



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LUCAS NUNES DE MIRANDA

PAVIMENTO DAS RODOVIAS FEDERAIS INTERIOANAS - ESTUDO DE CASO:
TRECHO DA BR 226 - PEREIRO - CE

PAU DOS FERROS – RN
2019

LUCAS NUNES DE MIRANDA

**PAVIMENTO DAS RODOVIAS FEDERAIS INTERIO-
RANAS - ESTUDO DE CASO:
TRECHO DA BR 226 – PEREIRO - CE**

Trabalho Final de Graduação apresentada à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Me. Marília Cavalcante
Santiago.

PAU DOS FERROS – RN
2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Mp Miranda, Lucas Nunes de.
 PAVIMENTO DAS RODOVIAS FEDERAIS INTERIOANAS -
 ESTUDO DE CASO: TRECHO DA BR 226 - PEREIRO - CE /
 Lucas Nunes de Miranda. - 2019.
 78 f. : il.

 Orientadora: Marília Cavalcante Santiago.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2019.

 1. Rodoviário. 2. Pavimentação. 3. Patologias.
 I. Santiago, Marília Cavalcante , orient. II.
 Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

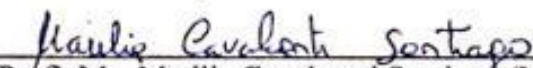
LUCAS NUNES DE MIRANDA

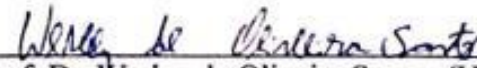
**PAVIMENTO DAS RODOVIAS FEDERAIS INTERIORANAS - ESTUDO DE CASO:
TRECHO DA BR 226 – PEREIRO - CE**

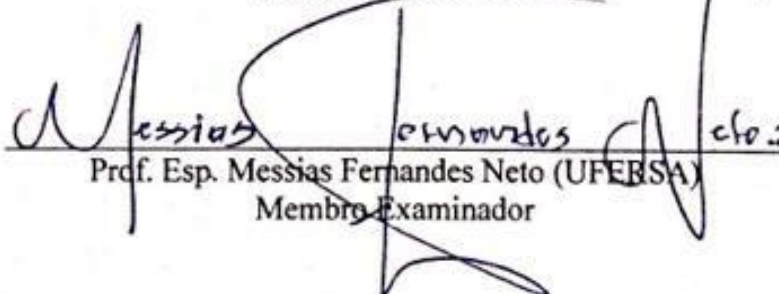
Trabalho Final de Graduação apresentada a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 14/03/2019

BANCA EXAMINADORA


Prof. Me. Marília Cavalcanti Santiago (UFERSA)
Presidente


Prof. Dr. Wesley de Oliveira Santos (UFERSA)
Membro Examinador


Prof. Esp. Messias Fernandes Neto (UFERSA)
Membro Examinador

“Primeiro eles te ignoram, depois riem de você,
depois brigam, e então você vence”.

(Mahatma Gandhi)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças para chegar até aqui. Agradeço à minha mãe, Gerleide Peixoto Nunes de Miranda, e a meu pai, José Eridon de Miranda, por terem dado tudo de si para que eu alcançasse meus sonhos, abdicando muitas vezes de seus desejos para que eu pudesse realizar meu sonho e, também, ao restante da minha família que sempre esteve ao meu lado me aconselhando, em todos os momentos, sempre.

Quero agradecer, também à grande Profa. MSc. Marília Cavalcante Santiago por ter me orientado, estando sempre disponível para ajudar, retirar dúvidas e pelos grandes ensinamentos.

Aos meus amigos que sempre me ajudaram em todas as batalhas da minha vida e, nessa não foi diferente, me dando forças para não desistir nunca.

Aos meus professores desde o maternal que sem dúvidas também fazem parte desta conquista.

E finalmente a todos aqueles que me ajudaram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

O modal de transporte mais utilizado no Brasil é o rodoviário, onde, segundo Lizot (2016), 76% das mercadorias são transportadas por carretas ou caminhões. O E - Commerce News (2017) complementa que quando o transporte é feito sobre uma rodovia ruim, o valor do frete cresce em torno de 25% e quando é feito sobre uma rodovia em péssimo estado de conservação, este aumento pode chegar até 92%. Com a crise econômica que o país vem passando, cortes foram feitos em todos os setores, inclusive no de construção, conservação e manutenção de rodovias, o que contribuiu para o agravamento do estado das rodovias brasileiras. O presente trabalho faz uma análise da atual situação de um trecho da BR 226 que liga o município de Pereiro - CE a BR 116, com o objetivo de caracterizar o trecho em estudo, identificando as patologias existentes e a condição ou existência de elementos essenciais à segurança do tráfego. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de contagem volumétrica e classificatória do volume de tráfego, uma revisão bibliográfica dos temas pertinentes à avaliação e recuperação de rodovias e um registro fotográfico dos defeitos encontrados no trecho que balizaram a avaliação subjetiva do pavimento. Por fim, com base nos resultados obtidos, foram feitas sugestões de medidas para sanar os problemas encontrados e melhorar as condições do pavimento. Ao percorrer o trecho em estudo pode-se verificar que o mesmo possui buracos ao longo de toda a sua extensão, permitindo que a água se infiltre na estrutura do pavimento, degradando-a. Verificou-se também a ocorrência de afundamento localizado. Essas patologias, além de causar desconforto ao usuário, favorecem a ocorrência de acidentes, inclusive com vítimas fatais. Outro grave problema encontrado foi a obstrução dos elementos de drenagem presentes no trecho. Sarjetas apresentam-se obstruídas por lixo ou resto de vegetação, desviando as águas das chuvas para a superfície do pavimento, aumentando assim o risco de derrapagens e aquaplanagem. Portanto, é possível concluir que a rodovia em questão necessita de recuperação/restauração o mais rápido possível para evitar que os problemas evoluam e venham a causar mais infortúnios ao público que a utiliza, além de maiores gastos na execução dos serviços de restauração do pavimento.

Palavras-chaves: Rodoviário, Pavimentação, Patologias.

ABSTRACT

The most used mode of transportation in Brazil is the road, where, according to Lizot (2016), 76% of the goods are transported by trucks or trucks. The E - Commerce News (2017) complements that when the transportation is done on a bad highway, the value of the freight grows around 25% and when it is done on a road in very poor condition, this increase can reach up to 92%. With the economic crisis that the country is going through, cuts have been made in all sectors, including in the construction, maintenance and maintenance of highways, which contributed to the worsening of the state of Brazilian highways. The present work analyzes the current situation of a section of BR 226 connecting the municipality of Pereiro - CE to BR 116, with the objective of characterizing the study, identifying the existing pathologies and the condition or existence of essential elements traffic safety. In order to do so, a volumetric and traffic volume counting survey was carried out, a bibliographic review of the pertinent themes for the evaluation and recovery of highways and a photographic record of the defects found in the section that marked the subjective evaluation of the pavement. Finally, based on the results obtained, suggestions were made to remedy the problems encountered and to improve pavement conditions. By going through the section under study it can be verified that it has holes along its entire length, allowing water to seep into the pavement structure, degrading it. It was also verified the occurrence of localized sinking. These pathologies, besides causing discomfort to the user, favor the occurrence of accidents, even with fatal victims. Another serious problem was the obstruction of the drainage elements present in the stretch. Gutters are obstructed by garbage or other vegetation, diverting rainwater to the surface of the pavement, thus increasing the risk of slippage and aquaplaning. Therefore, it is possible to conclude that the highway in question needs recovery / restoration as quickly as possible to prevent problems from evolving and causing more misfortune to the public who use it, as well as greater expenses in the execution of pavement restoration services.

Keywords: Road, Paving, Pathologies.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Estado geral	19
Figura 2: Pavimento	19
Figura 3: Sinalização	19
Figura 4: Geometria da via.....	20
Figura 5: Tipos de graduações.....	26
Figura 6: Estruturas do pavimento flexível.....	27
Figura 7: Estrutura do pavimento rígido	28
Figura 8: Estrutura do pavimento semirrígido	29
Figura 9: Afundamento por consolidação	31
Figura 10: Afundamento plástico	31
Figura 11: Trincas longitudinais longas	32
Figura 12: Trinca longitudinal longa.....	33
Figura 13: Trinca tipo bloco.....	33
Figura 14: Trinca tipo couro de jacaré	34
Figura 15: Panela.....	34
Figura 16: Ondulações	35
Figura 17: Fresagem.....	36
Figura 18: Lama asfáltica.....	37
Figura 19: Tratamento superficial duplo	38
Figura 20: Remendo	39
Figura 21: Valeta de proteção de corte	40
Figura 22: Valeta de proteção de corte	41
Figura 23: Sarjeta de corte	42
Figura 24: Sarjeta de aterro	42
Figura 25: Descida d'água.....	43
Figura 26: Dreno profundo.....	44
Figura 27: Dreno espinha de peixe.....	45
Figura 28: Colchão drenante	46
Figura 29: Bueiro	47
Figura 30: Ponte	47
Figura 31: Pontilhão	48
Figura 32: Marcas longitudinais.....	50

Figura 33: Marcas transversais.....	51
Figura 34: Marcas de canalização	51
Figura 35: Marca de delimitação.....	52
Figura 36: Dimensões	52
Figura 37: Setas de vire a direita e vire a esquerda.....	53
Figura 38: Placa de regulamentação.....	54
Figura 39: Placa de advertência	54
Figura 40: Placa de indicação	54
Figura 41: Placa educativa	55
Figura 42: Placa quilométrica	55
Figura 43: Placa de atrativo turístico	55
Figura 44: Placa de indicação de rodovia.....	56
Figura 45: Placa de identificação	56
Figura 46: Placa de indicação de serviços auxiliares	56
Figura 47: Placa de pare	57
Figura 48: Placa de “dê a preferência”.....	57
Figura 49: Placa de cruzamento de ferrovia em nível.....	58
Figura 50: Placa de advertência de obras	58
Figura 51: Placa de sentido único	58
Figura 52: Placa de sentido duplo	59
Figura 53: Defesa simples	60
Figura 54: Defesa dupla	60
Figura 55: Defesa tripla onda simples e dupla	61
Figura 56: Trecho da BR – 226	63
Figura 57: Panela.....	65
Figura 58: Curva repleta de buracos	66
Figura 59: Posição antiga e nova do tachão	67
Figura 60: Painelas no eixo da rodovia	67
Figura 61: Afundamentos plástico, local 1	68
Figura 62: Afundamento plástico, local 2	69
Figura 63: Placa de indicação	70
Figura 64: Placa de advertência	70
Figura 65: Sarjeta 1	71
Figura 66: Sarjeta 2	71

Figura 67: Mata ocupando sarjeta	72
Figura 68: Sujeira ocupando sarjeta	72
Figura 69: Defesa simples	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Significado das letras	22
Quadro 2: Classes de projeto	24
Quadro 3: Contagem feita no sentido Pereiro – interseção com a BR 116.....	63
Quadro 4: Contagem feita no sentido contrário	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	16
2.1 GERAL.....	16
2.2 ESPECÍFICOS	16
3 REVISÃO TEÓRICA	17
3.1 HISTÓRIA DO SISTEMA RODOVIÁRIO NO BRASIL.....	17
3.2 IMPORTANCIA ECÔNOMICA E SOCIAL	18
3.3 SITUAÇÃO DAS RODOVIAS FEDERAIS	18
3.4 CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS	20
3.5 PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS.....	24
3.5.1. Camadas dos pavimentos.....	24
3.5.2 Tipos de pavimentos.....	26
3.5.2.1 Pavimentos flexíveis.....	26
3.5.2.2 Pavimentos rígidos	27
3.5.2.3 Pavimentos semirrígidos	28
3.6 AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS	29
3.7 DEFEITOS DE SUPERFÍCIE DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS.....	30
3.7.1 Afundamentos	31
3.7.2 Fendas	32
3.7.3 Painéis	34
3.7.4 Ondulações	35
3.8 TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS.....	35
3.8.1 Fresagem.....	35
3.8.2 Lama asfáltica, tratamento superficial e selagem de trincas.....	36
3.8.3 Remendos superficiais e profundos.....	38
3.8.4 Fresagem e recapeamento estrutural.....	39
3.9 DRENAGEM DE RODOVIAS	39
3.9.1 Drenagem superficial	40
3.9.1.1 Valeta de proteção de corte	40
3.9.1.2 Valeta de proteção de aterro.....	41
3.9.1.3 Sarjeta de corte	41
3.9.1.4 Sarjeta de aterro	42
3.9.1.5 Descidas d'água.....	43
3.9.2 Drenagem profunda.....	43
3.9.2.1 Dreno profundo	44
3.9.2.2 Dreno espinha de peixe	44

3.9.2.3 Dreno vertical	45
3.9.2.4 Colchão drenante	45
3.9.3 Drenagem de transposição de talvegues	46
3.9.3.1 Bueiros.....	46
3.9.3.2 Pontes	47
3.9.3.3 Pontilhões	48
3.10 SINALIZAÇÃO	48
3.10.1 Sinalização horizontal	49
3.10.1.1 Formas	49
3.10.1.2 Cores.....	49
3.10.1.3 Marcas longitudinais	50
3.10.1.4 Marcas transversais.....	50
3.10.1.5 Marcas de canalização	51
3.10.1.6 Marcas de delimitação	51
3.10.1.7 Inscrições nos pavimentos	52
3.10.2 Sinalização vertical.....	53
3.10.2.1 Categorias dos sinais	53
3.10.2.2 Casos particulares	57
3.11 ELEMENTOS DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA.....	59
3.11.1 Defensas	59
3.11.2 Acostamentos.....	61
3.11.3 Tachas e tachões	61
4 METODOLOGIA.....	62
4.1 ÁREA DE ESTUDO	62
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
5.1 CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DO TRÁFEGO	63
5.2 PATOLOGIAS E INCOVENIENTES ENCONTRADOS	65
5.3 SITUAÇÃO DA SINALIZAÇÃO, DRENAGEM E ELEMENTOS DE SEGURANÇA	69
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
REFERÊNCIAS	75
Anexo A – Ficha de contagem volumétrica do DNIT (2006).....	80

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o modal de transporte mais utilizado em todo o território é o rodoviário, tanto para a locomoção de pessoas, como para o escoamento da produção. Segundo Lizot (2016), o transporte através de carretas e caminhões é o responsável pela distribuição de 76% dos produtos em todo o Brasil. Neste sentido, as rodovias federais apresentam papel fundamental para a economia do país, interligando capitais, regiões do país até a outros países. Segundo a pesquisa realizada pela Confederação Nacional dos Transportes- CNT, Serviço Social do transporte (SEST) e Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (SENAT) (2018), foram verificados 67.449 Km das rodovias federais e 58,6% foram consideradas ótimas ou boas com relação as características do pavimento. Em se tratando da geometria da via, apenas 28,2% foram classificadas como ótimas ou boas. Estes resultados indicam a necessidade de maiores investimentos nas obras em infraestrutura viária do país.

É importante considerar que, para que exista uma boa locomoção de pessoas e escoamento da produção, é necessário que as rodovias se encontrem no melhor estado de conservação possível, possibilitando que produtos e pessoas cheguem aos seus destinos com segurança, rapidez e economia, garantindo, principalmente a redução de riscos de acidentes, congestionamentos, custos adicionais de transporte, entre outras ocorrências negativas aos usuários. Segundo o E-Commerce News (2017) quando um caminhão trafega sobre uma rodovia ruim, o valor do frete cresce em torno de 25%, e quando o transporte é feito sobre uma via em péssimo estado, este aumento pode chegar a 92%, fazendo com que, muitas vezes, o consumidor deixe de adquirir algum produto ou tornando o preço mais alto dos produtos nos pontos de venda. A CNT, SEST e SENAT (2018) ainda relata que em 2017, nas rodovias federais, houve 58.716 acidentes com vítimas, sendo que 6.243 foram vítimas fatais. Entre outros impactos, os acidentes promovem danos físicos, psicológicos e financeiros para os usuários e aumento de gastos para o governo, com despesas hospitalares e indenizações. Estes dados reafirmam a necessidade de que as rodovias brasileiras estejam em um bom estado de conservação.

Notadamente o crescimento exponencial da frota de veículos em circulação no país, responsáveis pelas ação das cargas sobre os pavimentos, é uma das causas determinantes da existencia e expansão dos defeitos nos pavimentos, sejam de ordem superficial ou mais profundos, acarretando defeitos estruturais ou seja, defeitos que afetam as camadas inferiores ao revestimento. De acordo com o Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação- IBPT (2018) a frota de veículos no Brasil é de 65,8 milhões. Esses estudos evidenciam ainda que,

desse total, 41,2 milhões são automóveis (62,65%), 7,0 milhões são comerciais leves (10,67%), 2 milhões são caminhões (3,09%), 376,5 mil são ônibus (0,57%) e 15,1 milhões são motocicletas (23,01%).

Há alguns anos o país vem passando por uma crise econômica, e tem ocorrido cortes significativos em investimentos em diversos setores, inclusive para obras de infraestrutura rodoviária. Nas pesquisas citadas anteriormente, a CNT, SEST e SENAT (2018) ainda indica que, em 2017, os investimentos públicos federais em rodovias chegaram a R\$ 7,98 bilhões, valor 50,8% menor que o que foi investido no ano de 2011. Destaque-se porém que esses investimentos, em sua maioria, são direcionados às rodovias federais que atendem aos grandes centros urbanos, e pouco desses recursos se destinam ao melhoramento das vias de acesso às cidades de médio e pequeno portes.

Ainda para a CNT, SEST e SENAT (2018, p. 15) “a ausência de investimentos também na manutenção e na conservação das rodovias nos níveis necessários contribui cada vez mais para a depreciação da malha rodoviária brasileira”.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

- Caracterizar as condições do pavimento da rodovia federal 226, no trecho em estudo, identificando os defeitos presentes e condição ou existência de elementos essenciais à segurança do tráfego.

