

Anderson Felipe Grifante Rodrigues Alves¹Prof. Me Nelso Lucio Huber²Prof. Me Luciane Dusi Pereira³

RESUMO

A drenagem de rodovias é uma das etapas mais importantes na implantação e construção de uma estrada, por ser responsável em garantir a estabilidade da via, permitindo que seus usuários trafeguem com total segurança pelas rodovias, diminuindo o risco maior de acidentes em dias de chuva, em razão da aquaplanagem. Portanto, este trabalho propõe pesquisa bibliográfica através de manuais, livros e documentos, bem como visitas in loco e registros fotográficos, afim de realizar um inventário no trecho KM 112 a 119,5 da Rodovia SC135, área de estudo, identificando-se o sistema de drenagem composto por superfície estradal, bueiros, valetas, sarjetas de corte, sarjetas de aterro, caixas coletoras e sua conservação. Com a elaboração do inventário no trecho rodoviário, obteve-se gráficos pontuando-se as porcentagens de problemas identificados no contexto dos dispositivos de drenagem. Concluindo-se, os resultados apresentados neste artigo, vem contribuir para análises diagnósticas da identificação de problemas de drenagem em rodovias, subsidiando tanto ao planejamento quanto na tomada de decisão para os órgãos responsáveis, frente a necessidade de manutenção e/ou a elaboração de novos projetos de rodovias.

Palavras-chave: Drenagem de rodovias, estabilidade, aquaplanagem, planejamento, elaboração.

ABSTRACT

Highway drainage is one of the most important stages in the implementation and construction of a road, as it is responsible for ensuring the stability of the road, allowing its users to travel safely on the highways, reducing the increased risk of accidents on rainy days, due to aquaplaning. Therefore, this work proposes bibliographic research through manuals, books and documents, as well as on-site visits and photographic records, in order to carry out an inventory on the stretch KM 112 to 119.5 of Highway SC135, study area, identifying the system drainage system consisting of road surface, manholes, ditches, cutting gutters, landfill gutters, collecting boxes and their conservation. With the elaboration of the inventory on the road section, graphs were obtained scoring the percentages of problems identified in the context of the drainage devices. In conclusion, the results presented in this article come to contribute to diagnostic analysis of the identification of drainage problems on

¹ Graduado em Engenharia Civil, pela Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). email: anderson1300@hotmail.com.

² Professor Orientador. Graduado em Engenharia Civil, pela Universidade Federal de Santa Maria – RS, Pós Graduado (Mestre) em Infraestrutura e Gerência Viária, pela Universidade Federal de Santa Catarina e docente no Curso de Engenharia Civil das Universidades Alto Vale do Rio do Peixe e Universidade do Sul de Santa Catarina. email: nelhuber@gmail.com.

³ Professora Coorientadora. Graduada em Engenharia Sanitária, pela Universidade Federal de Santa Catarina, Pós Graduada (mestra) em Engenharia Ambiental, pela Universidade Federal de Santa Catarina e docente no Curso de Engenharia Civil da Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP).email: duziluciane@gmail.com.

highways, subsidizing both planning and decision making for the responsible bodies, in view of the need for maintenance and / or the elaboration of new ones. highway projects.

Keywords: Drainage of highways, stability, aquaplaning, planning, elaboration.

INTRODUÇÃO

Rodovias em bom estado de conservação e segurança são necessárias para a adequada locomoção das pessoas, e para isto é preciso projetá-las e mantê-las de forma que tenham um sistema de drenagem eficiente. O estudo servirá para os aprofundamentos dos conhecimentos sobre rodovias e seus sistemas de drenagem, assim como a experiência de campo será ponto de aprendizado prático.

É indispensável o conhecimento sobre o assunto de drenagem, quando se trata da construção de uma rodovia e até mesmo de uma ferrovia, sendo em alguns casos necessário a construção/execução do mesmo, garantindo a segurança dos usuários da via, mantendo a qualidade do pavimento por um período de tempo mais longo, evitando também o surgimento de patologias.

Sendo assim, como objetivo geral do trabalho de conclusão de curso, buscou-se realizar um inventário dos problemas nas obras de drenagem superficial e de transposição de talvegue na rodovia SC135 do km 112 até 119,5.

Para tanto, tem-se como principais objetivos específicos a elaboração de um inventário sistematizando os problemas no sistema de drenagem e construir sua correspondência com as definições normativas; elaborar uma discussão de resultados, afim de relatar a gravidade dos problemas, analisando-se a possibilidade de serem resolvidos de imediato ou a longo prazo.

