

Helber Pereira Taboza

UNISUAM

Juan Júlio Soares da Silva

UNISUAM

Paulo Pinheiro Castanheira Neto

UNISUAM

Leonardo Reis dos Santos

UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires

UNISUAM

RESUMO

Devido ao desenvolvimento social e urbanístico é necessária a construção de novas estradas e ruas, assim como suas manutenções. Essas pavimentações são feitas em várias etapas que vão desde o estudo do solo até a fase de acabamento. O material utilizado também vai depender de diversos fatores como tipo de solo, tipo de rodovia, tipo de pavimento e etc. O Brasil, ao longo de sua história priorizou o transporte rodoviário, construindo inúmeras vias pavimentadas ao longo desse período, as quais nem sempre foram devidamente planejadas e na maioria das vezes não são realizadas manutenções periodicamente. O estudo em desenvolvimento analisou artigos sobre pavimentação, esquadrinhando cada etapa, diferentes tipos de materiais empregados na obra, tipos de solos, angulação das curvas, inclinação das vias, dentre outros. Depois dos artigos estudados, algumas ruas e rodovias foram fotografadas e analisadas, trazendo a teoria à prática. Foi possível compreender todo o processo de pavimentação e relatar os principais problemas das rodovias, destacando as vias esburacadas, com péssimas condições de tráfegos e rodovias com alto índice de acidentes. A partir da análise das ruas e rodovias estudadas concluiu-se que o principal problema é que muitas vezes na execução da obra, não são cumpridas todas as etapas requeridas para que as vias estejam dentro dos padrões de qualidade, as manutenções não são feitas quando deveriam e quando são feitas, são feitas em caráter emergencial que por sua vez costumam ser fora dos padrões de reparo recomendados.

Palavras-Chave: Pavimento; Estrada; Ruas; Estado do Rio de Janeiro.

INTRODUÇÃO

Uma das primeiras referências de pavimentação surgiu no império romano com finalidade de transportar e locomover cargas e pessoas e desde então a forma de se construir os calçamentos veio se aprimorando. Pavimento é uma disposição em camadas de materiais específicos colocados em determinadas superfícies ainda não modificadas ou já previamente planejadas. Tem por função a circulação de pessoas ou veículos. Segundo a ABNT NBR 7207/1982 tem-se a seguinte definição: "O pavimento é uma estrutura construída após terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto" (ABNT, 1982).

Nas estradas e ruas do Estado do Rio de Janeiro ocorrem inúmeros tipos de pavimentações, devido à topografia e qualidade do solo de cada terreno são aplicados tipos específicos de material atendendo a necessidade daquele ambiente a fim de otimizar a mobilidade, assim como também o custo financeiro do empreendimento em questão. É possível ver em muitas vias pelas cidades tipos de pavimentos como bloquetes, (pedras de concreto feitas em formas de diversos tipos, retangulares e onduladas), asfalto (CBUQ- Concreto Betuminoso Usinado à Quente) e as pedras portuguesas (paralelepípedos de pedras naturais moldadas) que é uma das mais antigas formas de pavimentar e ainda assim muito utilizadas devido a sua importância histórica, como por exemplo, algumas ruas transversais a Avenida Presidente Vargas no centro da capital do Estado.

Muitas estradas e ruas do Estado do Rio de Janeiro vêm sofrendo com a falta de manutenção e a má execução na construção das vias. Devido a esse grande problema a população sofre com uma série de prejuízos financeiros e na qualidade de vida, levando muito mais tempo para se locomover entre as ruas e cidades e gastando mais em manutenção de seus veículos.

Frente aos problemas explicitados, verifica-se a necessidade em trazer as discussões referentes a esse tema à tona, porque o conhecimento precisa chegar a todos os envolvidos, principalmente a população, visando tratativas que viabilizem soluções às questões tratadas.

Esse artigo se trata de uma revisão bibliográfica de artigos publicados e materiais didáticos, correlacionada com uma avaliação presencial e específica das vias urbanas e estradas das cidades do Rio de Janeiro, usando uma análise qualitativa de algumas ruas com uma alta demanda de manutenção e algumas outras sem nenhum tipo de manutenção, buscando conscientizar as necessidades suprimidas e sua importância no nosso dia a dia; de forma coerente e transparente. São levados em contexto métodos construtivos de diversos modelos de pavimentação, com intuito de mostrar a necessidade de uma execução correta e os padrões construtivos recomendados em suas etapas de execução.