2.2 ESPECÍFICOS

- Realizar uma pesquisa de contagem volumétrica e classificatória do volume de tráfego no trecho em estudo;
- Identificar as patologias superficiais existentes no pavimento do trecho em estudo;
- Verificar a condição e a presença dos elementos de segurança ao longo do trecho rodoviário;
- Sugerir soluções para o melhoramento do pavimento em estudo.

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 HISTÓRIA DO SISTEMA RODOVIÁRIO NO BRASIL

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes DNIT (2010) a história do rodoviarismo começou em 1861 com a criação da rodovia União Indústria que ligava as cidades de Petrópolis – RJ a Juiz de Fora – MG. O primeiro órgão federal responsável por rodovias foi a Comissão de Estradas de Rodagens Federais- CERF, criada em 1927, cujos recursos utilizados eram oriundos de impostas ou taxas sobre os combustíveis, veículos e acessórios. Uma das obras mais importantes realizadas pela CERF foi a da primeira via de ligação entre as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo. Em 1931 esse órgão foi extinto. O Departamento Nacional de Estradas de Rodagem- DNER foi criado em 1937, e ainda não era uma autarquia e nem possuía recursos próprios. Em meados da década de 40 o Brasil só possuía 423 km de rodovias pavimentadas, entre federais e estaduais. Com a criação da lei Joppert, em 27 de dezembro de 1945, o DNER passou a ter independência técnica e financeira e em 1950 o Brasil já contava com 968 km de rodovias.

Somente na década de 50 houve o grande desenvolvimento na construção das rodovias no país. Segundo Lessa (2005), a gestão do Presidente da República Juscelino Kubitschek adotou o lema do ex- presidente Washington Luis que era: “Governar é construir estradas”. Nesta época a criação de impostos era destinada à construção de estradas, ampliando a malha rodoviária nacional. Na década de 70, segundo Lessa (2005), houve uma redução nos recursos destinados à construção de estradas, favorecendo a ocorrência da deterioração dos pavimentos já existentes. Já na década de 80, segundo o DNIT (20-?), o DNER continuou a atuar de forma marcante, mas sofrendo uma severa redução nos seus recursos, de modo que em 1970 contava com US\$ 2,3 bilhões e 1980 com apenas US\$ 1,2 bilhões.

Ainda segundo Lessa (2005), entre os anos de 1994 e 1997 foi criado o programa de concessões de rodovias. Conforme a Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT (2010) a finalidade das concessões era garantir a manutenção e investimentos constantes nas rodovias com tráfego elevado, que causa um desgaste maior do pavimento, e consequentemente maiores investimentos, difíceis de serem realizados apenas com recursos públicos.

3.2 IMPORTANCIA ECÔNOMICA E SOCIAL

As rodovias apresentam papel fundamental na economia do país, transportando todos os insumos e produtos, serviços e, pessoas. A importância econômica e social dos transportes tornou-se mais evidente com a paralisação dos transportadores de carga em maio de 2018. Esse movimento, baseado na necessidade de melhoria da infraestrutura rodoviária do país, favoreceu a grave crise de abastecimento, falta de produtos no comércio, postos sem combustível e elevação dos preços devido à baixa quantidade de produtos e a elevada procura.

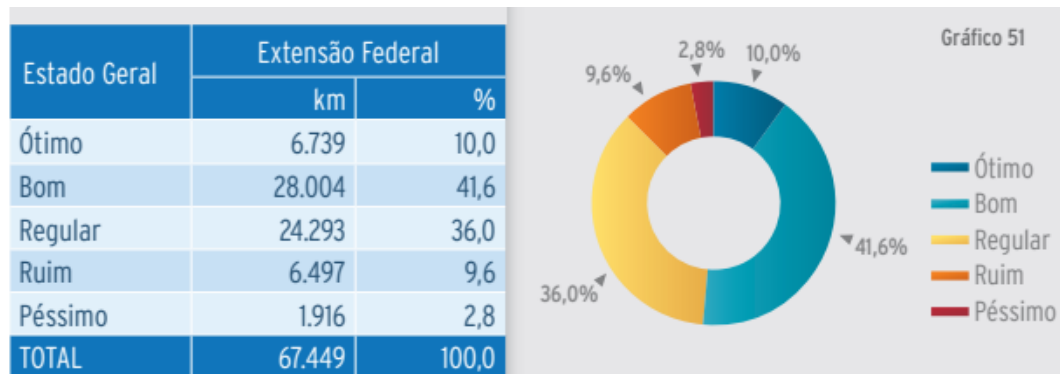
Segundo Rodrigues e Colmenero (2009) a falta de recuperação das rodovias impossibilita que a distribuição das mercadorias seja feita de forma mais rápida e eficiente, causando a elevação dos preços dos produtos e serviços, diminuindo o poder de compra da população e dessa forma atrasando o desenvolvimento econômico da nação.

A CNT, SEST e SENAT (2018) diz que, devido à baixa qualidade da infraestrutura das rodovias do Brasil, duas consequências negativas para a economia são imediatas: aumento dos riscos de acidentes e do custo médio do transporte de cargas.

Esses fatos comprovam a importância deste modal para a economia do Brasil e a necessidade de que as rodovias brasileiras estejam em bom estado de conservação. De acordo com Bartholomeu e Caixeta Filho (2008) trafegar em uma via em boas condições de pavimentação, traz como vantagens a redução do consumo médio de combustível e de gasto com manutenção do automóvel, menor tempo de viagem e diminuição da emissão de gás carbônico, CO_2 .

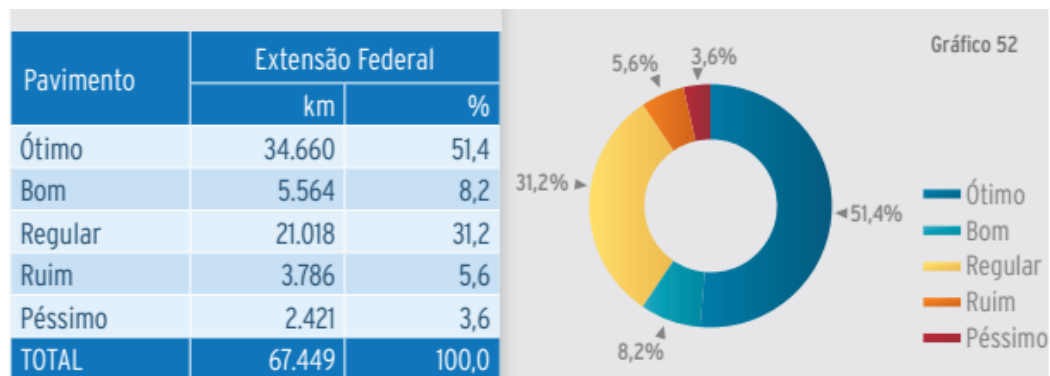
3.3 SITUAÇÃO DAS RODOVIAS FEDERAIS

Segundo pesquisa realizada pela a CNT, SEST e SENAT (2018) o Brasil possui 67.449 km de rodovias federais asfaltadas, sendo avaliadas as seguintes características: estado geral, pavimento, sinalização e geometria da via. Com relação à análise do estado geral das rodovias inspecionadas nessa pesquisa, apenas 10% da extensão total se encontra em estado ótimo (Figura 1).

Figura 1: Estado geral

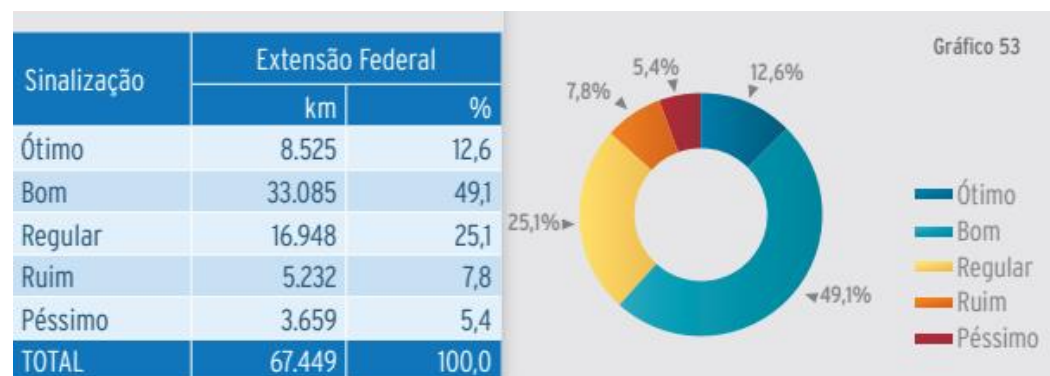
Fonte: CNT, SEST e SENAT (2018)

A figura 2 apresenta o resultado com relação a situação do pavimento, onde, aproximadamente, metade da extensão total é considerada ótima.

Figura 2: Pavimento

Fonte: CNT, SEST e SENAT (2018)

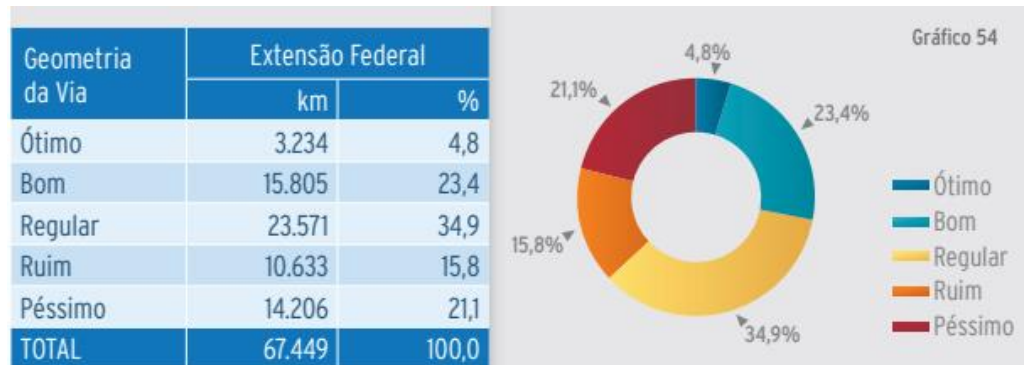
A figura 3 mostra os resultados da mesma pesquisa no que se refere à situação da sinalização existente nas rodovias estudadas e, apenas 12,6% se apresentam em estado ótimo.

Figura 3: Sinalização

Fonte: CNT, SEST e SENAT (2018)

Por fim, a figura 4 apresenta as condições da geometria da via, de modo que apenas 4,8% é classificada como ótima.

Figura 4: Geometria da via



Fonte: CNT, SEST e SENAT (2018)

Essa pesquisa conclui que a maior parte das rodovias federais brasileiras se encontram com algum tipo de deficiência seja funcional, seja estrutural, o que acaba gerando problemas para os usuários, causando algumas vezes prejuízo financeiro e favorecendo a ocorrência de acidentes com alta severidade e vítimas fatais.

Visto isso, é necessário que haja um intenso acompanhamento da situação geral dos pavimentos das estradas do país por parte dos órgãos responsáveis, a exemplo do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, Departamento Estadual de Rodovias - DER entre outros, na tentativa de mantê-las na melhor situação possível, através de manutenção periódica e frequente para evitar que o estado de deterioração se expanda e se aprofunde, demandando ações de emergência, em geral com alto custo de implantação.

3.4 CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS

Para se analisar uma rodovia é necessário saber quem a administra, as condições funcionais que a mesma deve oferecer durante seu período de vida útil, suas características técnicas, entre outros fatores. Quanto a sua função as rodovias se caracterizam como constituintes de sistemas arteriais, coletoras e locais.

Segundo Macedo (2004) o sistema arterial se caracteriza por oferecer elevada mobilidade para volumes de tráfego de grandes proporções e de longas distâncias. As rodovias dos sistemas coletoras, de acordo com Ratton (2015) recebem o tráfego gerado por vias locais e direcionando-os ao sistema arterial. Em geral, o sistema local inclui as rodovias cuja função

é servir de ligação com o tráfego intramunicipal de locais pequenos, com vias que normalmente fazem parte do sistema coletor.

Quanto a jurisdição, as rodovias se classificam em rodovias federais, estaduais e municipais, denotando os órgãos gestores responsáveis por seu planejamento, implantação, pavimentação, restauração e/ou manutenção, sinalização e fiscalização. As rodovias federais estão sob administração do governo federal através do DNIT. As rodovias estaduais são gerenciadas pelo Departamento Estadual de Rodovias- DER. E por fim, as rodovias municipais estão sob controles dos departamentos municipais.

De acordo com o DNIT (1999), as características mais importantes para definir a classe de uma rodovia são as características técnicas como: volume médio diário de tráfego, nível de serviço, velocidade diretriz, velocidade operacional, entre outras.

O volume médio diário, segundo o DNIT (2006) é o “número médio de veículos que percorre uma seção ou trecho de uma rodovia, por dia, durante um certo período de tempo. Quando não se especifica o período considerado, pressupõe-se que se trata de um ano”.

O nível de serviço, conforme Akishino (2013), é um parâmetro qualitativo que expõe as condições operacionais no interior de uma corrente de tráfego e a opinião dos motoristas e passageiros.

A velocidade diretriz, de acordo com o DNIT (2006), é a velocidade escolhida para o projeto, onde a partir dela se definem os valores mínimos algumas características diretamente ligadas a operação e ao tráfego de veículos.

A velocidade operacional é a máxima velocidade que o usuário pode usar na via para atender as limitações impostas pelo tráfego, de maneira que a mesma não exceda a velocidade de projeto.

A composição do tráfego, nada mais é do que os veículos que integram determinado tráfego, mas para que a mesma possa ser definida é necessário que se use a classificação de veículos do DNIT que leva em consideração as configurações básicas do veículo ou arranjo de veículos, número de eixos, seu peso bruto total (PBT) e sua classe. Para o DNIT (2006, p. 47) configuração básica é “a quantidade de unidades que compõem o veículo, os números de eixos e grupos de eixos, independentemente da rodagem, apresentados sob a forma de silhueta”, sendo que rodagem é o número de pneus em cada extremidade do eixo, exemplo: 1 pneu em cada extremidade do eixo é classificado como rodagem simples. Já a forma da silhueta é o veículo visto de lado.

Conforme o DNIT (2006) as classes são retratadas por um código alfanumérico, onde o primeiro número representa o número de eixos do veículo simples ou da unidade tratora, a letra indica o tipo de veículo e o ultimo algarismo (caso exista), indica o número de eixos da unidade rebocada.

Abaixo está apresentado a quadro 1 com os significados das letras, de acordo com a classificação do DNIT (2006):

Quadro 1: Significado das letras

S	veículo simples (caminhão ou ônibus) ou veículo trator + reboque
C	veículo trator (cavalo mecânico) + semi-reboque
I	veículo trator + semi-reboque com distância entre-eixos > 2,40 m
J	veículo trator + semi reboque com um eixo isolado e um eixo em tandem
D	combinação dotada de 2 (duas) articulações
T	combinação dotada de 3 (três) articulações
Q	combinação dotada de 4 (quatro) articulações
X	veículos especiais
B	ônibus
P	Carro de Passeio, com dois eixos com rodagem simples, incluindo jeeps e kombis
U	Veículo Utilitário, com dois eixos com rodagem simples, compreendendo caminhões leves (2 eixos com rodagem simples), pick-ups, furgões, vans e microônibus
M	Motocicletas, motonetas e bicicletas a motor
B	Bicicleta
2CB	exclusiva para ônibus dotado de 2 (dois) eixos, sendo o traseiro de rodagem dupla
3CB	exclusiva para ônibus dotados de conjunto de eixos traseiro duplo, um com 4 (quatro) e outro com 2 (dois) pneumáticos
4CB	exclusiva para ônibus dotados de 2 (dois) eixos direcionais
4CD	exclusiva para caminhões dotados de 2 (dois) eixos direcionais

Fonte: Adaptado do DNIT (2006)

A partir desses critérios, o DNIT (1999), define as classes em que uma rodovia pode se enquadrar, sendo:

- Classe 0: se adequam nesta classe, as rodovias com o mais alto padrão, desde que as mesmas possuam controle completo de acesso, sendo que quem definirá se a via se adequa a esta classe são os órgãos competentes.
- Classe 1-A (pista dupla): para possuírem esta classe, é necessário que a via seja arterial, possuindo características parecidas com as de classe especial, diferindo no que diz respeito as condições de acesso, já que a classe 1-A permite mais acessos a via.
- Classe 1-B (pista simples): para terem esta classificação, as rodovias devem ter como limite inferior uma quantidade de 1400 veículos por dia e como limites superiores 5500 veículos por dia em terrenos planos que possuam ótimas condições de visibilidade ou 2600 no caso de terrenos muito ondulados com ótimas condições de visibilidade ou menos de 1900 veículos por dia em terrenos pouco ondulados com visibilidade ruim.
- Classe 2 (pista simples): para se adequarem nesta classe, as rodovias devem possuir como limite inferior um volume médio diário de 700 veículos e um limite superior de 1400 veículos.
- Classe 3 (pista simples): neste caso, para ter esta classificação, as rodovias devem possuir como limite inferior um volume médio diário de 300 veículos e um limite superior de 700 veículos.
- Classe 4-A (pista simples): para possuírem esta classificação, no ano de inauguração, as rodovias devem possuir entre 50 a 200 veículos por dia.
- Classe 4-B (pista simples): para se adequarem nesta classe, quando abertas ao tráfego, as rodovias devem ter uma circulação inferior a 50 veículos por dia.
- Observação: as rodovias classe 4, geralmente não são pavimentadas.

O Quadro 2 mostra um resumo das classes de uma Estrada, conforme classificação do DNER (1999).

