento

Ao realizar o ensaio de granulometria por peneiramento, inicialmente separou-se uma fração da amostra para definir a umidade natural do solo, para posterior utilização como fator de correção da parcela utilizada para o peneiramento fino. Os dados obtidos são mostrados na Tabela 4, que define a umidade encontrada em cada amostra de solo.

Tabela 4 - Umidades das amostras.

UMIDADES (%)	
Amostra 01	1,53
Amostra 02	3,41
Amostra 03	1,34
Amostra 04	2,13
Amostra 05	0,23
Amostra 06	1,18

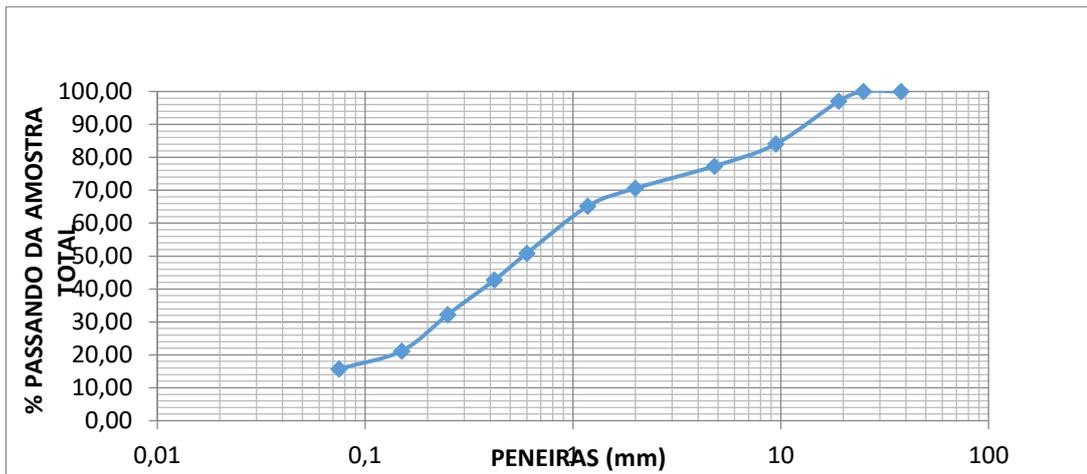
Fonte: Autor (2020).

É possível notar valores de umidades muito baixos. Isso ocorre devido a época de estiagem na região na data de coleta. Em seguida, foi realizada a lavagem da fração grossa e da fração fina das amostras, para a total retirada dos siltes e argilas que se encontravam envolvendo

os grãos de maior diâmetro. Após a lavagem e a secagem em estufa até a constância de massa, o peneiramento grosso e fino foi realizado, e permitiu obter os dados apresentados nos Gráficos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, para cada amostra de solo.

4.1.1.1 Amostra 01

Gráfico 1 - Curva granulométrica da amostra 01.

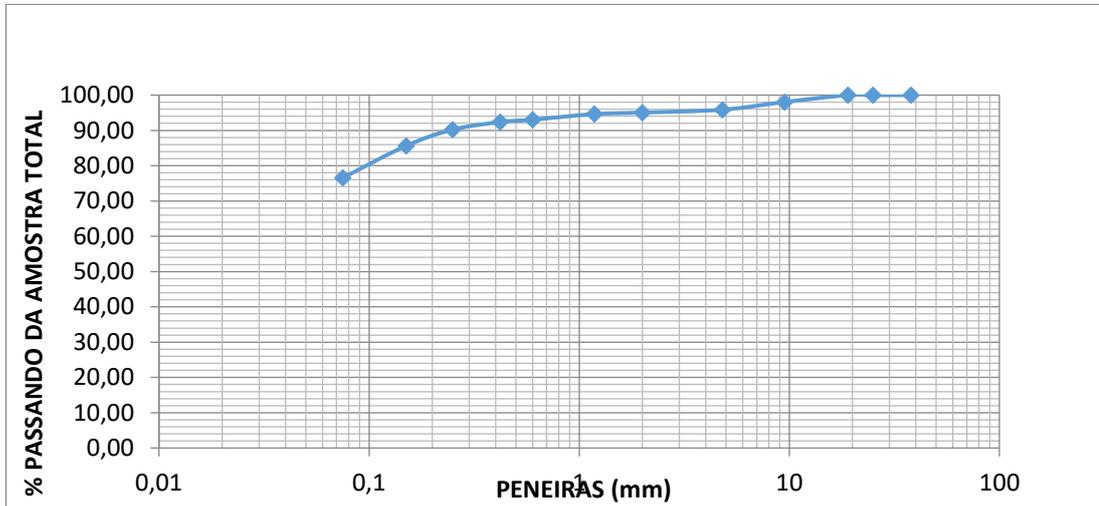


Fonte: Autor (2020).

A amostra 01 se apresentou com baixos índices de siltes ou argilas, sendo composta prioritariamente por areias, que somadas em suas diferentes faixas de diâmetro correspondem a cerca de 54,85% de sua composição. A curva granulométrica da amostra 01 é bem graduada, apresentando materiais em todas as faixas granulométricas.

4.1.1.2 Amostra 02

Gráfico 2 - Curva granulométrica da amostra 02.

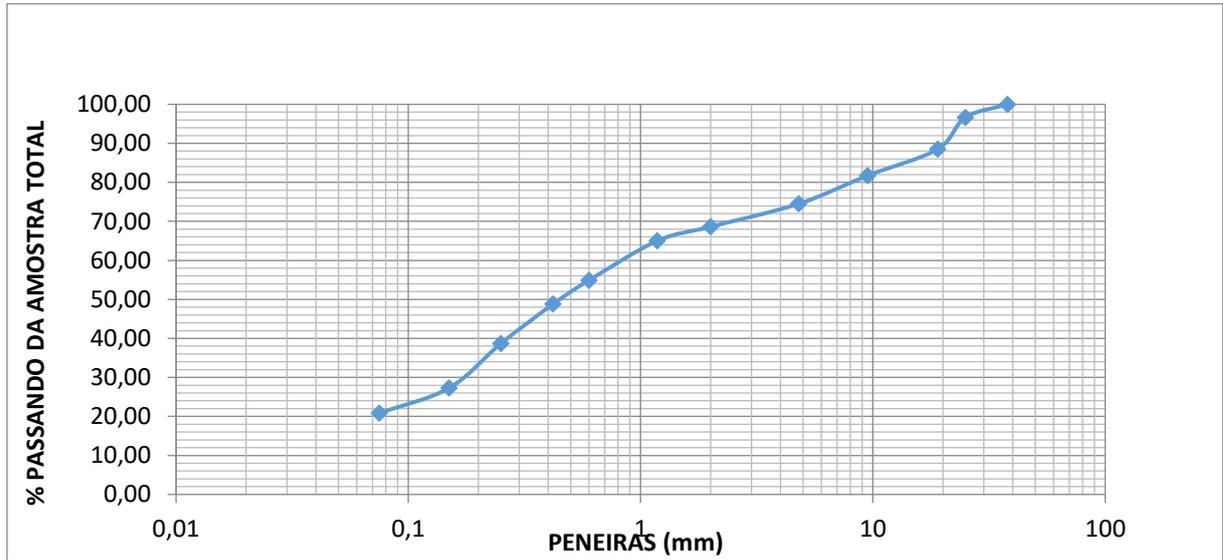


Fonte: Autor (2020).

A amostra 02 apresentou altos índices de siltes e argilas, com 76,57% do material passando na peneira 200. Ao analisar sua curva granulométrica, é notável que ela se apresenta quase na horizontal, demonstrando ser um solo mal graduado, com alta porcentagem de finos.

4.1.1.3 Amostra 03

Gráfico 3 - Curva granulométrica da amostra 03.

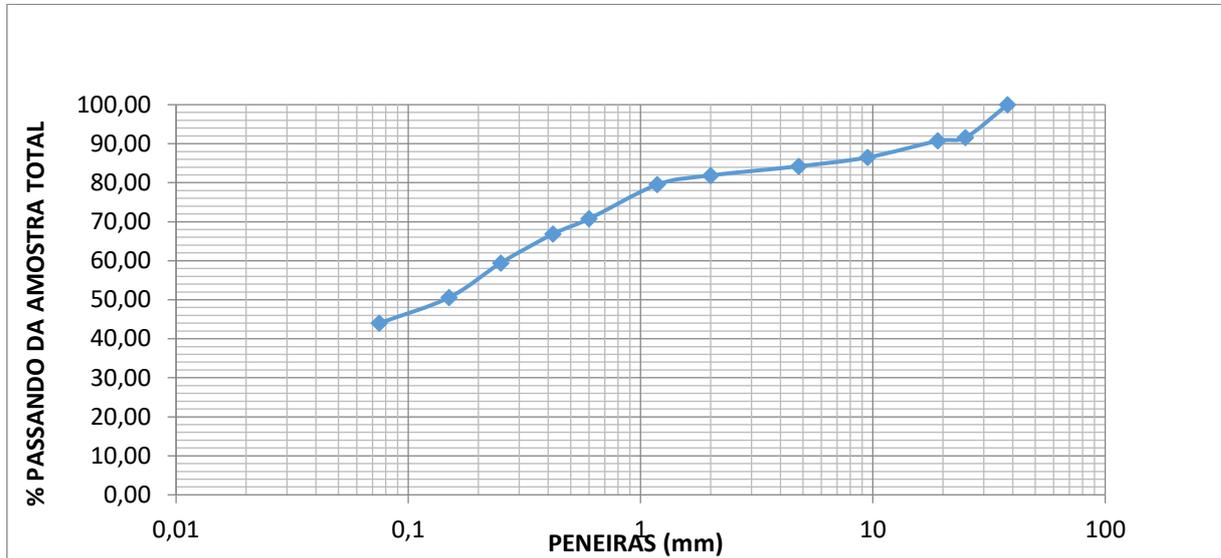


Fonte: Autor (2020).

A amostra de solo 03 se apresentou de acordo com sua curva granulométrica, como um solo bem graduado, composto majoritariamente por areias e pedregulhos, que juntos totalizam 79,17% de sua composição.

4.1.1.4 Amostra 04

Gráfico 4 - Curva granulométrica da amostra 04.

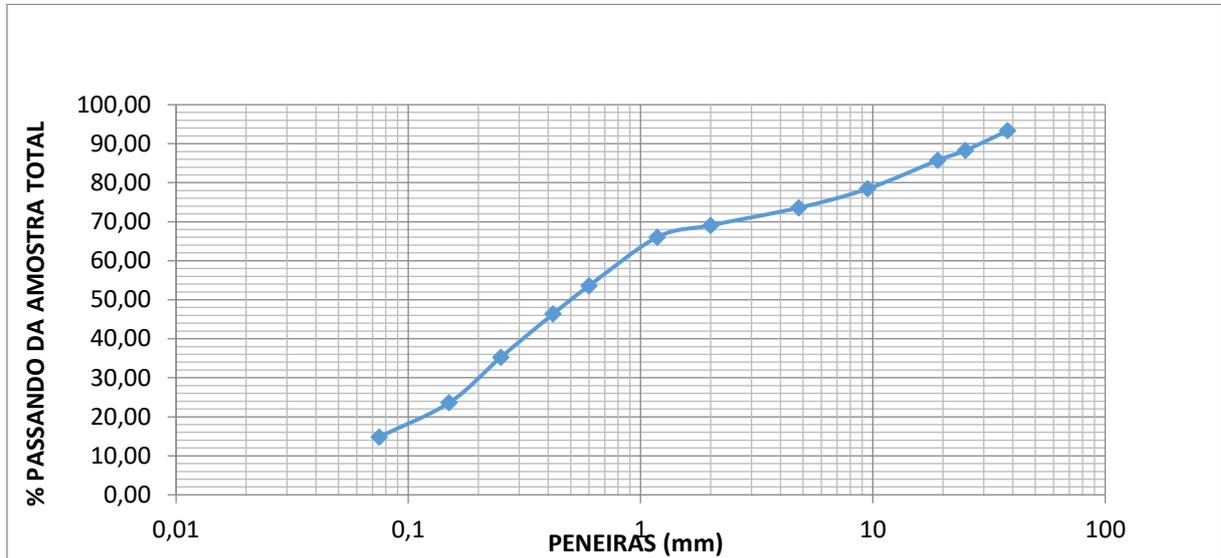


Fonte: Autor (2020).

A amostra 04 apresentou quantidades elevadas de finos, já que 43,98% da composição do solo têm características de argilas e siltes. A curva granulométrica se apresenta achatada demonstrando ser um solo mal graduado.

4.1.1.5 Amostra 05

Gráfico 5 - Curva granulométrica da amostra 05.

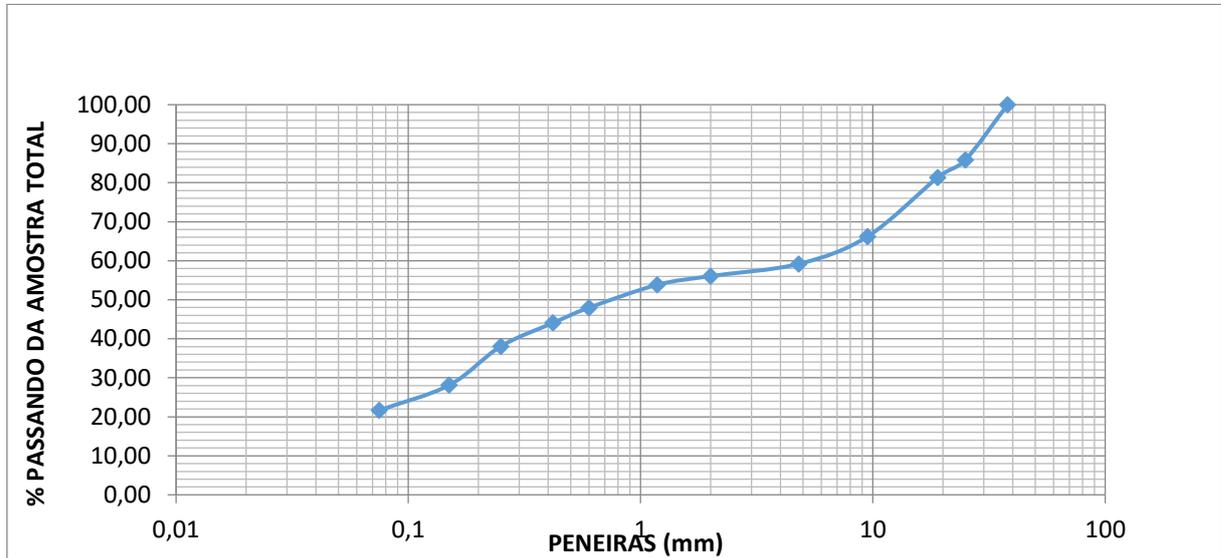


Fonte: Autor (2020).

A amostra 05 se apresenta com composição predominantemente arenosa conferindo 54,24% de sua totalidade. Sendo assim, possui baixa quantidade de finos passantes pela peneira 200 e se apresenta de forma bem graduada, tendo materiais em todas as faixas granulométricas.