“Drenagem é um termo que provém do francês *drainage* e que faz referência a ação e ao efeito de drenar. Este verbo, por sua vez, significa assegurar a saída de líquidos ou da excessiva humidade através de canos (canalização), tubos ou ralos” (CONCEITO.DE, 2018, p.01).

A água da chuva requer espaço para o escoamento e acumulação. O espaço natural é a várzea do rio e quando esse espaço é ocupado desordenadamente, sem critério que leve em consideração sua destinação natural, ocorrem as inundações (NETTO et al., 1998, p.543).

Drenagem em Rodovias

O encaminhamento da água de escoamento faz se constituir o objetivo da drenagem superficial, da água de infiltração e o objetivo da drenagem profunda, sub drenagem ou drenagem subterrânea (DNIT, 2010).

É por esse motivo que o sistema de drenagem tem por objetivo captar e conduzir de forma rápida e eficiente as águas provenientes das precipitações ocorridas sobre a pista e áreas adjacentes, por infiltração ou escoamento superficial, podendo acarretar em menos conforto e segurança aos usuários, além de prejudicar a durabilidade da rodovia, gerando possivelmente um custo maior de manutenção por causa do efeito da água (DNIT, 2010).

Drenagem Superficial

A drenagem superficial tem por objetivo interceptar e captar a quantidade de água provenientes de áreas adjacentes, e até mesmo da precipitação que cai sobre a superfície estradal, conduzindo-a de forma segura para fora da pista, garantindo a segurança e a estabilidade ao usuário da via (DNIT, 2006).

Sarjetas de corte/ Sarjeta de Aterro

Tem por objetivo de captar as águas que precipitam sobre a plataforma e taludes de cortes conduzindo de forma longitudinal à rodovia, até o ponto de transição entre corte e o aterro, permitindo a saída lateral para o terreno natural, ou para valeta de aterro e até mesmo para um bueiro de greide (DNIT, 2006).

As sarjetas de corte podem ser de diversos tipos diferentes de seção, dependendo da capacidade de vazão necessária. A sarjeta triangular é um tipo bem aceito, pois apresenta uma razoável capacidade de vazão, além de contar a seu favor com o importante fato da redução dos riscos de acidentes (DNIT, 2006).

A sarjeta trapezoidal é utilizada quando o valor de vazão da sarjeta triangular é insuficiente para atender à descarga do projeto. A sarjeta retangular é utilizada quando a seção triangular não atender à vazão para a descarga de projeto, ou no caso de cortes em rocha, usando-se nesse caso também o meio – fio de proteção (DNIT, 2006). A sarjeta de aterro tem por objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma, de modo que impeça as erosões na borda do acostamento e/ou no talude do aterro, conduzindo-as ao local de deságue seguro (DNIT, 2006).

Essas sarjetas podem ser revestidas com diversos materiais como grama, pedra arrumada, pedra argamassada, concreto ou solo cimento, normalmente moldadas “in loco” de forma manual ou mecânica, em aterros com altura superior a 3m, e os meio fios podem ser de diferentes seções transversais e pré-moldados (PEREIRA et al., 2007).

Descidas d' água

As descidas d' água tem por objetivo captar e conduzir as águas provenientes de outros dispositivos de drenagem, pelos taludes de corte e aterro. Podem ser no tipo rápido ou em degrau, dependendo da velocidade que o escoamento irá atingir evitando que não haja erosão nas características geotécnicas do talude e do terreno natural. Vale salientar que existe dois tipos de descidas d' água que são: descidas d' água em aterro, e descidas d' água em corte (DNIT, 2006).

Caixas coletoras

Segundo DNIT (2006), as caixas coletoras têm por objetivo: coletar as águas que são provenientes das sarjetas, de áreas a montante de bueiros de talwegues, como também coletar as águas provenientes das descidas d' água de cortes, além de permitir a inspeção dos condutos que por ela passam e por fim possibilitar a mudança da dimensão dos bueiros.

A altura máxima recomendada para a caixa coletora é de 2,50m, podendo chegar à 3,00m em casos extremos, visando a facilitar de forma segura os serviços de manutenção da mesma. Essas caixas deverão ser posicionadas para dentro do corte, o mais afastado possível do bordo, para a maior segurança dos motoristas e dos pedestres (JABÔR, 2018).

Bueiro de greide

O bueiro de greide consiste de uma linha de tubos de concreto, geralmente armado, com um diâmetro de aproximadamente 0,80m, onde é apoiado em um berço de concreto magro, quase na superfície da plataforma de terraplanagem, no qual tem por objetivo propiciar uma adequada condição de deságue de toda água coletada pelos dispositivos de drenagem superficial, cuja a vazão admissível foi superada e também drenar pontos baixos (PEREIRA et al., 2007).