Quadro 2: Classes de projeto

Classes de projeto	Características	Crítérios de classificação técnica
0	Via expressa – Controle total de acesso	Decisão administrativa
I A	Pista dupla – Controle parcial de acesso	Quando os valores de tráfego previstos ocasionaram níveis de serviço em uma rodovia de pista simples inferiores ao aceitáveis.
I B	Pista simples	Volume Horário de Projeto VHP > 200 Volume Médio Diário VMD > 1400
II	Pista simples	Volume Médio Diário VMD 700 – 1400
III	Pista simples	Volume Médio Diário VMD 300 – 700
IV A	Pista simples	Volume Médio Diário (abertura) VMD 50 – 200
IV B	Pista simples	Volume Médio Diário (abertura) VMD < 50

Fonte: Adaptado do DNER (1999)

3.5 PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS

Conforme o DNIT (2006), pavimento é uma estrutura que deve ser executada após o término das atividades de terraplenagem, com a função de aperfeiçoar as condições de rolamento, oferecendo ao usuário melhores condições de conforto e segurança, resistir a esforços horizontais, bem como resistir e transmitir as camadas subjacentes (base, sub – base, reforço de subleito (caso exista) e sub – leito) os esforços verticais.

3.5.1. Camadas dos pavimentos

A camada de subleito é o próprio solo de fundação do pavimento. Caso o solo não possua características adequadas (Índice de suporte califórnia, granulometria, entre outras), o mesmo

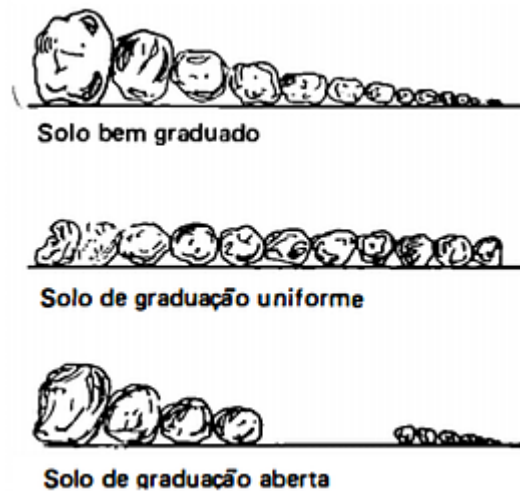
deve ser retirado até que se encontre um solo adequado ou então faz-se um reforço de subleito, que segundo Senço (2008) “é uma camada de espessura constante, construída, se necessário, acima da regularização, com características tecnológicas superiores as da regularização e inferiores as da camada superior (sub-base)”.

A camada seguinte é de sub-base, que de acordo com o DNIT (2010), é uma camada que serve para complementar a base e possui as mesmas funções, sendo executada sobre o subleito ou reforço do subleito corretamente compactado e regularizado.

A camada de base, conforme DNIT (2010), é uma camada responsável por resistir e distribuir, de forma adequada, os esforços as camadas subjacentes. Essa camada pode ser executada em cima da sub-base ou mesmo sobre o subleito ou reforço de subleito devidamente regularizado e compactado.

De acordo com o DNIT (2006), as bases e sub-bases semi-rígidas são classificadas dessa forma quando usarem processos como a estabilização granulométrica, constituídas por escória de alto forno, solos, brita, sendo estabilizadas pelo espeçamento de um material ou da mistura de materiais que tenha uma composição granulométrica apropriada e índices geotécnicos específicos, determinados em norma. O tipo macadame hidráulico é uma camada de brita com graduação aberta (os tipos de graduações são mostradas na figura 5 a seguir), do tipo especial, que deve ser compactada, tendo seus vazios preenchidos com pó de brita ou solos com plasticidade e granulometria adequada. Nesse caso o enchimento dos vazios é realizado com o espalhamento do material, seguido de compressão e irrigação, entre outros processos. Ainda de acordo com este órgão, estas camadas são consideradas rígidas, quando são constituídas de concreto, possuindo uma elevada resistência a tração, fator determinante no seu dimensionamento.

Figura 5: Tipos de graduações



Fonte: Guilherme Bruno (2017)

Por fim, o revestimento é, segundo o Faleiros (2005), uma camada que é impermeável, na medida do possível, e que recebe diretamente os esforços oriundos do tráfego, tendo a função deixar a superfície do pavimento com melhores condições de rolamento e de conforto e segurança, bem como resistir ao desgaste causado pelo tráfego e por outros agentes físicos e químicos. Segundo o DNIT (2006), o revestimento pode ser dividido em flexível e rígido. Os pavimentos flexíveis ainda se dividem em betuminosos (por penetração, como os tratamentos superficiais e; por mistura, como a areia betume e o concreto betuminoso) e do tipo calçamento (como a alvenaria poliédrica e o paralelepípedo) e os rígidos ainda se dividem em concreto cimento e macadame cimentado.

3.5.2 Tipos de pavimentos

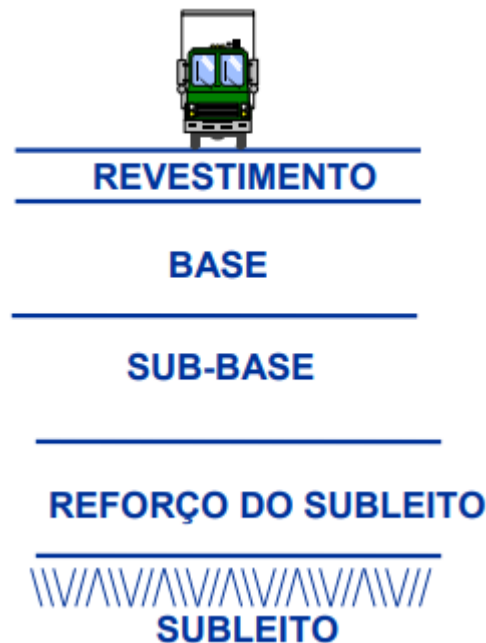
3.5.2.1 Pavimentos flexíveis

De acordo com o DNER (1997), este pavimento “consiste de uma camada de rolamento asfáltica e de base, constituídas de uma ou mais camadas, que se apoia sobre o leito da estrada, sendo que a camada de rolamento pode se adaptar à de formação da base, quando solicitada”.

Conforme o DNIT (2006), neste tipo de pavimento ocorre uma deformação elástica considerável em todas as camadas devido ao carregamento atuante, e consequentemente, a carga se divide em parcelas aproximadamente equivalentes nestas camadas. Um exemplo deste tipo de pavimento são aqueles constituídos por uma base pedregulhosa ou de brita, coberta com um revestimento betuminoso. Hoje, este tipo de revestimento asfáltico é o mais utilizado no

Brasil. Mas, recentemente, devido ao avanço no uso do concreto em rodovias, este tipo de revestimento vem perdendo um pouco de espaço. A estrutura deste pavimento é ilustrada na figura 6 abaixo.

Figura 6: Estruturas do pavimento flexível



Fonte: DER - PR (2008)

Conforme Mean (2011), este tipo de pavimento é melhor para ser sinalizado devido sua cor escura, onde a mesma é mais durável, não sendo necessário a utilização de juntas de dilatação.

Como desvantagens, Mean (2011) apresenta: a ocorrência da deterioração, mais facilmente, com as variações de temperatura; por causa das chuvas, a superfície do pavimento fica mais escorregadia, aumentando as chances de acidentes e devido o asfalto ter a cor preta, a visibilidade noturna diminui.

3.5.2.2 Pavimentos rígidos

Conforme Bernucci et al (2010), são normalmente constituídos por uma camada de concreto de cimento Portland, podendo ser armada ou não, exercendo a função de revestimento.

O DNIT (2006) afirma que esses pavimentos suportam quase toda a carga imposta ao mesmo e isso ocorre porque eles possuem uma alta rigidez se comparado com as camadas subjacentes. Tais pavimentos geralmente possuem as seguintes camadas: subleito, sub-base e

revestimento, sendo que, dependendo das características do subleito, é necessário se fazer um reforço de subleito, caso o material não atenda aos valores normalizados de CBR, índice de plasticidade, entre outros. A figura 7 mostra um exemplo típico de como é constituído um pavimento deste tipo.

Figura 7: Estrutura do pavimento rígido



Fonte: DER - PR (2008)

De acordo com Loturco (2005), as principais vantagens dos pavimentos rígidos são a durabilidade e resistência, sendo construídos para terem uma vida útil, em média, de 30 anos, superior aos aproximadamente 10 anos dos pavimentos flexíveis, e dessa forma demandam poucos recursos com manutenção. Mean (2011) acrescenta que este tipo de pavimento, por possuir uma cor mais clara, aumenta a visibilidade dos motoristas. Também favorecem ao escoamento mais rápido, aumentando a resistência a derrapagem.

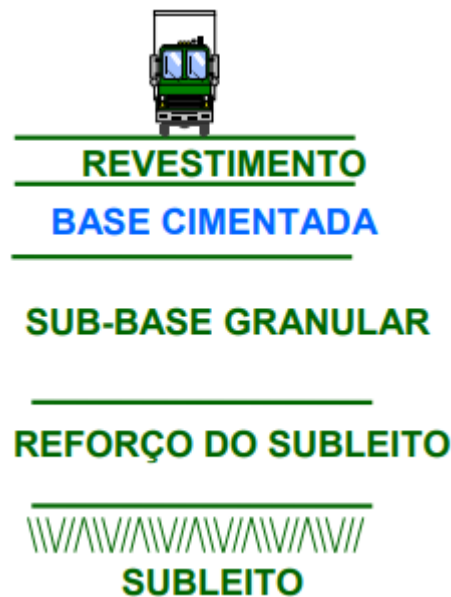
Como desvantagens, Mean (2011) cita que as tintas usadas para sinalização da via se deterioram mais rápido, se destacando menos, e o custo para implantação é mais caro, entre outras.

3.5.2.3 Pavimentos semirrígidos

DNIT (2006, p. 99) afirma que o pavimento semi-rígido é aquele que “caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias, como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica”. Este tipo de pavimento é composto pelas seguintes camadas: revestimento, base cimentada, sub-base

granular, reforço do subleito (caso seja necessário) e subleito. Paixão (2017) afirma que este tipo de pavimento se diferencia do flexível, por causa da presença de ligantes hidráulicos, cujo objetivo é elevar a rigidez da camada de base para que a mesma resista às cargas de tráfego de projeto. Na figura 8 é mostrado um exemplo típico da estrutura transversal deste tipo de pavimento.

Figura 8: Estrutura do pavimento semirrígido



Fonte: DER (2008)

De acordo com Paixão (2017), este tipo de pavimento possui características dos pavimentos rígidos e flexíveis, mas não se enquadra em nenhuma dessas duas classificações, tornando – se bastante peculiar.

Suas vantagens e desvantagens são iguais as dos pavimentos flexíveis, diferindo apenas na questão da durabilidade, visto que a base dos semi-rígidos é mais durável, assim, estes são mais duráveis que aqueles.

3.6 AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS

De acordo com o DNIT (2006, p. 23), “a capacidade que um pavimento tem de proporcionar um determinado nível de desempenho (funcional) é intitulada de serventia do pavimento”. O mesmo órgão ainda afirma que esta serventia é aferida através de uma avaliação objetiva e/ou subjetiva.

Conforme ainda o DNIT (2006), a avaliação subjetiva de um pavimento é realizada por um grupo de indivíduos identificados com a rodovia e que, antes da avaliação, passam por uma preparação para estarem aptos a participar. Esse processo é abordado na norma DNIT 009/2003 PRO. A avaliação objetiva é calculada através dos valores de diversos parâmetros que representam a situação da face externa do pavimento, existindo, em correspondência com os mesmos, vários índices, sendo o mais importante o International Roughness Index (IRI), que traduzido para o português significa, Índice de Irregularidade de Superfície.

Segundo Bernucci et al (2010) IRI “é um índice estatístico, expresso m/km, que quantifica os desníveis da superfície do pavimento em relação à de projeto.

O DNIT (2006) afirma que, para que as regras de otimização dos custos sejam atendidas, é necessário que o pavimento possua a habilitação correta, isto é, possua constantemente características funcionais e estruturais adequadas, e isto só é possível caso sejam realizadas atividades de conservação/manutenção.

Quando se aproxima do fim da vida útil do pavimento, conforme o DNIT (2006), o IRI se encontra com um valor aproximadamente entre 3,5 e 4. Nesta etapa, o desempenho do pavimento se encontra no limite e a partir daí o processo de degradação evolui rapidamente, tornando anti-econômica a operação da rodovia. Por fim, este órgão destaca que, ao chegar o fim da vida útil do pavimento, deve-se fazer o procedimento de restauração, podendo ser em recapeamento ou a reconstrução (total ou parcial) do pavimento.

Conforme o DER – SP (2006), a restauração é formada pelos serviços necessários para a recuperação da eficiência estrutural do pavimento e das condições de rolamento, utilizando atividades de reabilitação ou reconstrução do pavimento. A reabilitação é, segundo o DER – SP (2006), o conjunto de intervenções realizadas no pavimento com o objetivo de devolver ao mesmo suas condições originais, utilizando para tanto serviços como: reforços estruturais, remendo seletivos, entre outros; e reconstrução, sendo este mesmo órgão é a reconstrução completa do pavimento, podendo ocorrer a retirada total ou parcial da antiga estrutura, substituindo por um novo material, ou reciclando o antigo e reutilizando.

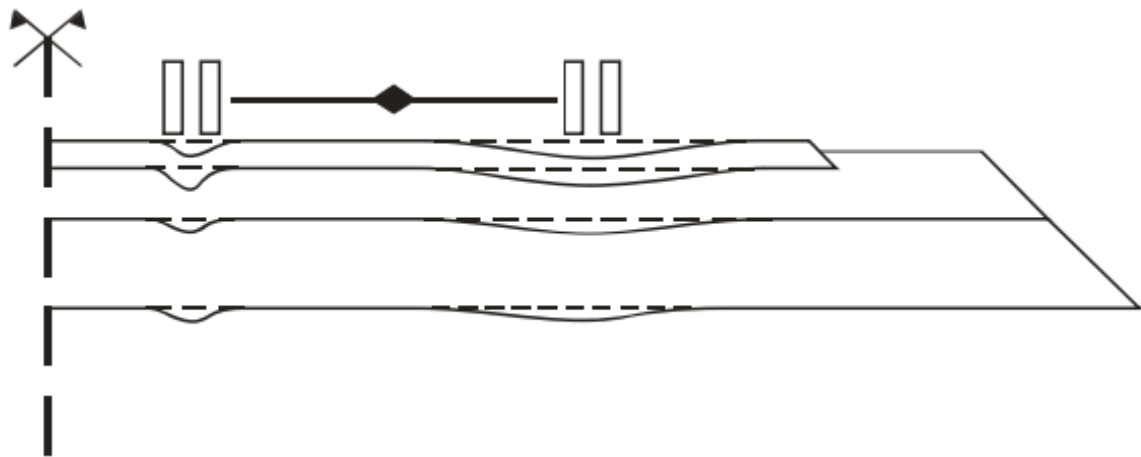
3.7 DEFEITOS DE SUPERFÍCIE DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Abaixo serão apresentados os defeitos de superfície mais comuns em pavimentos flexíveis no Brasil.

3.7.1 Afundamentos

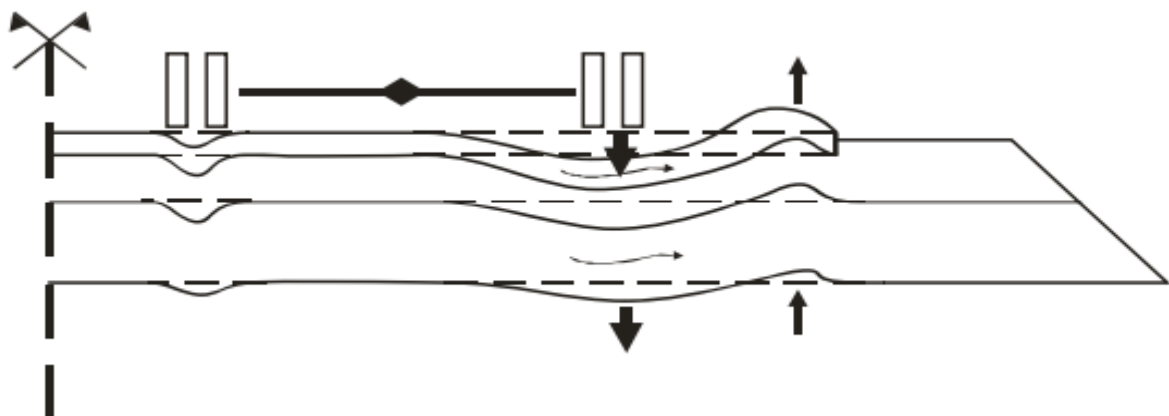
Segundo Motta (2017) são deformidades na camada asfáltica, na base, sub-base e subleito, podendo ser divididos em afundamentos por consolidação e afundamento plástico. De acordo com o DNIT (2006), o primeiro ocorre por causa da consolidação diferencial de uma ou mais camadas da estrutura do pavimento ou do subleito e o segundo é provocado pela influência plástica de uma ou mais camadas da estrutura do pavimento ou subleito. Este órgão ainda afirma que caso o afundamento possua extensão de até 6m, eles serão chamados de afundamentos locais, caso contrário, serão chamados de afundamentos de trilha de roda. A seguir, as figuras 9 e 10, exibem esta patologia de forma a complementar a explicação dada anteriormente

Figura 9: Afundamento por consolidação



Fonte: DNIT (2006)

Figura 10: Afundamento plástico



Fonte: DNIT (2006)

3.7.2 Fendas

Segundo o DNIT (2006), recebem este nome qualquer irregularidade na superfície do pavimento que possa ter a aparência de fissuras, trincas isoladas longitudinais ou transversais, trincas tipo bloco ou trincas tipo couro de jacaré.