4.1.1.6 Amostra 06

Gráfico 6 - Curva granulométrica da amostra 06.



Fonte: Autor (2020).

A amostra 06 apresenta materiais em todas as faixas granulométricas, tendo uma curva bem graduada. A composição granulométrica conta com forte presença de materiais grossos, que representam 43,94% de toda a amostra.

É possível observar que, com exceção das amostras 02 e 04, todas as outras se apresentaram com curvas bem graduadas, com solos predominantemente arenosos, com presença de pedregulhos e baixa quantia de finos, o que os tornam materiais de boa qualidade para serem utilizados em estradas.

4.1.2 Limite de liquidez

Os Limites de Liquidez das amostras, foram definidos de acordo com o ensaio normatizado pela DNER ME122/94 e seus resultados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Limites de liquidez obtidos.

LIMITE DE LIQUIDEZ (%)	
Amostra 01	21
Amostra 02	30
Amostra 03	20
Amostra 04	24
Amostra 05	NÃO APRESENTOU
Amostra 06	18

Fonte: Autor (2020).

Para a amostra 01, obteve-se um valor de LL igual a 21%; para a amostra 02, obteve-se um valor de LL igual 30%; para a amostra 03, obteve-se um valor de LL igual 20%; para a amostra 04, obteve-se um valor de LL igual a 24%; e para a amostra 06, obteve-se um valor de LL igual a 18%. A amostra 05 não apresentou Limite de Liquidez, pois durante a realização do ensaio, a mesma não tinha aderência a concha do aparelho de Casa Grande ou sua ranhura se fechava com menos de 10 golpes. De acordo com o DNIT (2006), o Limite de Liquidez sofre influência da quantidade e do tipo de argila ou silte presentes no solo, sendo que, quanto maior for o valor de LL, maior será a compressibilidade do solo.

Para a utilização na camada de base da via, é necessário que o solo apresente características geotecnicamente superiores à do subleito, sendo adotados limites de liquidez de no máximo 25% (DNIT, 2006), desta forma, apenas a Amostra 2 se encontra fora desta faixa, não sendo indicada para utilização em bases de estradas. Este valor é explicado pela grande quantidade de finos que compõem este solo.

4.1.3 Limite de plasticidade

A partir dos ensaios de Limite de Plasticidade realizados, foi possível definir a umidade em que o solo sai do seu estado plástico e passa ao seu estado semissólido, começando assim a desagregar ao ser trabalhado. Os resultados obtidos no ensaio de LP estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Limites de Plasticidades obtidos.

LIMITE DE PLASTICIDADE (%)	
Amostra 01	15
Amostra 02	19
Amostra 03	16
Amostra 04	17
Amostra 05	NÃO PLÁSTICO
Amostra 06	13

Fonte: Autor (2020).

Com os dados obtidos nos ensaios de LP, foram descartados os valores que diferiam em até 5% da média das umidades, de uma forma que o ensaio possua no mínimo três amostras significativas para referência. Após esta análise, foram adotados como Limites de Plasticidades os números inteiros mais próximos dos valores encontrados, obtendo os valores de LP iguais a 15%, 19%, 16%, 17% e 13% para as amostras 01, 02, 03, 04 e 06 respectivamente. A amostra 05 se comportou como não plástica, não sendo possível a realização do ensaio. Isso está de acordo com o resultado obtido no ensaio de granulometria, que mostrou que a amostra 05 é composta por um solo mais arenoso, com baixa presença de finos, logo, com baixa ou sem plasticidade.

4.1.4 Índice de Grupo e Índice de Plasticidade

Com os resultados dos ensaios de LL, LP e granulometria, pode-se então definir os Índices de Plasticidade e Índice de Grupo, que são fatores necessários para a classificação dos

solos através do método da AASHTO. O Índice de Plasticidade é obtido pela diferença entre o LL e o LP, e define em que ponto o solo se encontra no estado plástico, sendo importante para definir quão argiloso é o solo, logo, quanto maior for o IP do solo, mais plástico ele se apresentará (DNIT, 2006). A Tabela 7 demonstra os valores de IP obtidos para todas as amostras estudadas.

Tabela 7 - Índices de Plasticidade obtidos.

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	
Amostra 01	5
Amostra 02	11
Amostra 03	4
Amostra 04	7
Amostra 05	0
Amostra 06	5

Fonte: Autor (2020).

O manual de pavimentação do DNIT (2005) indica que o Índice de Plasticidade dos solos que são utilizados nas camadas de base não ultrapasse 6%, desta forma, as amostras de solo 02 e 04 não se enquadram neste limite. O que podemos observar devido a grande presença de siltes e argilas constatados nas suas curvas granulométricas.

O IG pode variar de 0 a 20, como definida no manual de pavimentação do DNIT (2006). Os valores de IG para todas as amostras ensaiadas estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Índices de grupo obtidos.

ÍNDICE DE GRUPO					
	A	B	c	d	IG
Amostra 01	0	0,72	0	0	0
Amostra 02	41,57	40	0	1	9
Amostra 03	0,00	5,83	0	0	0
Amostra 04	8,98	28,98	0	0	2
Amostra 05	0,00	0	0	0	0
Amostra 06	0,00	6,66	0	0	0

Fonte: Autor (2020).

4.1.5 Classificação do solo pelo método da AASHTO

Com os resultados obtidos nos ensaios de caracterização de solos, foi possível efetuar a classificação das amostras pelo método da AASHTO. Os resultados obtidos podem ser observados na tabela 9.

Tabela 9 - Classificação das amostras.

CLASSIFICAÇÃO ASHTTO	
Amostra 01	A-2-4
Amostra 02	A-6
Amostra 03	A-2-4
Amostra 04	A-4
Amostra 05	A-2-4
Amostra 06	A-2-4

Fonte: Autor (2020)

As amostras de solo 01, 03, 05 e 06 se enquadraram no grupo A-2, com sua subclassificação no grupo A-2-4 indicando que é um solo que se encontra entre os solos A-1 e A-3, sendo solos pedregosos e arenosos, porém, apresentando características dos solos do tipo A-4 que são siltes não plásticos ou moderadamente plásticos, mas ainda assim, apresentando bom desempenho como subleito de uma via. Para a classificação da amostra 05 que não possui LL e LP, foi adotado os valores dos mesmos como 0 para verificação no quadro e obtenção do IG.

A amostra 02 foi o solo que em sua classificação se apresentou menos indicado para o uso em uma estrada, encontrando-se no grupo A-6, que representa os solos argilosos e plásticos, se caracterizando por apresentar grande variação de volume entre os estados úmido e seco. Porém, devido ao período de estiagem no qual o solo se encontrava no momento de sua amostragem, ele se apresentava como uma boa pista de rolamento, provavelmente apresentando qualidade inferior ao iniciar o período chuvoso da região. Amostra 04, se classifica no grupo de solos A-4, tendo sua composição tipicamente siltosa não plástica ou levemente plástica, não apresentando um comportamento adequado como material constituinte de uma estrada.

Ao realizar a classificação dos solos, pôde-se perceber que estrada possui a maior parte de seu traçado constituído de solos de boa qualidade, favorecendo a capacidade de suportar as demandas exigidas pelo tráfego da região.

No entanto, os locais nos quais se encontram as amostras 02 e 04, são trechos críticos onde o solo não possui características que favoreçam a sua utilização em uma via, não oferecendo suporte e podendo gerar acidentes devido a sua baixa qualidade.

É possível notar a presença de jazidas de argila utilizada na indústria ceramista, muito presente nos entornos da estrada estudada, nas proximidades da área em que se localiza a amostra 02, explicando sua presença na constituição da via.

4.2 Contagem volumétrica

A contagem volumétrica foi realizada durante três dias no período entre 8h e 17h e forneceu dados sobre a característica do tráfego que ocorre regularmente durante os dias de semana da via em seu período de estiagem.

Os dados foram divididos por sentido de tráfego, horário e tipo de veículo, para que fosse possível a realização de uma caracterização mais detalhada, como exemplificada na Tabela 10. As Tabelas com os dados dos demais dias encontram-se no Apêndice C. Os sentidos foram identificados como A-B e B-A, sendo A-B o sentido Russas – Jaguaruana e B-A o sentido Jaguaruana – Russas.

Tabela 10 - Detalhamento da contagem volumétrica.

CONTÁGEM VOLUMÉTRICA						
A - Russas						Jaguaruana – B
DIA 01		DATA:				01/02/2021
SENTIDO A - B	08H AS 10H	10H AS 12H	13H AS 15H	15H AS 17H	TOTAL	TOTAL GERAL
MOTO	64	38	23	26	151	239
CARRO	20	21	12	17	70	
CAMINHONETE	1	3	2	3	9	
CAMINHÃO	4	1	3	1	9	
TOTAL PERÍODO	89	63	40	47	239	
SENTIDO B - A	08H AS 10H	10H AS 12H	13H AS 15H	15H AS 17H	TOTAL	TOTAL GERAL
MOTO	57	37	28	30	152	250
CARRO	21	24	9	10	64	
CAMINHONETE	6	5	3	3	17	
CAMINHÃO	4	7	2	4	17	
TOTAL PERÍODO	88	73	42	47	250	

Fonte: Autor (2021).

Após os 3 dias de contagem, foi possível definir o Tráfego Médio Diário igual a 476 veículos por dia, sendo o período da manhã aquele em que existe a maior concentração de veículos percorrendo a via, principalmente nos horários entre 08h e 10h. Em relação ao sentido de tráfego, pode-se perceber que o volume médio é bem dividido nos dois sentidos, não havendo grande variação de volume de tráfego em cada sentido de circulação, como observado na Tabela 11, mas o maior número de veículos se desloca no sentido de Jaguaruana a Russas.

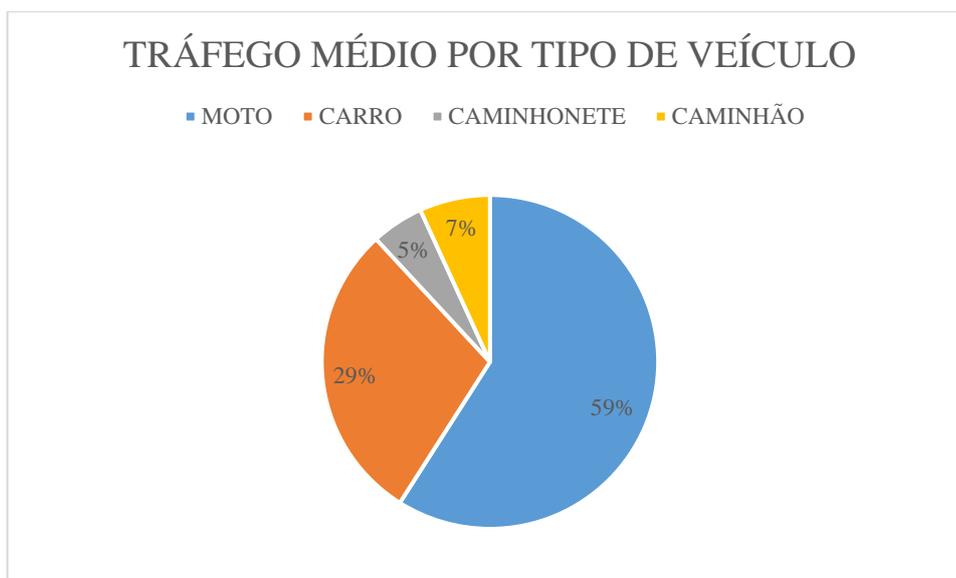
Tabela 11 - Médias de tráfego diário.

TOTAL DIÁRIO GERAL			
DIA 1	DIA 2	DIA 3	MÉDIA
489	414	524	476
TOTAL DIÁRIO SENTIDO A - B			
239	196	257	231
TOTAL DIÁRIO SENTIDO B - A			
250	218	267	245

Fonte: Autor (2021).

Devido a estrada se localizar na Zona Rural de um município do interior, o tipo de veículo que se mostra mais presente na via são as motocicletas, contabilizando em média 281 motos/dia. Em seguida, os carros se fazem bastante presentes no tráfego com média de 139 carros/dia, seguido de caminhonetes e caminhões com 24 e 37 veículos por dia respectivamente. Esta distribuição dos veículos é melhor ilustrada no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Tráfego médio por veículo.



Fonte: Autor (2021).

Para a definição da via, de acordo com o DNER (1999), conforme sua classificação funcional, pode-se classificá-la dentro do sistema local, por apresentar pequena extensão e coletar tráfego de áreas rurais para vias de maior classificação, recebendo os veículos de vilas e comunidades e as distribuem para as CE-356 em direção ao centro da cidade de Russas e para CE-263 em sua continuação em direção ao centro do município de Jaguaruana. Em relação a classificação técnica, a estrada pode ser configurada como uma via de classe III, por apresentar pista simples e atender aos limites de volumes médios de tráfego entre 300 e 700 veículos por dia.

4.3 Avaliação pelo método URCI

A avaliação das condições da estrada não pavimentada usou a metodologia desenvolvida por Eaton et. al (1987), e, nessa pesquisa, foi aplicada em 11 trechos de 30 metros, os quais apresentavam maior nível de defeitos entre os 5,5 km de extensão da via estudada. Deste modo, obteve como conclusão a média aritmética dos valores de URCI dos trechos utilizando as folhas de inspeção de Oda (1995), encontradas no Apêndice B. Os resultados apresentaram uma média de URCI igual a 54, levando a classificar a via como uma estrada regular, como demonstrado na simplificação do método apresentado na Tabela 13.

Tabela 122 - Valores de URCI simplificados.

TRECHO	TIPOS DE DEFEITOS							URCI	CLASSIFICAÇÃO
	SEVERIDADE								
	S.T.I	D.L.I.	C.	P.	B	T.R.	S.A.		
Trecho 1	Média	Alta		Média	Alta			51,0	Regular
Trecho 2	Alta	Alta	Média	Média		Média	Baixa	56,0	Boa
Trecho 3	Baixa	Alta		Média	Baixa		Média	65,0	Boa
Trecho 4	Média	Alta	Baixa	Baixa		Baixa	Baixa	58,0	Boa
Trecho 5	Alta	Alta	Média	Alta		Baixa	Média	46,0	Regular
Trecho 6	Média	Alta	Baixa	Média		Média	Alta	47,0	Regular
Trecho 7	Média	Alta	Baixa	Baixa		Média	Baixa	48,0	Regular
Trecho 8	Alta	Alta	Baixa	Alta		Alta	Média	44,0	Regular
Trecho 9	Alta	Alta	Baixa	Média	Média	Média	Média	59,0	Boa
Trecho 10	Média	Alta	Média	Média		Baixa		62,5	Boa
Trecho 11	Baixa	Alta		Alta		Baixa	Alta	62,0	Boa
CLASSIFICAÇÃO DA ESTRADA								54	Regular

Fonte: Autor (2021).

Ao analisar estes dados, pode-se identificar quais defeitos se mostram mais presentes e com maior severidade no decorrer da via, possibilitando descrevê-los e realizar um estudo detalhado, levando em consideração as atuais condições climáticas e de conservação da estrada.

