



**CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
UNIPAC BARBACENA
ENGENHARIA CIVIL**

**BRUNO SCHINNIGER ASSUN GARCIA
CLAUDIO BENTO NOGUEIRA**

**DRENAGEM NAS RODOVIAS E AS INTERFACES QUE COMPÕEM O
PROCESSO DE MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DO PAVIMENTO:
BREVE ANÁLISE HISTÓRICA E NORMATIVA**

**BARBACENA/MG
2022**

**BRUNO SCHINNIGER ASSUN GARCIA
CLAUDIO BENTO NOGUEIRA**

**DRENAGEM NAS RODOVIAS E AS INTERFACES QUE COMPÕEM O
PROCESSO DE MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DO PAVIMENTO:
BREVE ANÁLISE HISTÓRICA E NORMATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Presidente Antônio Carlos – FUPAC como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. Emanuel Bomtempo

**BARBACENA/MG
2022**

GARCIA; Bruno Schinniger Assun; NOGUEIRA, Claudio Bento. **Drenagem nas rodovias e as interfaces que compõem o processo de manutenção e conservação do pavimento: Breve análise histórica e normativa.** Barbacena: 2022. 19p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Centro Universitário Presidente Antônio Carlos.

Resumo: Com o constante uso das rodovias como principal meio de locomoção, sobretudo no transporte de cargas, faz-se necessária a compreensão do modal rodoviário brasileiro, iniciando por apontamentos históricos, pontos positivos e negativos que permeiam essa modalidade de transporte. O grande uso dela e o crescente tráfego de veículos de pequeno, médio e principalmente de grande porte nas rodovias geram um desgaste natural, o que aumenta a demanda de um conjunto de operações que são subdivididas em rotineiras, periódicas e de emergência, que objetivam a conservação das rodovias em condições seguras visando a segurança daqueles que ali transitam. Para que se dimensione este processo, faz-se necessária a compreensão de alguns fatores que precedem a conservação em si, como a dinâmica do ciclo hidrológico, do escoamento, e como eles interferem na conservação das rodovias. Pensando na conservação, outro fator que merece destaque é a drenagem das rodovias, uma vez que a água é a principal inimiga na manutenção dessas, fazendo com que o processo de drenagem, seja responsável pela conservação adequada, elencando este processo, faz-se necessária a abordagem dos principais tipos de drenagem, sendo estes, drenagem subterrânea ou profunda e drenagem superficial, seus recursos, como elas funcionam e seus principais objetivos. Pontuando cada aspecto anteriormente citado, foi possível identificar o protagonismo do sistema de drenagem na garantia da integridade do corpo das rodovias e do seu entorno, promovendo a conservação, manutenção e segurança de cada usuário.

Palavras-chave: Modal rodoviário. Ciclo hidrológico. Drenagem e Conservação.

Abstract: With the constant use of highways as the main means of transportation, especially in the transport of cargo, it is necessary to understand the Brazilian road modal, starting with historical notes, positive and negative points that permeate this mode of transport. The great use of it and the growing traffic of small, medium and mainly large vehicles on the highways generate a natural wear and tear, which increases the demand for a set of operations that are subdivided into routine, periodic and emergency, which aim to conservation of highways in safe conditions aiming at the safety of those who transit there. In order to measure this process, it is necessary to understand some factors that precede conservation itself, such as the dynamics of the hydrological cycle, flow, and how they interfere with the conservation of highways. Thinking about conservation, another factor that deserves to be highlighted is the drainage of the highways, since water is the main enemy in their maintenance, making the drainage process responsible for proper conservation, listing this process, it is necessary the approach of the main types of drainage, namely underground or deep drainage and surface drainage, their resources, how they work and their main objectives. Punctuating each aspect mentioned above, it was possible to identify the leading role of the drainage system in guaranteeing the integrity of the body of the highways and their surroundings, promoting the conservation, maintenance and safety of each user.

Keywords: Road modal. Hydrological Cycle. Drainage and Conservation.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o modal rodoviário brasileiro é marcado pelo transporte de cargas, pessoas e animais para diversos lugares do país, tendo como pontos positivos a disponibilidade nos serviços, o baixo custo no transporte comparado a outros disponíveis no mercado, a capacidade de cumprir prazos previamente determinados, dentre outros, o que contribui para a acessibilidade de produtos e serviços por parte da população. Segundo Caixeta-filho e Gameiro (2001), a consolidação deste tipo de transporte se deu na medida em que intensificava a indústria automobilística no Brasil. Com a constante utilização do transporte rodoviário em grande escala, o desgaste das rodovias surge na mesma proporção, como demonstram alguns dados da Confederação Nacional do Transporte do ano de 2016, o que positiva a importância da conservação e manutenção das rodovias de modo a oferecer condições adequadas aos usuários a partir de dispositivos como a “Conservação Corretiva Rotineira, Conservação Preventiva Periódica, Conservação de Emergência, Restauração e Melhoramentos da Rodovia” (DNIT, 2005b, p. 99).