As trincas longitudinais, como pode ser visto na figura 11, de acordo com a CNT, SEST e SENAT (2013), são aqueles que aparecem paralelamente ao eixo da rodovia, sendo classificadas como curtas se tiverem uma extensão de até 100cm e longas quando superarem os 100cm.

Figura 11: Trincas longitudinais longas



Fonte: CNT, SEST e SENAT (2013)

As trincas transversais são aquelas que aparecem transversalmente ao eixo da rodovia e que conforme a CNT, SEST e SENAT (2013), são curtas se tiverem uma extensão de até 100cm e longas caso superem este valor. Abaixo, através da figura 12, é ilustrado um exemplo de uma trinca deste tipo.

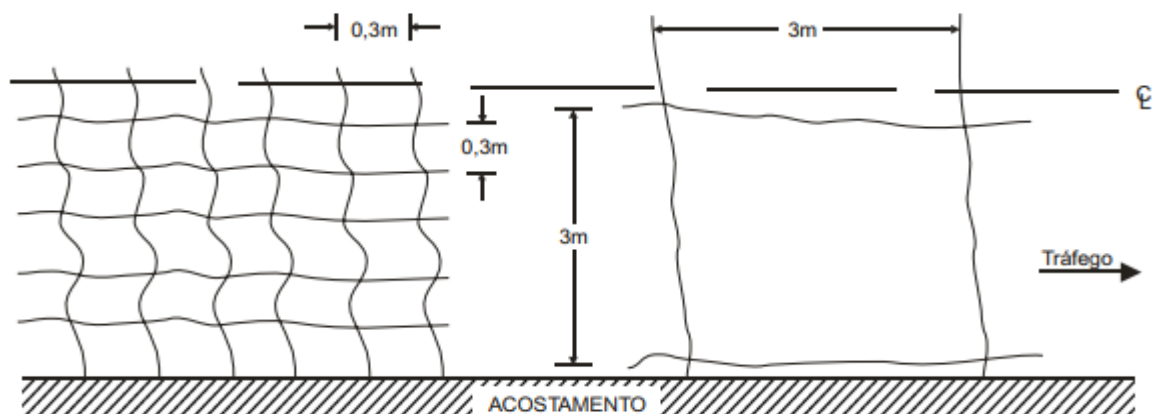
Figura 12: Trinca longitudinal longa



Fonte: CNT, SEST e SENAT (2013)

As trincas tipo bloco são, conforme o DNIT (2006, p. 2), “conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.” A seguir é apresentada a figura 13, que exemplifica uma trica deste tipo.

Figura 13: Trinca tipo bloco



Fonte: DNIT (2006)

De acordo com a CNT, SEST e SENAT (2018), as trincas tipo couro de jacaré possuem uma aparência que se assemelha com o couro do jacaré, visto que as mesmas são interligadas sem direção definida. Adiante a figura 14, que mostra este defeito em alguns pavimentos.

Figura 14: Trinca tipo couro de jacaré



Fonte: CNT, SEST e SENAT (2013)

3.7.3 Panelas

As panelas (buraco) são os furos no pavimento asfáltico que podem ou não atingir as camadas de base e sub-base, sendo geralmente provocadas devido a evolução das fendas. Este é o principal defeito encontrado nas rodovias brasileiras. A seguir é exposta a figura 15, que mostra uma panela, para melhor explicar este defeito.

Figura 15: Panela



Fonte: CNT, SEST e SENAT (2013)

3.7.4 Ondulações

Já as ondulações são, segundo DNIT (2003, p. 3), uma “deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento. A figura 16 mostra uma rodovia onde este defeito veio a acontecer.

Figura 16: Ondulações



Fonte: DNIT (2003)

3.8 TECNICAS DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Inicialmente é necessário que seja(m) identificada(s) a(s) defeito(s) existente(s) no pavimento e suas prováveis causas para que por fim possam ser propostas as prováveis medidas a serem tomadas para sanar o problema, escolhendo aquela mais viável em termos econômicos e de projeto.

3.8.1 Fresagem

Esta técnica é comumente usada para recuperar pavimentos que apresentem o defeito afundamento.

De acordo com o DNIT (2011, p. 2) a fresagem é a “operação em que é realizado o corte ou desbaste de uma ou mais camada(s) do pavimento asfáltico, por processo mecânico a frio”. E segundo o DNIT (2011) o processo acontece da seguinte maneira: caso o material retirado venha a ser reutilizado, é necessário que o pavimento seja limpo para retirada do excesso de

sujeira. A fresagem deve começar na parte mais baixa da faixa de tráfego afetada, com a espessura especificada no projeto, tendo-se o cuidado de verificar se está ocorrendo o jateamento de água para resfriamento dos dentes da fresadora e também para controle da emissão de poeira (a figura 17 ilustra o processo de corte do revestimento utilizando a fresadora). O material retirado deve ser levado por uma esteira, que faz parte da fresadora, para o caminhão caçamba para que o mesmo leve este material para o local de reaproveitamento ou de bota - fora. Depois disso, prossegue-se com a retirada das camadas afetadas. Por ultimo, executa-se novamente as camadas que foram retiradas.

Figura 17: Fresagem



Fonte: DER (2017)

3.8.2 Lama asfáltica, tratamento superficial e selagem de trincas

Taís técnicas são usadas para sanar o problema de trincas em pavimentos.

A lama asfáltica é:

Um revestimento betuminoso constituído de elementos minerais (agregados) de dimensões reduzidas, de elevada superfície específica, necessitando de relativo teor de ligante asfáltico (aglutinante), para o envolvimento de todas as partículas minerais, resultando um composto de alta resistência ao desgaste por abrasão, de baixa permeabilidade e anti-derrapante, obtido através de uma associação de agregado miúdos, filler, emulsão asfáltica e água, aplicada com equipamento móvel (específico) em consistência fluida e homogênea. (BRASQUÍMICA, 2012)

De acordo com o DNIT (2010), a execução se da seguinte forma: inicialmente a lama é espalhada sobre a superfície, com velocidade lenta (a menor possível) e uniforme, sendo que a maior atenção que se deve ter durante o processo é com a situação da consistência da massa e de sempre manter a caixa distribuidora uniformemente cheia. Qualquer tipo de falha deve ser corrigida imediatamente após a aplicação. No caso de escassez, basta que seja adicionada mais

massa, já quando ocorre o excesso, o excedente deve ser retirada como auxílio de rodos de madeira ou de borracha. Quando se é utilizada como ligante asfáltico a emulsão catiônica, após um período de 3 a 4 horas, o trecho já pode ser liberado para o tráfego, já quando se usa emulsões aniônicas este período poderá ser bastante prolongado. A liberação ao tráfego só pode ser feita após a lama adquirir resistência suficiente. Vale ressaltar que a compactação da lama asfáltica é feita pelo próprio tráfego.

A figura 18 mostra o processo retirada do excesso de lama asfáltica com o auxílio de um rodo.

Figura 18: Lama asfáltica



Fonte: Petropavi (2014)

O tratamento superficial simples (TSS) é segundo o DNIT (2009, p. 2) “a camada de revestimento do pavimento, constituída de uma aplicação de ligante betuminoso coberta por uma camada de agregado mineral, submetida à compressão.”

Também é muito utilizado o tratamento superficial duplo (TSD), conforme a figura 19, e cujo processo de execução é semelhante ao TSS, sendo que o TSD possui duas camadas (primeiro aplicasse o ligante asfáltico e depois lançasse o agregado e em seguida comprimir estes materiais, depois disso, repete-se novamente o processo).

Figura 19: Tratamento superficial duplo



Fonte: Fircon (2014)

A selagem de trincas é feita com o objetivo de preservar o asfalto, aumentando a sua vida útil, já que evita a entrada de água nas camadas inferiores do pavimento, evitando também que as mesmas se tornem panelas e tornem ainda mais caro a recuperação do pavimento.

Segundo Corsini (2011) a execução se dá da seguinte forma: o primeiro passo é demarcar as trincas a serem preenchidas ao longo do trecho em questão, após isso, as trincas devem ser abertas com uma largura de 1cm e uma profundidade de 1cm, podendo-se utilizar uma fresadora para isso. Depois de abertas, as trincas devem ser limpas para garantir uma melhor aderência do produto às paredes da trinca, a seguir, aplica-se o selante na trinca com o equipamento chamado mangote. Deve deixar um excesso de no mínimo 3mm de altura por 80mm de largura com o objetivo de proteger as bordas. A liberação ao tráfego é feita quando o selante perde sua aderência, ou seja, quando ele não adere mais aos pneus dos carros, mas caso seja necessário a liberação imediata, deve-se usar um material (por exemplo o antitack) para evitar que o selante venha a aderir aos pneus.

3.8.3 Remendos superficiais e profundos.

As panelas são os defeitos mais comuns de se encontrar nos pavimentos brasileiros. A restauração dos pavimentos com esse defeito pode ser feita com execução de remendos, que segundo Mota (2017) será superficial se o buraco não tiver atingido as camadas de base, sub-base ou subleito; e profundo, em caso contrário. No caso dos remendos superficiais, basta que a panela seja preenchida, de preferência, com o mesmo material do restante do pavimento e depois o local deve ser compactado, e quando for remendo profundo, é necessário que toda

região e camadas degradadas sejam retiradas e depois novamente constuídas. A figura 20 mostra a recuperação de um pavimento utilizando remendos.

Figura 20: Remendo



Fonte: Carlos Campos & Cia (2017)

3.8.4 Fresagem e recapeamento estrutural

Conforme Rocha e Costa (2010), para as ondulações, recomenda-se as seguintes atividades corretivas: a fresagem que já foi explicada no tópico 3.8.1 e o recapeamento estrutural que segundo Yoshizane (2005), consiste na execução de uma ou mais camadas sobre o antigo pavimento, onde nestas já esta incluso a camada utilizada para regularizar o antigo pavimento.

3.9 DRENAGEM DE RODOVIAS

A drenagem, seja ela superficial ou profunda, é de suma importância para a proteção do corpo estradal e conforme o DNIT (2006), a mesma serve para proteger da ação nociva da água, seja ela proveniente de precipitações, infiltrações, do leçol freático ou da condução de talvegues. A seguir serão apresentadas as drenagens superfiais, profundas (também chamda de subterrânea) e de transposição de talvegues.

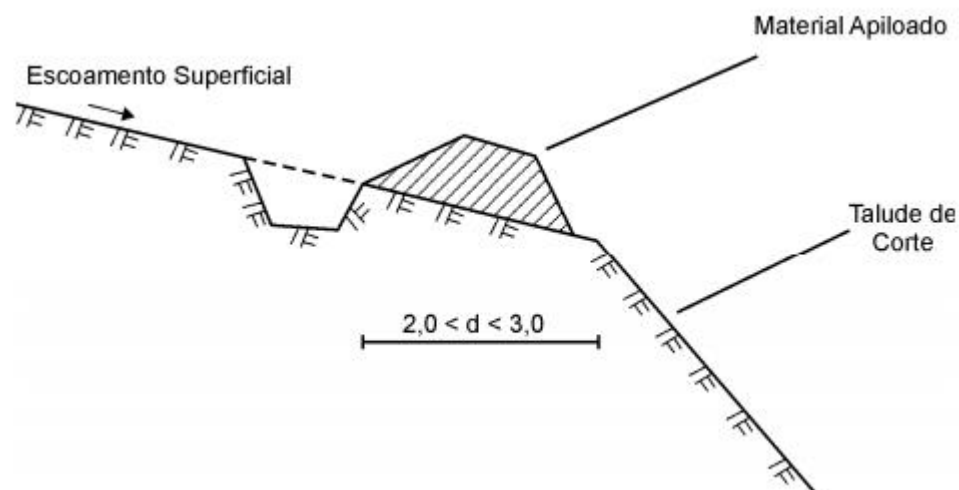
3.9.1 Drenagem superficial

Este tipo de drenagem é composta por diversos elementos com variadas funções, como por exemplo: valetas de proteção de cortes e aterro, sarjetas de corte e aterro, descidas d'água, entre outros. Os mesmos têm a função de levar as águas provenientes da precipitação ou de áreas próximas para o mais longe possível do corpo da estrada, com o intuito de proteger o pavimento.

3.9.1.1 Valeta de proteção de corte

De acordo com o DNIT (2006), este tipo de valeta tem a função de reter as águas que escoam pelo terreno natural a montante, impossibilitando que as mesmas venham a atingir o talude, onde este tipo de drenagem deverá ser contruído em todos os trechos em corte, devendo as valetas estarem localizados a uma distância de 2 a 3m. A figura 21, mostra um corte transversal de uma valeta de proteção de corte (com formato trapezoidal, mas também existem as com formato quadrado e triangular, indicando que o material retirado da valeta, deve ser apiloado ao lado dela.

Figura 21: Valeta de proteção de corte

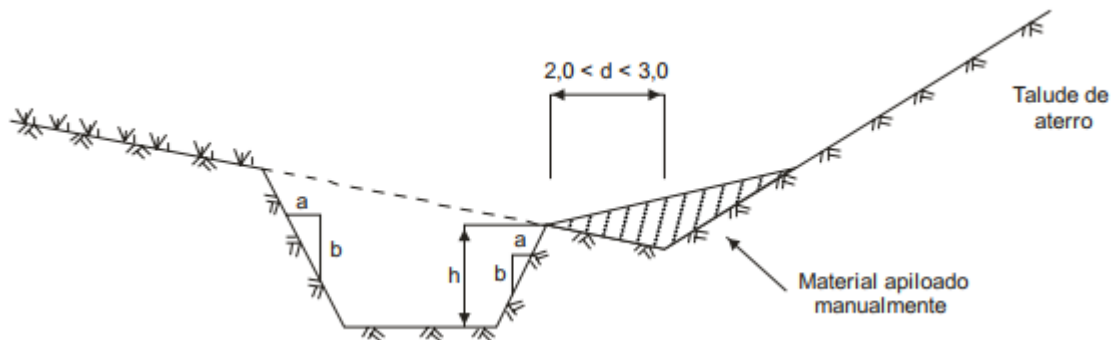


Fonte: DNIT (2006)

3.9.1.2 Valeta de proteção de aterro

Conforme o DNIT (2006), estas valetas possuem a função de receber as águas das valetas de corte e das sarjetas, bem como de impossibilitar que as águas escoem pelo terreno a montante, atinjam o pé do talude de aterro. Devem ser executadas a uma distância de 2 a 3 metros do pé do aterro, apilando os materiais que é retirado da vala ao lado da sarjeta, assim como é feita com as valetas de proteção de corte. A figura 22 mostram um corte transversal de uma valeta de proteção de aterro em formato trapezoidal, mas a mesma também pode ter formato retangular.

Figura 22: Valeta de proteção de corte

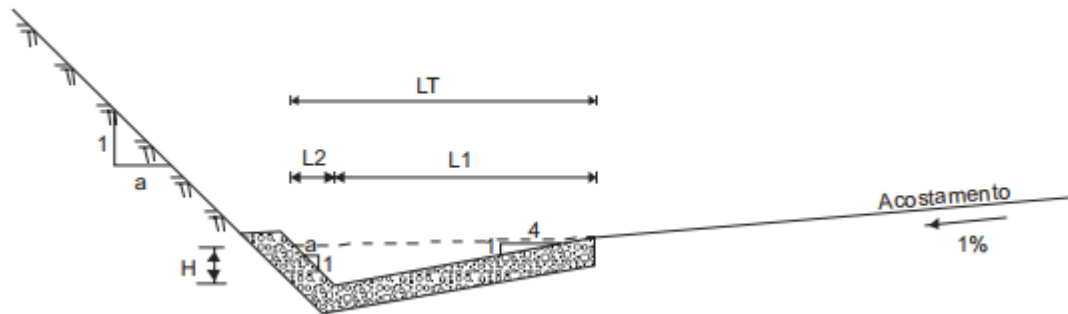


Fonte: DNIT (2006)

3.9.1.3 Sarjeta de corte

Segundo o DNIT (2006), as sarjetas de corte têm a finalidade de receber as águas das chuvas que escoam sobre a rodovia e os taludes de cortes, transportando-as ao paralelamente ao eixo da rodovia, até um determinado ponto que permita a saída dela para o terreno natural. Esses pontos de saída podem ser para a caixa coletora de um bueiro de greide, ou para as valetas de aterro, que devem estar localizadas as margens do acostamento e ao longo de todos os cortes. A seguir, a figura 23, ilustra um corte transversal de uma sarjeta de corte com formato triangular, sendo que as mesmas podem ter ainda formato trapezoidal.

Figura 23: Sarjeta de corte



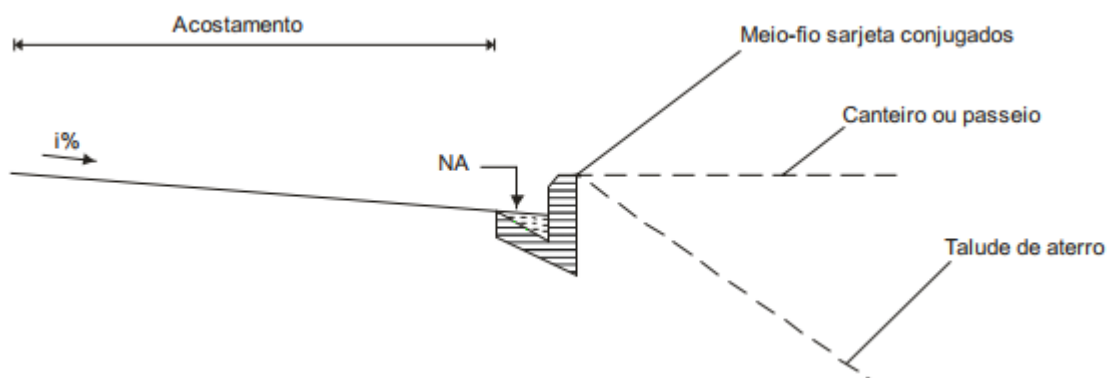
Fonte: DNIT (2006)

3.9.1.4 Sarjeta de aterro

De acordo com o DNIT (2006, p. 157) “a sarjeta de aterro tem como objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma de modo a impedir que provoquem erosões na borda do acostamento e/ou no talude do aterro”. Segundo esses estudos, este tipo de drenagem deve ser usado em: interseções, para receber e levar as águas que vem dos ramos, trechos em que a velocidade da água que vem da pista possa causar erosões na borda da plataforma. Assim como as sarjetas de corte, as de aterro devem se localizar as margens do acostamentos.