4.3.1 Seção transversal inadequada

O defeito de seção transversal inadequada encontra-se presente em quase toda a extensão da via, notavelmente ocasionado devido ao tráfego e a realização de forma inadequada de recuperações feitas no decorrer dos anos, podendo ser observado pelo alargamento excessivo de alguns trechos estudados, como por exemplo a diferença do trecho 4, que apresenta uma largura da pista igual a 6,7 m enquanto o trecho 8 apresenta largura da pista igual a 8,6 m, conforme Figura 19.

Figura 19 - Seção transversal muito alargada e formando bacias em suas laterais.



Fonte: Autor (2021).

As irregularidades nas seções transversais também são muito acentuadas em alguns pontos da via, seja pelo encaixamento da via no greide natural ocasionado pela raspagem da estrada, ou pelas profundas trilhas de roda, ambas gerando o acúmulo de água na pista de rolamento durante o período chuvoso.

4.3.2 Drenagem

A drenagem inadequada é um dos principais defeitos observados, pois a drenagem lateral é inexistente em todo o percurso da estrada, decorrente da via se apresentar plana e sem nenhum tipo de abaulamento para o escoamento das águas pluviais. Este defeito somado com a seção transversal inadequada acaba ocasionando ainda mais problemas para a qualidade do tráfego, conforme Figura 20.

Figura 20 - Erosões nas laterais da via devido à falta de drenagem e a seção transversal imprópria.



Fonte: Autor (2021).

Mesmo a via possuindo grande parte do seu traçado de forma aterrada, as seções não favorecem o escoamento da água e provocam erosões nas laterais, e os bueiros, que são os aparelhos de drenagem que se mostram presentes na via, estão em parte, ou entupidos, ou ocasionando desagregação dos taludes da via, como exemplificado nas Figuras 21 e 22.

Figura 21 - Bueiro ocasionando graves erosões na lateral da estrada.



Fonte: Autor (2021).

Figura 22 - Bueiro obstruído.



Fonte: Autor (2021).

A população que mora às margens da estrada, que no período chuvoso acumula muita água nas suas laterais, realiza intervenções na via por conta própria para sanar os problemas de drenagem, sem nenhum tipo de suporte técnico, por muitas vezes trazendo mais defeitos a via como consequência da intervenção, como demonstrados nas Figuras 23, 24 e 25.

Figura 23 - Canal aberto por morador na seção da estrada.



Fonte: Autor (2021).

Figura 24 - Bueiro executado por morador sem posterior compactação do solo.



Fonte: Autor (2021).

Figura 25 - Depressão na via causada pela acomodação do solo.



Fonte: Autor (2021).

4.3.3 Corrugações

As corrugações, mesmo que de forma leve, se encontram presentes em quase todo o percurso estudado e aparecem inevitavelmente em qualquer material. Este tipo de defeito ocasiona desconforto ao trafegar na via, devido a trepidação gerada no veículo e também ocasiona defeitos mecânicos como afrouxamento de peças decorrente da constante vibração.

De acordo com o método URCI adotado, foram observadas corrugações na via de severidade média a baixa, com profundidades que variam de 1,1 cm no trecho 9 a, no máximo, 4 cm no trecho 10. Sendo assim, mesmo que o trecho apresente corrugações, o tráfego não é gravemente atingido pela existência destas.

Figura 26 - Corrugações na via.



Fonte: Autor (2021).

4.3.4 Poeira

A poeira é um defeito presente em toda a via, tendo sua severidade URCI classificada majoritariamente como média ou alta. Em alguns locais apresenta nuvens densas que interferem de forma grave na visualização do motorista como observado na Figura 28, além de causar problemas aos moradores das casas no entorno da estrada, que para evitar este incômodo tomam medidas como regar a estrada diariamente com carros pipa (Figura 27), o que ocasiona a geração de buracos e o surgimento de lombadas, pois são executadas sem nenhum tipo de normatização e muitas vezes sem sinalização, o que pode causar acidentes.

Figura 27 - Buracos na via devido a rega para minimizar a poeira.



Fonte: Autor (2021).

Figura 28 - Nuvem de poeira gerada por carro de pequeno porte.



Fonte: Autor (2021).

4.3.5 Buracos

Os buracos são defeitos pouco encontrados na estrada analisada. Eles se fazem presente apenas em 3 dos 11 trechos estudados, mais precisamente nas áreas onde existe a intervenção da população para a redução de poeira utilizando a rega da via com carros pipa, como demonstrado na Figura 29. As seções se mostram com níveis de severidade variada

dependendo das suas profundidades. Os buracos encontrados na pista de rolamento possuíam profundidades variando entre 2 e 14 cm.

Figura 29 - Presença de buracos na via.



Fonte: Autor (2021).

4.3.6 Trilhas de roda

A via apresenta trilhas de rodas (Figura 30) em quase toda sua extensão, mas com graus de severidade classificados em maioria como médio a baixo, tomando como referência a profundidade da trilha. No trecho mais afetado, a trilha de roda possuía uma profundidade de 9,5 cm, ocupando os dois lados da estrada, com em média 1 m de trilha em cada faixa, enquanto a parte menos afetada pelo defeito apresentava o dano em apenas um dos lados da faixa de rolamento e possuía profundidade inferior a 1 cm.

Figura 30 - Afundamento de trilhos de roda.



Fonte: Autor (2021).

4.3.7 Segregação de agregados

A segregação de agregados se fez presente em parte da via devido a abrasão gerada pelo grande número de veículos que trafegam diariamente por ela, incluindo carros pesados provenientes das indústrias ceramistas e de beneficiamento de cera de carnaúba que existem em seu entorno. As severidades de URCI deste defeito se dão em função da altura de agregados soltos nas laterais da estrada, sendo o trecho com maior severidade possuindo 13 cm de altura de agregados soltos. Dependendo de cada trecho da via, os materiais se mostravam com uma maior quantidade de finos, como areias, ou de materiais de granulometria mais elevada, com grande presença de seixos nas laterais da pista de rolamento, como demonstrado nas Figuras 31 e 32.

Figura 31 - Segregação de agregados grossos na via.



Fonte: Autor (2021).

Figura 32 - Segregação de agregados finos na via.



Fonte: Autor (2021).

Com estes resultados, pode-se perceber que mesmo com a presença de defeitos no decorrer da via, ela se classifica como uma estrada regular, onde a qualidade, conforto e segurança do tráfego não são severamente afetadas. Com a caracterização destes problemas, é possível buscar soluções na literatura que sejam adequadas para cada um dos tipos. Desta forma, possibilitando que a estrada venha a se enquadrar nos padrões desejados de trafegabilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo principal coletar informações para que fosse possível classificar uma estrada não pavimentada localizada na cidade de Russas, no interior do Ceará, em termos da classificação do solo que compõe a estrada, do tráfego e da severidade de defeitos presentes na via. Tendo como motivação principal, a reduzida quantidade de estudos sobre o tema, principalmente em localidades rurais do Brasil.

Devido a isso, as vias rurais não possuem um tratamento adequado, muitas vezes pela falta de conhecimento técnico e das principais características da estrutura por quem realiza as intervenções, pois, reconhecer as demandas de tráfego e a qualidade do solo empregado na composição de uma estrada, fornecem o embasamento para empregar as melhores técnicas de readequação.

É importante salientar que durante a execução da pesquisa, a região encontrava-se em período de estiagem, tendo a estrada uma melhor qualidade do que se comparada ao período em que a região passa pela quadra chuvosa. Devido ao tráfego ter em sua composição os caminhões que prestam serviço para a fábrica de beneficiamento de cera de carnaúba localizada em uma das comunidades da região, ocasionalmente são executados processos de raspagem visando um bom tráfego para a frota de veículos.

A partir do estudo das características do solo, utilizando os ensaios de granulometria por peneiramento, Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade, foi possível identificar os tipos de solos que compõem o percurso da estrada utilizando a classificação da AASHTO, que demonstrou que a maior parte da via se encontra no grupo de solos A-2-4, sendo um solo que apresenta boa qualidade para a composição da via, e apenas dois trechos apresentaram solos de qualidade inferior como material empregado na sua construção.

Com relação ao estudo de tráfego, foi possível concluir que a maior parte do fluxo de veículos é composta por motos e carros, ou seja, veículos leves, que juntos totalizam 88% dos veículos que trafegam pela via, justificado pelo fato de que no interior e principalmente na zona rural, as motocicletas são os principais veículos utilizados. Foi possível também definir a classe da via de acordo com seu tráfego médio diário, com cerca de 476 veículos por dia, o que enquadra a rodovia na Classe III.

A aplicação do método URCI se demonstrou eficaz na classificação da via, pois ao trafegar para escolha dos trechos críticos, ficou evidente que existiam defeitos, mas, a via possuía, mesmo assim, uma qualidade aceitável, e ao aplicar o método a estrada pôde ser classificada como regular, devido ao número de URCI médio encontrado nas suas seções críticas ter sido igual a 54.

Pôde-se perceber que os problemas mais graves durante o percurso da via é a ausência de drenagem lateral e a seção transversal irregular. Os dois problemas estão diretamente ligados. Devido as bacias que são formadas no decorrer da estrada, a poeira é também muito presente na via, em alguns locais apresentando nuvens bastante densas, o que é um fator de incômodo para população local, que possui suas residências às margens da estrada.

Por esse motivo, a população local realiza intervenções por conta própria, o que, muitas vezes, acaba por gerar outros defeitos como os buracos causados devido a rega da via com carros pipa. Porém, mesmo com esses defeitos mais graves encontrados, a via não se encontra em mau estado, e oferece um trafegar regular, sem danos críticos a segurança e ao conforto dos transeuntes.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões de novos trabalhos, podem ser realizados estudos que identifiquem quais as melhores forma de adequação da via, com bases técnicas e que favoreçam um cronograma de manutenção adequado gerando benefícios como a regularização das seções da via, uma drenagem adequada e a diminuição da poeira, obtendo assim uma melhor qualidade de rolamento e bem-estar para as comunidades que se utilizam desta via como fonte de tráfego e renda.

Outra sugestão é a realização do mesmo estudo no período de quadra invernos, pois a presença de umidades elevadas no solo confere a ele propriedades e características de suporte diferentes, favorecendo o aparecimento de novos defeitos, o que se faz interessante para um comparativo de como a via se comporta na época de estiagem e em seu período de quadra chuvosa.

REFERÊNCIAS

- ALZUBAIDI, H., & Magnusson, R. (2002). *Deterioration and Rating of Gravel Roads. Road Materials and Pavement Design*, 3(3), 235–260. doi:10.1080/14680629.2002.9689924
- ASSIS, João Carlos Silva de. **Estudo e verificação de patologias em estradas não pavimentadas e suas soluções/** João Carlos Silva – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2018.
- BAESSO, Dalcio Pickler. **Estradas Rurais Técnicas Adequadas de Manutenção.** Florianópolis, DER, 2003.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais.** Rio de Janeiro. 1999. 195p. (IPR. Publ., 706).
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de conservação rodoviária.** 2 ed. 564p. Rio de Janeiro, 2005
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de estudos de tráfego.** - Rio de Janeiro, 2006. 384 p. (IPR. Publ., 723).
- CABETTE, Marina Maria. **Caracterização geotécnica de estradas não pavimentadas de baixo volume de tráfego: estudo de caso.** 2019. Tese de Doutorado.
- CNT (Confederação Nacional de Transportes) - **Boletim estatístico – CNT – dezembro 2018**, 2018. Disponível em: < <https://www.cnt.org.br/boletins>>. Acesso em: 07 maio 2020.
- CNT (Confederação Nacional de Transportes) - **Evolução da malha rodoviária não pavimentada TOTAL por Região e Unidade da Federação - 2001 - 2017***, 2020. Disponível em: < <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2020/Rodoviario/1-3-1-1-3-/Malha-rodovi%C3%A1ria-n%C3%A3o-pavimentada>>. Acesso em: 07 maio 2020.
- CNT (Confederação Nacional de Transportes) - **Transporte em Números**, 2019. Disponível em: < <https://cdn.cnt.org.br/diretorioVirtualPrd/ea14e970-c1e2-455e-950b-88a956467812.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2020.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 041/94:** Solos – preparação de amostras para ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1994.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 080/94:** Solos – análise granulométrica por peneiramento. Rio de Janeiro, 1994.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 082/94:** Solos – determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1994.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 122/94: Solos – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito.** Rio de Janeiro, 1994.

DER - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo, **Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais**, vol. I, São paulo, 2012.

DIAS JUNIOR, Gilson D. B.; PALARO, Kleber 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, 2014.

EATON, R. A.; GERARD, S.; D.W. CATE. **Rating Unsurfaced Roads – A field manual for measuring maintenance problems.** Special Report 87-15 U.S. Army Corps of Engineers. Cold Regions Research & Engineering Laboratory, 1988.

ERA -Ethiopian Roads Authority, **Design Manual For Low Volume Roads, Part A, Part B and Part C.**, Ethiopia, 2011.

FU, Baihua; NEWHAM, Lachlan TH; RAMOS-SCHARRON, C. E. A review of surface erosion and sediment delivery models for unsealed roads. **Environmental Modelling & Software**, v. 25, n. 1, p. 1-14, 2010.

JORGE, L. da C. D. L., Constituição, dimensionamento e conservação de pavimentos para baixos volumes de tráfego, Coimbra: ISEC - Dissertações de Mestrado. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 2014.

KAUFMAN, W. W.; AULT, J. C. **Design of Surface Mine Haulage Roads – A Manual.** United States Department of the Interior, Information Circular 8758. United States, 1977. 49 p.

ODA, Sandra. **Caracterização de uma rede municipal de estradas não pavimentadas.** 1995. 186fls. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes (Estradas e Aeroportos). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1995.

OLIVEIRA FILHO, W. L.; FERNANDES G.; VAM HAM, G. H. J.; RODRIGUES, C. A.; MASETTI, L.; COSTA, W. **Manual de Estradas de Acesso de Mina.** Ouro Preto, 2010. 183 p.

PATERSON W., **“Road Deterioration and Maintenance, Effects - Models for planning and Management”**, *The Highway Design and Maintenance Standard Series*, A World Bank Publication, Maryland, 1987.

PROVENCHER Y., **“Optimising Road Maintenance Intervals”**, Transportation Research Board. Forest Engineering Institute of Canada, Sixth International Conference on Low-Volume Roads, Vol. 1, 1992.

RAMOS-SCHARRÓN, C.E. 2012. **Effectiveness of an erosion control method in reducing sediment production rates from an unpaved road.** Journal of Soil and Water Conservation, 67: 87-100.

REIS, Maíra dos Santos. **Classificação e diagnóstico das estradas de mina de lavra a céu aberto de minério de ferro dentro do Quadrilátero Ferrífero**. 2014.

RIJSDIJK, A.; Bruijnzeel, L.A. S.; Sutoto, C. K. 2007. **Runoff and sediment yield from rural roads, trails and settlements in the upper Konto catchment**, East Java, Indonesia. *Geomorphology*, 87: 28–37.

ROBERT D., Srombom P., **“Maintenance of Aggregate and Earth Roads”**, Washington State Department of Transportation, 1987.