Para se compreender a importância da conservação e as ações que a permeiam, é importante compreender como o ciclo hidrológico funciona e influencia essa ação, evidenciando o escoamento superficial, que é o aspecto mais importante para a engenharia, uma vez que boa parte dos estudos estão relacionados ao aproveitamento da água superficial e a proteção contra os fenômenos provocados pelo seu deslocamento com base no ciclo da água (VILLELA; MATTOS, 1975).

De modo geral, a conservação é subdividida em três fases, com foco na continuidade das reparações, podendo ser operações preventivas rotineiras, periódicas e de emergência (DNIT, 2005b). Cada uma dessas operações desempenha papel importante, de acordo com sua indicação e infraestrutura do local em que será utilizada. As preventivas são as mais indicadas, uma vez que, caso haja possíveis falhas, estas necessitam de correção no momento de seu aparecimento (SENCO, 1997).

Luz (2009) é categórico ao afirmar que a água é a maior inimiga dos pavimentos, devido à sua capacidade de penetrar nas camadas inferiores, acelerando o processo de degradação, impactando a resistência dos solos, sendo capaz de provocar erosões e interferindo na segurança do tráfego. Desta forma, a drenagem de uma rodovia desempenha papel crucial em sua conservação, uma vez

que tem como principal objetivo protegê-la da ação nociva das águas (DNIT, 2006). A drenagem subterrânea ou profunda e a drenagem superficial são as modalidades mais utilizadas.

A drenagem subterrânea ou profunda tem como objetivo remover o excesso de água contida na massa do terreno subjacente, podendo também, rebaixar o lençol d'água subterrâneo que esteja em nível tal que possa “conduzir as águas provenientes da valeta de proteção de corte, promovendo o seu deságue nas caixas coletoras dos bueiros de greide” (DNIT, 2010, p. 32). Enquanto isso, a drenagem superficial, segundo as colocações de Delgado (2008), objetiva a coleta das águas precipitadas sobre taludes, plataformas, vias urbanas e rodovias e as encaminha a locais de escoamento natural seguro.

Os tipos de drenagem a serem utilizados serão apontados de acordo com a via e suas necessidades, no entanto, independentemente da modalidade e dispositivos utilizados, é de suma importância que o responsável técnico pelo projeto tenha ciência da “importância da drenagem na garantia da estabilidade da via a ser construída e, em consequência, estabeleça de maneira coerente, técnica e economicamente, o correto dimensionamento das obras de drenagem a serem implantadas” (DNIT, 2006, p. 27).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Modal rodoviário brasileiro: Utilização e breve apontamento histórico

Os transportes terrestres no Brasil têm grande protagonismo, sobretudo os que utilizam a rodovia como meio de locomoção, uma vez que este tipo de transporte tem um papel muito relevante na transferência de mercadorias entre locais de produção e consumo, conforme consta no Plano Nacional de Logística (CNT, 2015), na página da Confederação Nacional do Transporte, que afirma que o modal de transporte rodoviário é responsável por 65% do transporte de cargas inter-regional no Brasil.

O ponto positivo determinante para tal protagonismo, segundo Arnold (1999), é o custo para se adquirir caminhões, que, comparados a demais meios de transporte, têm um valor mais acessível, o que o torna o meio de transporte mais

adequado para a distribuição de pequenos volumes a áreas mais abrangentes, além de conseguir se adequar aos prazos solicitados e ter expressiva disponibilidade de serviços, desempenhando, assim, o papel de transportar de maneira satisfatória, indo ao encontro das definições de Caixeta-filho e Gameiro (2001, p. 66):

Os transportes têm a função básica de proporcionar a elevação na disponibilidade de bens, ao permitir o acesso a produtos que de outra maneira não estariam disponíveis para dada sociedade ou o estariam apenas a elevado preço. Têm, assim, a função econômica de promover a integração entre sociedades que produzem bens diferentes entre si.

Pontua-se, aqui, não somente o papel da acessibilidade, mas também o papel social que os transportes desta natureza desempenham, uma vez que possibilitam que os indivíduos tenham acesso a produtos essenciais para sua subsistência, independentemente do local geográfico de produção e o destino final para consumo.

