

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SIMONE GOMES BEZERRA

Gestão de Rodovias Estaduais: Estudo de Caso AL-220 entre Barra de São Miguel e São Miguel dos Campos

Maceió
2022

SIMONE GOMES BEZERRA

Gestão de Rodovias Estaduais: Estudo de Caso AL-220 entre Barra de São Miguel e São Miguel dos Campos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao colegiado do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof^a. MSc. Aline Calheiros
Espíndola

Maceió
2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

B574g Bezerra, Simone Gomes.

Gestão de rodovias estaduais : estudo de caso AL-220 entre Barra de São Miguel e São Miguel dos Campos / Simone Gomes Bezerra. – Maceió, 2022.
63 f. : il., grafs. e tabs. color.

Orientadora: Aline Calheiros Espíndola.

Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) –
Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 60-62.

Anexos: f. 63.

1. Transporte. 2. Economia. 3. Rodovias - Manutenção e reparo. 4.
Administração. . I. Título.

CDU: 625.711.3

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dá força de vontade para estudar, sabedoria e perseverança no decorrer de minha caminhada no curso.

Agradeço também aos meus pais, José Cícero e Maria Josiane, por me apoiarem nas minhas decisões e sempre priorizarem minha educação, permitindo que eu me dedicasse exclusivamente aos estudos e concluísse essa jornada com êxito. Ao meu namorado, Wagner, por sempre ter paciência e me aconselhar nos momentos difíceis.

A minha orientadora, Aline Espíndola, por sua dedicação para que esse trabalho saísse da melhor forma possível e a todos os professores do curso de Engenharia Civil pelos ensinamentos transmitidos.

Aos funcionários Departamento de Estradas de Rodagem de Alagoas, em especial, ao engenheiro Clêdy Tenório Cavalcante Filho, pelo aprendizado e convívio durante meu tempo de estágio.

RESUMO

Bezerra, S. G. **Gestão de Rodovias Estaduais: Estudo de Caso AL-220 entre Barra de São Miguel e São Miguel dos Campos**. Plano do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil. Maceió, 2022.

O setor de transporte possui um papel fundamental na sociedade e no desenvolvimento econômico de um país. No Brasil, o modal rodoviário movimenta 65% do transporte de mercadorias e 95% do de passageiros, em vista disso, a qualidade das rodovias tem impacto direto no desempenho do transporte e na economia do país. Uma rodovia em condições precárias aumenta o custo operacional do transporte, reduz o conforto e a segurança viária, além de causar prejuízos ambientais. Apesar disso, ainda convivemos, diariamente, com buracos, erosões e a falta de sinalização nas pistas, resultante da degradação dos componentes da rodovia e da ausência de gestão, manutenção e conservação dos mesmos. A falta de manutenção e gerenciamento das rodovias acabam agravando ainda mais essa situação. Para modificar este cenário, são imprescindíveis investimentos coordenados na construção e manutenção de uma infraestrutura extensa, densa e de boa qualidade. Neste sentido, este trabalho faz uma análise da gestão das rodovias de Alagoas por meio da avaliação e cálculo do Índice de Condição de Manutenção (ICM) de um trecho da rodovia AL-220. Os estudos desenvolvidos indicaram que a rodovia apresenta uma situação regular e apontam a necessidade de implantação de um sistema especialista em gerenciar as atividades relacionadas a conservação rodoviária.

Palavra-Chave: Transporte, Economia, Rodovia, Gestão, Manutenção.

ABSTRACT

The transport sector plays a fundamental role in society and in the economic development of a country. In Brazil, the road modal moves 65% of transport of goods and 95% of the passengers, in view of this, the quality of the highways has a direct impact on the performance of transport and the country's economy. A highways in precarious conditions increases the operational cost of transport, reduces comfort and road safety, in addition to causing environmental damage. Despite this, we still live, with holes, erosion and the lack of signage in the lanes on a daily basis, resulting from the degradation of the components of the highway and the lack of management, maintenance and conservation of them same. The lack of maintenance and management of the highways ends up aggravating this situation even more. To modify this scenario, coordinated investments in the construction and maintenance of an extensive, dense and good quality infrastructure are essential. In this sense, this work analyzes the management of highways in Alagoas through the evaluation and calculation of the Maintenance Condition Index (ICM) of a section of the AL-220 highway. The developed studies indicated that the highway presents a regular situation and point to the need to implement a specialist system to manage activities related to road conservation.