O objetivo deste estudo, é esclarecer, de forma simples e objetiva, todas as etapas necessárias para se construir um pavimento, desde preparação do terreno para recebê-lo, as maneiras adequadas de se aplicar

o pavimento e sua funcionalidade, demonstrando casos ocorridos e que retratam bem a realidade das pavimentações no Estado do Rio de Janeiro mostrando os problemas e apontando possíveis soluções.

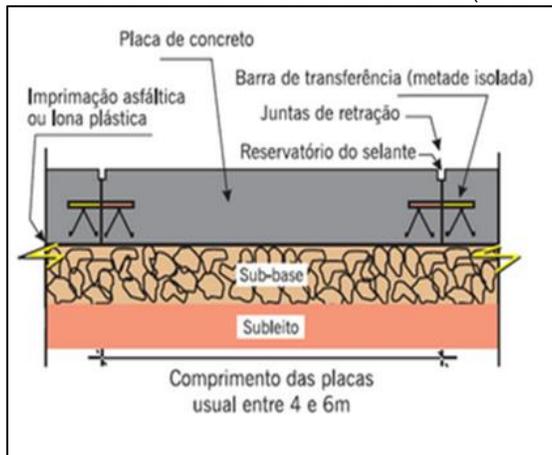
REVISAO BIBLIOGRÁFICA

Tipos de Pavimentação

Pavimento se constitui em uma estrutura com várias camadas de espessuras pré-estabelecidas, que são realizadas sobre a estrutura de uma terraplanagem, sua função e objetivo é garantir resistência à trafegabilidade de automóveis e das intempéries garantindo aos usuários uma melhor pista de rodagem, agregando economia, segurança e conforto.

De acordo com Bernucci et al. (2010), pode-se classificar o pavimento rodoviário de acordo com as normas tradicionais em flexíveis, rígidos e semirrígidos. A denominação de pavimentos é utilizada de acordo com o material aplicado na obra, indicando dessa forma a espécie do revestimento do pavimento. Em pavimentos rígidos podem-se usar barras de aço ou não, dependendo da necessidade da via e do peso das cargas atuantes no pavimento. Como na figura 1 podemos ver placas de concreto que se interligam através de barras metálicas de transferência de esforços que auxiliam na moldagem do pavimento.

Figura 1: Estrutura de Pavimentos Concreto-cimento (corte longitudinal)



Fonte: Bernucci et al. (2010)

Pavimento Rígido

De acordo com o DNIT (2003), os pavimentos rígidos são aqueles que utilizam em sua camada de revestimento, placas de concreto de cimento

Portland que podem ser armadas ou não com barras de aço CA-50, em muitos casos com telas metálicas CA-60, ocorrendo a interligação entre as mesmas realizadas pelas assim chamadas de barras de transferência. Pisos maiores de Pavimento Rígido armado podem ocorrer com o cuidado de prever as juntas de dilatação necessárias. Por possuir uma grande capacidade de rigidez, comparando-se com suas camadas inferiores, o pavimento rígido tem a capacidade de absorver grande parte das tensões aplicadas sobre ele e distribuir os esforços causados pelos veículos de forma quase uniforme em sua superfície inferior-garantindo maior sustentabilidade e menos danos pois os esforços do carregamento serão melhores distribuídos em suas áreas atuantes. Conseqüentemente, quando executado através das boas práticas de engenharia, o pavimento rígido por sua composição torna-se um pavimento de menor manutenção e maior durabilidade, considerado por um custo de implantação mais elevado em função da nobreza dos materiais envolvidos.

Os principais componentes do pavimento rígido são: o cimento Portland, agregado graúdo, agregado miúdo, água tratada, aditivos químicos, fibras (plástico ou aço), selante de juntas (moldado), material de enchimento de juntas (fibras ou borracha) e aço (DNIT, 2006).

O pavimento rígido, assim como outros é um tipo de estrutura composta por várias camadas de diversos materiais em um espaço semi-infinito (o espaço que vai absorver as tensões dos transportes rodoviários). Cujo seu principal objetivo é resistir aos esforços de cargas e ações de esforços constantes aplicadas em sua superfície, assim como também as ações naturais do ambiente (DNIT, 2006). Uma estrutura de pavimento rígido bem executado garante o bom desempenho do mesmo, tornando sua vida útil mais prolongada, assim como também o conforto e segurança para os veículos que transitarão na via.