O DNIT (2006), ainda chama a atenção para o fato de que este tipo de drenagem pode prejudicar a segurança do tráfego, conseqüentemente, deve-se ter cuidado com o posicionamento delas e com sua seção transversal. Por fim acrescenta que o tipo mais comum de sarjeta de aterro é aquela que conjunga o meio-fio com a sarjeta, como é ilustrado na figura 24.

Figura 24: Sarjeta de aterro



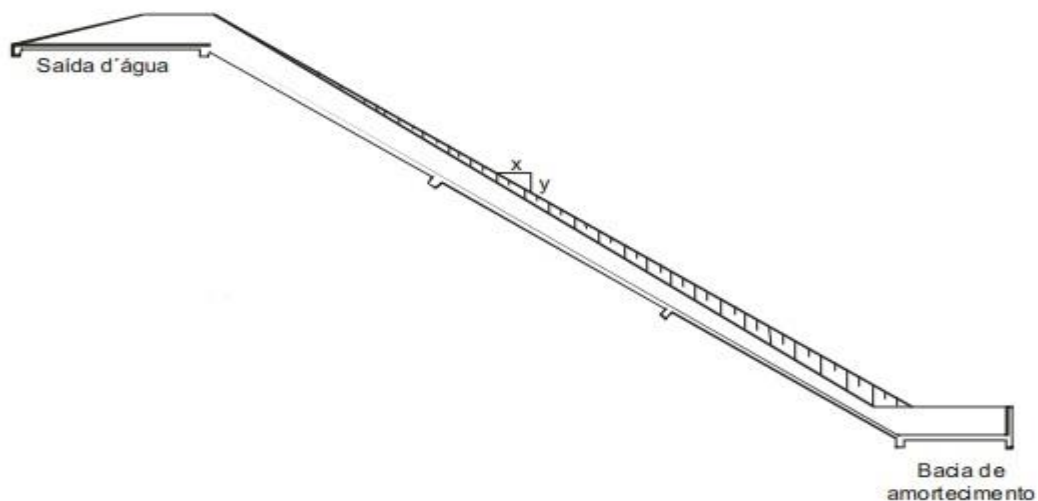
Fonte: DNIT (2006)

3.9.1.5 Descidas d'água

Conforme o DNIT (2006), as descidas d'água tem o objetivo de transportar as águas dos taludes de corte e aterro, bem como das águas captadas por outros dispositivos de drenagem, onde em locais de corte, possuem o objetivo de transportar as águas de pequenos talvegues ou das valetas, quando estas atingem seu comprimento máximo, para uma sarjeta de corte ou caixa coletora. Em locais de aterro, possuem a função de conduzir as águas das sarjetas de aterro, quando estas atingem seu comprimento máximo, para o terreno natural.

Esse estudo, ainda cita os casos dos bueiros elevados que desaguam nos taludes de aterro, onde se utilizam descidas d'água para levar o fluxo através do talude para o terreno natural. Existem dois tipos de descidas de água, que são as do tipo rápido e em degraus, sendo que a escolha entre um e outro dependerá dos dispositivos de amortecimentos na saída, da velocidade limite de escoamento para que não ocorra erosão, das características geotécnicas dos taludes e do terreno natural. A figura 25 a seguir, representa um corte transversal de uma descida de água genérica com bacia de amortecimento.

Figura 25: Descida d'água



Fonte: DNIT (2006)

3.9.2 Drenagem profunda

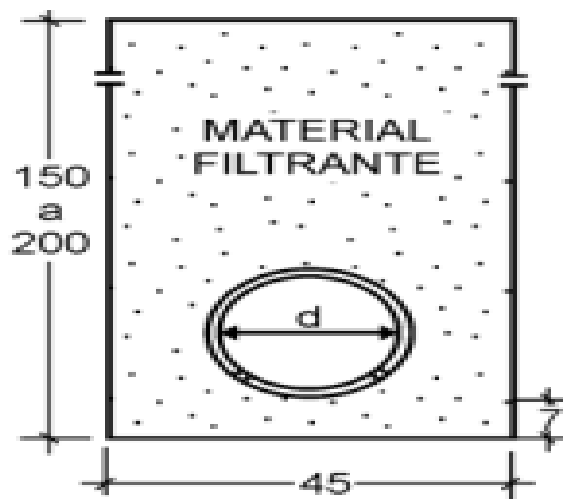
Ao chover a água tem dois destinos, ou ela escorre pela superfície do solo ou se infiltra nas camadas inferiores do terreno, dependendo de algumas propriedades do solo como a permeabilidade. Há também as águas provenientes dos lençóis freáticos que através da

capilaridade acabam subindo para camadas superiores. Diante desses dois fatos, é necessário que medidas sejam tomadas para que essas águas não cheguem até o corpo da estrada e venha a danificar sua estrutura. Alguns dos drenos mais usados para conduzir essas águas para locais adequados são o dreno profundo, espinha de peixe, dreno vertical e colchão drenante.

3.9.2.1 Dreno profundo

De acordo com o DNIT (2006, p. 246), este elemento de drenagem tem a função de “interceptar o fluxo da água subterrânea através do rebaixamento do lençol freático, impedindo-o de atingir o subleito”, sendo que o mesmo deverá ser executado, de preferência, a uma profundidade que varie entre 1,5 a 2m, tendo como objetivo absorver parte da água do lençol freático e consequentemente proteger o corpo da Estrada. A figura 26 a seguir, mostra um corte transversal de um dreno profundo, onde é possível ver um cano, responsável pela condução da água e um solo permeável para que a água possa chegar até o cano.

Figura 26: Dreno profundo



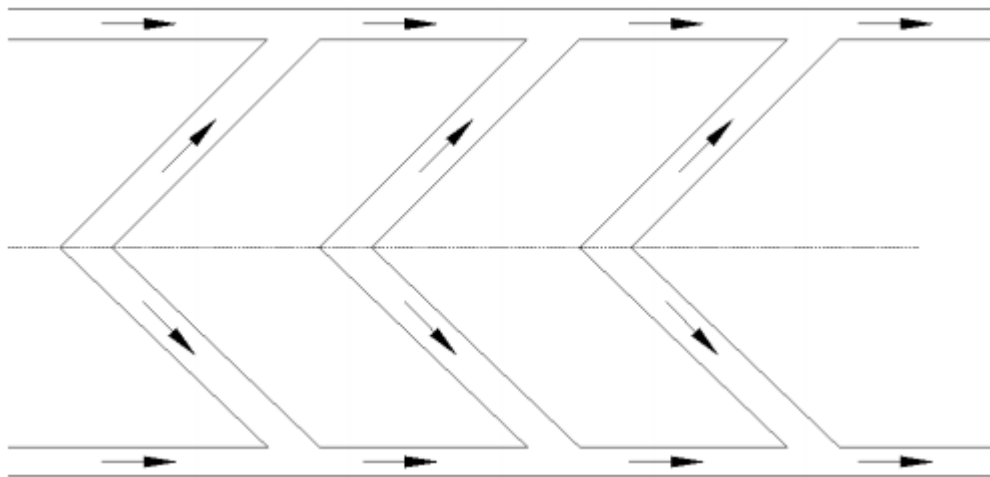
Fonte: DNIT (2006)

3.9.2.2 Dreno espinha de peixe

Conforme o DNIT (2006), este tipo de dreno tem como finalidade a retirada de água subterrâneas de grandes áreas, sejam elas pavimentadas ou não, sendo utilizadas em série. Normalmente são não instalados em grande profundidade, portanto não se usam tubos, porém em alguns casos eles podem vir a ser usados. Este órgão ainda cita os casos em que este tipo de

dreno é recomendado, que são: quando os drenos longitudinais não são suficientes para drenar a área, nos casos em que o solo, onde se irá fazer um aterro, é impermeável; e também nas situações em que o aterro será construído sobre um solo, onde o lençol freático está próximo a superfície. Na figura 27 abaixo, é possível ver um dreno do tipo espinha de peixe, com as setas indicando o sentido do fluxo de água.

Figura 27: Dreno espinha de peixe



Fonte: DNIT (2006)

3.9.2.3 Dreno vertical

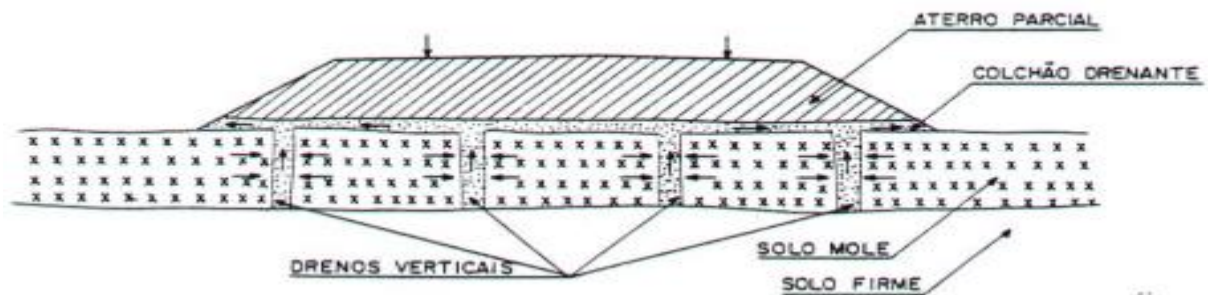
Segundo o DNIT (2006), este modo de drenagem, consiste na execução de furos verticais no solo compressível, onde dentro deles são instalados tubos que são preenchidos com material granular que possuam uma boa graduação, com a compressão da camada e com o fato de a permeabilidade horizontal ser menor que a vertical, ocorre a expulsão da água dos vazios presentes no solo de uma forma mais rápida. O DNIT (2006), ainda salienta que este tipo de dreno aumenta a resistência ao cisalhamento, contribuindo para a estabilização do aterro, acelerando o processo de adensamento e ainda que esta é uma solução onerosa e que antes de ser escolhida, é necessário que se faça um ampla investigação técnico-econômica. Tal tipo de dreno pode ser visto na figura 28, apresentanda no topico a seguir.

3.9.2.4 Colchão drenante

O DNIT (2006) afirma que este tipo de dreno tem a função semelhante a dos denos espinha de peixe, visto que os mesmo são usados para drenar águas que estejam localizados a

profundidades pequenas do corpo da Estrada, nos casos em que o volume impossibilite a drenagem por drenos espinha de peixe. O colchão drenante é utilizado: na base dos aterros, quando a água livre estiver próxima ao terreno natural; nos cortes em rocha, nos aterros executados sobre solos impermeáveis, entre outros. A figura 28 a seguir, mostra o perfil de um colchão drenante, executado sobre uma camada de solo mole. Nesta figura, ainda é possível ver a presença de drenos verticais.

Figura 28: Colchão drenante



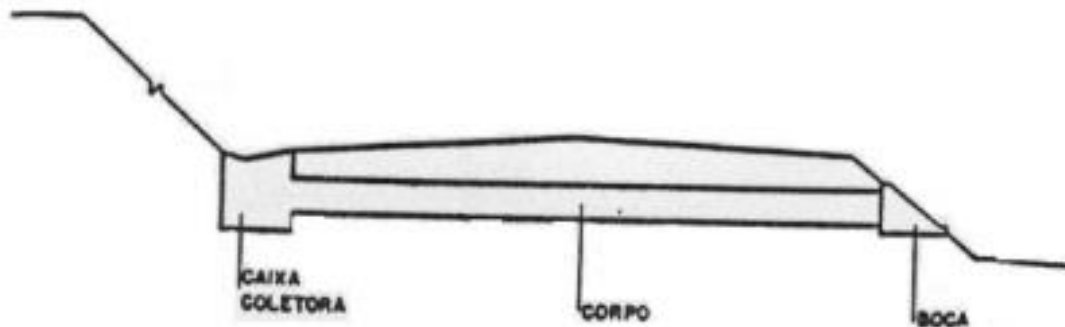
Fonte: Pereira (2006)

3.9.3 Drenagem de transposição de talvegues

Conforme o DNIT (2006) a drenagem de transposição de talvegues tem o objetivo de atravessar as águas (que se originam de alguma bacia ou que por motivos de modelagem do terreno ou imperativos hidrológicos viessem a atingir o corpo estradal) pelo corpo da rodovia. Para tanto três tipos de obras podem ser utilizadas: bueiros, pontes e pontilhões.

3.9.3.1 Bueiros

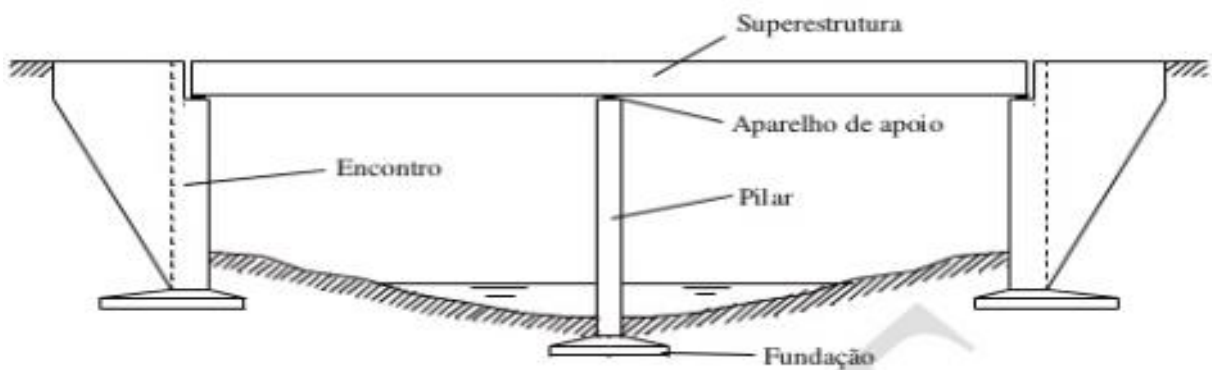
O DNIT (2006) diz que os bueiros possuem o objetivo de deixar que as águas passem por ele e fazer com que as mesmas cheguem ao outro lado sem danificar o pavimento. De acordo com o DNIT (2006), os bueiros são compostos por duas partes, que são o corpo e a boca, onde a primeira é composta pela parte que fica sob corte ou aterros, já a segunda é formada pelos aparelhos de admissão e lançamento, que se localizam a montante e a jusante e são compostos pelas alas, muro de testa e soleira. Caso a boca esteja situada abaixo do nível do terreno, e consequentemente, o nível da água esteja acima do bueiro, é necessário que a boca seja trocada por uma caixa coletora. A seguir é mostrada a figura 29, que esquematiza um bueiro com todos os seus componentes.

Figura 29: Bueiro

Fonte: Pereira (2010)

3.9.3.2 Pontes

De acordo com o DNIT (2006) “são obras-de-arte destinadas a vencer os talwegues formados pelos cursos d'água, cuja transposição não pode ser feita por bueiros e pontilhões”. O mesmo ainda diz que devido a sua extensão e sua importância, este tipo de obra deve ter uma estrutura mais complicada de se executar do que as do pontilhões, bem como seu dimensionamento onde os procedimentos de cálculo deverão mais cautelosos, e chama a atenção para o tempo de recorrência que deve ser adotado, que deve ser compatível com a importância da rodovia, com a vida útil e o porte da mesma, probabilidade de perdas de vidas humanas, entre outros fatores. A figura 30 a seguir, apresenta um modelo genérico bastante simples dos elementos de uma ponte.

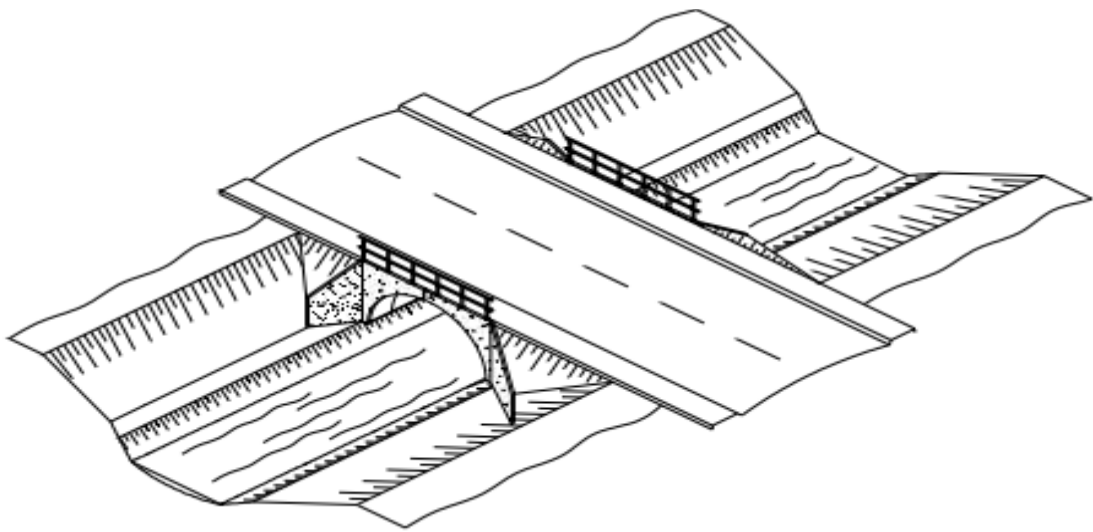
Figura 30: Ponte

Fonte: Debs e Takeya (2009)

3.9.3.3 Pontilhões

Conforme o DNIT (2006) este tipo de obra tem como função fazer a transposição de talvegues nas ocorrências em que, devido ao greide ou vazão de projeto, não possam ser executados bueiros, onde para o projeto dessas obras, os componentes indispensáveis são os mesmos das pontes, diferindo apenas no tempo de recorrência, que no casos dos pontilhões, é menor. A figura 31, ilustra um pontilhão que foi construído em cima de um canal.