Keyword: Transport, Economy, Highway, Management, Maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura do pavimento asfáltico (corte transversal).....	18
Figura 2 – Variação da serventia com o tráfego ou tempo decorrido de utilização da via	20
Figura 3 – Defeitos dos pavimentos flexíveis	26
Figura 4 – Conjunto de sinais de regulamentação	28
Figura 5 – Conjunto de sinais de advertência.....	29
Figura 6 – Projeto com placas de identificação de rodovia e orientação de destino	29
Figura 7 – Exemplo de sinalização horizontal para saída de ramo de uma faixa	30
Figura 8 – Projeto de sinalização de travessia urbana	30
Figura 9 – Exemplos de dispositivos de auxiliares.....	31
Figura 10 – Defeitos de sinalização.....	33
Figura 11 – Sistema de drenagem simples	35
Figura 12 – Camada drenante conectada a dreno profundo	36
Figura 13 – Mapa de situação.....	41
Figura 14 – Seção transversal da AL-220	41
Figura 15 – Fluxograma de gestão das rodovias estaduais de Alagoas	46
Figura 16 – Remendos no sentido crescente da AL-220.....	48
Figura 17 – Trincas por fadiga.....	49
Figura 18 – Situação da roçada na rodovia.....	50
Figura 19 – Dispositivos superficiais: descida de água e meio-fio	51
Figura 20 – Sinalização vertical de regulamentação e de advertência encontrada na rodovia .	52
Figura 21 – Sinalização horizontal oculta e desgastada	52
Figura 22 – Nota do ICM para ambos os sentidos de tráfego da rodovia	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG	21
Tabela 2 – Definição dos defeitos de pavimentos flexíveis.....	24
Tabela 3 – Defeitos de sinalização de trânsito	33
Tabela 4 – Frequência de ocorrência para elementos de pista de rolamento	43
Tabela 5 – Nível de conservação	43
Tabela 6 – Valores a serem utilizados de acordo com frequência de ocorrência relacionadas ao IP.....	44
Tabela 7 – Valores a serem utilizados de acordo com o nível de conservação indicado	44
Tabela 8 – Índice de condição da manutenção (ICM)	44
Tabela 9 – Formulário de ocorrências no sentido crescente da AL-220	53
Tabela 10 – Valores atribuídos para cada ocorrência relacionada IP	54
Tabela 11 – Valores atribuídos para o nível de conservação	54
Tabela 12 – Índice de condição de manutenção no sentido crescente	55
Tabela 13 – Formulário de ocorrências no sentido decrescente da AL-220	55
Tabela 14 – Índice de condição de manutenção no sentido decrescente	56
Tabela 15 – Classificação do ICM por quilômetro avaliado	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A – Afundamento

ALC – Afundamento de Consolidação Local

ALP – Afundamento Plástico Local

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

ATC – Afundamento de Consolidação da Trilha de Roda

ATP – Afundamento Plástico da Trilha de Roda

CNT – Confederação Nacional do Transporte

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

D – Desgaste

DER – Departamento de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

E – Escorregamento

EX – Exsudação

F – Fenda

FI – Fissura

IC – Índice de Conservação

ICM – Índice de Condição da Manutenção

ICPF – Índice Condição do Pavimento Flexível

IES – Índice de Estado de Superfície

IGG – Índice de Gravidade Global

IGGE – Índice de Gravidade Global Expedito

IP – Índice de Pavimentação

IRI – International Roughness Index

J – Trinca Interligada tipo “Couro de Jacaré”