Pode-se analisar na figura 2 um pavimento rígido em execução na Avenida Brasil uma das principais vias metropolitanas do Rio de Janeiro. Esse projeto é chamado de TRANSBRASIL que tem por finalidade a otimização no transporte coletivo de pessoas da conhecida Avenida Brasil na capital do Estado.

Esse empreendimento é de iniciativa pública juntamente com empresas privadas que foram contratadas para a execução da obra, segundo o DNIT 2005, os pavimentos rígidos são divididos em quatro categorias principais, as quais são: Pavimento de concreto simples, Pavimento de concreto simples com juntas e barras de transferência de esforços, Pavimento de concreto armado com juntas e barras de transferência de esforços e Pavimentos continuamente armados.

Esse projeto da figura 2 trata-se de um pavimento rígido continuamente armado, sua armação em aço CA-50 é feita de forma longitudinal por toda a extensão da via.

Figura 2: execução de pavimento rígido na Avenida Brasil - RJ



Fonte: Queiroz Galvão Construção (2018)

Pavimento Semirrígido

O pavimento semirrígido é um intermédio entre os pavimentos rígidos e o flexível. Sua composição trata-se de uma mistura de camadas de concreto na parte inferior onde é a sua base com uma ou mais camadas de asfalto (CBUQ) na parte superior, que será a face de contato com os veículos onde é o seu revestimento.

De acordo com Balbo (2007), esse tipo de pavimento é composto por um revestimento asfáltico com sua base e sub-base em material tratado com cimento de elevada rigidez.

A vantagem de se empregar esse tipo de pavimento é que se garante o melhor dos dois pavimentos, rígidos e flexíveis; que é a menor manutenção pois sua camada de concreto na parte inferior garante uma durabilidade maior diminuindo o desgaste do material e o conforto do pavimento flexível para os veículos que transitarem, pois, sua superfície é feita de concreto betuminoso usinado à quente (CBUQ), tornando a rodagem dos pneus mais silenciosa. Sua desvantagem é a demora da execução. (Figura 3).

Figura3: Camadas de um pavimento semirrígido



Fonte: E-Civil (2020)

Pavimento Flexível (CBUQ)

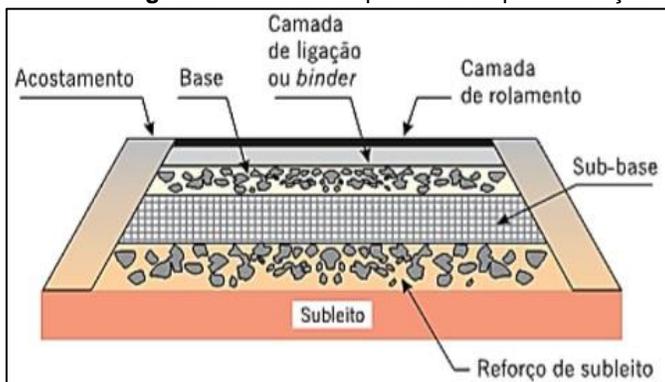
O pavimento Asfáltico CBUQ (concreto betuminoso usinado à quente) é composto de derivados de petróleo, suas propriedades são as que melhor se adaptam as necessidades de muitas estradas. Suas características betuminosas são de grande vantagem na aplicação do material na via, sendo assim o revestimento mais utilizado no Brasil. Pois a trabalhabilidade do material é mais rápida e de pronto uso, ou seja, quando aplicado é o material que precisa de menor tempo de espera para ser utilizado. Essa mistura requer alguns cuidados, como uma adequada armazenagem das matérias-primas (DNER, 1996).

Composto de asfaltenos, resinas e hidrocarbonetos pesados, onde os constituintes predominantes são os betumes, que agem como elemento aglutinador. Incluídos uma série de derivados do petróleo, como cimentos asfálticos, asfaltos diluídos, emulsões asfálticas e asfaltos modificados. Assim como o concreto existem produtos que maximizam as propriedades do material.

O CAP - Cimento Asfáltico de Petróleo (Ex. CAP-20, CAP-70): principais propriedades do produto final; o ADP - asfalto diluído de petróleo (ex. cm-30, cr-250) imprimação, impermeabilização da base regular; a emulsão asfáltica (ex. rr-2c, rm-1c); ligação da base imprimada com a capa de asfalto.

O armazenamento incorreto dos materiais pode levar à perda de qualidade do produto a ser desenvolvido no que acarreta na qualidade final do material. Seu processo de aplicação é bem simples, entretanto requer uma preparação do terreno a ser aplicado, cumprindo os procedimentos corretos assegurando assim sua qualidade (figura 4).