Figura 31: Pontilhão



Fonte: Debs (2003)

3.10 SINALIZAÇÃO

A sinalização tem o objetivo informar, advertir e orientar os usuários de uma via, bem como deve organizar o tráfego como um todo. Esta sinalização deve transmitir confiança para quem usufrui daquela rodovia e segundo o DNIT (2010) esta confiança é adquirida através da utilização de marcas em tamanho adequado e sinais em locais apropriados, sendo que este tamanho adequado e estes locais apropriados dependem das características físicas da rodovia (pista simples, dupla, número de faixas de tráfego), da região atrevesada pela rodovia, velocidade operacional da mesma e tipo e intensidade da ocupação lateral da rodovia (uso do solo urbano ou rural). As sinalizações que serão abordadas neste trabalho, se dividem em horizontal e vertical.

3.10.1 Sinalização horizontal

De acordo com o DNIT (2010) este tipo de sinalização é formado por legendas, marcas e símbolos que são, de acordo com o projeto, executados sobre o revestimento da rodovia, para proporcionar melhores condições de conforto e segurança aos usuários. Para o cumprimento destes objetivos, é necessário que ela atenda as seguintes funções: transmitir mensagens claras e simples, permitir tempo adequado para uma ação correspondente, atender a uma real necessidade, complementar e reforçar as mensagens difundidas pela sinalização vertical, entre outras funções. A sinalização horizontal pode ser dividida conforme as características em as formas, cores e de acordo com os tipos de marcas

3.10.1.1 Formas

O DNIT (2010) estabelece-se que as formas podem ser contínuas (linhas aplicadas de forma ininterrupta), tracejadas (linhas que apresentam descontinuidade), símbolos (são responsáveis por regulamentar a preferência em entroncamentos e indicar situações típicas da rodovia), setas (são utilizadas para indicar mudanças de faixa e o posicionamento) e legendas (são formadas pela associação de letras e número, utilizados para advertir os condutores sobre particularidades da via).

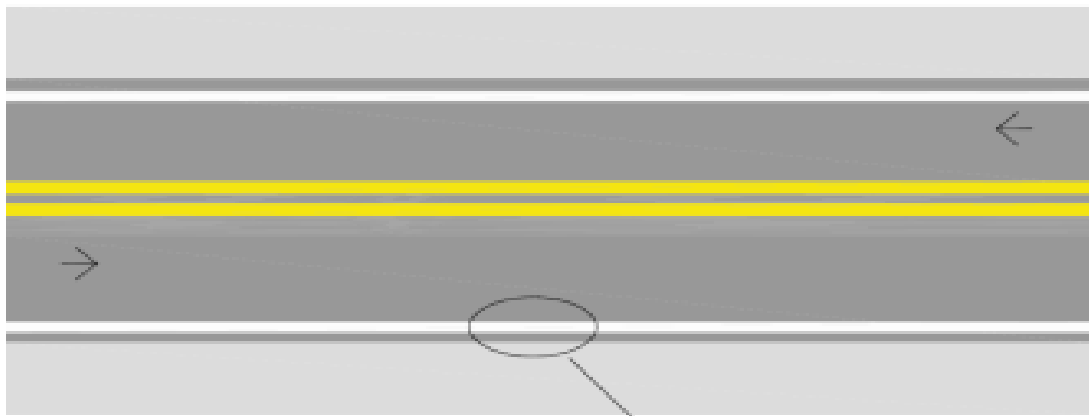
3.10.1.2 Cores

O DNIT (2010), afirma que as formas podem usadas nas seguintes cores: amarela, vermelha, branca, preta e azul, onde cada uma possui um significado diferente. A amarela é usada para organizar tráfegos em sentidos opostos e para sinalizar a presença de obstáculos transversais a pista; a vermelha que pode ser usada para demarcação de símbolos de parada de veículos para embarque e desembarque de passageiros e também demarcação de ciclofaixas; a branca que usada para orientar o trânsito de pedestres, regulamentar fluxos de mesmo sentido e demarcar pistas destinadas a veículos; a preta usada apenas para oportunizar contraste entre o pavimento e a sinalização, como nos casos dos pavimentos de concreto; e por fim a azul que usada para pintar símbolos de locais reservados a embarque e desembarque de pessoas com deficiência ou vaga reservada para estacionamento para os mesmo.

3.10.1.3 Marcas longitudinais

Conforme o DNIT (2010), normalmente estas marcas tem a função de organizar as faixas de uso preferencial ou exclusivo de determinados tipos de veículos (ônibus ou bicicletas), de definir os limites das faixas de rolamento, regularizar as possíveis monobras de mudanças de ultrapassagem ou faixa, orientar as trajetórias dos veículos, entre outras funções. Podendo ser contínuas ou tracejadas. A figura 32, apresenta um trecho de uma rodovia, com faixas brancas delimitando as faixas de tráfego, faixas amarelas contínuas para indicar que não se pode fazer ultrapassagem e com setas para indicar o sentido do fluxo.

Figura 32: Marcas longitudinais

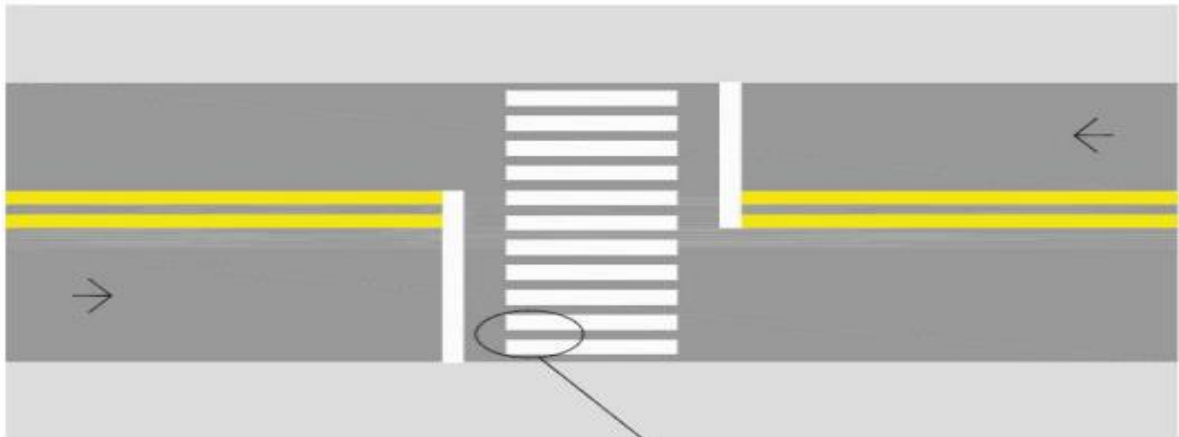


Fonte: DNIT (2010)

3.10.1.4 Marcas transversais

De acordo com o DNIT (2010), estes tipos de marcas são utilizados com o intuito de organizar locomoção de pedestre e veículos, induzindo estes a reduzirem suas velocidades e indicar os locais de passagem de pedestres e posições de paradas em interseções. Abaixo, a figura 33, indica um exemplo deste tipo de marca, onde é possível ver o local onde os veículos devem parar e os pedestres atravessar, com indicação dos sentidos dos fluxos de tráfego.

Figura 33: Marcas transversais



Fonte: DNIT (2010)

3.10.1.5 Marcas de canalização

Segundo o DNIT (2010), estas marcas tem a finalidade de orientar o tráfego de veículos nos casos em que ocorram alterações no sentido natural do fluxo, como nos acessos, mudanças no alinhamento da via e nas interseções. A figura 34, ilustra um exemplo deste tipo de marca, onde é possível ver a redução do número de faixas em cada sentido de circulação.

Figura 34: Marcas de canalização



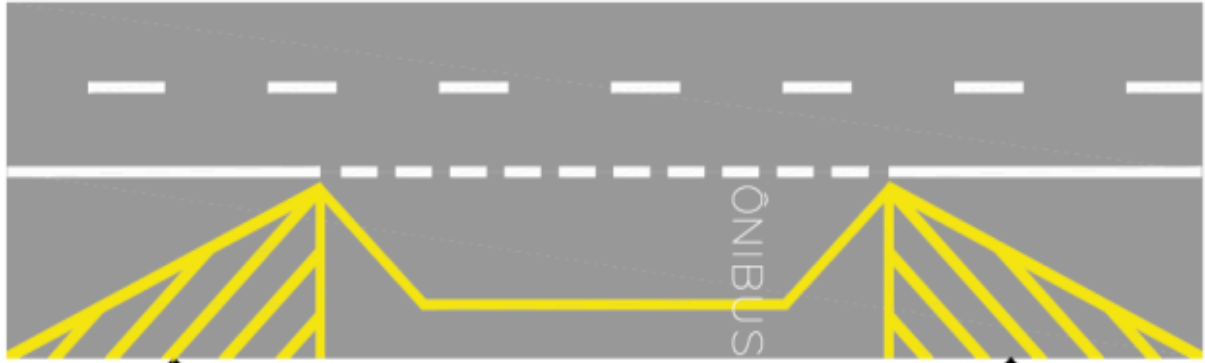
Fonte: DNIT (2010)

3.10.1.6 Marcas de delimitação

O DNIT (2010) estabelece-se que elas devem ser utilizadas em associação com a sinalização vertical, com o intuito de permitir o controle e a demarcação de áreas onde a parada

de veículos ou estacionamento dos mesmos são proibidas ou regulamentadas. A figura 35, mostram um exemplo deste tipo de marca, contendo um local delimitado para parada de ônibus.

Figura 35: Marca de delimitação



Fonte: DNIT (2010)

3.10.1.7 Inscrições nos pavimentos

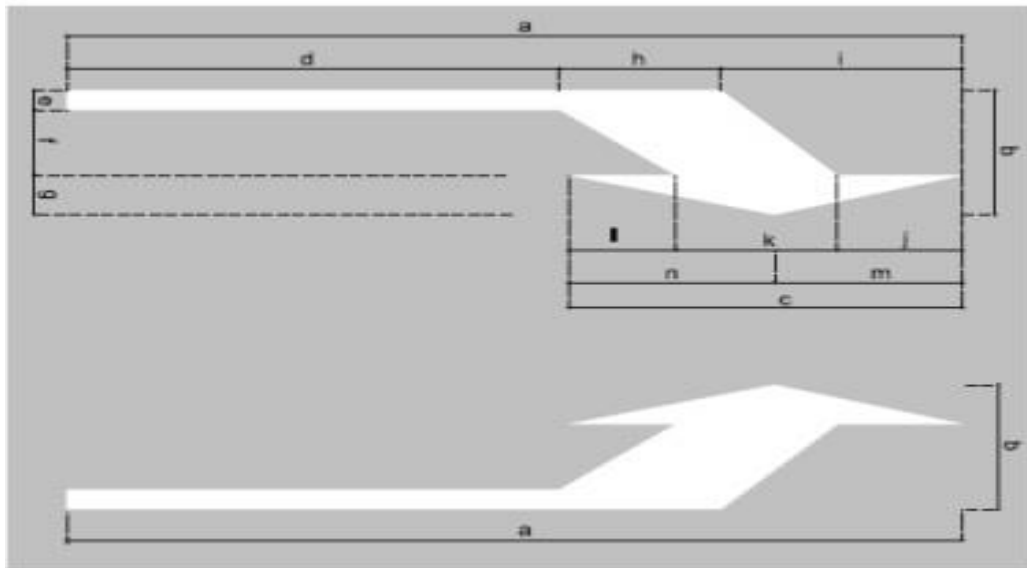
Conforme o DNIT (2010), estas inscrições são as setas, legendas ou símbolos, que são pintados sobre a pista ou faixa de rolamento, com a intenção de complementar a sinalização horizontal, advertir e orientar, fazendo com que a percepção do condutor seja ampliada com relação as condições de operação da via e possibilitando ao mesmo tomar as decisões corretas. Abaixo, as figuras 36 e 37 mostram, respectivamente as dimensões e setas de vire a direita e vire a esquerda.

Figura 36: Dimensões

DIMENSÕES (m)													
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
5,00	0,95	2,20	2,75	0,15	0,50	0,30	0,90	1,35	0,70	0,90	0,60	1,05	1,15
7,50	0,95	3,30	4,12	0,15	0,50	0,30	1,35	2,03	1,05	1,35	0,90	1,58	1,72

Fonte: DNIT (2010)

Figura 37: Setas de vire a direita e vire a esquerda



Fonte: DNIT (2010)

3.10.2 Sinalização vertical

Segundo o DNIT (2010), a sinalização vertical é feita com o uso de placas, dispositivos auxiliares e painéis, que são alocadas as margens das rodovias ou mesmo suspensas, com o objetivo de advertir o condutor sobre situações perigosas, organizar o uso da via, informações e orientações aos usuários, mostrando também aos mesmos mensagens educativas. E para que esse tipo de sinalização logre êxito no seu objetivo é necessário que as mesmas estejam em locais adequados para que os usuários possam enxergá-las, sejam legíveis e obedeçam a o padrão especificado pelo DNIT. Esta sinalização é dividida em categoria dos sinais e casos particulares que serão abordados nos próximos tópicos.

3.10.2.1 Categorias dos sinais

O DNIT (2010) cita os seguintes tipos de placas dessa categoria:

- O primeiro tipo são os sinais de regulamentação empregam na maioria das vezes a forma circular, onde sua borda é vermelha e o seu centro branco. A figura 38 mostra uma placa genérica deste tipo.

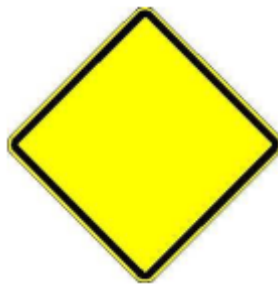
Figura 38: Placa de regulamentação



Fonte: DNIT (2010)

- O segundo são os sinais de advertência, onde seu fundo é da cor amarela, são posicionadas com a diagonal na vertical, tendo o formato quadrado. A figura 39 apresenta um exemplo genérico deste tipo de placa.

Figura 39: Placa de advertência



Fonte: DNIT (2010)

- O terceiro são os sinais de indicação que possuem a cor verde para localidades e azul para mensagens de nomes das rodovias, possuindo como orientação o maior lado na horizontal e como forma um retângulo. A figura 40 mostram uma placa genérica desse modelo.

Figura 40: Placa de indicação



Fonte: DNIT (2010)

- O quarto são os sinais de educativos que são iguais aos sinais de indicação, diferindo apenas na cor do fundo que é branca, como pode ser visto na figura 41.

Figura 41: Placa educativa



Fonte: DNIT (2010)

- O quinto são os sinais de referência quilométrica, que são diferentes dos anteriores pelo fato de seu maior lado está na vertical e terem o fundo azul, como exemplificado na figura 42.

Figura 42: Placa quilométrica



Fonte: DNIT (2010)

- O sexto são os sinais de atrativos turísticos que possuem geralmente a mesma forma dos sinais educativos e de indicação diferindo, apenas na cor do fundo que é marrom, como exemplifica a figura 43.

Figura 43: Placa de atrativo turístico



Fonte: DNIT (2010)

- O sétimo são os sinais de identificação de rodovia que são brancos e possuem o formato de um brasão (como indicado na figura 44), salientando que as rodovias estaduais possuem outro brasão.

Figura 44: Placa de indicação de rodovia



Fonte: DNIT (2010)

- O oitavo são os sinais de identificação de locais de interesse de tráfego, logradouros, passarelas, municípios, indicativas de distância de rodovias, entre outros locais, tendo seu maior lado orientado na horizontal e possuindo fundo de cor azul, como mostrado na figura 45.

Figura 45: Placa de identificação



Fonte: DNIT (2010)

- O nono são os sinais de indicação de serviços auxiliares que possuem fundo branco e maior lado orientado na vertical e são colocadas em placas de formato geralmente retangular, de fundo azul, dispostas na horizontal, como indicado na figura 46.

Figura 46: Placa de indicação de serviços auxiliares



Fonte: DNIT (2010)

3.10.2.2 Casos particulares

O DNIT (2010) cita como casos particulares, as seguintes placas:

- A primeira é placa de regulamentação que indica a “parada obrigatória”, diferindo das demais dessa categoria, porque possui formato octogonal e fundo na cor vermelha, como indica a figura 47.

Figura 47: Placa de pare



Fonte: DNIT (2010)

- A segunda é placa de regulamentação que indica “dê a preferência”, onde esta é diferente das demais de sua categoria porque possui o formato de um triângulo invertido, como mostra a figura 48.

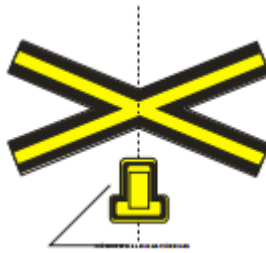
Figura 48: Placa de “dê a preferência”



Fonte: DNIT (2010)

- A terceira é placa de advertência que indica cruzamento de ferrovia em nível, sendo diferente das demais de sua categoria pelo fato de ter formato de uma cruz, como mostra a figura 49.

Figura 49: Placa de cruzamento de ferrovia em nível



Fonte: DNIT (2010)

- A quarta é placa de advertência de obra, que só difere das demais de sua categoria pelo fato de ter o fundo na cor laranja, como é ilustrado na figura 50.

Figura 50: Placa de advertência de obras



Fonte: DNIT (2010)

- A quinta placa é a de advertência com formato retangular, com maior lado orientado na horizontal e que indica sentido único, como a figura 51 mostra.