SAJJAN, A. K.; Gyasi-Agyei, Y.; Sharma, R. H. 2013. **Rainfall–runoff modelling of railway embankment steep slopes**. *Hydrological Sciences Journal*, 58: 1162-1176. Doi: 10.1080/02626667.2013.802323

SOUZA PINTO, CARLOS DE. **Curso Básico de Mecânica dos Solos**. Oficina de Textos. São Paulo, 2006.

TANNANT, D. D.; REGENSBURG, B. **Guidelines for Mine Haul Road Design**. Canada, 2001. 115 p.

THOMAZ, E.; Vestena, L.R.; Ramos-Scharrón, C.E. 2014. **The effects of unpaved roads on suspended sediment concentration of third- to fifth-order streams – A case study from southern Brazil**. *Water and Environment Journal*, 28: 547-555. Doi: 10.1111/wej.12070

THOMPSON, R. J.; VISSER, A. T. **Mine Haul Road Design, Construction and Maintenance Management (Material de curso)**. Belo Horizonte, 2008.

ZIEGLER, A.D.; Negishi, J.N.; Sidle, R.C.; Gomi, T.; Noguchi, S.; Nik, A.R. 2007. **Persistence of road runoff generation in a logged catchment in Peninsular Malaysia**. *Earth Surface Processes and Landforms*, 32: 1947–1970. Doi: 10.1002/esp.1508.

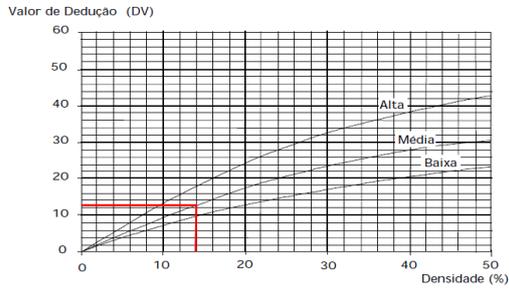
APÊNDICE A – Relatório fotográfico



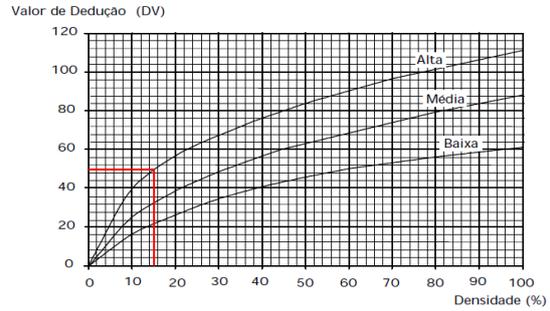
APÊNDICE B – Folhas e gabaritos de URCI

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:	RUSSAS - JAGUARUANA PASSANDO POR PAU D'ARCO E RETIRO.							
EXTENSÃO DA ESTRADA:	5,5KM	DATA:	06/02/2021					
VELOCIDADE	40 KM/H	AVALIADOR:	ADRIANO JORGE					
NÚMERO DE TRECHOS:	11	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:	ENSOLARADO					
ODÔMETRO:		TRÁFEGO:	LEVE					
TRECHO:	1	SEÇÃO:						
COMPRIMENTO DO TRECHO:	30,00	ENCAIXADA () MISTA () ATERRADA (X)						
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:	7,00	TIPO DE SOLO:						
ÁREA DO TRECHO?	210,00	RAMPA:	-					
DRENAGEM: () SIM (X) NÃO		DECLIVIDADE:	-					
DESENHO:	TIPOS DE DEFEITOS							
	1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M)							
	2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M)							
	3- CORRUGAÇÕES (M ²)							
	4- POEIRA							
	5- BURACOS (NÚMERO)							
	6- TRILHA DE RODAS (M ²)							
	7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)							
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
DENSIDADE E SEVERIDADE	B							
	M	X			X			
		30,00						
	A		X			X		
			30,00			32,00		
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	DENSIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
1	14%	MÉDIO	12					
2	14%	ALTO	11,5					
3	-							
4		MÉDIO	4					
5	15%	ALTO	50					
6	-							
7	-							
TDV	77,5	q:	3	URCI:	51	CLASSIFICAÇÃO:	REGULAR	

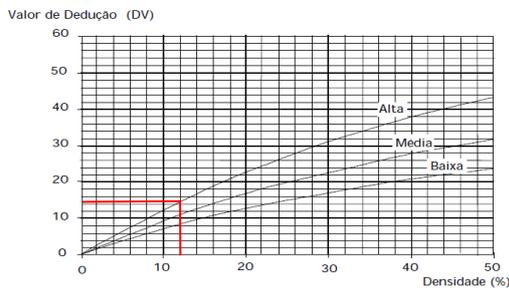
DUST
 Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:
 Low ——— 2 Points
 Medium ——— 4 Points
 High - - - - - 15 Points



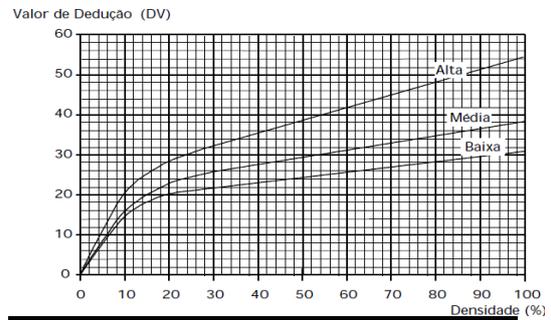
SEÇÃO TRANSVERSAL



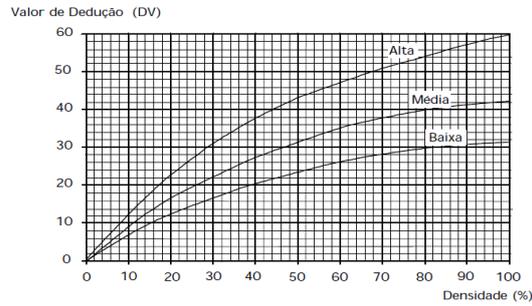
BURACOS



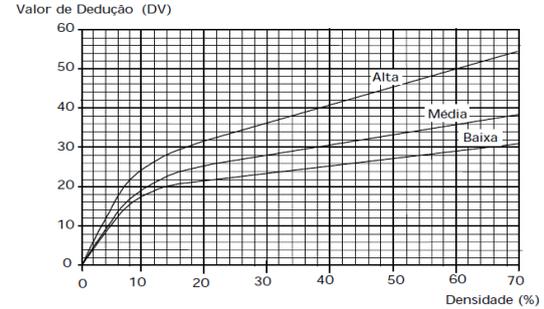
DRENAGEM



AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA

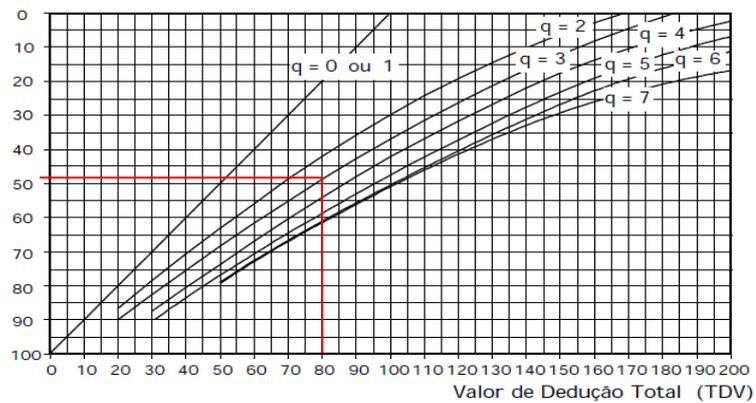


CORRUGAÇÃO



PERDA DE AGREGADOS

URCI (Índice das Condições da Superfície das Estradas Não-pavimentadas)



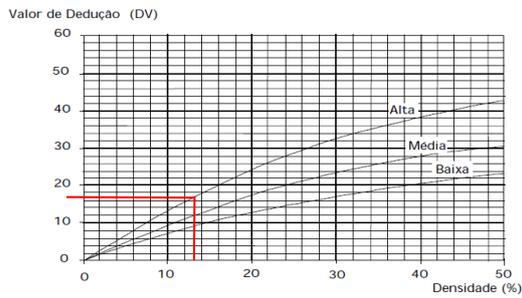
CURVA Q PARA CÁLCULO DO URCI

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:	RUSSAS - JAGUARUANA PASSANDO POR PAU D'ARCO E RETIRO.							
EXTENSÃO DA ESTRADA:	5,5KM	DATA:	06/02/2021					
VELOCIDADE	40 KM/H	AVALIADOR:	ADRIANO JORGE					
NÚMERO DE TRECHOS:	11	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:	ENSOLARADO					
ODÔMETRO:		TRÁFEGO:	LEVE					
TRECHO:	2	SEÇÃO:						
COMPRIMENTO DO TRECHO:	30	ENCAIXADA () MISTA () ATERRADA (X)						
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:	7,45	TIPO DE SOLO:						
ÁREA DO TRECHO?	223,5	RAMPA:	-					
DRENAGEM: () SIM (X) NÃO	DECLIVIDADE:							
DESENHO:	TIPOS DE DEFEITOS							
	1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M) 2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M) 3- CORRUGAÇÕES (M ²) 4- POEIRA 5- BURACOS (NÚMERO) 6- TRILHA DE RODAS (M ²) 7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)							
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
DENSIDADE E SEVERIDADE	B							X
							X	23
	M			X	X		1,60 X 30	
				0,57 X 30				
	A	X	X					
		30	30					
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	DENSIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
1	13%	ALTA	17					
2	13%	ALTA	15,8					
3	8%	MÉDIA						
4		MÉDIA	4					
5								
6	21%	MÉDIA	23,5					
7	10%	BAIXA	17					
TDV	77,3	q:	4	URCI:	56	CLASSIFICAÇÃO:	BOA	

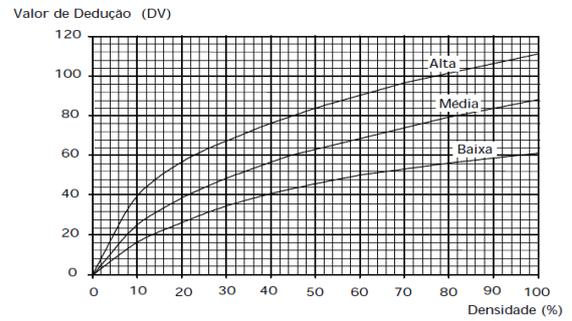
DUST

Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:

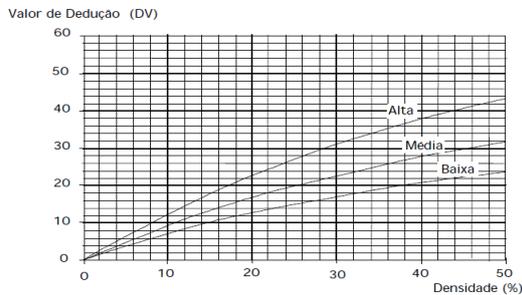
→ Low ——— 2 Points
 Medium ——— 4 Points
 High ——— 15 Points



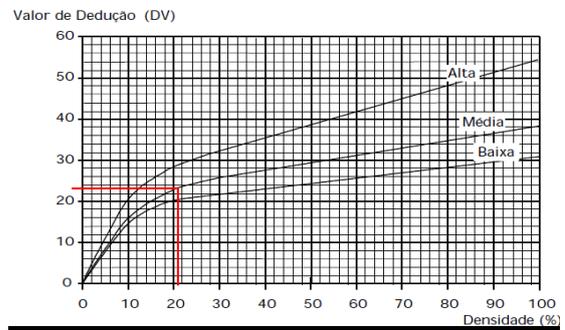
SEÇÃO TRANSVERSAL



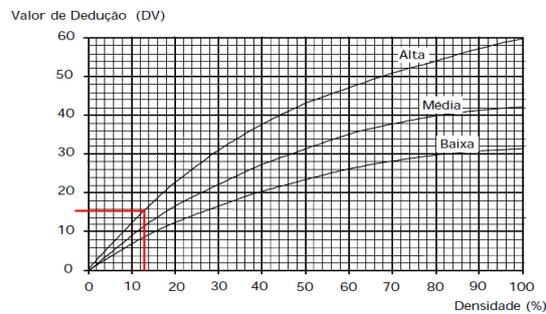
BURACOS



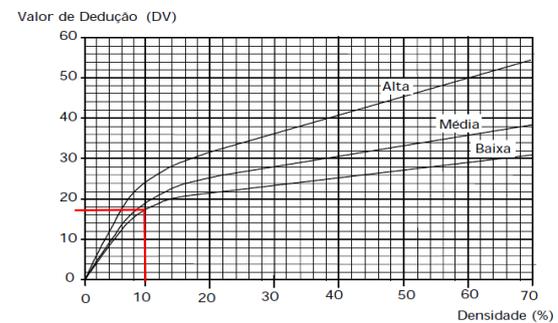
DRENAGEM



AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA

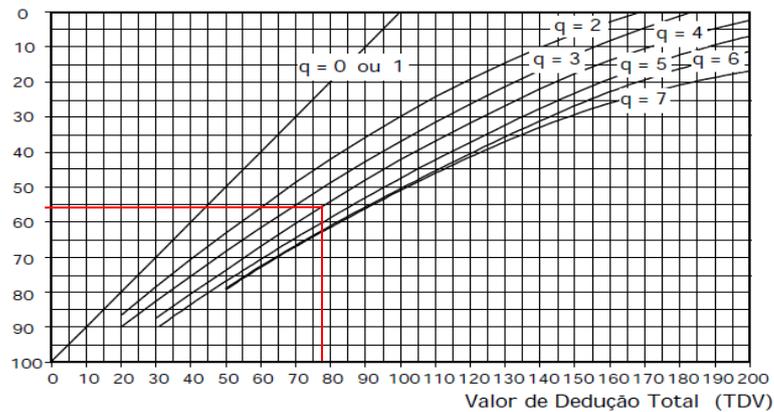


CORRUGAÇÃO



PERDA DE AGREGADOS

URCI (Índice das Condições da Superfície das Estradas Não-pavimentadas)



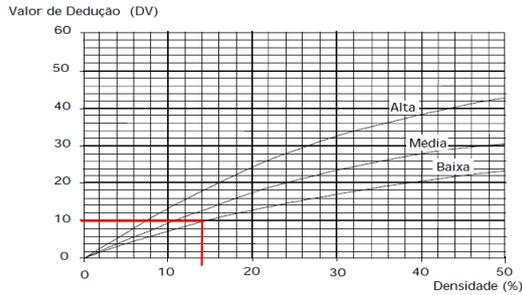
CURVA Q PARA CÁLCULO DO URCI

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:	RUSSAS - JAGUARUANA PASSANDO POR PAU D'ARCO E RETIRO.							
EXTENSÃO DA ESTRADA:	5,5KM	DATA:	06/02/2021					
VELOCIDADE	40 KM/H	AVALIADOR:	ADRIANO JORGE					
NÚMERO DE TRECHOS:	11	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:	ENSOLARADO					
ODÔMETRO:		TRÁFEGO:	LEVE					
TRECHO:	3	SEÇÃO:						
COMPRIMENTO DO TRECHO:	30	ENCAIXADA (X) MISTA () ATERRADA ()						
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:	7,2	TIPO DE SOLO:						
ÁREA DO TRECHO?	216	RAMPA:	-					
DRENAGEM: () SIM (X) NÃO	DECLIVIDADE:							
DESENHO:	TIPOS DE DEFEITOS							
	1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M) 2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M) 3- CORRUGAÇÕES (M²) 4- POEIRA 5- BURACOS (NÚMERO) 6- TRILHA DE RODAS (M²) 7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)							
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
DENSIDADE E SEVERIDADE	B	X				X		
		30				13		
	M				X			X
								30
	A		X					
			30					
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	DENSIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
1	14%	BAIXO	10					
2	14%	ALTO	16					
3								
4		MÉDIO	4					
5	6%	BAIXO	10,5					
6								
7	14%	MÉDIO	23					
TDV	63,5	q:	4	URCI:	65	CLASSIFICAÇÃO:	BOA	