As primeiras rodovias brasileiras surgiram no século XIX, aumentando seu desenvolvimento no ano de 1932, durante o governo do então presidente Getúlio Vargas, atingindo maior expressividade a partir do ano de 1937, devido a criação do DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) e potencializando-se com a chegada das indústrias automobilísticas na década de 50 e a transferência da capital do Brasil para Brasília, no Centro-oeste do país, o que proporcionou crescimento de modo gradativo, perdurando até os dias atuais (BERNUCCI, 2006, p.18)

Com o crescimento e predominância do transporte rodoviário, é possível perceber consequências e condições não tão benéficas, como as apontadas pela Confederação Nacional dos Transportes em suas considerações acerca das situações das rodovias brasileiras, nas quais fazem um apanhado geral da parte que diz respeito à pavimentação, em que apontam que, em toda a malha rodoviária que está pavimentada, 48,6% da extensão pesquisada apresenta algum tipo de defeito no pavimento, sendo 35,4% regular, 10,1% ruim e 3,1% péssima (CNT, 2016). Situação esta que vem evoluindo de maneira negativa ao longo dos anos, como consta nas pesquisas dos anos de 2018 e 2019 que afirmam que “o número de pontos críticos identificados ao longo dos 108.863 quilômetros pesquisados aumentou 75,6%. Passou de 454 em 2018 para 797 em 2019” (CNT, 2019, s.p.), seguidos dos dados referente aos anos de 2021 e 2022, que apontam que o estado geral da malha rodoviária brasileira demonstrou piora em 2022. “Dos 110.333

quilômetros avaliados, 66,0% foram classificados como Regular, Ruim ou Péssimo. Em 2021, esse percentual era de 61,8%” (CNT, 2022, s.p.).

Estes números são expressivos e fazem com que se direcione a atenção para as questões de investimento e conservação de tais vias. Para detalhar esta última, será utilizada a definição adotada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, que diz:

A conservação rodoviária compreende o conjunto de operações rotineiras, periódicas e de emergência realizadas com o objetivo de preservar as características técnicas e físico-operacionais do sistema rodoviário e das instalações fixas, dentro de padrões de serviço estabelecidos, objetivando proporcionar conforto e segurança aos usuários (DNIT, 2005b, p. 99).

Ainda segundo a norma supracitada, a conservação se direciona a condições da pista, dispositivos de segurança, sinalização horizontal, vertical, área, drenagem, dentre outros, sendo subdivididas em cinco subgrupos, sendo estes a “Conservação Corretiva Rotineira, Conservação Preventiva Periódica, Conservação de Emergência, Restauração e Melhoramentos da Rodovia” (DNIT, 2005b, p. 99).

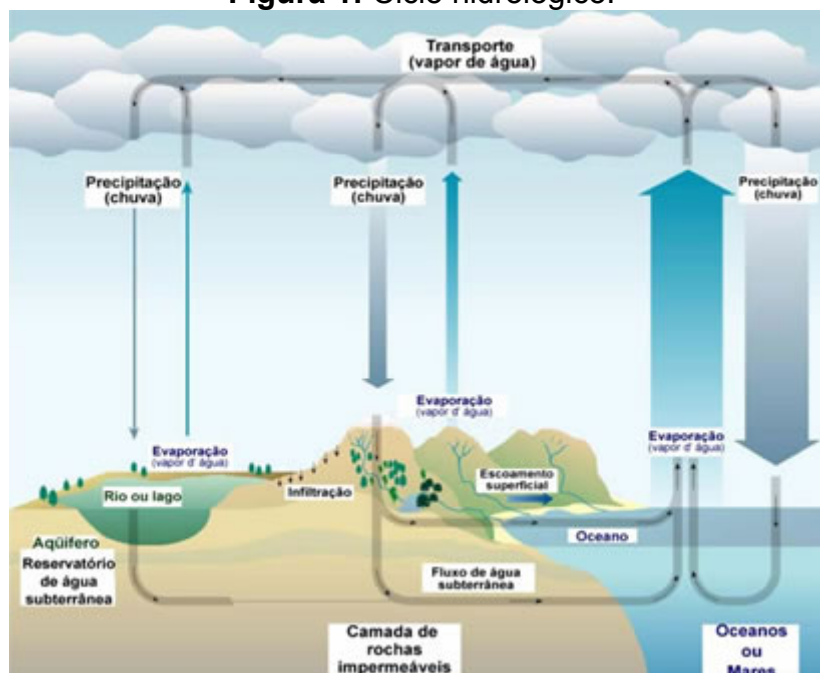
2.2 Ciclo hidrológico, escoamento e conservação das rodovias: correlações e necessidades

Para que se possa compreender melhor a conservação e como ela ocorre, serão realizados breves apontamentos acerca do ciclo hidrológico, tipos de conservação e escoamento. Para melhor entender o conceito de Ciclo Hidrológico, serão utilizadas as citações de Silveira (2014), que afirma que tal ciclo consiste no transporte e na movimentação da água entre os compartimentos ambientais, sobretudo entre a superfície terrestre e a atmosfera. Dessa forma, pode-se afirmar que se trata do movimento contínuo da água que faz com que esse recurso natural se faça presente no ambiente.