Os bueiros de greide se localizam em uma série de locais que são: nas extremidades dos comprimentos críticos das sarjetas de corte, nos pés das descidas d' água dos cortes, nos pontos de passagem de corte – aterro, além das rodovias de pista dupla. Esse tipo de bueiro pode ser implantado na transversal ou longitudinalmente ao eixo da rodovia (DNIT, 2006).

PROBLEMAS RELACIONADOS À DRENAGEM SUPERFICIAL DE RODOVIAS

O acúmulo de água que escoar sobre a pista de rolamento, dependendo da espessura da lâmina d' água que se forma, poderá comprometer seriamente as condições de aderência da pista, acarretando graves acidentes, com a derrapagem e a aquaplanagem. Caso a água da chuva venha a

penetrar sobre a base e nela se acumular, os efeitos destrutivos, pelas pressões hidráulicas que as cargas dos caminhões pesados transmitem, serão danosos e poderão causar a ruína total de um pavimento, ainda que corretamente projetado (DNIT, 2010).

METODOLOGIA E MATERIAL

A metodologia utilizada nesse trabalho basea-se na pesquisa bibliográfica em manuais técnicos, livros, apostilas e pesquisas da internet para aprofundar o assunto a ser estudado, bem como saídas de campo para coleta de dados, sendo também um estudo quantitativo e comparativo, seguindo todos os critérios da drenagem de rodovias segundo DNIT (2010). Assim fundamentando-se todo o conhecimento necessário para a verificação dos sistemas de drenagem superficiais na rodovia SC135.

Sobre a SC-135 e a Determinação do Trecho

A SC 135 é uma rodovia bastante sinuosa e de pista simples, que corta o estado de Santa Catarina de forma longitudinal (de norte à sul), com uma extensão aproximada de 222 km, tendo como seu ponto inicial na interseção com a SC 280 em Porto União SC e seu final na interseção com a SC 390 na cidade de Celso Ramos SC. Passando por diversos municípios do meio oeste catarinense, por esse motivo é considerada uma importante rodovia para esta região, por ser a responsável em escoar boa parte da produção dos municípios que ela passa.

O trecho inicial definido tem aproximadamente 32,6 km com início em Caçador SC e final em Videira SC, os pontos de início e fim tiveram como referência os trevos de acesso as duas cidades. A escolha do trecho definitivo de estudo se deu após a visita técnica realizada, sendo escolhido um sub trecho que apresentava vários problemas de drenagem e até mesmo de pavimentação, que está localizado entre Rio das Antas e Videira, mais especificamente entre o quilômetro 112 até ao 119,5, correspondendo assim uma distância 7,5Km para o estudo da drenagem.

Inventário

Para a elaboração do inventário dos dispositivos de drenagem que apresentaram problemas, foram realizadas visitas técnicas no trecho designado para o estudo, com registros fotográficos, para utilização na montagem do inventário com as respectivas causas desses problemas encontrados, identificando-se a quilometragem que se encontram esses problemas.

O inventário é a contagem física de todos os tipos de itens existentes num determinado trecho rodoviário, necessitando apenas de atualizações no momento em que forem incorporados novos elementos no trecho. O resultado do inventário é incontestavelmente um dos elementos base para a confecção do balanço de uma estrada, na qual por seu intermédio que é possível conhecer a quantidade exata de cada elemento presente em uma determinada rodovia como por exemplo a qualidade do pavimento, quantidade de placas de sinalizações, sarjetas, valetas, bueiros e entre muitos outros que podem constituir uma estrada (DINIT, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização de 4 visitas técnicas para o levantamento completo no trecho a ser estudado da rodovia SC 135 entre o km 112 e 119,5, foi realizado um inventário dos dispositivos de drenagem que apresentaram problemas de funcionamento. O inventário será dividido em 7 trechos de 1 quilômetro e mais um trecho com aproximadamente 500 metros, totalizando 7,5 quilômetros.

O inventário abordará diversas estruturas de drenagem encontradas em rodovias, que apresentaram problemas, abordará a implantação e a melhoria de elementos de drenagem em trechos que apresentam baixa eficiência de escoamento.

Será tirado diversas fotos dos problemas encontrados no trecho de estudo, para a descrição do mesmo com as possíveis causas.