Figura4: Camadas do processo de pavimentação



Fonte: Bernucci et al (2010)

Os materiais asfálticos apresentam um comportamento viscoelástico nas condições de sua utilização, ou seja, dependente da temperatura e da frequência à que estão sendo solicitados. Os materiais asfálticos submetidos

a temperaturas muito elevadas ou frequências muito baixas (como rodovias com Trânsito muito lento), comportam-se de forma distinta de que quando submetidos a temperaturas baixas (BERNUCCI et al, 2010).

Suas vantagens são: rapidez na execução, é classificado com um pavimento silencioso para os veículos, devido assuas propriedades permite escrever informações de trânsito em sua superfície (facilitando assim a melhor dirigibilidade e segurança da via), assim que executado já pode ser utilizado. Um outro aspecto, porém, negativo é que esse material impermeabiliza o solo do qual está em contato, fazendo com que o mesmo perca nutrientes naturais e sua composição química não é tão ecológica, podendo prejudicar a vegetação próxima.

A figura 5 apresenta um modelo de rodovia bem executada, a Via Lagos é uma das rodovias mais movimentadas do Rio de Janeiro ligando a Região Dos Lagos a capital do Estado. Segundo a Concessionária CCR Via Lagos por dia transitam pela via cerca de 60 mil veículos e ainda assim a Via Lagos manteve seu pavimento intacto o que ocasionalmente é um resultado de uma boa execução da obra, além da manutenção obrigatória em uma concessão rodoviária que cobra pedágios.

Figura 5: Rodovia Via Lagos



Fonte: DNIT (2010)

Pavimentação por Paralelepípedo

Um dos modelos primordiais de pavimentação de ruas é a pavimentação por pedra de paralelepípedo. Esse tipo de pavimento tem alguns tipos de vantagens e desvantagens quanto ao pavimento rígido e o asfáltico. Diversos condomínios residenciais no Estado do Rio de Janeiro possuem esse tipo de pavimento, pela vantagem de ter uma maior durabilidade e baixa manutenção, todavia esse tipo de pavimento por ser muito antigo foi sobreposto a ideia para veículos de baixo peso e devido ao desenvolvimento das máquinas e automóveis acabou sendo superado pelo CBUQ e pelo concreto armado, por causa de sua baixa resistência ao atrito

dos pneus dos carros, tornando-o escorregadio quando se tem umidade podendo causar graves acidentes.

Outra vantagem do paralelepípedo é que seu material super ecológico não afeta o meio ambiente e é de fácil manuseio não precisando de máquinas pesadas para sua execução, com apenas um trabalho artesanal pode simplesmente ser produzido e executado, além de que depois de algum tempo aparecem fungos e gramíneas inseridas entre as juntas devido ter uma maior absorção de água da chuva, ou seja, no topo da junta, nas partes que normalmente acumulam areias. Estas vegetações que aparecem nas juntas desempenham funções importantes para o meio ambiente, como a absorção de água e nutrientes para o solo, tornando-o assim então um solo rico em nutrientes, caso futuramente queira ter alguma atividade relacionada.

A figura 6 demonstra uma pavimentação feita por paralelepípedos de pedras, uma via muito utilizada na baixada fluminense. O interesse em manter-se a via nesse modelo de pavimentação é devido a sua importância histórica e cultural da cidade onde por ela se passavam os grandes barões feudais, viscondes e realezas do Brasil na época imperialista.

Figura 6: Pavimento de paralelepípedo com vegetação nas juntas – Rua Campos-Vila São João- SJM



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

O pavimento por paralelepípedo tem como fator de grande importância a sua representação histórica e cultural. Até o século atrás todas as ruas do estado do Rio de Janeiro eram compostas por elas, sua importância histórica trouxe com ela muitos interesses turísticos em preservar esse tipo de pavimento para lembrar a história das cidades. O bairro de Santa Teresa no município de Rio é um dos exemplos de preservação desse tipo de via. Santa Teresa é um bairro muito turístico, diversas pessoas de vários países visitam esse bairro devido sua representação histórica, alguns historiadores estimam que alguns pavimentos que lá estão tem mais de cerca de 300 anos.

Outra vantagem, em áreas residenciais é a redução da velocidade de tráfego, garantindo maior segurança aos pedestres.

EXECUÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (CBUQ)

Para uma boa execução de pavimento, existem diversos fatores e procedimentos a se cumprir. Uma boa execução também depende da análise do solo a ser aplicado o pavimento, a qualidade do material empregado, as condições de uso dentre outros aspectos. Inicialmente faz-se um exame topográfico para analisar a viabilidade do projeto, definição do eixo da via, onde ocorrerão cortes e aterros e viabilidade econômica. A sondagem do terreno determina os tipos de solo envolvidos, para enfim definir as metodologias executivas que atendem à viabilidade econômica estabelecida.

Outro fator importante é determinar quais tipos de veículos passarão naquela via para poder calcular as espessuras de cada camada e determinar em cálculo a resistência de carga daquela via, seguindo as normas da ABNT, DNIT e DNER.

Materiais Utilizados

Agregados

Os agregados são extremamente importantes devidos a sua composição nas misturas asfálticas, pois eles correspondem cerca de 70% a 80% da mistura betuminosa e cerca de 95% do seu peso total (DNIT, 2006).

Os agregados a serem escolhidos no projeto variam entre seu tamanho e funcionalidade na execução, o grão que passa na peneira com abertura de 2" (50,8 mm) e fica retido na peneira de número 10 (2,0mm) O agregado miúdo, passando pela peneira número 10 (2,0 mm) e retido na peneira número 200 (0,074). O filler é um material com menor faixa granulométrica. Todos os agregados a serem usados na mistura betuminosa asfáltica devem ser corretamente caracterizados pois somente assim consegue-se ter uma garantia da qualidade do material e resistência. Para a escolha do agregado a ser utilizado na mistura asfáltica deve-se levar em consideração, a qualidade do material, a viabilidade econômica e logística (DNIT, 2010).

Ligantes

Na pavimentação asfáltica são usados os seguintes tipos de ligantes: cimentos asfálticos, emulsões asfálticas e asfaltos diluídos (DNER, 1996).

Existem dois tipos de cimentos asfálticos: o cimento de petróleo e o natural. O cimento asfáltico de petróleo tem a denominação de CAP (cimento asfáltico de petróleo), ele é obtido através de processos de destilação do petróleo em refinarias, já o cimento asfáltico natural que recebe a denominação de CAN (cimento asfáltico natural), é proveniente de jazidas naturais de petróleo. O CAP é bem mais puro e homogêneo do que o CAN, pois é encontrado nas partes mais profundas do solo (DNER, 1999).

Os ligantes são classificados como fluido viscoelástico, ou seja, em determinadas temperaturas tem um comportamento viscoso, na temperatura ambiente ele apresenta um comportamento elástico. Diante das características únicas desse material, se faz necessário a manipulação de se elevar a temperatura dele para sua utilização. Durante a sua manipulação em temperatura elevada facilita-se então a sua mistura com outros materiais, assim como também a sua aplicação e compactação, entretanto o manuseio incorreto do ligante pode-se trazer danos irreparáveis ao material, tornando-o inutilizável para a execução do pavimento (DNER,1996).

Dosagem

A dosagem dos materiais a serem usados é fundamental para a qualidade da obra, pois através dela se garante o comportamento e resistência que esperamos do produto.

PATOLOGIA EM PAVIMENTOS

Devido a grande deficiência e falta de incentivo do poder público as ruas e estradas do Estado do Rio de Janeiro se deterioram cada dia mais, reparos inadequados feitos e refeitos com justificativa de ser em caráter emergencial sem o acompanhamento de um profissional técnico ocorrem diariamente pelo Estado. Esse grave problema gera um custo financeiro exorbitante no orçamento da gestão pública do Estado e Municípios, pois quando mal executados precisam ser refeitos com maior frequência, desperdiçando material que poderia ser utilizado na pavimentação de muitas ruas residenciais que ainda não tem pavimento.

Segundo o Tribunal de Contas do Município do Rio de Janeiro (TCM), só a capital do Estado gastou nos últimos três anos gastou mais de R\$ 4,5 bilhões em pavimentação com obras sem projetos adequados. Essa deficiência gera um transtorno financeiro para a sociedade pois todo esse montante poderia ter sido utilizado de forma consciente e cumprindo os critérios das normas e padrões construtivos. Essa negligência agrava mais ainda os problemas nas estradas e ruas gerando uma inflação maior ainda nas patologias dos pavimentos.

Exsudações

Ocorre pela má preparação do material a ser utilizado, coloca-se pouco cimento e muito material ligante. Assim o material ligante expande para a superfície devido ao calor criando um brilho vítreo (GODOI, 2018).

Subida de Finos

Ocorre devido a infiltração e problemas de drenagem. A medida que os veículos vão comprimindo o pavimento, ocorre a expulsão dessa água, causando movimentação dos materiais do pavimento (SILVA, 2018).