Villela e Mattos (1975) afirmam que, das fases do ciclo hidrológico, o escoamento superficial é a mais importante para a engenharia, uma vez que grande parte dos estudos nessa área estão ligados ao aproveitamento da água superficial e a proteção contra os fenômenos provocados pelo seu deslocamento com base no ciclo da água. Os autores ainda ressaltam a importância do estudo das bacias hidrográficas, sobretudo ao que se refere ao conhecimento do sistema de drenagem,

para que se compreenda que tipo de curso d'água está drenado na região e que podem ser perenes, intermitentes ou efêmeros, e, dessa forma, promover estratégias adequadas para a conservação das rodovias. Para ilustrar o ciclo hidrológico, será utilizada a imagem a seguir, vislumbrando uma maior compreensão.

Figura 1: Ciclo hidrológico:



Fonte: Canal escola

Considerando os objetivos da conservação das rodovias, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), ressalta a importância em preservar as características técnicas e físico-operacionais deste sistema, afirmando que para garantir o bom funcionamento do sistema rodoviário é necessário

O controle das ocorrências de danos, o acompanhamento da sua evolução ao longo do tempo e a execução de serviços corriqueiros que visem a manutenção da condição estrutural do pavimento (DNIT, 2005a, p. 196).

Em suma, a conservação deve ocorrer em três fases, de maneira preventiva, realizando reparações contínuas e mantendo condições adequadas, sendo divididos nos conjuntos de operações preventivas rotineiras, periódicas e de emergência (DNIT, 2005b), considerando estes aspectos, Senco (1997), considera as operações preventivas mais indicadas, uma vez que o aparecimento de falhas demandam

urgência nos reparos. Com relação à conservação rotineira, Amador *et al.* (2019) pontuam que:

A conservação rotineira dos dispositivos de drenagem das rodovias deverá garantir boas condições de captação, escoamento e destinação das águas, para manter as características de aderência das pistas, preservar as estruturas e oferecer conforto e segurança aos usuários. Em referência ao Sistema de Drenagem se as sarjetas de corte, aterros ou do canteiro central não funcionarem adequadamente, devido à obstrução pela vegetação e materiais diversos no local. (AMADOR *et al.*, 2019, p. 13).

Caso este tipo de conservação não ocorra, uma das consequências pode ser a dificuldade de escoamento da água, resultando em alagamento das pistas, o que pode potencializar a ocorrência de acidentes devido à aquaplanagem ou gerar danos por falhas no sistema de drenagem, como buracos, desagregação do pavimento e erosões na plataforma, que são condições que necessitam de reparações contínuas (AMADOR *et al.* 2019).

Abordando a relevância da conservação das rodovias, no que se refere a periodicidades, pode-se afirmar que os dispositivos de drenagem do pavimento devem ser inspecionados e receber manutenções periódicas “de modo a evitar o acúmulo de águas pluviais na superfície de rolamento e a infiltração nas camadas subjacentes ao concreto, com o escoamento desordenado”, objetivando evitar o surgimento ou agravamento de danos (DNIT, 2005a, p. 197).

Segundo a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) (2014, p. 29), a conservação de emergência compreende:

O conjunto de serviços ou obras necessárias para reparar, repor, reconstruir ou restaurar trechos ou estruturas da rodovia, que tenham sido seccionados, obstruídos ou danificados por algum evento extraordinário, catastrófico, ocasionando a interrupção do trânsito da rodovia.

Desta forma, de maneira mais sucinta, pode-se pontuar que conservações rotineiras são aquelas que ocorrem de maneira não programada, de acordo com as demandas encontradas através de inspeções e reclamações dos usuários, enquanto as conservações periódicas ocorrem de maneira planejada de acordo com o trânsito, topografia e clima do local. Por fim, a conservação de emergência se consolida na recomposição mecanizada de aterro e remoção manual e mecanizada de material deslizado de talude (ANTT, 2014).