LVC – Levantamento Visual Contínuo

O – Ondulação

P – Panela

PRF – Polícia Rodoviária Federal

R – Remendo

SGP – Sistema de Gerência de Pavimentos

SNV – Sistema Nacional de Viação

TB – Trinca Interligada tipo Bloco

TLC – Trinca Longitudinal Curta

TLL – Trincas Longitudinal Longa

TRR – Trinca de Retração

TTC – Trinca Transversal Curta

TTL – Trinca Transversal Longa

VSA – Valor de Serventia Atual

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 COMENTÁRIOS INICIAIS.....	13
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 JUSTIFICATIVA	15
1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 PAVIMENTO	17
2.1.1 Subleito.....	18
2.1.2 Reforço do subleito.....	18
2.1.3 Sub-base	19
2.1.4 Base	19
2.1.5 Revestimento Asfáltico	19
2.1.6 Avaliação de Desempenho do Pavimento	19
2.1.7 Defeitos Recorrentes no Pavimento Asfáltico	24
2.2 SINALIZAÇÃO.....	27
2.2.1 Desempenho da Sinalização	31
2.2.2 Defeitos Recorrentes.....	32
2.3 SISTEMA DE DRENAGEM.....	33
2.3.1 Desempenho do Sistema de Drenagem	36
2.3.2 Defeitos Recorrentes.....	36
2.4 GESTÃO RODOVIÁRIA	37
2.5 MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA	37
2.6 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS (SGP).....	39
2.6.1 Níveis de Decisão na Gerência de Pavimentos	39
3 ESTUDO DE CASO E METODOLOGIA	40
3.1 ESTUDO DE CASO: RODOVIA AL-220	40
3.2 METODOLOGIA	41
3.2.1 Levantamento dos dados de Gestão.....	41

3.2.2	Determinação do ICM	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1	GESTÃO DAS RODOVIAS ESTADUAIS DE ALAGOAS	45
4.1.1	Sistema de Gerência	45
4.1.2	Critério de Priorização de Manutenção	45
4.2	DEFICIÊNCIAS IDENTIFICADAS NA AL-220	47
4.2.1	Pavimento	47
4.2.2	Roçada	49
4.2.3	Drenagem.....	50
4.2.4	Sinalização.....	51
4.2.5	Índice de Condição de Manutenção (ICM)	53
5	CONCLUSÕES	58
6	REFERÊNCIAS	60
7	ANEXO	63

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, será realizada uma breve introdução da atual situação da infraestrutura do transporte no país, os objetivos gerais e específicos, a justificativa para a construção desse trabalho, bem como a delimitação do tema abordado.

1.1 COMENTÁRIOS INICIAIS

O setor de transporte é essencial para o desenvolvimento econômico e social do país. Sua principal função é promover a conectividade, ao permitir a mobilidade de pessoas, insumos e bens, além de ampliar o acesso aos mercados. Neste sentido, o modal rodoviário é particularmente relevante, pois tem forte predominância na matriz de transportes brasileira, concentrando cerca de 65% da movimentação de mercadorias e 95% da de passageiros. Além disso, constitui elemento de ligação a todos os demais modais, estando presente, nas etapas iniciais e finais das cadeias de transporte (CNT, 2021). Segundo o DNIT (2005), para que o modal rodoviário opere com qualidade e eficiência, é necessário que as rodovias estejam em boas condições e ofereçam economia, conforto e segurança aos usuários, devendo para isso passar por atividades de manutenção e conservação periódicas com a finalidade preservar a estrutura da rodovia e, assim, prolongar sua vida útil.

De acordo com a pesquisa da Confederação Nacional de Transportes (CNT) de 2021, a extensão total da malha rodoviária brasileira é de 1.720.909 km, no entanto, apenas 12,4% são pavimentadas. Esta pesquisa analisa o estado geral das rodovias com base na qualidade do pavimento, da sinalização e da geometria da via. Em 2021, da extensão total avaliada (abrange rodovias federais e estaduais), 61,8% tiveram o estado geral classificado como regular, ruim ou péssimo e 38,2% como ótimo ou bom. Considerando apenas a extensão das rodovias estaduais brasileiras, 71,5% apresentaram seu estado geral classificado como regular, ruim ou péssimo.