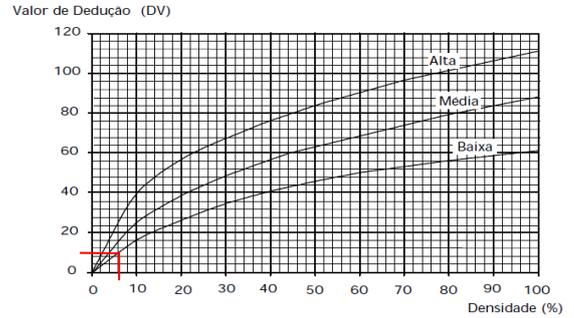
DUST

Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:

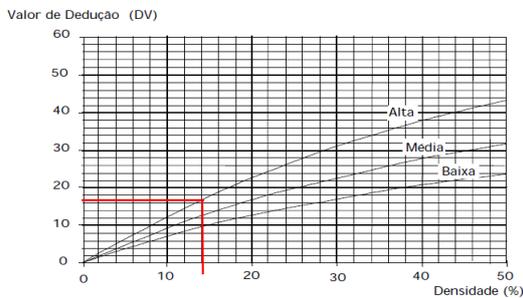
→ Low ——— 2 Points
 Medium ——— 4 Points
 High ——— 15 Points



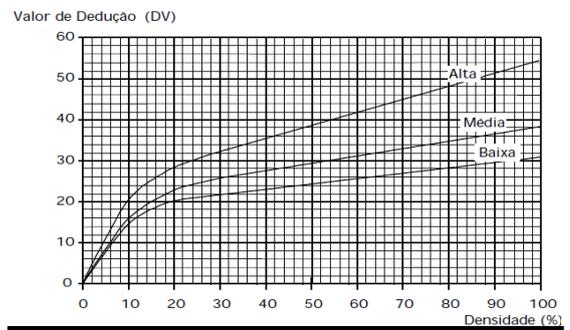
SEÇÃO TRANSVERSAL



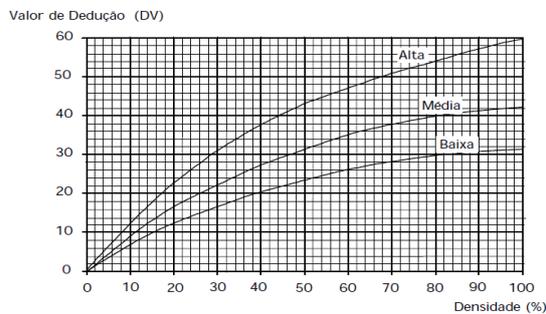
BURACOS



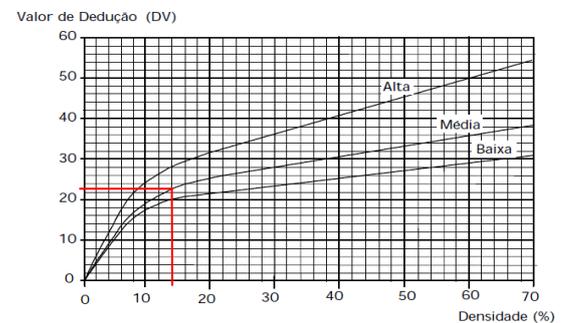
DRENAGEM



AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA

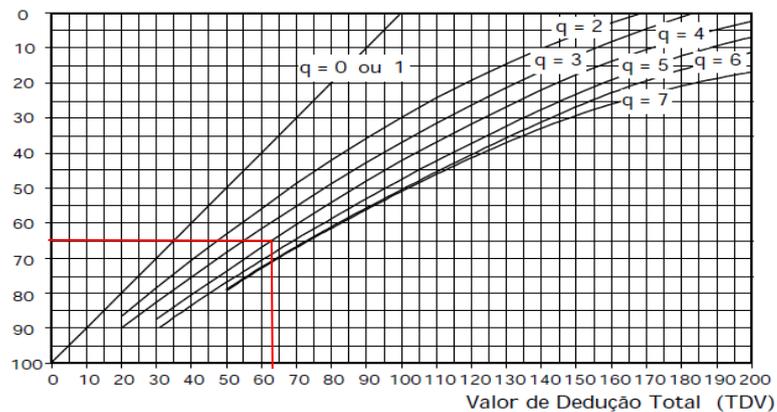


CORRUGAÇÃO



PERDA DE AGREGADOS

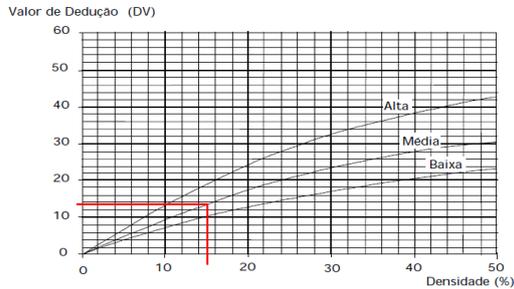
URCI (Índice das Condições da Superfície das Estradas Não-pavimentadas)



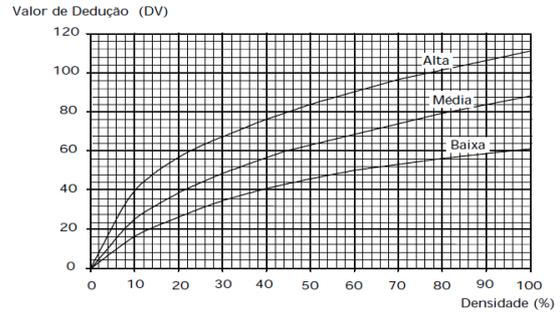
CURVA Q PARA CÁLCULO DO URCI

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:	RUSSAS - JAGUARUANA PASSANDO POR PAU D'ARCO E RETIRO.							
EXTENSÃO DA ESTRADA:	5,5KM	DATA:	06/02/2021					
VELOCIDADE	40 KM/H	AVALIADOR:	ADRIANO JORGE					
NÚMERO DE TRECHOS:	11	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:	ENSOLARADO					
ODÔMETRO:		TRÁFEGO:	LEVE					
TRECHO:	4	SEÇÃO:	ENCAIXADA () MISTA () ATERRADA (X)					
COMPRIMENTO DO TRECHO:	30,0	TIPO DE SOLO:						
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:	6,7	RAMPA:	-					
ÁREA DO TRECHO?	201,0	DECLIVIDADE:						
DRENAGEM: () SIM (X) NÃO								
DESENHO:	TIPOS DE DEFEITOS 1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M) 2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M) 3- CORRUGAÇÕES (M ²) 4- POEIRA 5- BURACOS (NÚMERO) 6- TRILHA DE RODAS (M ²) 7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)							
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
DENSIDADE E SEVERIDADE	B			X	X		X	X
				0,68 X 30			1,5 X 30	30,0
	M	X						
		30,0						
			X					
			30,0					
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	DENSIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
1	15%	MÉDIO	13,5					
2	15%	ALTO	18					
3	10%	BAIXO	7					
4		BAIXO	2					
5								
6	22%	BAIXO	20,5					
7	15%	BAIXO	20,5					
TDV	81,5	q:	5	URCI:	58	CLASSIFICAÇÃO:	BOA	

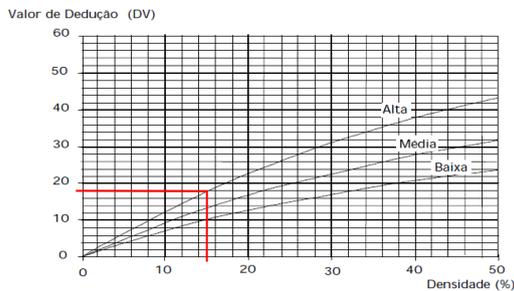
DUST
 Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:
 → Low ——— 2 Points
 Medium ——— 4 Points
 High - - - - - 15 Points



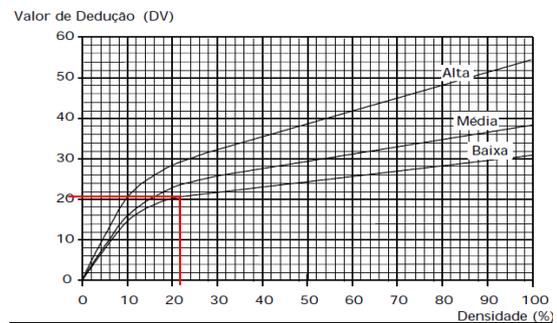
SEÇÃO TRANSVERSAL



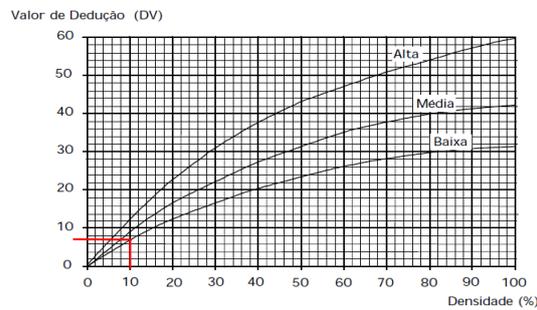
BURACOS



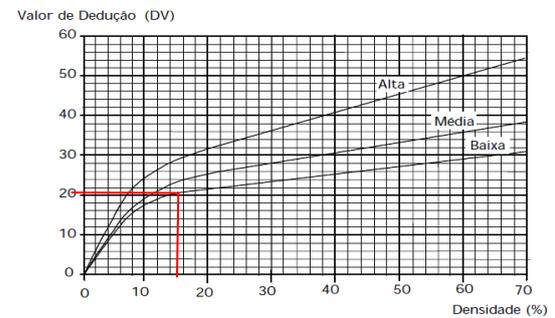
DRENAGEM



AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA

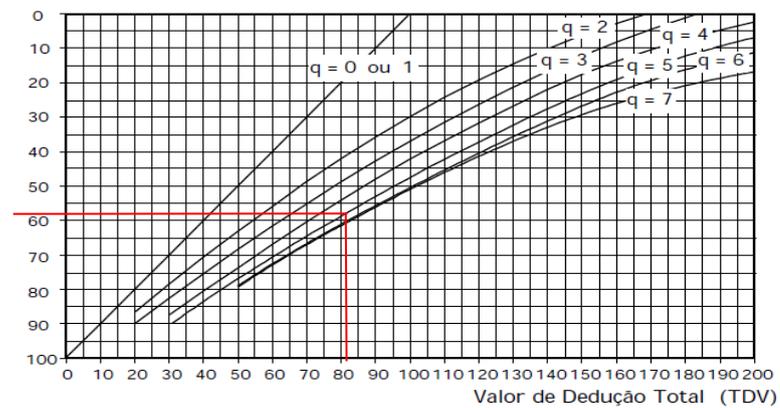


CORRUGAÇÃO



PERDA DE AGREGADOS

URCI (Índice das Condições da Superfície das Estradas Não-pavimentadas)



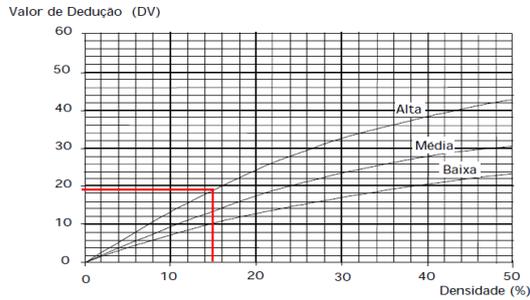
CURVA Q PARA CÁLCULO DO URCI

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:		RUSSAS - JAGUARUANA PASSANDO POR PAU D'ARCO E RETIRO.						
EXTENSÃO DA ESTRADA:		5,5KM	DATA:		06/02/2021			
VELOCIDADE		40 KM/H	AVALIADOR:		ADRIANO JORGE			
NÚMERO DE TRECHOS:		11	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:		ENSOLARADO			
ODÔMETRO:			TRÁFEGO:		LEVE			
TRECHO:		5	SEÇÃO:					
COMPRIMENTO DO TRECHO:		30,0	ENCAIXADA () MISTA () ATERRADA (X)					
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:		6,5	TIPO DE SOLO:					
ÁREA DO TRECHO?		195,0	RAMPA:		-			
DRENAGEM: () SIM (X) NÃO			DECLIVIDADE:					
DESENHO:			TIPOS DE DEFEITOS					
			1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M)					
			2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M)					
			3- CORRUGAÇÕES (M ²)					
			4- POEIRA					
			5- BURACOS (NÚMERO)					
			6- TRILHA DE RODAS (M ²)					
			7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)					
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
DENSIDADE E SEVERIDADE	B						X	
							1,2 X 30	
	M			X				X
				1,2 X 30				30
	A	X	X		X			
		30	30					
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	DENSIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
1	15%	ALTA	18,5					
2	15%	ALTA	18					
3	18%	MÉDIA	15					
4		ALTA	15					
5								
6	18%	BAIXA	19,5					
7	15%	MÉDIA	23,5					
TDV	109,5	q:	6	URCI:	46	CLASSIFICAÇÃO:	REGULAR	

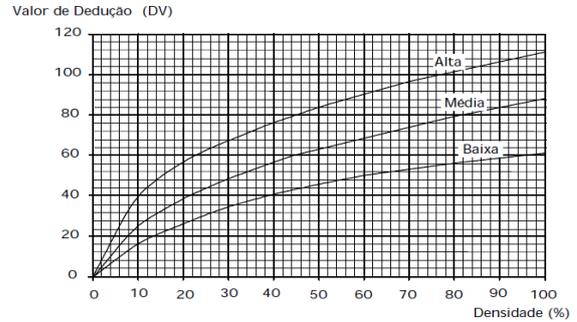
DUST

Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:

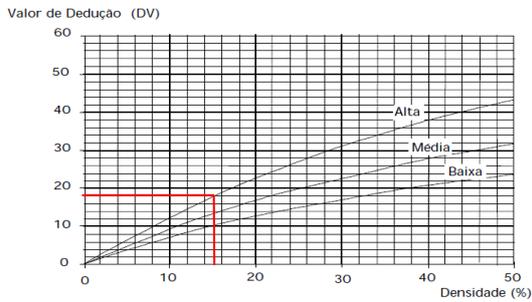
Low ——— 2 Points
 Medium ——— 4 Points
 High ——— 15 Points