Compreendendo tais definições e as situações com as quais cada uma das formas de conservação se relaciona, serão iniciadas as percepções acerca das características e dos principais e usuais tipos de drenagem superficial e subterrânea, denotando sua importância para a conservação das rodovias e da segurança de quem as utiliza.

2.3 Drenagem nas rodovias e sua importância na manutenção e conservação da pavimentação asfáltica

No presente capítulo, primeiramente serão pontuados os principais tipos de drenagem utilizadas nas rodovias e seus objetivos, partindo das definições contidas no manual do DNIT (2006). Tal manual aponta que a drenagem de uma rodovia tem como principal objetivo protegê-la das águas que de alguma forma interfiram em sua estrutura, causando perdas como danificação de aterros, redução da capacidade de suporte da camada final de terraplenagem, escorregamento de taludes, erosão de taludes de corte e aterro, dentre outros.

Assim sendo, as drenagens das rodovias desempenham um importante papel de conservação, uma vez que estas são capazes de destinar a água de duas formas: “parte escorre sobre a superfície dos solos e parte se infiltra, podendo formar lençóis subterrâneos” (DNIT, 2006, p. 245).

Para maior entendimento acerca da importância da drenagem no processo de conservação da pavimentação asfáltica nas rodovias, serão especificados, os principais tipos.

2.4 Drenagem subterrânea ou profunda

Para relacionar a drenagem subterrânea, também chamada de drenagem profunda, serão usados inicialmente os escritos de Jabôr (2020):

O projeto de drenagem profunda tem como objetivo o dimensionamento dos dispositivos e a especificação dos materiais mais adequados, para promover a interceptação e/ou remoção, coleta e condução das águas provenientes do lençol freático e da infiltração superficial nas camadas do pavimento, de modo a garantir a vida útil estimada para o pavimento (JABÔR, 2020, p. 156).

A partir das percepções do autor, é possível chegar ao entendimento de que a drenagem subterrânea objetiva a proteção estrutural do pavimento e de sua fundação, fazendo com que o mesmo tenha uma conservação adequada, prevenindo e/ou minimizando os danos causados pelas águas que atingem as rodovias. Segundo Pereira (1959), essas podem ser águas da precipitação das chuvas, de fluxo superficial de terrenos adjacentes, da inundação de cursos de água próximos e de infiltrações que ocorrem através do próprio solo. Dessa forma, se faz necessário um projeto de drenagem adequado para que a água seja removida e não cause danos na infraestrutura.

De acordo com o Manual de Implantação Básica de Rodovia, elaborado pelo DNIT no ano de 2010, os drenos subterrâneos, nesses casos, são instalados seguindo as orientações:

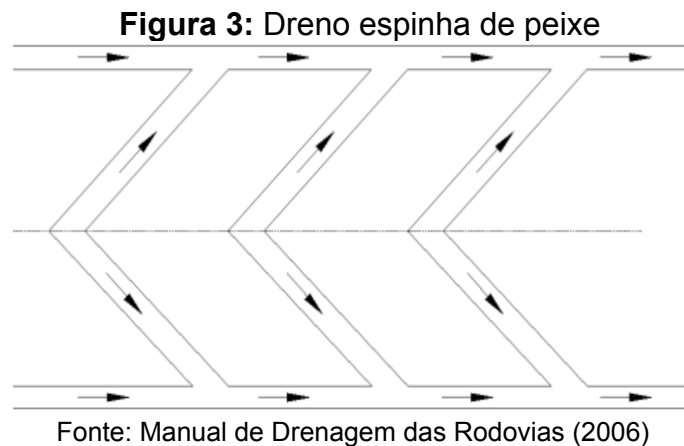
Em profundidades da ordem de 1,50 a 2,00 metros, tendo por finalidade captar e aliviar o lençol freático e, conseqüentemente, proteger o corpo da estrada, tendo como objetivo principal interceptar o fluxo da água subterrânea através do rebaixamento do lençol freático, impedindo-o de atingir o subleito (DNIT, 2010, p. 63).