Em Alagoas, o número é menos alarmante, com apenas 27% da malha rodoviária estadual pavimentada apresentando algum tipo de problema no seu estado geral, sendo consideradas regulares, ruins ou péssimas; e 73% são consideradas como ótimas ou boas (CNT, 2021). Apesar disso, ainda é preocupante, pois de acordo com os dados mais atualizados do Departamento de Estradas de Rodagem de Alagoas (DER-AL) a malha rodoviária pavimentada do estado possui 1.797,1 km, o que não correspondem a atual realidade, e apenas 840 km foram avaliados pela pesquisa.

Com o intuito de acompanhar a condição da malha e auxiliar no processo de gestão e manutenção rodoviária, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) desenvolveu um indicador para avaliar a condição da manutenção de rodovias federais sob seus cuidados. Este indicador é denominado Índice de Condição da Manutenção (ICM) e é definido com base na avaliação do pavimento, da drenagem, da sinalização e da roçada. A partir das condições identificadas a rodovia recebe uma nota que indica a sua condição. Nos últimos levantamentos realizados, até setembro de 2022, 67% das rodovias alagoanas apresentaram “bom” estado de manutenção, necessitando apenas de serviços de conserva rotineira. Para as demais, os dados disponibilizados informam que 23% encontram-se em estado “regular”, 5% estão em estado “ruim” e 5% são consideradas em estado “péssimo”. (DNIT, 2022)

Segundo Zanchetta (2017), os procedimentos adotados pela maioria dos órgãos, principalmente os estaduais, para conservação de sua malha rodoviária resumem-se comumente a operações tapa-buracos e recapeamentos, resultando em pavimentos de alto custo para a sociedade e que apresentam defeitos excessivos em sua superfície. A ausência de planejamento de manutenção está tão incorporada no dia a dia dos órgãos públicos rodoviários que, muitas vezes, o orçamento para execução dessa atividade sequer é levado em conta no planejamento de uma nova rodovia. (CNT, 2017)

O Plano CNT de Transporte e Logística 2018, estudo que analisa de forma criteriosa as necessidades do país para a implantação de um sistema de transporte integrado de cargas e de passageiros, estimou que seriam necessários cerca de R\$ 14 bilhões em investimentos em todos os modais (rodoviário, ferroviário, aquaviário e aéreo, além do transporte público urbano) para o desenvolvimento da infraestrutura de transporte em Alagoas. Desse total, aproximadamente, R\$ 3,7 bilhões corresponderiam, apenas, aos investimentos necessários para realizar intervenções indispensáveis na infraestrutura rodoviária, como: adequação, construção, duplicação, pavimentação e recuperação do pavimento de rodovias.

Diante dos dados, a despeito da importância do modal rodoviário no Brasil, é notável que os recursos destinados para construção e manutenção dessa infraestrutura são insuficientes ou pouco efetivos, uma vez que as condições das rodovias, em geral, são insatisfatórias. Para conservar as rodovias e, conseqüentemente, os recursos investidos em pavimentação, é necessário melhorar os procedimentos de gestão e utilizar técnicas atuais, como por exemplo, um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) para aumentar o desempenho com atividades de manutenção preventiva e corretiva que vão além do convencional “primeiro o pior”. A adoção

desses procedimentos prolonga a vida útil do pavimento e reduz os custos de reparo ao longo do tempo. (ZANCHETTA, 2017)

Neste sentido, considerando o exposto anteriormente, este trabalho se fundamenta por analisar a gestão das rodovias estaduais de Alagoas e determinar a situação da AL-220 por meio do cálculo do Índice de Condição da Manutenção (ICM).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho de conclusão de curso possui a finalidade de avaliar o sistema de gestão de rodovias estaduais em Alagoas quanto ao pavimento, sinalização, e o sistema de drenagem.

1.2.2 Objetivos Específicos

Adicionalmente, os objetivos específicos são:

- Compreender o processo de gestão e manutenção de uma rodovia estadual;
- Identificar as deficiências e indicar as possíveis causas de degradação de uma rodovia;
- Avaliar a condição de manutenção da rodovia estadual AL-220.