Como apresentado anteriormente o trecho de estudo foi dividido em 7 trechos com 1 quilômetro e mais 1 com aproximadamente 500 metros, para um melhor detalhamento dos problemas, e para melhor organização do inventário que conseguirá abordar toda a quilometragem do estudo.

Porém nesse artigo iremos falar principalmente da análise do trecho que apresentou o maior número de problemas, que foi o trecho 2.

As estruturas de drenagem que apresentaram algum problema no trecho 2 são: bueiro circular corrugado de grota, sarjeta triângular de corte (implantação, melhoramento), valeta de proteção de corte/ valetão lateral (melhoramento) e transposição de segmento de sarjeta (implantação).

Os bueiros corrugados de grota são dispositivos responsáveis em permitir a passagem livre das águas que acorrem as estradas e também permitir a transposição de talvegues atingidos pela rodovia. São instalados no fundo das transposições de talvegues e responsáveis por corresponderem a cursos de água permanentes e em muitos casos utilizados em obras de grande porte, ou seja, são os responsáveis em atravessar a água de um lado para o outro da estrada. Devem ser fabricados a

partir de bobinas de aço seguindo as normas da AASHTO e ASTM e revestidos adequadamente para suportar as mais diversas condições ambientais.

As valetas de proteção de corte são responsáveis em interceptar as águas que escorrem pelo terreno a montante, impedindo que a mesma atinja o corte. As valetas de proteção de aterro têm o mesmo objetivo, porém a diferença que impede de a água atingir a o pé do talude do aterro. O valetão lateral são formados a partir da borda do acostamento, sendo constituído de um lado pelo acostamento e do outro pelo próprio talude de corte, processo designado como falso-aterro.

A sarjeta é utilizada para a captação das águas que precipitam na pista de rolamento e taludes de cortes, afim de conduzi-las para fora do corpo estradal. E devem ser construídas em todos os cortes, nas margens dos acostamentos da rodovia, terminando em pontos de saída convenientes como caixas coletoras e pontos de passagens de corte para aterro. Existem vários tipos de seções de sarjetas de corte (triangular, trapezoidal, retangular), dependendo da capacidade de vazão necessária.

A tranposição de segmentos de sarjeta é um dispositivo destinado para dar acesso às propriedades ou vias laterais da rodovia, permitindo que os veículos passem pelas sarjetas sem causar danos aos dispositivos de drenagem ou a interrupção do fluxo canalizado.

Identificou-se os problemas do Trecho 2, conforme Figuras 1, 2, 3, 4 e 5. Na Figura 1, apresenta-se as imagens da situação que se encontra o bueiro de grota em aço corrugado (tubo armco) da rodovia SC135 quilômetro 113, com 2,5m de diâmetro, segundo as normas de conservação do DNIT o mesmo, não está recebendo a devida manutenção, e muito menos a resolução do problema, que seria a retirada do material que está impedindo a passagem da água.

Figura 1: Obstrução e Montante do Bueiro de Grota



Fonte: O próprio autor (2018)

Como mostrado na Figura1, o entupimento do bueiro de grota é um problema presente no Km 113 da SC-135. Sendo possível perceber que o tubo de drenagem corrugado de aço está na totalidade de seu diâmetro, no qual se encontra todo obstruído pelo próprio material de sua estrutura. Por esse motivo, em dias que ocorre uma grande precipitação pluviométrica faz com que o tubo não suporte e acabe transbordando a água que vem a montante sobre a pista de rolamento, causando riscos para os motoristas que passam pelo local, além de causar vários problemas no pavimento como formação de buracos, no qual ocorre frequentemente.

Para solução prática desse problema seria necessário a remoção total do material que está obstruindo esse bueiro. Sendo que para sua remoção seria necessário a utilização de equipamento mecânico, para puxar com cabo de aço o material que se encontra dentro do bueiro de grota, utilizando -se como suporte para a realização desse procedimento uma ponte férrea desativada nas proximidades, porém o ideal seria a realização de obras.

Implantação e Melhoramento dos Dispositivos de Drenagem do Trecho 2

Diversos trechos teriam como solução dos problemas de drenagem a implantação de novos sistemas de drenagem e o aumento de capacidade. A implantação de sarjetas seria realizada num trecho de aproximadamente 500 metros entre o km 113 e 113,5. Seriam divididos entre a melhora da drenagem de valetas sem estrutura, colocação de novas sarjetas e a transposição de segmentos de sarjeta, além do sub dimensionamento de uma sarjeta de aproximadamente 140 metros, localizada no km 113,330.