Figura 51: Placa de sentido único



Fonte: DNIT (2010)

- A sexta e última placa é a de advertência que possui a forma de um retângulo, também com maior lado orientado na horizontal e indica sentido duplo, como mostra a figura 52.

Figura 52: Placa de sentido duplo



Fonte: DNIT (2010)

3.11 ELEMENTOS DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

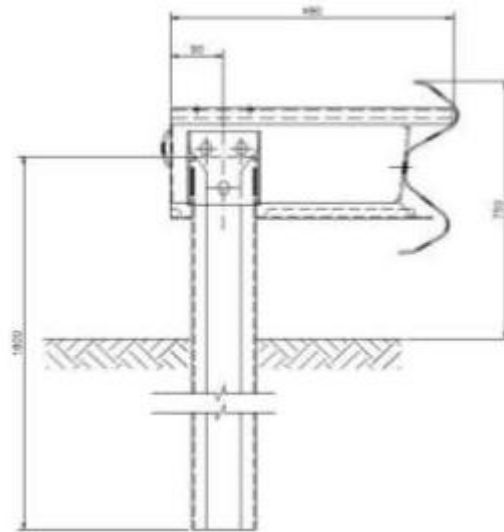
Segundo o DNIT (2010), o nível de segurança de uma rodovia é proporcional as escolhas tomadas para se atingir este objetivo, onde cada escolha feita, desde o projeto, influenciará na segurança da rodovia. Este órgão ainda afirma que nenhum problema, por menor que pareça, durante a fase de projeto, pode ser desconsiderado, visto que no futuro o problema pode se tornar maior. Este entendimento pode ser estendido para toda a vida útil da obra, visto que ao se negligenciar um problema, o mesmo pode evoluir e acabar gerando outros, causando acidentes e tornando o reparo mais oneroso. Nos tópicos a seguir serão abordados os elementos de segurança mais comumente encontrados em rodovias.

3.11.1 Defensas

Segundo o DNIT (2018), defensas são dispositivos usados absorver gradualmente a energia cinética oriunda da colisão de veículos desgovernados, para tanto são utilizados perfis metálicos (que podem ser semimaleáveis ou maleáveis), que possuem resistência e formas adequadas (salienta-se que, se o veículo estiver trafegando com velocidade alta, acima da permitida, a defesa pouco poderá fazer por ele). As mesmas ainda se dividem em: defensas simples, dupla, tripla onda, maleável e semimaleável.

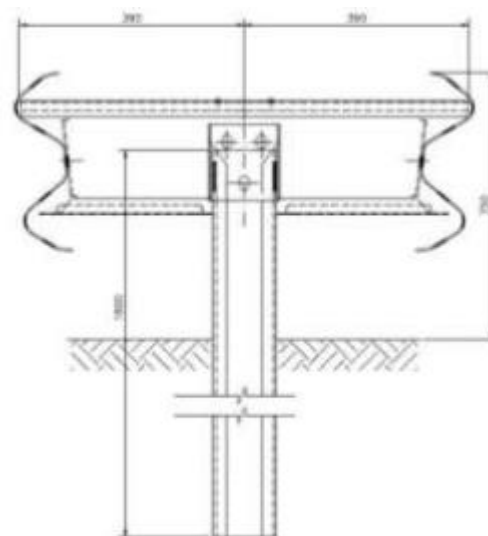
As defensas simples, conforme o DNIT (2018), são formadas por “uma lâmina montada sobre uma única linha de elementos de sustentação”. As duplas, segundo este mesmo órgão, só é diferente da simples, pelo fato de dispor de duas lâminas paralelas. As figuras 53 e 54, mostram exemplos de defensas simples e duplas, respectivamente.

Figura 53: Defesa simples



Fonte: Thompson e Altoé (2012)

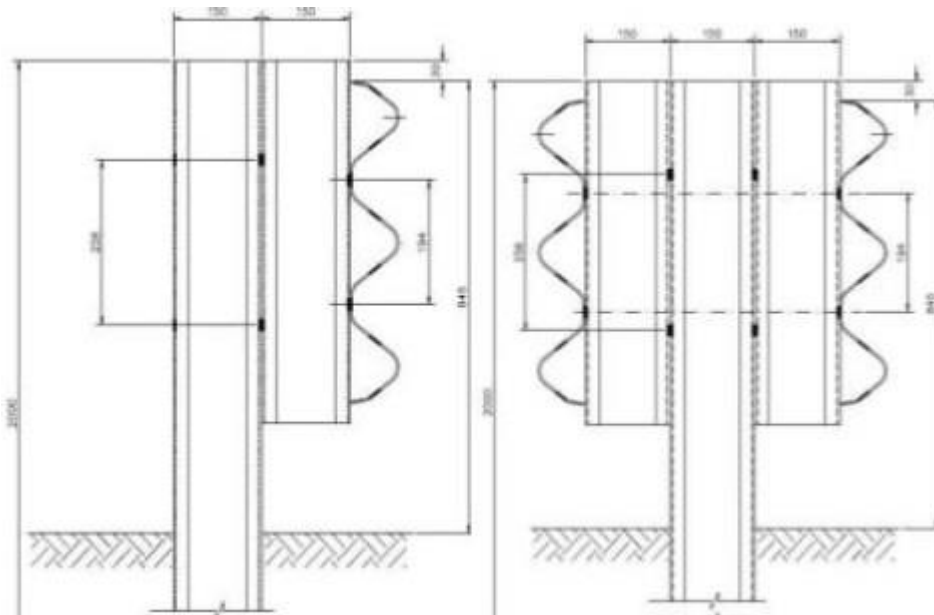
Figura 54: Defesa dupla



Fonte: Thompson e Altoé (2012)

De acordo com o DNIT (2018), as defensas tripla onda podem ser simples ou dupla e são compostas por três lâminas, postes semimaleáveis e outros elementos de fixação, salientando que as lâminas também são semimaleáveis. Um exemplo deste tipo de defesa pode ser visto na figura 55.

Figura 55: Defesa tripla onda simples e dupla



Fonte: Thompson e Altoé (2012)

Ainda de acordo com este órgão, as defensas maleáveis são compostas por elementos de fixação, lâminas dupla onda e, postes e espaçadores maleáveis, podendo ser simples ou duplas e seus postes são espaçados a cada 2m; as semimaleáveis diferem no fato de que seus postes e espaçadores são semimaleáveis e que o espaçamento entre postes é de 4m.

3.11.2 Acostamentos

Os acostamentos são locais das rodovias destinados a paradas de emergência e também para o tráfego de pessoas ou bicicletas quando não existir local adequado para eles. É importante saber que nos casos que não são emergência, o acostamento não pode ser usado como local de estacionamento, de trânsito contínuo e nem para ultrapassagem, onde caso isso seja notado por um agente de trânsito, o condutor será multado. O DNIT (2010) afirma que eles tem a função de aumentar a capacidade da rodovia, da segurança da mesma e oferecer um local para fluxo de veículos quando necessário. Araújo (2014) outra função deste elemento é servir como local de espera quando se deseja fazer uma manobra de conversão a esquerda.

3.11.3 Tachas e tachões

Tachas e tachões, de acordo com Paraná (2016) são elementos refletivos que são instalados diretamente na rodovia, sendo que as tachas possuem a cor do corpo branca ou

amarela, dependendo do tipo e da cor da sinalização horizontal que ela vai complementar e a cor do corpo dos tachões é somente amarela. A parte refletiva pode ser branca, amarela ou vermelha, onde a branca é usada para acomodar fluxos de mesmo sentido, a amarela para organizar fluxos de sentidos contrários e a vermelha é usada em rodovias que possuam pista simples e fluxos nos dois sentidos, onde as mesmas são colocadas na linha de bordo do sentido oposto

4 METODOLOGIA

Preliminarmente foi realizada uma revisão bibliográfica em publicações sobre o tema em teses, sites, dissertações, livros e revistas no intuito de obter mais informações sobre o tema desse estudo.

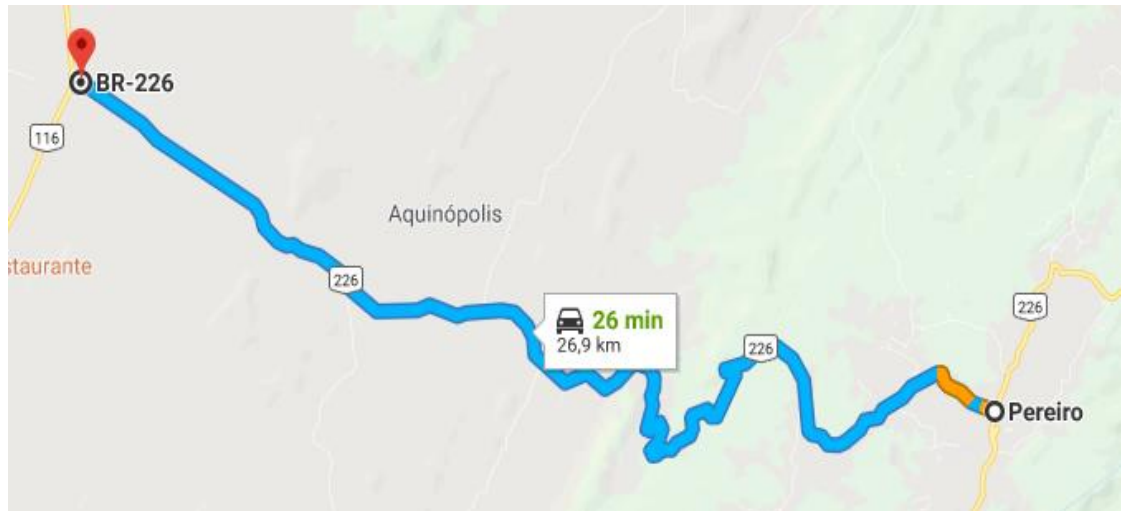
Para construção deste estudo, também foi realizada uma pesquisa de campo, caracterizada por uma contagem volumétrica e classificatória de veículos. Segundo DNIT (2006) a contagem volumétrica e classificatória possibilita verificar os tipos de veículos que circulam pela rodovia. Segundo esse mesmo autor, veículos de passeio tem peso bruto máximo de 3,5 tf, caminhões do tipo 3C, pesam 23tf e ônibus 2C cerca de 19,5 tf. A pesquisa foi realizada na segunda-feira das 06:00h às 09:00h, caracterizando o intervalo de pico, e no sábado no mesmo horário (dias 28 de janeiro de 2019 e 01 de fevereiro de 2019, respectivamente). Essa contagem possibilita a verificação do quanto o tráfego desses veículos pode contribuir para o agravamento das condições do pavimento em estudo e para o surgimento de novas patologias. Realizou-se também um registro fotográfico para fundamentar a análise do trecho em questão, que foi percorrido para verificação de todos os defeitos existentes, elementos essenciais a segurança, bem como análise da atual situação da sinalização existente.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho apresenta uma análise da situação da rodovia BR - 226, no trecho entre a cidade de Pereiro, no Estado do Ceará, e a interseção com a BR - 116. No município de Pereiro existem duas grandes empresas, polos atrativos de viagens e que empregam muitos moradores das cidade de Pereiro, utilizando o trecho rodoviário em destaque para escoar seus produtos e serviços. Também há donos de construtoras do município de São Miguel-RN, que usam o trecho em questão para transportar areia, visto que a cidade não conta com depósitos naturais deste

material. O trecho em estudo possui uma extensão de 26,9 km e a figura 56, mostra uma visão geral deste trecho de rodovia.

Figura 56: Trecho da BR – 226



Fonte: Google maps (2019)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DO TRÁFEGO

Inicialmente será descrita a contagem feita no sentido Pereiro – interseção com a BR 116. As classificações feitas a seguir estão de acordo como o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT do ano de 2006. A contagem volumétrica e a classificação dos veículos que transitavam sobre a via foram feitas nos dias 28 de janeiro de 2019 e 01 de fevereiro de 2019 (segunda-feira e sábado, respectivamente) das 06:00h até as 09:00h, sendo que o local escolhido para estas pesquisas foi uma das entradas da cidade. A seguir, serão apresentados os quadros 3 e 4 que mostrarão os resultados desta pesquisa.

Quadro 3: Contagem feita no sentido Pereiro – interseção com a BR 116

Tipo de veículo	Quantidade	Classificação
Motocicleta	26	2M
Carro de passeio	33	2P
Caminhão	29	3C

Ônibus	4	2CB
--------	---	-----

Fonte: Autoria própria (2019)

Quadro 4: Contagem feita no sentido contrário

Tipo de Veículo	Quantidade	Classificação
Motocicleta	22	2M
Carro de passeio	30	2P
Caminhão	8	3C
Ônibus	0	2CB

Fonte: Autoria própria (2019)

Ao longo do trecho em estudo, existem vários distritos da cidade de Pereiro, onde a população desses locais usa carros e motos para se deslocar até Pereiro para usufruir dos serviços que a cidade dispõe e outras utilizando ônibus, se deslocam até cidades vizinhas (Jaguaribe - CE e Icó - CE) para utilizar serviços ou comprar mercadorias que Pereiro não dispõe.

Através dos quadros 3 e 4 é possível ver o elevado número de caminhões existentes, principalmente no sentido Pereiro - Br 116. Isso se deve principalmente a 3 fatores importantes.

O primeiro é o fato da cidade de Pereiro passar por uma grave crise hídrica, sendo atendida pelo programa caminhão pipa. Em algumas fotos apresentadas nos próximos tópicos é possível ver a presença de uma adutora, mas a mesma nunca entrou em funcionamento por jamais ter sido concluída.

O segundo fator refere-se ao fato de que a cidade de São Miguel - RN não possui depósitos naturais de areia e os donos de construtoras de lá, mandam diariamente caminhões caçamba irem busca-la em Jaguaribe - CE.

E por fim, o trecho da CE 138 que liga as cidades de Pereiro - CE a São Miguel - RN está em obra, e a água utilizada é retirada de um açude na entrada da cidade de Pereiro, localizado em uma das margens da BR 226 e consequentemente os caminhões pipas da construtora, trafegam sobre o trecho em estudo.

5.2 PATOLOGIAS E INCOVENIENTES ENCONTRADOS

Com o passar dos anos, o tráfego na via em questão aumentou progressivamente devido ao desenvolvimento da cidade de Pereiro, bem como do surgimento e crescimento das empresas citadas em seu entorno.

Desde sua última reforma em 2013, pouca manutenção foi realizada na rodovia, o que ocasionou a ampliação das patologias existentes e favoreceu o surgimento de novas ao longo dos anos.

A patologia mais comum encontrada ao longo do trecho em estudo foi do tipo “Panela”, onde a mesma possui código “P”, segundo o DNIT (2003). Conforme o DNIT (2006), esse tipo de problema pode surgir devido a fragmentação em pontos localizados na superfície do pavimento. Com o surgimento dos buracos, a água superficial ganha acesso a camada de base, carreando o material fino e desagregando esta camada. E com a passagem do tráfego, os buracos vão aumentando em comprimento e largura, acelerando o processo de desagregação das camadas subjacentes. As figuras 57 e 58 mostram uma das panelas que já chegou a ocupar toda uma faixa de tráfego e a situação de umas das curvas do trecho em estudo, mas vale salientar que são encontradas panelas ao longo de todo o trecho.

Figura 57: Panela



Fonte: Autoria própria (2018)

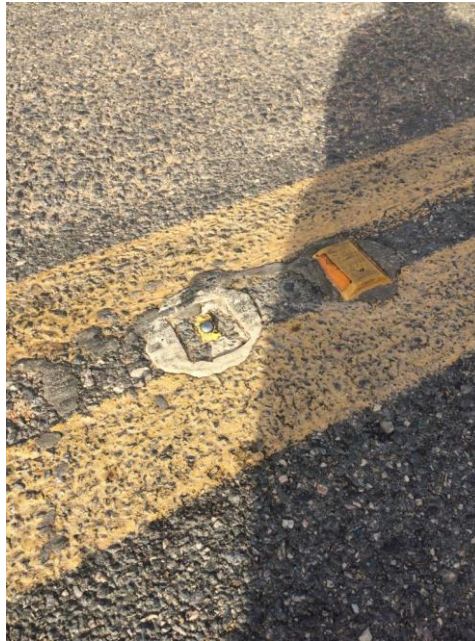
Figura 58: Curva repleta de buracos



Fonte: Autoria própria (2018)

Ao percorrer o trecho, percebeu-se que os tachões refletivos haviam sido trocados e mudados de posição, mas que algumas de suas antigas aberturas não foram preenchidas ou foram preenchidas de maneira incorreta o que também pode ter dado início a este tipo de problema que foi verificado em vários pontos do eixo da rodovia, como é mostrado nas figuras 59 e 60.

Figura 59: Posição antiga e nova do tachão



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 60: Panelas no eixo da rodovia



Fonte: Autoria própria (2018)

Uma solução para este problema é a realização de um estudo mais aprofundado, para verificar se as camadas subjacentes foram danificadas devido a essas aberturas. Caso elas não tenham sido atingidas, basta que um remendo superficial seja executado. Caso contrário, é necessário que toda a área atingida, tanto em extensão como em profundidade, seja retirada e toda o trecho reconstruído, utilizando-se para tanto, materiais que possuam capacidade de

suporte adequado com os níveis de solicitação da rodovia. No caso das camadas de base, sub-base, o processo ocorre da seguinte forma: inicialmente lança-se o material, de maneira que a camada não fique com altura superior a 20cm (isso é necessário para que a compactação seja eficiente) e em seguida, prossegue-se com a compactação. Este processo se repete até que a camada em execução atinja sua altura especificada em projeto. Para a camada de revestimento, o processo de reconstrução poderá ser realizado com as mesmas especificações do trecho original.