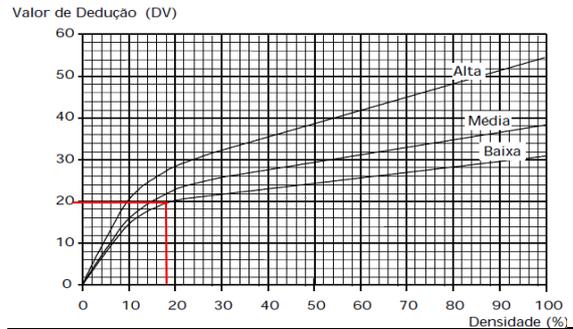
SEÇÃO TRANSVERSAL



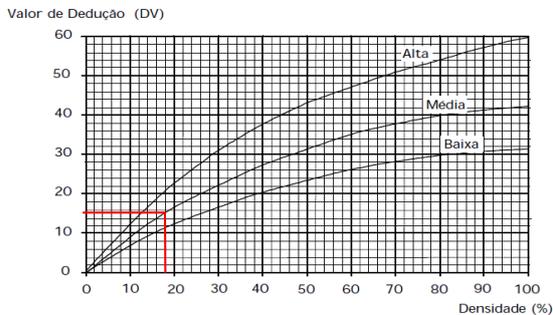
BURACOS



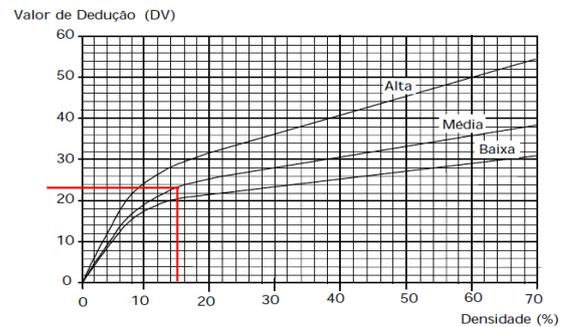
DRENAGEM



AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA

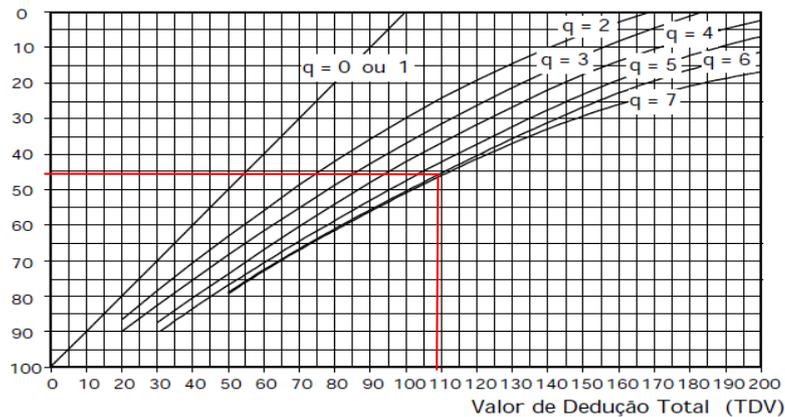


CORRUGAÇÃO



PERDA DE AGREGADOS

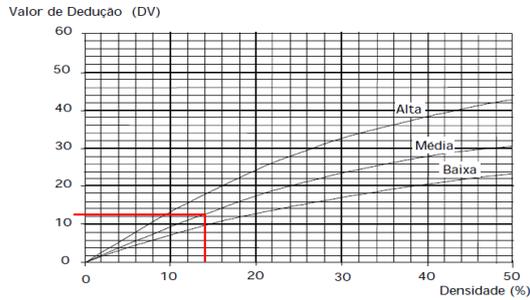
URCI (Índice das Condições da Superfície das Estradas Não-pavimentadas)



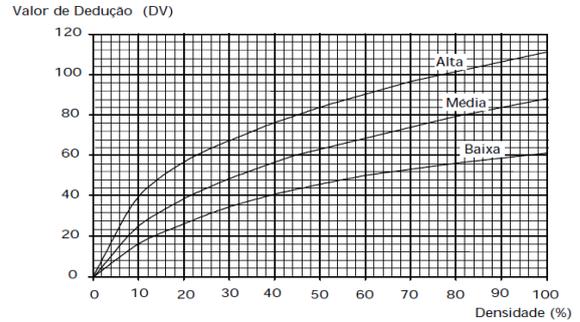
CURVA Q PARA CÁLCULO DO URCI

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:	RUSSAS - JAGUARUANA PASSANDO POR PAU D'ARCO E RETIRO.							
EXTENSÃO DA ESTRADA:	5,5KM	DATA:	06/02/2021					
VELOCIDADE	40 KM/H	AVALIADOR:	ADRIANO JORGE					
NÚMERO DE TRECHOS:	11	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:	ENSOLARADO					
ODÔMETRO:		TRÁFEGO:	LEVE					
TRECHO:	6	SEÇÃO:						
COMPRIMENTO DO TRECHO:	30,0	ENCAIXADA () MISTA () ATERRADA (X)						
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:	7,0	TIPO DE SOLO:						
ÁREA DO TRECHO?	210,0	RAMPA:	-					
DRENAGEM: () SIM (X) NÃO	DECLIVIDADE:							
DESENHO:	TIPOS DE DEFEITOS							
	1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M)							
	2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M)							
	3- CORRUGAÇÕES (M ²)							
	4- POEIRA							
	5- BURACOS (NÚMERO)							
	6- TRILHA DE RODAS (M ²)							
	7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)							
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
DENSIDADE E SEVERIDADE	B			X				
				2,0 X 30			X	
	M	X			X		30 X 1,8	
			30					
	A		X					X
			30					30
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	DENSIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
1	14%	MÉDIA	12,2					
2	14%	ALTA	17					
3	29%	BAIXA	16					
4		MÉDIA	4					
5								
6	26%	MÉDIA	25					
7	14%	ALTA	28					
TDV	102,2	q:	5	URCI:	47	CLASSIFICAÇÃO:	REGULAR	

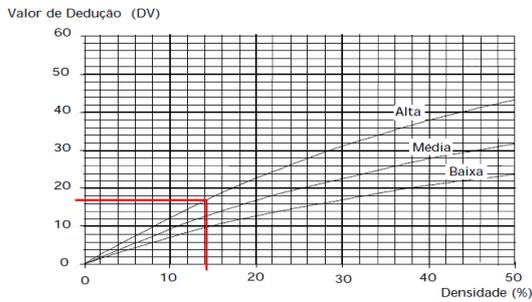
DUST
 Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:
 Low ——— 2 Points
 Medium ——— 4 Points
 High - - - - - 15 Points



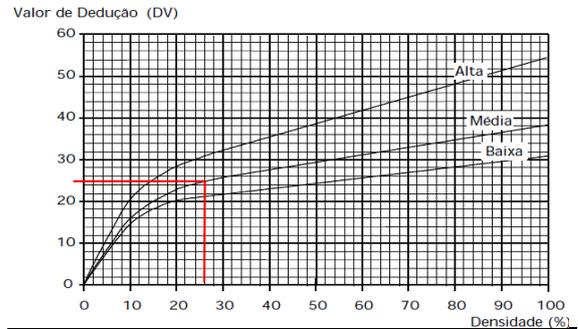
SEÇÃO TRANSVERSAL



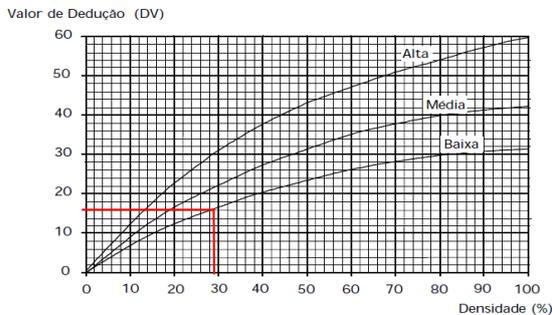
BURACOS



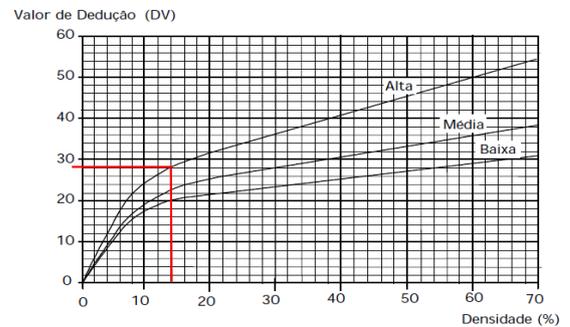
DRENAGEM



AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA

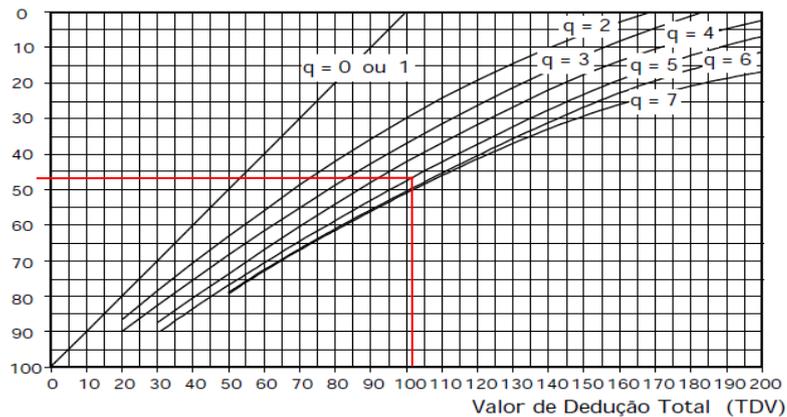


CORRUGAÇÃO



PERDA DE AGREGADOS

URCI (Índice das Condições da Superfície das Estradas Não-pavimentadas)



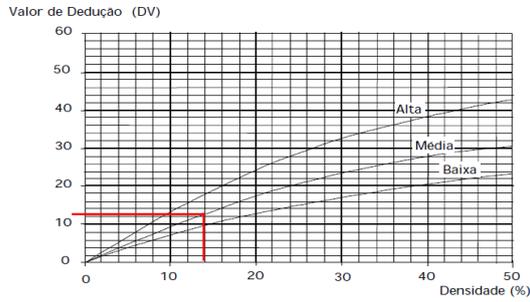
CURVA Q PARA CÁLCULO DO URCI

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:	RUSSAS - JAGUARUANA PASSANDO POR PAU D'ARCO E RETIRO.							
EXTENSÃO DA ESTRADA:	5,5KM	DATA:	07/02/2021					
VELOCIDADE	40 KM/H	AVALIADOR:	ADRIANO JORGE					
NÚMERO DE TRECHOS:	11	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:	ENSOLARADO					
ODÔMETRO:		TRÁFEGO:	LEVE					
TRECHO:	7	SEÇÃO:						
COMPRIMENTO DO TRECHO:	30	ENCAIXADA () MISTA () ATERRADA (X)						
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:	7,4	TIPO DE SOLO:						
ÁREA DO TRECHO?	222	RAMPA:	-					
DRENAGEM: () SIM (X) NÃO		DECLIVIDADE:						
DESENHO:	TIPOS DE DEFEITOS							
	1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M)							
	2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M)							
	3- CORRUGAÇÕES (M ²)							
	4- POEIRA							
	5- BURACOS (NÚMERO)							
	6- TRILHA DE RODAS (M ²)							
	7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)							
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
DENSIDADE E SEVERIDADE	B			X	X			X
				3,8 X 30				30
	M	X					X	
		30					1,8 X 30	
			X					
			30					
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	DENSIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
1	14%	MÉDIA	12,2					
2	14%	ALTA	17					
3	51%	BAIXA	23,9					
4		BAIXA	2					
5								
6	24%	MÉDIA	20					
7	14%	BAIXA	24,2					
TDV	99,3	q:	5	URCI:	48	CLASSIFICAÇÃO:	REGULAR	

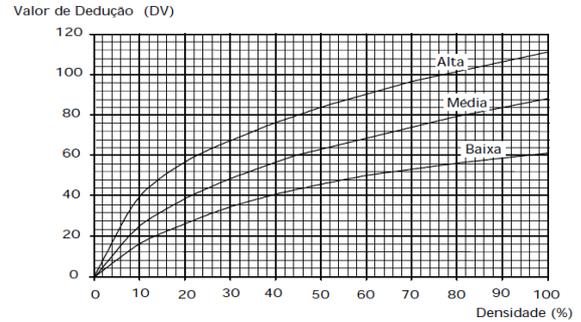
DUST

Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:

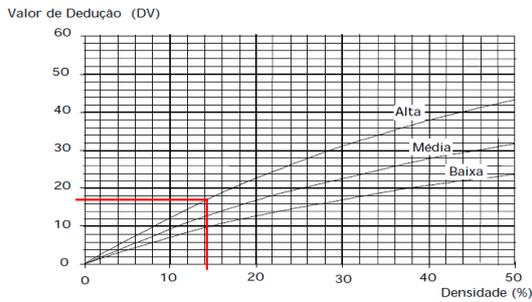
→ Low ——— 2 Points
 Medium ——— 4 Points
 High - - - - - 15 Points



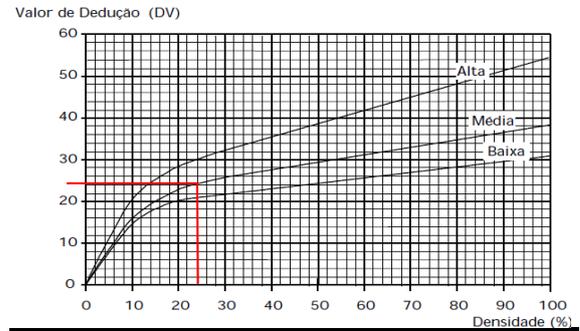
SEÇÃO TRANSVERSAL



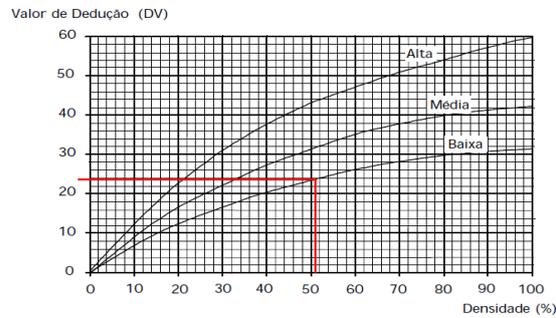
BURACOS



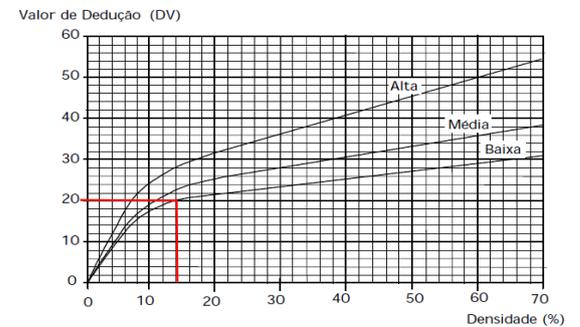
DRENAGEM



AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA

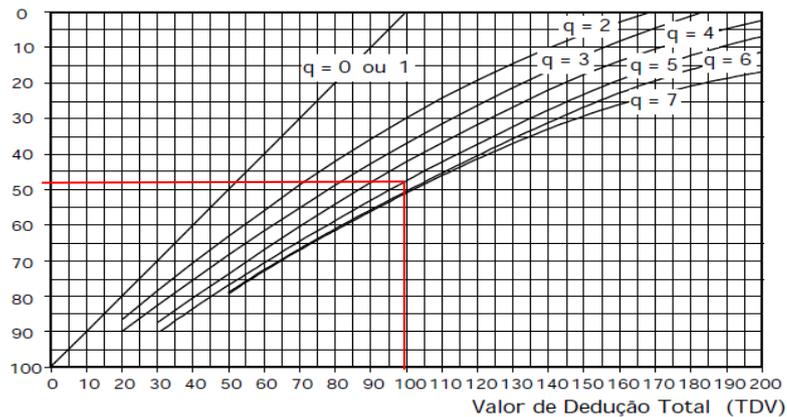


CORRUGAÇÃO



PERDA DE AGREGADOS

URCI (Índice das Condições da Superfície das Estradas Não-pavimentadas)