Figura 2: Acúmulo de Água / Ampliação de Valeta e Implantação de Sarjeta



Fonte: O próprio autor (2018)

A Figura 2 mostra a necessidade de melhora da valeta sem revestimento (foto da esquerda e meio), que possui aproximadamente 120 metros, local de início da implantação da sarjeta (foto da

direira), pelo fato de nessas áreas estar ocorrendo o acúmulo de água na pista de rolamento e no acostamento.

Ou seja, para a melhoria da valeta sem revestimento seria necessário a limpeza mecânica que segundo a ES-028 do DNIT, deverá ser realizada por uma motoniveladora para a remoção de grandes quantidades de acúmulo de materiais na beira da rodovia, como também para a retirada de obstruções e remoção de entulhos. A sarjeta a ser construída será revestida por concreto com compressão mínima (f_{ck} ; min), aos 28 dias e 15 Mpa. Essa sarjeta iniciará nos 120 metros da valeta sem revestimento, e terminando no início da transposição de segmento de sarjeta, que será mostrado na Figura 3.

Figura 2: Necessidade de Transposição de Sarjeta



Fonte: O próprio autor (2019)

Na Figura 3, é possível identificar o local que será necessário a implantação da transposição de sarjeta, onde que esse tipo de sarjeta poderá ser implantado de dois tipos que são: transposição por tubo de concreto e transposição com laje de concreto armado. O primeiro é utilizado quando os deflúvios conduzidos poderão ser conduzidos para um coletor de águas pluviais, em canalizações totalmente confinadas. Já para a transposição com laje de concreto, será utilizada somente em deflúvios que serão absorvidos por canalizações retangulares, trapezoidais e triangulares, exigindo o capeamento com laje de concreto armado para a execução de pavimento de acesso. Além de serem utilizados no caso de não haver profundidade suficiente para a utilização de tubos com suficiente cobertura. Esse tipo de estrutura iniciará no km 113,170 e se estenderá por 120 metros.

Figura 3: Início Sarjeta de Corte/ Problemas Causados e Final da Sarjeta



Fonte: O próprio autor (2019)

A Figura 4 está mostrando o local de início e fim da sarjeta triangular de corte, salientada com flecha vermelha. Sendo que a imagem do meio, mostra uma grande quantidade de água que escorre para a pista de rolamento, por causa da falta de sarjeta no local, além de mostrar um tubo circular de concreto que está jogando água no acostamento e atingindo a pista de rolamento. No final dessa sarjeta será necessário a construção de saídas d'água afim de evitar os efeitos destrutivos da erosão, sendo a sua extensão definida a partir das condições locais, seguindo em direção a um riacho que existe nas proximidades.

A sarjeta será revestida em concreto seguindo as orientações da ES- 018 do DNIT, que estabelece que a mesma seja moldada "in loco" ou pré-moldadas atendendo ao disposto no projeto, além de que as sarjetas de corte deverão ser executadas após a conclusão de todas as operações de pavimentação que possam a ser executadas na plataforma rodoviária, afim de não danificá-las.

Por fim, destaca-se o aumento da capacidade de uma sarjeta triangular de corte, localizada no km 113,330 do trecho de estudo e que tem aproximadamente 140 metros de extensão. Para tanto, será necessário a retirada de grande quantidade de entulhos, vegetação e até mesmo lixo da sarjeta, conforme Figura 5.

Figura 5: Início e Fim do Aumento de Capacidade da Sarjeta de Corte



Fonte: O próprio autor (2019)

A Figura 5 mostra o local aproximado de início e fim da sarjeta que necessita do aumento de capacidade de seu escoamento, além de ser perceptível que será necessária a retirada da vegetação das proximidades da sarjeta, além da grande quantidade de sedimentos.

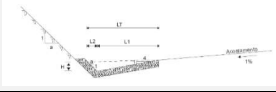

A antiga sarjeta deverá ser removida por completo, seguindo as orientações DNIT(2006), e na seqüência ser reconstruída com profundidade e comprimento maiores conforme a necessidade de escoamento após a realização de cálculos e atendendo as recomendações dos manuais de DNIT(2006).

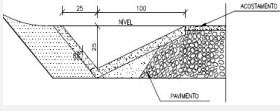
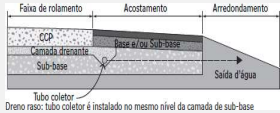
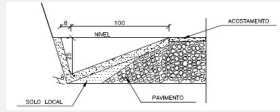
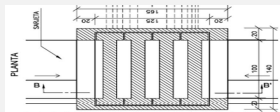
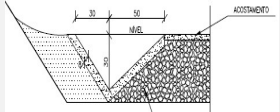
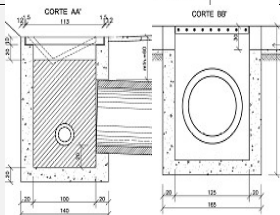
DNIT(2006), destaca que, se a sarjeta triangular de corte em sua dimensão máxima, não for suficiente para a demanda de projeto, deverá ser construída uma sarjeta trapezoidal de corte, por ter uma vazão maior de escoamento.