A outra patologia que foi encontrada foi o “Afundamento plástico”, que segundo o DNIT (2006, p. 64) é “causado pela influência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou de subleito”. E ainda, de acordo com este órgão o afundamento verificado é local por possui uma extensão inferior a 6m. A seguir, são apresentadas figuras 61 e 62 que mostram alguns afundamentos plásticos encontrados no trecho em estudo.

Figura 61: Afundamentos plástico, local 1



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 62: Afundamento plástico, local 2



Fonte: Autoria própria (2018)

Assim como no caso das panelas, também é necessário estudos mais aprofundados para que fosse possível ver toda a extensão do problema. Aparentemente, este defeito afetou pelo menos o revestimento e a camada de base. Neste caso, pode ser sugerido a utilização da fresagem para retirada das camadas que foram deterioradas, e em seguida, a reconstrução das mesmas, considerando as mesmas características do pavimento original.

5.3 SITUAÇÃO DA SINALIZAÇÃO, DRENAGEM E ELEMENTOS DE SEGURANÇA

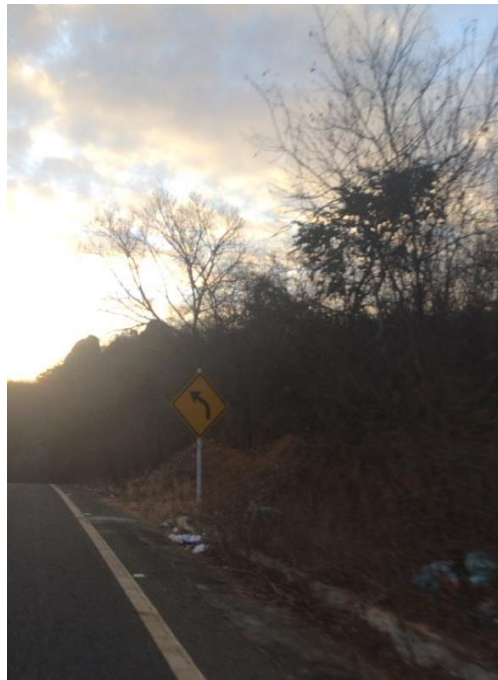
Como citado no tópico anterior, a rodovia passou recentemente por uma reforma, mas somente as sinalizações horizontal e vertical e os elementos de segurança foram trocados, e por isso, se encontram em bom estado de conservação. As figuras 63 e 64 mostram duas placas que representam a situação das demais ao longo do trecho.

Figura 63: Placa de indicação



Fonte: Autoria própria

Figura 64: Placa de advertência



Fonte: Autoria própria

Com relação aos elementos de drenagem que em alguns trechos se encontram deteriorados, com presença de panelas, que favorecem a entrada de água na estrutura do pavimento, acelerando a evolução do defeito e permitindo que novos venham a surgir. Além

disso, tais elementos acabam tendo sua eficiência exaurida, já que os mesmos não captarão nem destinarão adequadamente as águas pluviais. As figuras 65 e 66 mostram algumas sarjetas degradadas, presentes no trecho estudado.

Figura 65: Sarjeta 1



Fonte: Autoria própria (2018)

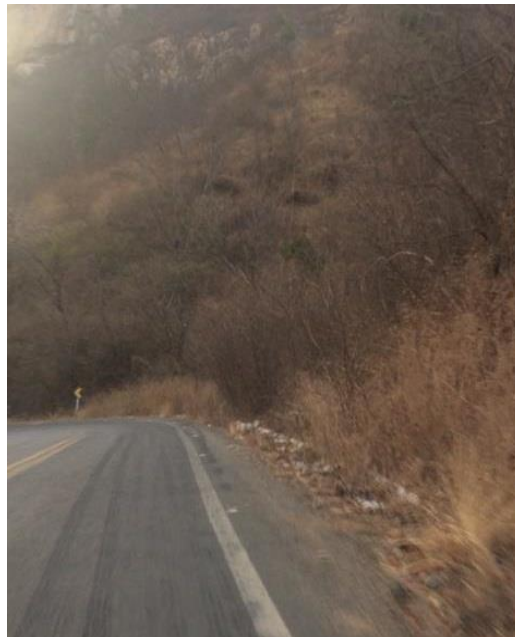
Figura 66: Sarjeta 2



Fonte: Autoria própria (2018)

Em alguns locais da rodovia a mata começou a invadir a pista e ocupar as sarjetas. Em outros locais percebe-se o acúmulo de lixo. Dessa forma em dias de chuva, segundo relatos da população, a água não escoa pelas sarjetas e sim sobre o pavimento. Vários são os riscos que esse fato trás, como: derrapagem, aquaplanagem, redução do atrito entre roda e asfalto, o que aumenta as distâncias de frenagem, entre outros. A seguir, as figuras 67 e 68 retratam o que foi dito anteriormente.

Figura 67: Mata ocupando sarjeta



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 68: Sujeira ocupando sarjeta



Fonte: Autoria própria (2018)

A solução para este problema é bastante simples. Nos pontos em que são encontradas panelas é necessário que se faça um estudo para se verificar o quanto o pavimento sofreu degradação estrutural. Caso não tenha ocorrido esse tipo de defeito, é suficiente que a sarjeta seja reconstruída. Porém, caso as camadas subjacentes tenham sido afetadas, sugere-se que seja feito o mesmo processo dos rementos profundos e regularização das áreas afundadas, antes que a sarjeta seja reconstruída. Nos pontos ocupados pela mata nativa ou por sujeira, basta que as mesmas sejam retiradas para que água volte a escoar pelas sarjetas.

Com relação aos elementos de segurança, é importante destacar que a rodovia nunca possuiu acostamento, o que constitui um fato muito grave, visto que, em caso de avarias ou outras necessidades sem acostamentos, não há local seguro para a comodação de veículos que podem ficar sujeitos a ocorrência de colisões e outros acidentes. Com relação as defensas, todas se encontram em bom estado de conservação (Figura 69).

Figura 69: Defesa simples



Fonte: Autoria própria (2019)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A chegada da época de chuvas da região está acelerando o processo de degradação do pavimento, uma vez que em alguns pontos, devido as panelas, a camada de base está exposta. Quando chove, os buracos ficam cheios de água gerando insegurança entre os motoristas pois não se pode prever qual a profundidade desses defeitos, podendo causar graves acidentes inclusive com vítimas. Como também foi apresentado no tópico anterior, algumas sarjetas estão entupidas, fazendo com que a água escoe sobre o pavimento, também causando acidentes.

No que se refere aos defeitos encontrados, fica evidente a necessidade de recuperação imediata do pavimento através da fresagem e da execução de remendos superficiais e/ou profundos, visto que os mesmos estão evoluindo. Algumas panelas já possuem aproximadamente 4 cm de profundidade e tendem a evoluir para defeitos maiores e de soluções mais onerosas. É também necessário que a rodovia seja alargada para construção dos acostamentos, elementos muito importantes para a segurança dos usuários

Diante de tudo isso, sugere-se que o Governo Federal, através do DNIT, realize uma avaliação mais aprofundada da situação no trecho estudado e estabeleça quais as melhores técnicas de recuperação, proporcionando uma vida útil maior e que usuários tenham segurança, conforto e economia durante suas viagens.

REFERÊNCIAS

AKISHINO, Pedro. ESTUDOS DE CAPACIDADE. In: AKISHINO, Pedro. **Apostila do Curso de Graduação em Engenharia Civil: Estudos de Tráfego**. Parana: Ufpr, 2013. p. 219-320.

ANDRADE, Mário Henrique Furtado. **INTRODUÇÃO À PAVIMENTAÇÃO**. Paraná: Ufpr, 2010. 64 slides, color. Disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/Pavimentacao/Notas/MOdule%201%20-%20Introducao.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2018.

ANTT (Brasília). **CONCESSÕES RODOVIÁRIAS**. (s.d.). Disponível em: http://www.antt.gov.br/rodovias/Concessoes_Rodoviarias/index.html. Acesso em: 02 nov. 2018.

BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi; CAIXETA FILHO, José Vicente. Impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 3, n. 46, p.1-36, jul. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032008000300006. Acesso em: 02 nov. 2018.

BELO HORIZONTE. DEER. **DEER/MG inicia recuperação do pavimento da MG-179**. 2017. Disponível em: <http://www.deer.mg.gov.br/noticias/209-deer-mg-inicia-recuperacao-do-pavimento-da-mg-179>. Acesso em: 15 dez. 2018.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: Formação Básica para Engenheiros**. 3. ed. Rio de Janeiro: Gráfica Imprinta, 2010. 739 p.

BRASÍLIA. CNT / SEST / SENAT. **Conheça os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias: Estudo “Por que os pavimentos do Brasil não duram?”** explica características e causas das falhas mais comuns identificadas em rodovias brasileiras. 2018. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/imprensa/noticia/conheca-principais-defeitos-pavimento>. Acesso em: 03 nov. 2018.

_____. **Pesquisa CNT de Rodovias 2018: Relatório Gerencial**. 22. ed. Brasília: Cnt, 2018. 408 p.

BRASQUÍMICA (Candeias). **LAMAS ASFÁLTICAS (CONVENCIONAIS E POLIMÉRICAS)**. 2012. Disponível em: https://www.brasquimica.com.br/informacoes-tecnicas/prg_pub_det.cfm/lamas-asfalticas-convencionais-e-polimericas. Acesso em: 21 dez. 2018.

BRUNO, Guilherme. **COPEVE - Curva Granulométrica**. 2017. Disponível em: <https://www.cneconcursos.com.br/single-post/COPEVE-Curva-Granulometrica>. Acesso em: 15 mar. 2019.

DEBS, Mounir Khalil El; TAKEYA, Toshiaki. **INTRODUÇÃO AS PONTES DE CONCRETO**. São Paulo: Usp, 2009. 110 p.

_____. Mounir Khalil El. PONTILHÕES EM ABÓBODAS E MUROS PRÉ-MOLDADOS SOLIDARIZADOS COM CONCRETO MOLDADO NO LOCAL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 45., 2003, Vitória. **Anais**. Vitória: Ibracon, 2003. p. 1 - 16.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER 700/100: GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS RODOVIÁRIOS**. Rio de Janeiro: Dner, 1997. 292 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER 706/20: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro: Abnt, 1999. 228 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 005/2003 - TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia**. Rio de Janeiro: Abnt, 2003. 12 p.

_____. **DNIT 005/2003 - TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia**. Rio de Janeiro: Abnt, 2003. 12 p.

_____. **DNIT 035/2018 - ES: Pavimentação asfáltica – Microrrevestimento asfáltico – Especificação de serviço**. Rio de Janeiro: Abnt, 2018. 9 p.

_____. **DNIT 095/2006 - EM: Cimentos asfálticos de petróleo - Especificação de material**. Rio de Janeiro: Abnt, 2006. 6 p.

_____. **DNIT 139/2010: Pavimentação - Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de Serviço**. Rio de Janeiro: Abnt, 2010. 8 p.

_____. **DNIT 144/2018: Defensas metálicas - Especificação de serviço**. Rio de Janeiro: Abnt, 2018. 35 p.

_____. **DNIT 150/2010: Pavimentação asfáltica - Lama asfáltica - Especificação de serviço**. Rio de Janeiro: Abnt, 2010. 9 p.

_____. **DNIT 151/2010: Pavimentação - Acostamentos - Especificação de Serviço**. Rio de Janeiro: Abnt, 2010. 7 p.

_____. **DNIT 159/2011-ES: Pavimentos asfálticos – Fresagem a frio – Especificação de serviço.** Rio de Janeiro: Abnt, 2011. 7 p.

_____. **Breve Histórico do Rodoviarismo Federal no Brasil.** (2010). Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/historico/>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

_____. **MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO.** 3. Ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2006.

_____. **MANUAL DE ESTUDOS DE TRÁFEGO.** 1. Ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2006.

_____. **MANUAL DE DRENAGEM DE RODOVIAS.** 2. Ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2006.

_____. **MANUAL DE PROJETO E PRÁTICAS OPERACIONAIS PARA SEGURANÇA NAS RODOVIAS.** 1. Ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2010.

_____. **MANUAL DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.** 2. Ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2006.

_____. **MANUAL DE SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA.** 3. Ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2010.

E-COMMERCE NEWS (São Paulo). **Estradas mal conservadas elevam em até 90% custo do frete no Brasil, sugere estudo da startup CargoX.** 2017. Disponível em: <https://ecommercenews.com.br/noticias/pesquisas-noticias/estradas-mal-conservadas-elevam-em-ate-90-custo-do-frete-no-brasil-sugere-estudo-da-startup-cargox/>. Acesso em: 01 dez. 2018.

ENSERCON (Cuiabá). **Pavimentação Asfáltica tipo TSD com capa selante, Vila Olinda e Pedra 90 - Rondonópolis - MT.** 2004. Disponível em: <http://www.ensercon.com.br/index.php?pg=foto&idGal=15>. Acesso em: 21 dez. 2018.

FIRCON (Maringá). **SAM E SAMI.** 2014. Disponível em: <http://www.fircon.com.br/nossos-produtos/645/sam-e-sami>. Acesso em: 21 dez. 2018.

IBPT (Curitiba). **REAL FROTA CIRCULANTE NO BRASIL É DE 65,8 MILHÕES DE VEÍCULOS, INDICA ESTUDO.** 2018. Disponível em: [REAL FROTA CIRCULANTE NO BRASIL É DE 65,8 MILHÕES DE VEÍCULOS, INDICA ESTUDO](#). Acesso em: 01 nov. 2018.

LESSA, Daniele (Brasília). Câmara dos Deputados (Ed.). **Especial Rodovias - As primeiras estradas brasileiras - (05' 49").** 2005. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/radio/materias/REPORTAGEM->

ESPECIAL/330615-ESPECIAL-RODOVIAS--AS-PRIMEIRAS-ESTRADAS-BRASILEIRAS--(05%27-49"-).html. Acesso em: 02 nov. 2018.

MACEDO, Edivaldo Lins. NOÇÕES DE TRÁFEGO E CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS. In: MACEDO, Edivaldo Lins. **Noções de Topografia Para Projetos Rodoviários**. São Paulo: Topografia Geral, 2004. p. 1-8.

MEAN, Angélica; ANANIAS, Renata; OLIVEIRA, Viviane. **PAVIMENTAÇÃO RÍGIDA**. Prof. Dr. André Bartholomeu 2011. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco, Itatiba, 2011.

MOTA, Gabriel Luan Paixão. **Técnicas de recuperação de patologias em pavimentos de asfalto**. 2017. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/técnicas-de-recuperação-patologias-em-pavimentos-paixão-mota>. Acesso em: 02 nov. 2018.

PARANA. Departamento de Estradas e Rodagens – DER. Norma de Pavimentos Flexíveis e Rígidos. 2008.

_____. DEPARTAMENTO ESTADUAL DE RODOVIAS - PR. . **TÓPICOS DE PROJETO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS E DE CIMENTO PORTLAND**. Paraná: Der - Pr, 2008. 89 slides, color.

_____. DETRAN -PR. . Dispositivos auxiliares. In: PARANA. DETRAN -PR. . **Sinalização de trânsito**. Parana: Detran, 2016. p. 1-13.

PEREIRA, Djalma Martins et al. AKISHINO, Pedro. **ESTUDOS DE CAPACIDADE**. In: AKISHINO, Pedro. **Apostila do Curso de Graduação em Engenharia Civil: Estudos de Tráfego**. Parana: Ufpr, 2013. p. 219-320. Paraná: Ufpr, 2010. 37 p.

_____. Djalma Martins et al. **INTRODUÇÃO À TERRAPLENAGEM**. Paraná: Ufpr, 2006. 103 p.

PETROPAVI (Curitiba). **Lama Asfáltica (Rejuvenescimento Asfáltico)**. 2014. Disponível em: <http://petropavi.com.br/portfolio/lama-asfaltica-curitiba/>. Acesso em: 15 dez. 2018.

RATTON, Eduardo et al. **SISTEMAS DE TRANSPORTES TT046**. Paraná: Ufpr, 2015. 74 slides, color. Disponível em: http://www.dtt.ufpr.br/Sistemas/Arquivos/TT046_Aula%2005_v2.pdf. Acesso em: 14 jan. 2019.

REZENDE, Elcio Nacur; COELHO, Hebert Alves. IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS NA RESPONSABILIDADE CIVIL. **Revista do Mestrado em Direito**, Brasília, v. 9, n. 2, p.1-26, jul. 2015.

Rocha, Robson Soares da, Souza, Eduardo Antônio Lima. **PATOLOGIAS DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS E SUAS RECUPERAÇÕES – ESTUDO DE CASO DA AVENIDA PINTO DE AGUIAR**. Salvador, 2010.

RODNEI CORSINI (São Paulo). **Selagem de trincas em pavimentos**. 2011. Disponível em: <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/5/solucoes-tecnicas-2-selagem-de-trincas-em-pavimentos-224688-1.aspx>. Acesso em: 15 fev. 2019.

RODRIGUES, Isabel Márcia; COLMENERO, João Carlos. A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DAS RODOVIAS PARA O SISTEMA DE REDES LOGÍSTICAS. In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. *Anais*. Salvador: Abepro, 2009. p. 1 - 7.

SENÇO, Wlastermiller. **MANUAL DE TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 779 p.

THOMPSON, Felipe de Freitas; ALTOÉ, João Alberto Fioresi. **DEFENSAS METÁLICAS: UMA EVOLUÇÃO NA SEGURANÇA DAS ESTRADAS**. Orientador: Prof. Dr. Ângelo Gil Pezzino Rangel. 2012. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

YOSHIZANE, Hiroshi Paulo. DEFEITOS, MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO. In: YOSHIZANE, Hiroshi Paulo. **DEFEITOS, MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO**. Limeira: Unicamp, 2005. p. 1-32.

ANEXO A – Ficha de contagem volumétrica do DNIT (2006)

[illegible]