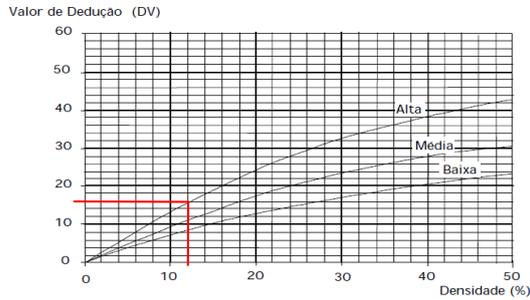
CURVA Q PARA CÁLCULO DO URCI

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:	RUSSAS - JAGUARUANA PASSANDO POR PAU D'ARCO E RETIRO.							
EXTENSÃO DA ESTRADA:	5,5KM	DATA:	07/02/2021					
VELOCIDADE	40 KM/H	AVALIADOR:	ADRIANO JORGE					
NÚMERO DE TRECHOS:	11	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:	ENSOLARADO					
ODÔMETRO:		TRÁFEGO:	LEVE					
TRECHO:	8	SEÇÃO:						
COMPRIMENTO DO TRECHO:	30	ENCAIXADA (X)	MISTA ()	ATERRADA ()				
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:	8,6	TIPO DE SOLO:						
ÁREA DO TRECHO?	258	RAMPA:	-					
DRENAGEM: () SIM (X) NÃO			DECLIVIDADE:					
DESENHO:	TIPOS DE DEFEITOS							
	1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M) 2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M) 3- CORRUGAÇÕES (M ²) 4- POEIRA 5- BURACOS (NÚMERO) 6- TRILHA DE RODAS (M ²) 7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)							
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
DENSIDADE E SEVERIDADE	B			X				
				2,66 X 30				
	M							X
								30
A	X	X			X		X	
		30	30				30 X 2,1	
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	DENSIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
1	12%	ALTA	16					
2	12%	ALTA	14,2					
3	31%	BAIXA	17					
4		ALTA	15					
5								
6	24%	ALTA	30					
7	12%	MÉDIA	21					
TDV	113,2	q:	6	URCI:	44	CLASSIFICAÇÃO:	REGULAR	

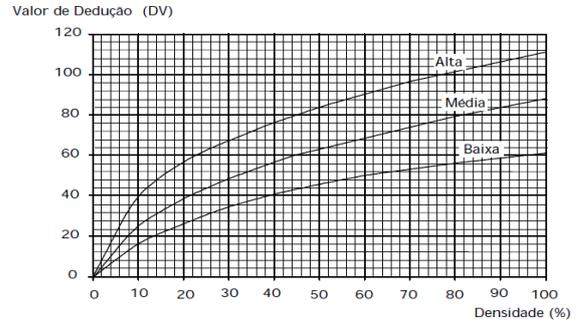
DUST

Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:

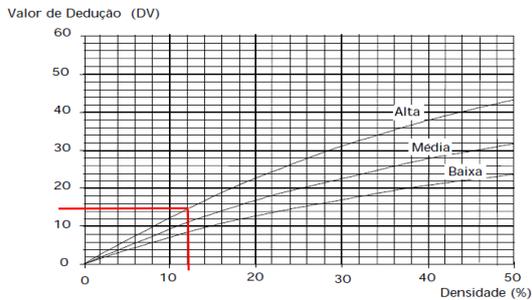
Low ——— 2 Points
 Medium ——— 4 Points
 High ——— 15 Points



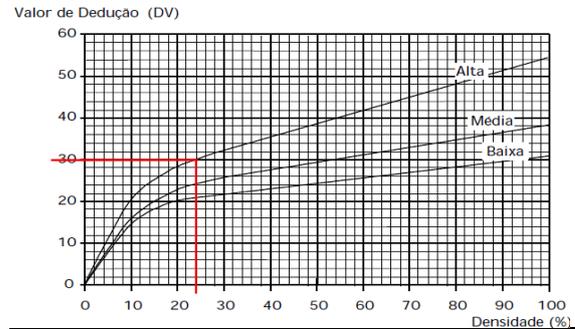
SEÇÃO TRANSVERSAL



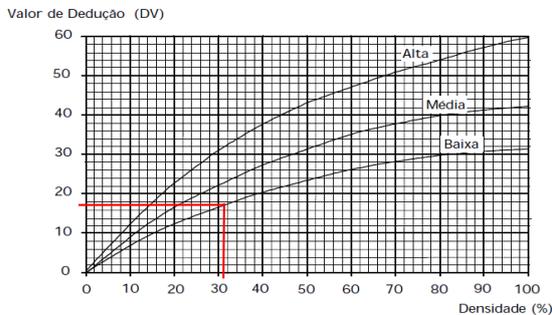
BURACOS



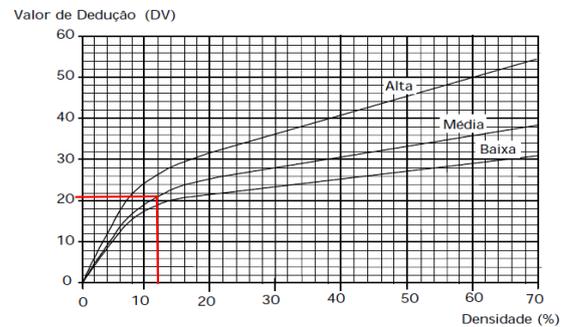
DRENAGEM



AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA

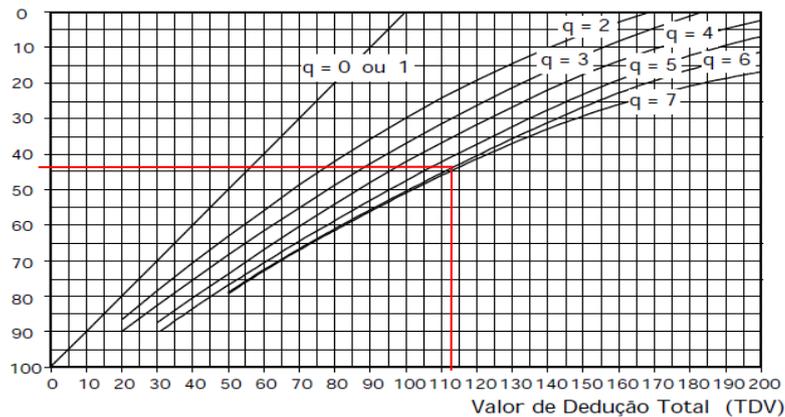


CORRUGAÇÃO



PERDA DE AGREGADOS

URCI (Índice das Condições da Superfície das Estradas Não-pavimentadas)



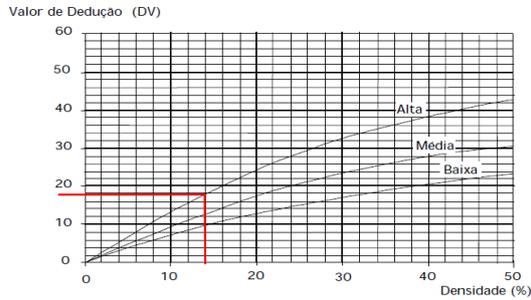
CURVA Q PARA CÁLCULO DO URCI

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:	RUSSAS - JAGUARUANA PASSANDO POR PAU D'ARCO E RETIRO.							
EXTENSÃO DA ESTRADA:	5,5KM	DATA:	07/02/2021					
VELOCIDADE	40 KM/H	AVALIADOR:	ADRIANO JORGE					
NÚMERO DE TRECHOS:	11	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:	ENSOLARADO					
ODÔMETRO:		TRÁFEGO:	LEVE					
TRECHO:	9	SEÇÃO:	ENCAIXADA () MISTA () ATERRADA ()					
COMPRIMENTO DO TRECHO:	30	TIPO DE SOLO:						
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:	7,4	RAMPA:	-					
ÁREA DO TRECHO?	222	DECLIVIDADE:						
DRENAGEM: () SIM (X) NÃO								
DESENHO:	TIPOS DE DEFEITOS 1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M) 2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M) 3- CORRUGAÇÕES (M ²) 4- POEIRA 5- BURACOS (NÚMERO) 6- TRILHA DE RODAS (M ²) 7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)							
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
DENSIDADE E SEVERIDADE	B			X				
				30				
	M				X	X	X	X
						2,4	(1,72 X 30	5,4
	A	X	X					
		30	30					
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	DENSIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
1	14%	ALTA	17,5					
2	14%	ALTA	17					
3	8%	BAIXA	5,8					
4		MÉDIA	4					
5	1%	MÉDIA	2					
6	23%	MÉDIA	24					
7	2%	MÉDIA	4,5					
TDV	74,8	q:	4	URCI:	59	CLASSIFICAÇÃO:	BOA	

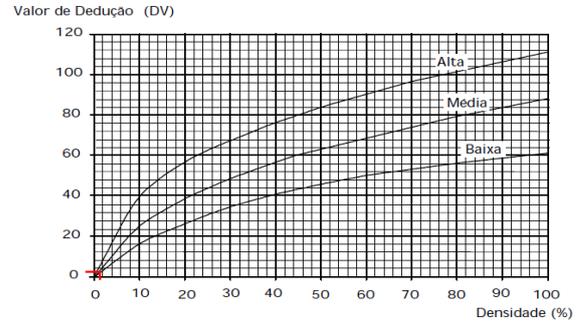
DUST

Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:

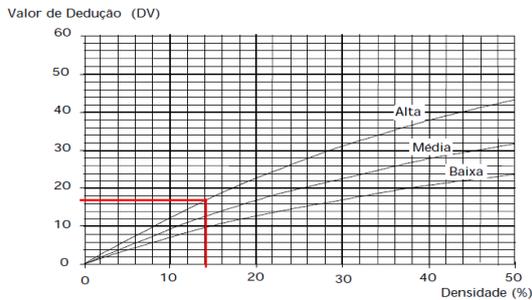
→ Low ——— 2 Points
→ Medium ——— 4 Points
→ High ——— 15 Points



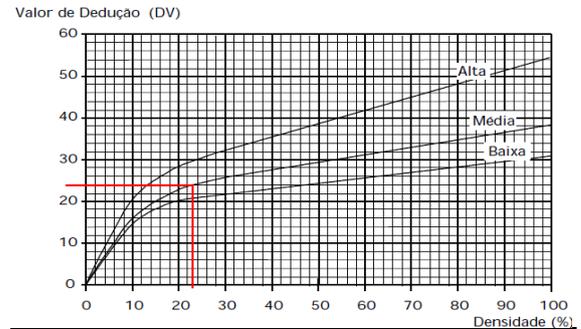
SEÇÃO TRANSVERSAL



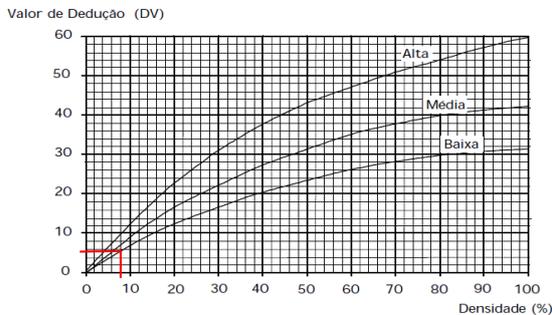
BURACOS



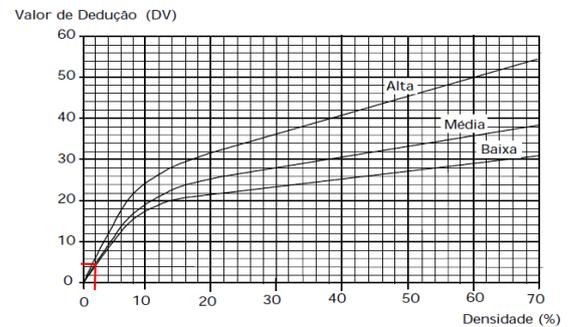
DRENAGEM



AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA

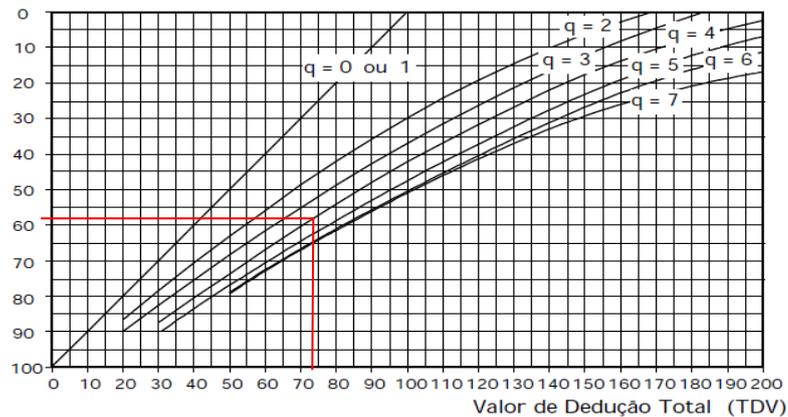


CORRUGAÇÃO



PERDA DE AGREGADOS

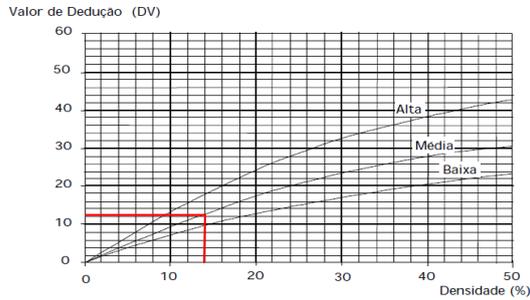
URCI (Índice das Condições da Superfície das Estradas Não-pavimentadas)