Desgaste

Acontece pela decomposição das rochas e tráfego da região. Pode ser ocasionado pela qualidade dos materiais, pela má formulação do material utilizado ou erros de cálculos. Está intrinsecamente ligado a oxidação do asfalto, e tipos de rocha (GODOI, 2018).

Panela ou Buracos

Cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas (DNIT,2003).

Os remendos

Embora sejam necessários para a manutenção da pavimentação, são considerados deformidade por apontar problemas naquele local da via e por impactar na qualidade do tráfego. Principais causas: carga de tráfego; emprego de material de má qualidade; ação do meio ambiente; má construção. A deterioração dos remendos traz à tona problemas não resolvidos de determinados locais da rodovia (GODÓI, 2018).

Escorregamentos

Quando o material se desloca causando rachaduras. É ocasionada por falhas na execução e ou deficiência com os ligantes (SILVA, 2018).

Trincas

A variação de temperaturas, a escolha pelo tipo inadequado de pavimentação para determinada via, má qualidade do pavimento, envelhecimento, podem ocasionar diversos tipos de trincas nas rodovias. (SILVA, 2018).

Corrugação

Sinuosidades e ondeamentos na superfície do pavimento. Causadas pela umidade do solo, instabilidade do solo ou má qualidade na mistura asfáltica (GODÓI, 2018).

Afundamento

Caracterizado pela depressão do solo. Acontece devido a má preparação do solo, problema de drenagem e falha na escolha do revestimento. Principais causas: trincas de fadiga (processo que ocorre devido ao acúmulo das solicitações do tráfego ao longo do tempo); desintegração localizada na superfície do pavimento; deficiência na compactação; umidade excessiva em camadas de solo; falha na imprimação (GÓDOI, 2018).

Jacarés

São um conjunto de trincas interligadas sem direções definidas que muito se parecem com o couro do animal referido. Essa patologia ocorre devido as ações repetidas das cargas do tráfego, a compactação incorreta do revestimento, a rigidez excessiva do revestimento e a deficiência do ligante do asfalto, como ilustrado na figura 7.

Figura 7: Rachaduras no pavimento da Av Euclides da Cunha - SJM



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

CONCLUSÃO

Com base nos levantamentos de campo, nos estudos realizados e pesquisas bibliográficas, os trechos de algumas vias analisadas na pesquisa não estão de acordo com as normas do DNIT (2003) e as suas condições de uso são de categoria péssima ou irregular.

Esse grande problema precisa ser notado pelo poder público, pois é de extrema importância para qualidade de vida da população. Uma solução

para esse problema seria uma fiscalização mais efetiva de órgãos competentes como o Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (DNER), visando garantir o cumprimento das normas de execução. Além disso foi notado diversas vias com sistemas de drenagem precisando de manutenção e vias até mesmo sem o sistema de drenagem (bueiros, posto de visita e bocas de lobo), o que ocasionalmente em dias chuvosos causam alagamentos e aumentam o risco de acidente.

A tarefa de um engenheiro de estradas e pavimentação é garantir o máximo de segurança e conforto com o menor custo financeiro, cabe a ele, profissional técnico garantir o cumprimento das NRs e se atualizar sobre a evolução e melhorias dos materiais, para manter a sustentabilidade das estradas e vias. Acredita-se que é esse o comportamento esperado para melhorar a qualidade de vida de uma sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 7207. **Terminologia e classificação de pavimentação**. Rio de Janeiro, 1982.

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. P. **Pavimento asfáltico: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto (ABEDA), 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **Manual de Pavimentação, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem**. 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT 141/2010-ES: **Pavimentação - Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de pavimentação**. 3 Edição. Rio de Janeiro, 2006.

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

E-CIVIL. **Pavimento Rígido**. 2020. Disponível em: <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-pavimento-semi-rigido.html>. Acesso em: 23 de maio de 2020.

GODÓI, D. L. R. **Patologia: Estradas e Pavimentação**. 2018.

QUEIROZ GALVÃO CONSTRUÇÃO. **BRT TransBrasil – Modalidade Urbana**. 2018. Disponível em: <https://www.construtoraqueirozgalvao.com.br/project/brt-transbrasil/>. Acesso em: 23 de maio de 2020.

SILVA, F. A. **Patologia: Estradas e Pavimentação**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 12, Vol. 02, pp. 108-119 novembro de 2018. ISSN:2448-0959.