1.3 JUSTIFICATIVA

É de amplo conhecimento que a inadequação da infraestrutura de transportes rodoviário influi negativamente na economia, na sociedade e potencializa os impactos ambientais. Do ponto de vista econômico, a qualidade da infraestrutura afeta a competitividade da atividade econômica do país, uma vez que promove a integração entre mercados, e geram custos financeiros adicionais para o sistema de saúde, devido ao aumento do número de acidentes. Ainda no campo econômico, a má qualidade das rodovias afeta a própria operação do serviço de transporte, pois pode aumentar as despesas com manutenção do veículo, o que implica na elevação de custos aos transportadores e reduz a rentabilidade das empresas. Ademais, esse aumento de custos operacionais pode ainda ser repassado para o preço das cargas e da movimentação de passageiros. (CNT, 2021)

No campo social, uma rede de transportes ineficaz impossibilita a acessibilidade dos indivíduos aos diversos pontos do território, aumenta o tempo e o custo de deslocamento, e reduz a disponibilidade de tempo e recursos para executar atividades de lazer e consumo. Quanto ao campo ambiental, as inadequações da malha rodoviária provocam o aumento do consumo de combustíveis e, conseqüentemente, das emissões de gases tóxicos e poluentes na

atmosfera que provocam mudanças climáticas e o aquecimento global. Além disso, a insuficiência de infraestrutura impede a ligação de determinadas localidades com a rede nacional de transporte e dificulta o estabelecimento de novas atividades nessas regiões, enfraquecendo o desenvolvimento dos pontos mais longínquos do território. (CNT, 2021)

De acordo com *The Global Competitiveness Report 2019*, publicação anual do *World Economic Forum*, o Brasil ocupa 85º posição no ranking de competitividade global no quesito qualidade e extensão da infraestrutura de transporte (rodoviário, ferroviário, hídrico e aéreo). Na avaliação dos indicadores relativos à conectividade e à qualidade da infraestrutura rodoviária o Brasil, que é a 9º maior economia do mundo, foi classificado na 69º e 116º posição, respectivamente, localizando-se atrás inclusive da Argentina que ocupa 12º e 92º posição nesses indicadores, apesar de sua economia está em recessão desde 2018.

A condição da infraestrutura das rodovias impacta diretamente na segurança de seus usuários, havendo um maior potencial de risco de acidentes. A sensação de insegurança ao entrar em uma estrada sem sinalização ou com sinalização falha, por falta de conservação, é instantânea para um motorista acostumado a fazer uso de rodovias bem sinalizadas. É responsabilidade do órgão público garantir aos usuários da rodovia conforto e segurança mediante a implantação e a manutenção permanente da sinalização rodoviária. (DNIT, 2005)

Dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF) mostram que houve uma queda no número total de acidentes registrados ao longo dos anos – de 96.363, em 2016, para 63.548, em 2020. Até setembro de 2021, foram registrados um total de 47.732 acidentes. No entanto, é preciso considerar que nos últimos anos houve um período de maior restrição de mobilidade devido à pandemia, o que pode ter contribuído para a redução de acidentes. Como reflexo da redução do número de acidentes, nota-se uma queda no custo econômico-financeiro ao qual estão sujeitos os acidentes, estimado de R\$ 14,46 bilhões, em 2016, para R\$ 11,76, em 2020. Até setembro de 2021, o custo estimado foi de R\$ 8,85 bilhões.

Sob essa perspectiva, uma saída para elevar a qualidade das rodovias e suavizar os impactos causados pelas deficiências de infraestrutura passa necessariamente pelo investimento na construção de novas vias, mas, principalmente, na manutenção e gerenciamento das existentes. Dessa forma, é de fundamental importância entender os parâmetros de adequação e as técnicas de gestão de uma rodovia.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Segundo o Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005), para fins de manutenção alguns dos componentes a serem considerados na aferição de desempenho de uma rodovia são: Pavimento, Obras de Arte Especiais, Elementos de Proteção e Segurança (Barreiras e defensas, Sinalização e Iluminação), Drenagem e Obras de Arte Correntes, entre outros.