Figura 2: Dreno subterrâneo



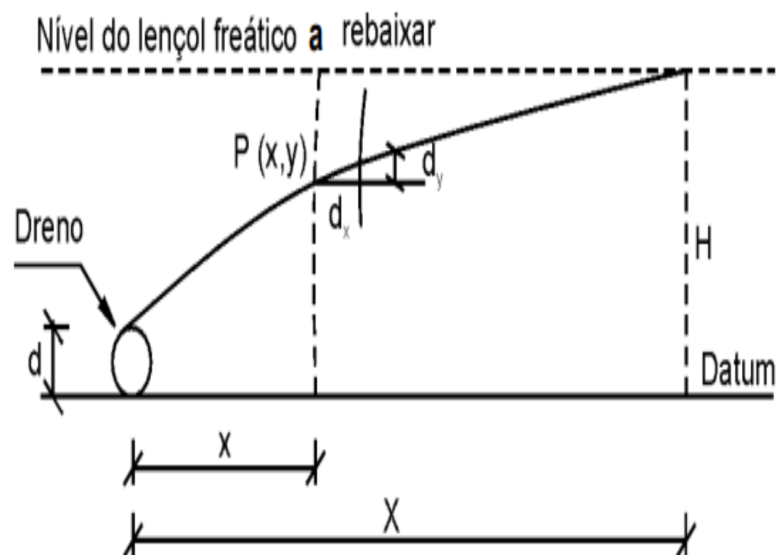
Fonte: Jabôr (2006)

Além dos drenos subterrâneos, pode-se citar outros dispositivos que compõem esta modalidade, como os drenos em espinha de peixe, que geralmente são usados em pequenas profundidades, os colchões drenantes, que são usados quando o volume de água coletado for incapaz de ser drenado pelos drenos espinha de peixe, os drenos sub-horizontais, que são aplicados para a prevenção e correção de escorregamentos, dentre outros (DNIT, 2010, p. 64-65).



As descrições até aqui apresentadas constroem a concepção de que a drenagem subterrânea ou profunda desempenha o papel de remoção da água excessiva contida na massa do terreno subjacente, podendo, também, rebaixar o lençol d'água subterrâneo que esteja em nível tal que possa “conduzir as águas proveniente da valeta de proteção de corte, promovendo o seu deságue nas caixas coletoras dos bueiros de greide” (DNIT, 2010, p. 32), sendo conduzidas para fora da rodovia após este processo.

Figura 4: Rebaixamento do lençol freático



Fonte: Manual de Drenagem das Rodovias (2006)

2.5 Drenagem superficial

Para elencar as considerações acerca da chamada drenagem superficial, serão consideradas as percepções de Delgado (2008). Nesta modalidade, objetiva-se a coleta das águas precipitadas sobre taludes, plataformas, vias urbanas e rodovias, encaminhando-as a locais de escoamento natural e seguro, uma vez que “o cuidado principal que se deve ter num projeto de drenagem superficial é o seu local de deságue” (JABÔR, 2020, p. 129).

Ainda segundo Jabôr (2020), o responsável pelo projeto deve identificar com segurança os locais suscetíveis à erosão no deságue dos dispositivos de drenagem superficial, embasando-se em documentos oficiais de abordagem técnica, como o Manual de Drenagem de Rodovias (DNIT, 2010).

O manual acima citado descreve que, em uma rodovia, a água superficial é considerada o que resta das chuvas após o processo de evaporação e infiltração, seguindo seu percurso nas encostas ou taludes, ou escoando sobre a pista de rolamento. Nessa perspectiva, as águas que descem sobre as encostas num corte de estrada rolarão sobre o talude, podendo causar erosão e comprometendo a estabilidade do maciço, uma vez que “carregam o material de erosão para a pista, o que, em conjunto com a água, pode dificultar ou impedir o tráfego normal dos veículos” (DNIT, 2010, p. 57).

Assim é que o acúmulo de água que se escoar sobre a pista de rolamento, dependendo da espessura da lâmina d'água que se forma, pode vir a comprometer seriamente as condições de aderência da pista, acarretando graves acidentes, com a derrapagem e a aquaplanagem (DNIT, 2010, p. 57).

Luz (2009) aponta a água como a maior inimiga dos pavimentos, uma vez que, ao penetrar nas camadas inferiores deste, a água acelera o processo de degradação, interferindo na resistência dos solos e provocando a erosão, pois carrega materiais e interfere na segurança do tráfego, o que coloca em evidência a importância de se construir e conservar componentes responsáveis pela drenagem, visto que esses contribuem com a proteção dos pavimentos contra a ação da água.