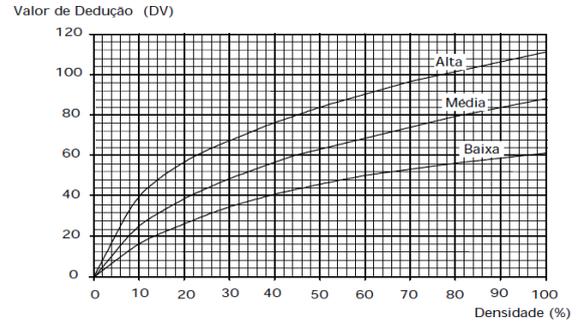
CURVA Q PARA CÁLCULO DO URCI

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:	RUSSAS - JAGUARUANA PASSANDO POR PAU D'ARCO E RETIRO.							
EXTENSÃO DA ESTRADA:	5,5KM	DATA:	07/02/2021					
VELOCIDADE	40 KM/H	AVALIADOR:	ADRIANO JORGE					
NÚMERO DE TRECHOS:	11	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:	ENSOLARADO					
ODÔMETRO:		TRÁFEGO:	LEVE					
TRECHO:	10	SEÇÃO:						
COMPRIMENTO DO TRECHO:	30	ENCAIXADA () MISTA (X) ATERRADA ()						
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:	7,1	TIPO DE SOLO:						
ÁREA DO TRECHO?	213	RAMPA:	-					
DRENAGEM: () SIM (X) NÃO		DECLIVIDADE:	-					
DESENHO:	TIPOS DE DEFEITOS							
	1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M) 2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M) 3- CORRUGAÇÕES (M ²) 4- POEIRA 5- BURACOS (NÚMERO) 6- TRILHA DE RODAS (M ²) 7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)							
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
DENSIDADE E SEVERIDADE	B						X	
							1,47 X 30	
	M	X		X	X			
			30		1,1 X 30			
	A		X					
			30					
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	DENSIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
1	14%	MÉDIA	12					
2	14%	ALTA	17					
3	15%	MÉDIA	13,5					
4		MÉDIA	4					
5								
6	21%	BAIXA	20,2					
7								
TDV	66,7	q:	4	URCI:	62,5	CLASSIFICAÇÃO:	BOA	

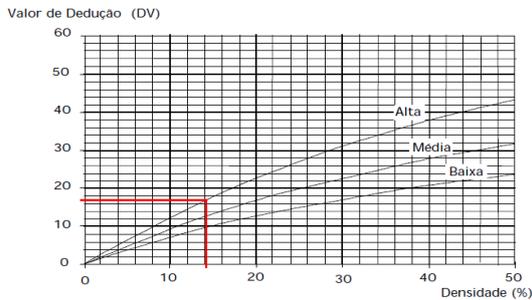
DUST
 Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:
 Low ——— 2 Points
 Medium ——— 4 Points
 High - - - - - 15 Points



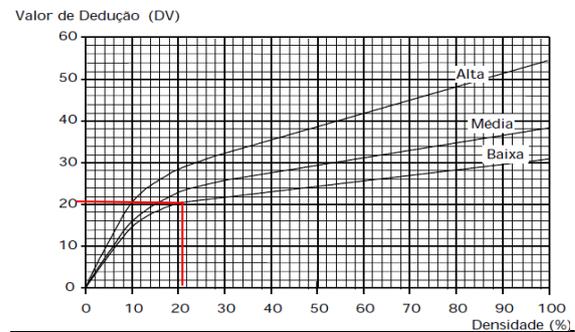
SEÇÃO TRANSVERSAL



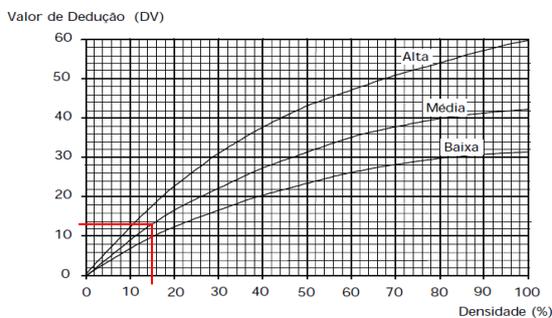
BURACOS



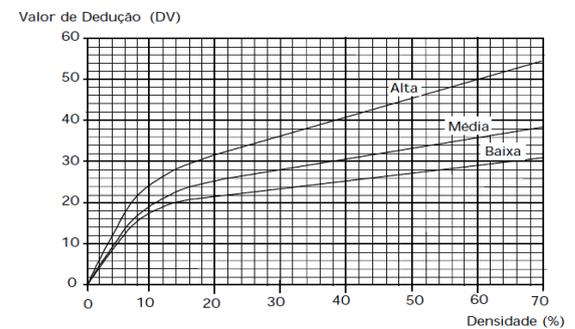
DRENAGEM



AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA

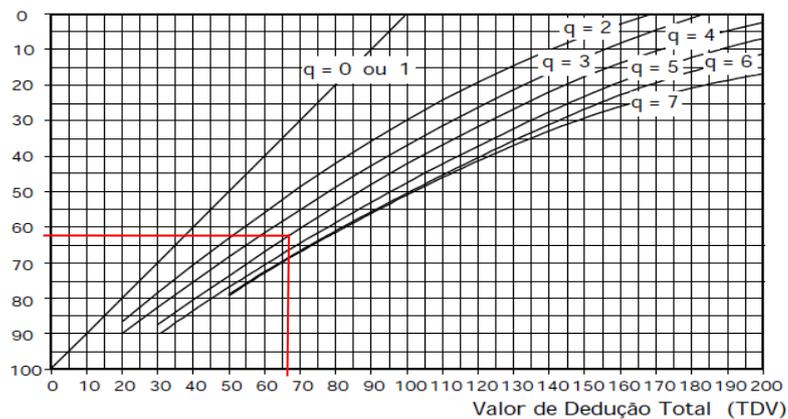


CORRUGAÇÃO



PERDA DE AGREGADOS

URCI (Índice das Condições da Superfície das Estradas Não-pavimentadas)



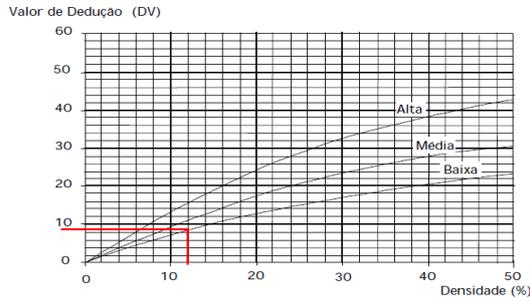
CURVA Q PARA CÁLCULO DO URCI

FOLHA DE INSPEÇÃO DE ESTRADA NÃO PAVIMENTADA								
ESTRADA:		RUSSAS - JAGUARUANA PASSANDO POR PAU D'ARCO E RETIRO.						
EXTENSÃO DA ESTRADA:		5,5KM	DATA:		07/02/2021			
VELOCIDADE		40 KM/H	AVALIADOR:		ADRIANO JORGE			
NÚMERO DE TRECHOS:		11	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:		ENSOLARADO			
ODÔMETRO:			TRÁFEGO:		LEVE			
TRECHO:		11	SEÇÃO:					
COMPRIMENTO DO TRECHO:		30	ENCAIXADA () MISTA (X) ATERRADA ()					
LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO:		8,6	TIPO DE SOLO:					
ÁREA DO TRECHO?		258	RAMPA:		-			
DRENAGEM: () SIM (X) NÃO			DECLIVIDADE:					
DESENHO:			TIPOS DE DEFEITOS					
			1- SEÇÃO TRANSVERSAL INADEQUADA (M) 2- DRENAGEM LATERAL INADEQUADA (M) 3- CORRUGAÇÕES (M ²) 4- POEIRA 5- BURACOS (NÚMERO) 6- TRILHA DE RODAS (M ²) 7- SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS (M)					
QUANTIDADE E SEVERIDADE DOS DEFEITOS								
TIPOS		1	2	3	4	5	6	7
DENSIDADE E SEVERIDADE	B	X					X	
		30					0,7 X 30	
	M							
	A		X		X			X
			30					30
CÁLCULO DO URCI								
TIPO DE DEFEITO	DENSIDADE	SEVERIDADE	DV	ANOTAÇÃO				
1	12%	BAIXA	8,5					
2	12%	ALTA	14,5					
3								
4		ALTA	15					
5								
6	8%	BAIXA	12					
7	12%	ALTA	26					
TDV	76	q:	5	URCI:	62	CLASSIFICAÇÃO:	BOA	

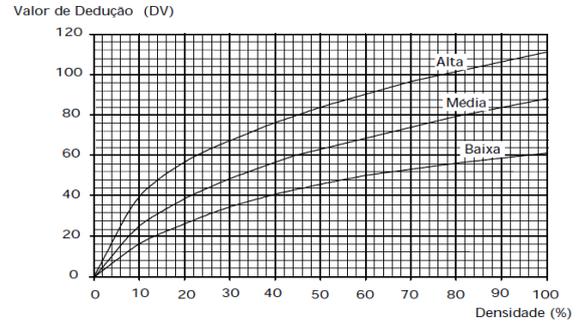
DUST

Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:

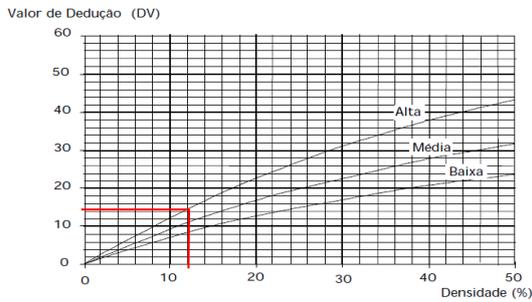
Low ——— 2 Points
 Medium ——— 4 Points
 High ——— 15 Points



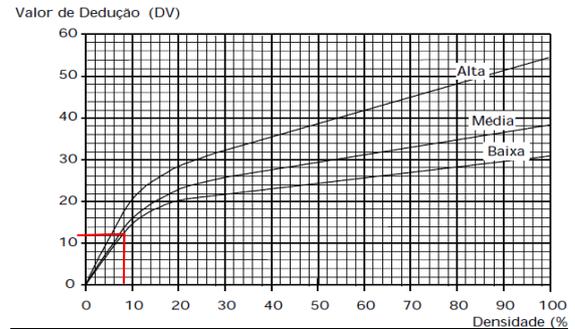
SEÇÃO TRANSVERSAL



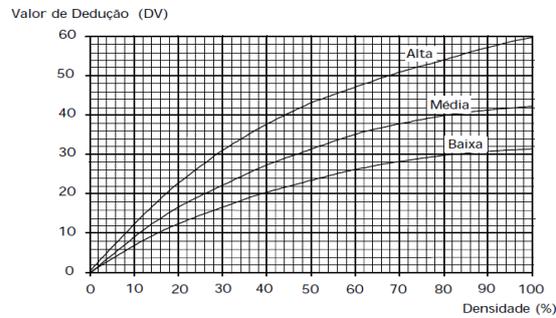
BURACOS



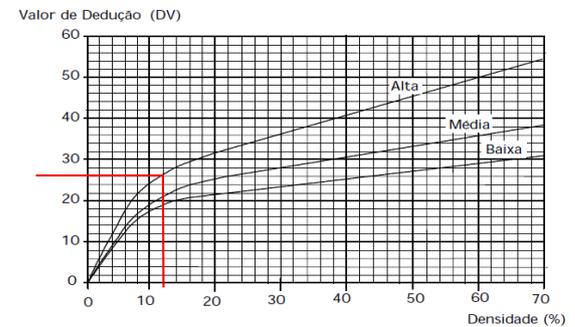
DRENAGEM



AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA

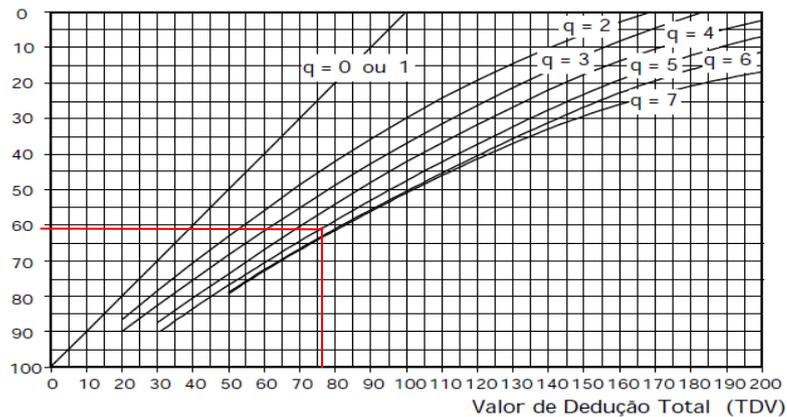


CORRUGAÇÃO



PERDA DE AGREGADOS

URCI (Índice das Condições da Superfície das Estradas Não-pavimentadas)



CURVA Q PARA CÁLCULO DO URCI

APÊNDICE C – Detalhamento da contagem volumétrica

CONTAGEM VOLUMÉTRICA						
A - Russas						Jaguaruana - B
DIA 01		DATA:				01/02/2021
SENTIDO A -B	08H AS 10H	10H AS 12H	13H AS 15H	15H AS 17H	TOTAL	TOTAL GERAL
MOTO	64	38	23	26	151	239
CARRO	20	21	12	17	70	
CAMINHONETE	1	3	2	3	9	
CAMINHÃO	4	1	3	1	9	
TOTAL PERÍODO	89	63	40	47	239	
SENTIDO B -A	08H AS 10H	10H AS 12H	13H AS 15H	15H AS 17H	TOTAL	TOTAL GERAL
MOTO	57	37	28	30	152	250
CARRO	21	24	9	10	64	
CAMINHONETE	6	5	3	3	17	
CAMINHÃO	4	7	2	4	17	
TOTAL PERÍODO	88	73	42	47	250	

A - Russas						Jaguaruana - B
DIA 02		DATA:				03/02/2021
SENTIDO A -B	08H AS 10H	10H AS 12H	13H AS 15H	15H AS 17H	TOTAL	TOTAL GERAL
MOTO	49	35	26	10	120	196
CARRO	19	20	16	6	61	
CAMINHONETE	0	1	2	2	5	
CAMINHÃO	4	2	3	1	10	
TOTAL PERÍODO	72	58	47	19	196	
SENTIDO B - A	08H AS 10H	10H AS 12H	13H AS 15H	15H AS 17H	TOTAL	TOTAL GERAL
MOTO	51	31	24	23	129	218
CARRO	21	14	14	12	61	
CAMINHONETE	0	1	1	6	8	
CAMINHÃO	6	9	5	0	20	
TOTAL PERÍODO	78	55	44	41	218	

A - Russas						Jaguaruana - B
DIA 03		DATA:				12/02/2021
SENTIDO A -B	08H AS 10H	10H AS 12H	13H AS 15H	15H AS 17H	TOTAL	TOTAL GERAL
MOTO	47	31	34	33	145	257
CARRO	25	13	12	27	77	
CAMINHONETE	3	2	9	3	17	
CAMINHÃO	12	4	2	0	18	
TOTAL PERÍODO	87	50	57	63	257	
SENTIDO B - A	08H AS 10H	10H AS 12H	13H AS 15H	15H AS 17H	TOTAL	TOTAL GERAL
MOTO	46	33	39	27	145	267
CARRO	22	23	27	11	83	
CAMINHONETE	3	9	2	2	16	
CAMINHÃO	1	10	5	7	23	
TOTAL PERÍODO	72	75	73	47	267	

APÊNDICE D – Granulometria das amostras (peneiramento)