SÍNTESE DO INVENTÁRIO

Nessa tabela será abordado os trechos da rodovia de estudo que apresentaram algum tipo de problema, por esse motivo que nem todos os trechos relatados nos textos aparecerão na tabela.

Quadro 1: Síntese do Inventário

Trecho	Km	Estruturas de Drenagem	Descrição	Problema
2	113 - 114	1) Bueiro Circular Corrugado de Grotta	Para a construção e instalação se deve seguir as especificações da fabricante. E seguir as normas da AASHTO e ASTM, suportando as diversas condições ambientais.	Bueiro obstruído com materiais da própria estrutura (aço corrugado Armco). Causa alagamentos na condição de elevados índices pluviométricos.
		2) Valeta sem Revestimento	Deverá receber os devidos reparos, com limpeza e aumento de capacidade.	Falta de capacidade da atual estrutura, grande quantidade de vegetação. Causa acúmulo de água na pista de rolamento e acostamentos. Terá que ser realizado melhorias na mesma.
		3) Sarjeta de Corte Triangular		Necessidade da construção de novo elemento de drenagem e melhoramento de outra sarjeta já existente, por haver acúmulo de água na beira da rodovia e a falta de escoamento no local.
		4) Transposição de Segmento de Sarjeta	 Utilizado em casos em que se tenha acesso de veículos, nos locais que necessitam de escoamento por sarjetas.	Local apresenta um baixo escoamento e acúmulo de água nas laterais e na pista de rolamento. Por esse motivo será necessário a construção de uma transposição de sarjeta.

Trecho	Km	Estruturas de Drenagem	Descrição	Problema
4	115 - 116	1)Tubo Circular de Concreto	A falta de manutenção e limpeza, faz com que o tubo circular de concreto fique todo obstruído.	Tubo circular de concreto obstruído, pela falta de manutenção e limpeza. Causa transbordamento nas condições de eventos pluviométricos elevados.
		2) Sarjeta Triangular de Corte		Sarjeta obstruída por vegetação, sedimentos, terra, pedras, folhas e obstruções. Causa alagamento nas condições eventos pluviométricos elevados.
		3)Drenagem do Pavimento		Ruptura, infiltração da água da chuva no pavimento, surgimento de buracos. Causado pela deficiência da drenagem e excesso de água.
5	116 - 117	1)Sarjeta triangular de corte		Sarjeta com grande quantidade de vegetação, falta da própria estrutura, sarjeta danificada, riscos de erosão, várias obstruções com pedras, sedimentos e vegetação. Causa risco para os usuários da rodovia.
		2)Drenagem do Pavimento	Problema que deveria ter sido arrumado após a constatação do mesmo, fazendo adequações necessárias para que o mesmo não viesse ocorrer novamente.	Surgimento de água na superfície do pavimento, devido a falta de drenagem de pavimento. Buracos causados pelo excesso de água no local.
		3) Caixa Coletora		Erosão na jusante de uma sarjeta triangular de corte, risco de desmoronamento e queda de estrutura. Por esse motivo será necessário a implantação de uma caixa coletora.
6	117-118	Sarjeta Triangular de Corte		Sarjeta obstruída por vegetação, sedimentos, terra, pedras, folhas e obstruções. Apresenta sarjetas danificadas e com erosão.
8	119 - 119,5	Caixa Coletora		Erosão na jusante de uma sarjeta triangular de corte, risco de desmoronamento e queda de estrutura. Por esse motivo será necessário a implantação de uma caixa coletora. Apresenta uma grande quantidade de vegetação na beira das sarjetas e acostamento.