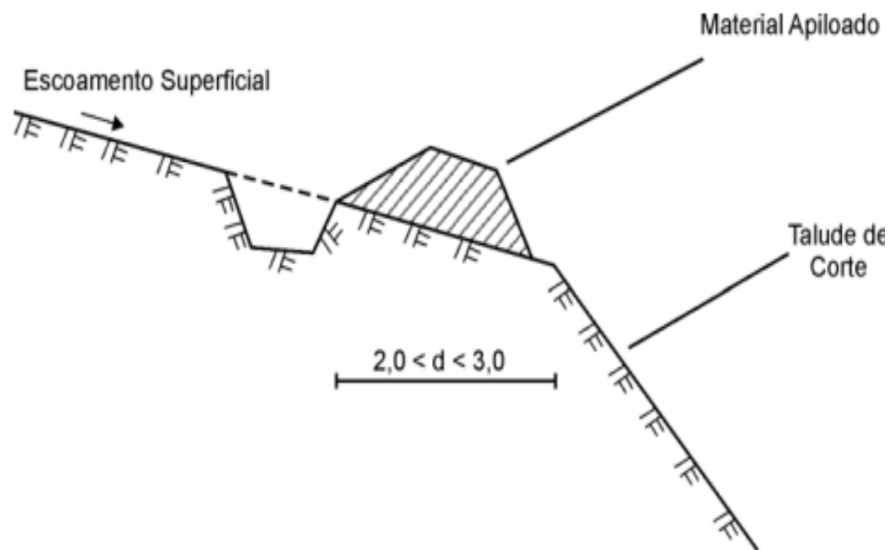
A drenagem superficial tem como objetivo evitar o processo de degradação causado pela água nas condições anteriormente citadas e, para ilustrar esta

premissa, serão utilizadas disposições expressas em lei, que versam sobre o Sistema Nacional dos Transportes Urbanos. Tal norma afirma que, para que a drenagem superficial desempenhe seu papel, as ações devem acontecer da seguinte forma:

São construídos adequados dispositivos que coletam a água e a removem, conduzindo-a para os canais naturais. No caso da chuva que cai diretamente sobre a pista de rolamento, as medidas a serem tomadas, e que evitam sua infiltração ou acumulação, consistem na adoção de declividades adequadas para a seção transversal, bem como na adoção de pavimento, cujo revestimento seja praticamente impermeável (DNIT, 2010, p. 57).

A partir destas considerações, pode-se exemplificar alguns dos dispositivos coletores de água responsáveis pelo funcionamento eficiente do sistema de drenagem superficial, sendo estes: “valetas de proteção de corte, valetas de proteção de aterro, sarjetas de corte, sarjetas de aterro, sarjetas de canteiro central, descidas d'água, caixas coletoras, bueiros de greide, escalonamento de taludes” (DNIT, 2010, p. 58), dentre outros, que desempenham diferentes papéis de acordo com os elementos estruturais que os constituem, contudo, funcionam com mesmo objetivo, o de contribuir com a conservação das rodovias e destinar a água a lugares adequados (DNIT, 2010). Para ilustrar um pouco dos sistemas de drenagem aqui citados, serão usados dois destes dispositivos a título de complementação.

Figura 5: Valeta de proteção de corte



Fonte: Manual de Drenagem das Rodovias (2006)

Figura 6: Sarjeta de Aterro



Fonte: Jabôr (2006)

Os fatores até aqui descritos apontam a necessidade de se conhecer, avaliar e adequar cada método de drenagem às necessidades do local onde a obra será executada, levando em consideração o tipo de solo, o volume das chuvas e o clima predominante na região, para que, assim, haja uma relação custo-benefício que atenda aos usuários e, acima de tudo, ofereça segurança às pessoas que ali trafegam, conforme consta no Manual de Drenagem das Rodovias:

É fundamental que o técnico responsável pelo projeto de uma rodovia tenha ampla consciência da importância da drenagem na garantia da estabilidade da via a ser construída e, em consequência, estabeleça de maneira coerente, técnica e economicamente, o correto dimensionamento das obras de drenagem a serem implantadas (DNIT, 2006, p. 27).

Ao longo do presente capítulo, foram apontadas características e procedimentos que se referem aos principais tipos de drenagem utilizados em rodovias, iniciando pela drenagem subterrânea que, em suma, conforme aponta Andrade (2003), tem por objetivo promover o rebaixamento do nível freático interno de um maciço, de modo a reduzir a percolação da água em direção ao lençol freático; seguindo para a drenagem superficial, que, segundo Queiroz (2015), é implementada para remoção da água que transita no interior do corpo estradal em um estado curto de tempo. Em ambas, percebe-se o alinhamento entre os tipos de drenagem e o ciclo hidrológico, uma vez que a água das chuvas é oriunda de reservatórios naturais, chegam às rodovias pelo fenômeno de precipitação da água e, por meio da drenagem, retornam ao local de origem, compondo, assim, um novo ciclo pautado em marcos naturais e técnicas estruturais.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte por meio das rodovias é protagonista na locomoção de pessoas, deslocamento de animais, transporte de cargas e riquezas, desempenhando um papel comercial e social no que se refere à acessibilidade de bens e serviços.

Com a grande utilização deste mecanismo, é de suma importância ressaltar que a manutenção e conservação das rodovias devem ser realizadas de maneira constante, visando principalmente a prevenção de desgastes ocasionados pelo grande tráfego de veículos em diferentes proporções e pelas ações nocivas da água, sendo que esta é apontada como a principal inimiga da pavimentação.

A partir das percepções elencadas, é possível concluir que o sistema de drenagem desempenha um papel substancial na garantia da integridade do corpo das rodovias e do seu entorno, promovendo a conservação e a manutenção e garantindo a segurança daqueles que ali transitam. Desta forma, torna-se pontual ressaltar a importância do conhecimento por parte do responsável técnico pela implementação e funcionamento do sistema de drenagem, uma vez que ele deve conhecer as condições e necessidades do local onde o sistema se desenvolverá, sendo capaz de compreender e direcionar o dimensionamento adequado das obras

implementadas, partindo de uma análise que leva em consideração aspectos econômicos, funcionais e sobretudo que sejam seguros aos usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. **Edital De Chamamento público** n. 03, 2014. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/chamamento-publico> Acesso em: 26 de nov. de 2022.

AMADOR, P. E. S.; PEREIRA, R. de M.; CARVALHO, P. H. V. de; RIBEIRO, P. T. A importância dos serviços de conservação em rodovias pavimentadas. **Research, Society and Development**, vol. 8, núm. 8, 2019. Universidade Federal de Itajubá, Brasil.

ANDRADE, H. A. C. de. **Implementação de procedimentos numéricos para a análise de elementos drenantes em solos**. 2003. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2003.

ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais**. São Paulo: Atlas, 1999.

BERNUCCI, L. B. *et al.* **Pavimentação Asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2006.

CAIXETA-FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H. **Transporte e Logística em Sistemas Agroindustriais**. São Paulo: Atlas, 2001.

CNT. **Plano CNT de Transporte e Logísticas**. 2014. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/Paginas/plano-cnt-transporte-logistica>. Acesso em: 03 de out. de 2022.

Confederação Nacional do Transporte - CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias. 20ª edição**. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/pesquisa-de-rodovias-2016-sera-divulgada-nesta-quarta-feira-2016> Acesso em: 02 de nov. de 2022.

Confederação Nacional do Transporte - CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias. 24ª edição**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/piora-a-qualidade-das-rodovias-brasileiras> Acesso em: 08 de dez. de 2022.

Confederação Nacional do Transporte - CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias. 26ª edição**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/rodovias-brasileiras-apresentam-piora-de-qualidade> Acesso em: 08 de dez. de 2022.

DELGADO, N. C. F. **Hidrologia na drenagem das rodovias**. Belo Horizonte: CEFET/MG, 2008.

DNIT. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura. **Manual de Drenagem de Rodovias**, 2ª edição. Publicação IPR – 724 - Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/724_manual_drenagem_rodovias.pdf Acesso em: 10 de nov. de 2022.

DNIT. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura. **Manual de implantação básica de rodovia**. – 3. ed. - Rio de Janeiro, 2010. 617 p. (IPR.

Publ. 742). Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/742_manual_de_implantacao_basica.pdf Acesso em: 15 de nov. de 2022.

DNIT. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura. **Manual de pavimentos flexíveis**. 2005a. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/714_manual_de_pavimentos_rigidos.pdf Acesso em: 31 de out. de 2022.

DNIT. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras** – Relatório Executivo. Brasília: IPEA/DENATRAN/ANTP, 2005b. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/710_manual_de_conservacao_rodoviaria.pdf. Acesso em: 10 de out. de 2022.

JABÔR, M. A. **Drenagem de rodovias**: Estudos hidrológicos e projetos de drenagem. Jundiaí, 2020.

LUZ, V. V. C. da. **Avaliação sobre o projeto de drenagem da duplicação da rodovia jornalista Francisco Aguirra Proença**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2009.

PEREIRA, A. L. **Drenagem de Rodovias e Ferrovias**. Rio de Janeiro: Ed. ao Livro Técnico, 1959. 73 p.

QUEIROZ, J. V. M. de. **Estudo de técnicas para mitigação de problemas de drenagens em pavimentos rodoviários**. Paraíba, 2015.

SENCO, W. de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. São Paulo: Pini, 1997.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: C. E. M. Tucci (Ed.). **Hidrologia** – Ciência e Aplicação (pp. 727-768). Porto Alegre: ABRH/EDUSP, 2014.

VILLELA S. M.; MATTOS A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Ed. McGraw-Hill, 1975.