Fonte: O próprio autor (2019)

O problema no bueiro circular corrugado de grota no trecho 2 é causado pela falta de manutenção do mesmo. Para o reparo não seria necessário, apenas a retirada do material que está obstruindo a passagem normal de água, mas sim uma obra mais complexa. Por ser necessário a

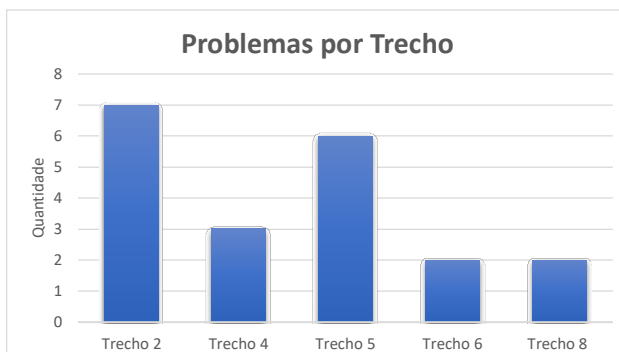
elevação do bueiro circular corrugado de grota, pois sua jusante está quase em meia seção com água. O qual, não resolveria totalmente o problema apenas removendo a obstrução.

O acumulo de água em diversos trechos da rodovia, principalmente no trecho 2, é causado por uma série de situações, que poderiam ser tanto por falta de manutenção, mas também por um problema de projeto ou execução, por estar faltando dispositivos de drenagem, sendo bem visível em dias de chuva.

No trecho 4, o problema seria resolvido através da realização da manutenção periódica na sarjeta triangular de corte e os reparos relacionados com sua estrutura poderiam ser realizado no local, sem haver elevado custo. E o asfalto desse trecho que apresenta, rupturas, infiltrações e buracos, poderia ser resolvida após uma análise mais detalhada no local, verificando quais são as causas desse problema e reparando de forma correta, sem a realização apenas de tapa buraco, que com o tempo ou próxima chuva volta a ocorrer novamente. Esse problema também acontece no trecho 5, com o surgimento de água na superfície do pavimento, causado principalmente por falta de drenagem adequada. A falta de manutenção nesse trecho e no trecho 6 faz com que a sarjeta triangular de corte, esteja bastante obstruída por vegetação, pedras e sedimentos, causados por erosões, deslizamentos e até mesmo lixo, que podem ser resolvidos na limpeza da mesma.

Como visto, maioria dos problemas relatados nesse inventário podem ser resolvidos sem a realização de grandes obras e da realização de estudos, por que maioria dos problemas estão relacionados com a falta adequada de manutenção. O qual podem ser realizadas pelas equipes de serviços de manutenção do estado, por um custo bem mais baixo, do que se precisar resolver esse problema de forma emergencial ou depois que ocorrer algo mais grave, pelo fato de não ter sido resolvido antes. A seguir será mostrado alguns gráficos, que mostram um comparativo.

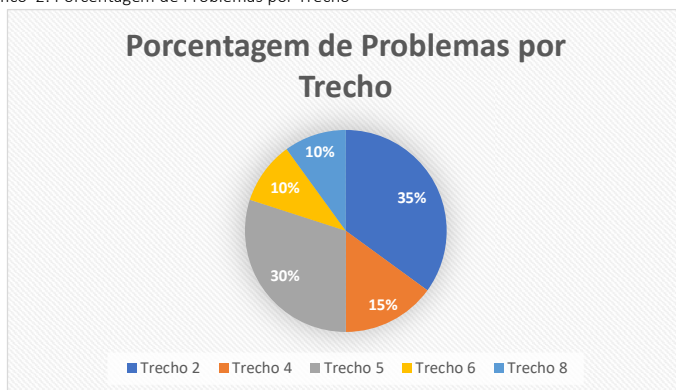
Gráfico 1: Problemas por Trecho



Fonte: próprio autor (2019)

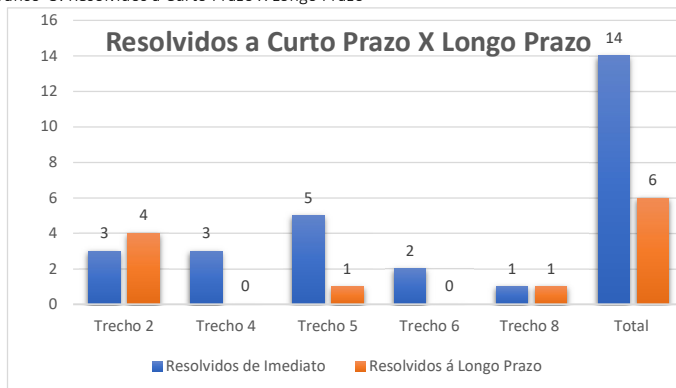
O gráfico 1, acima apresentado está mostrando a quantidade aproximada de problemas por trecho, o levantamento se baseou na quantidade de problemas encontrados nas estruturas de drenagem. Como pode ver o trecho 2, foi o que mais apresentou problemas, sendo os trechos 6 e 8 com menos problemas, porém ainda não dá para se dizer o nível de solução dos mesmos. No gráfico 2, será mostrado a porcentagem de problemas por trecho de um total de 100%. Essa porcentagem está relacionada com o número de problemas do gráfico 1.

Gráfico 2: Porcentagem de Problemas por Trecho



Fonte: O próprio autor (2019)

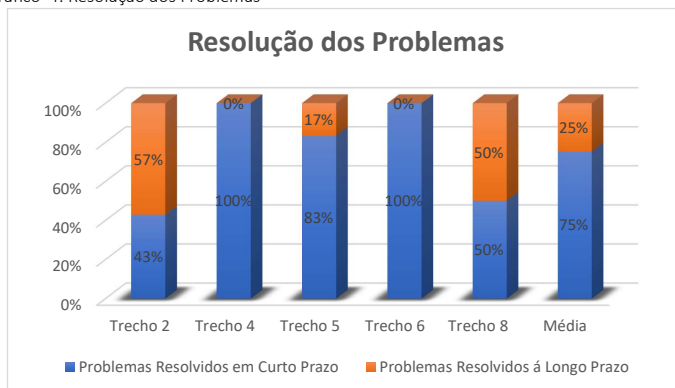
Gráfico 3: Resolvidos a Curto Prazo X Longo Prazo



Fonte: O próprio autor (2019)

O gráfico 3, mostra o número de problemas que podem ser resolvidos de imediato/curto prazo, e os que podem ser resolvidos á longo prazo. Constatando assim, que maioria dos problemas podem ser resolvidos de imediato e com uma manutenção rotineira. É perceptível, que do total de 20 problemas levantados, apenas 6 são problemas que envolvem algum tipo de construção ou uma solução á longo prazo. No gráfico a seguir será mostrado essa mesma comparação, só que em porcentagem.

Gráfico 4: Resolução dos Problemas



Fonte: O próprio autor (2019)

No gráfico 4, é possível perceber que 75% dos problemas podem ser resolvidos de forma imediata, com a manutenção periódica da rodovia, se percebe que o trecho 2 é o que mais precisa da realização de obras e projeto, pelo simples fato de ser o trecho que mais necessita da implantação de novos dispositivos de drenagem e do aumento de capacidade de outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente trabalho, possibilitou a verificar que para se ter uma rodovia em bom estado de conservação e segurança, é preciso projetá-la de forma que tenha um sistema de drenagem eficiente garantindo a estabilidade da via a ser construída, além de se manter uma manutenção periódica.

Foi possível constatar que o trecho que mais apresentou problemas foi o trecho 2, que necessitou da implantação de novos dispositivos de drenagem. A maioria dos problemas encontrados podem ser resolvidos de imediato e somente em alguns casos, é necessário obras de longo prazo. Constatando-se, que a falta de limpeza, manutenção e conservação são as principais causas desses

problemas, principalmente quando se trata de sarjetas, onde na maioria das vezes encontravam-se com grande quantidade de vegetação, obstruções, erosões e com as suas estruturas danificadas.

O que evidencia a importância deste estudo, para os departamentos de infraestrutura de todas as escalas, frente a necessidade de manter as estradas em bom estado de conservação.

Assim sendo, este artigo explicita, a partir do trecho escolhido como área de estudo, a importância da elaboração do inventário dos dispositivos de drenagem em rodovias, o que vem contribuir para análise diagnóstica da identificação de problemas, subsidiando tanto ao planejamento quanto na tomada de decisão para os órgãos responsáveis.

REFERÊNCIAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Álbum de projetos – tipo de dispositivos de drenagem/ 5.ed.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2018. 227p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Drenagem- limpeza e desobstrução de dispositivos de drenagem – especificação de serviço.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2004. 05p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Drenagem- sarjetas e valetas – especificação de serviço.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2006. 07p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de drenagem de rodovias.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2006. 337p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de implantação básica de rodovia/ 3.ed.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2010. 619p.

CONCEITO. DE. **Conceito de drenagem.** 2018. Disponível em: <<https://conceito.de/drenagem>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

JABÔR, Marcos Augusto. **Drenagem de Rodovias: Estudos Hidrológicos e Projeto de Drenagem.** Minas Gerais: sem editora, 2018. 193 p. Disponível em: <<https://pt.calameo.com/read/004910250ec88d32e6aed>>. Acesso em: 01 set. 2018.

PEREIRA, Djalma Martins et al. **DISPOSITIVOS DE DRENAGEM PARA OBRAS RODOVIÁRIAS.** Paraná: Universidade Federal do Paraná Setor de Tecnologia Departamento de Transportes, 2007. 41 p.