Esta pesquisa consiste na verificação e análise dos defeitos do pavimento flexível, da sinalização, do sistema de drenagem e da roçada no estudo de caso da rodovia estadual AL-220. O trecho selecionado, como objeto de estudo deste trabalho, dispõe de 18 km de extensão total e está compreendido entre o entroncamento da AL-101 e o trevo da BR-101.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado as definições, as características e as patologias que afetam os diversos sistemas que compõem uma rodovia, assim como os tipos de manutenção necessárias para que o desempenho da rodovia seja mantido.

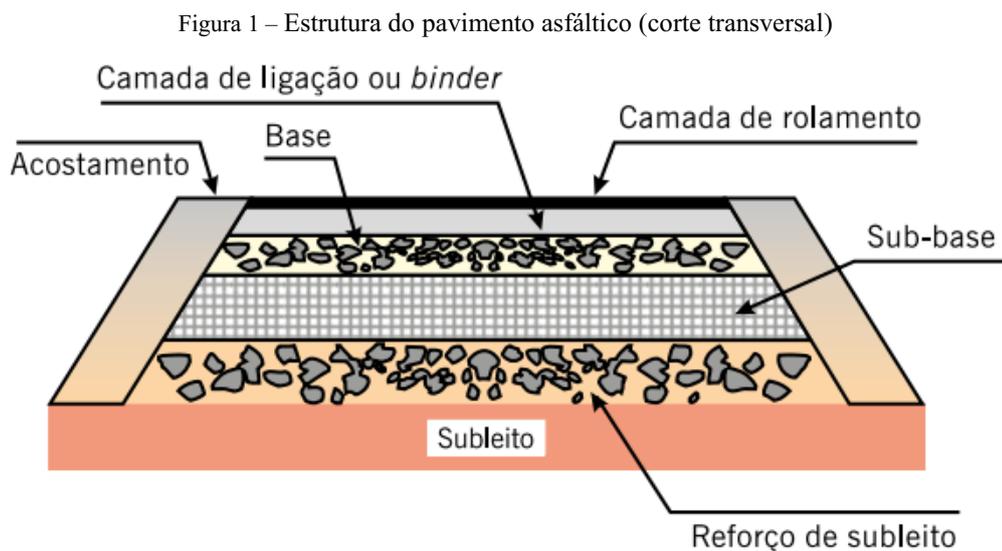
2.1 PAVIMENTO

Todas as definições encontradas para o termo pavimento, estão atreladas a sua função estrutural e operacional. Segundo Bernucci *et al.* (2022), “o pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança”.

Para o DNIT (2006), o pavimento de uma rodovia é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaco considerado como infinito, designado de subleito. Para satisfazer sua finalidade básica de garantir conforto, economia e segurança, o pavimento deve ser projetado e conservado de forma a apresentar determinados níveis de serventia em toda sua extensão. (FIGUEREDO, 2015)

De maneira geral, conforme o Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005), o pavimento viário é tradicionalmente classificado em três tipos básicos: flexíveis, semi-rígidos e rígidos. Este trabalho será direcionado somente ao estudo do pavimento flexível, comumente, designado de pavimento asfáltico.

Os pavimentos flexíveis são constituídos por camada superficial asfáltica (revestimento), apoiada sobre camadas de base, de sub-base e de reforço do subleito, nas quais o comportamento estrutural depende do volume de tráfego, da capacidade de suporte do subleito, da rigidez e espessura das camadas, e condições ambientais. Em alguns casos, uma ou mais camadas podem ser suprimidas sem comprometer o comportamento estrutural do pavimento (BERNUCCI *et al.*, 2022). Na figura 1, temos a representação da estrutura típica de um pavimento flexível.



Fonte: Bernucci *et al.* (2022)

Figueredo (2015), enfatiza que a estrutura do pavimento é idealizada considerando apenas sua função estrutural, que é receber os esforços oriundos do tráfego e transmiti-los para as camadas inferiores de forma criteriosa e aliviada, uma vez que essas são geralmente menos resistentes, a fim de impedir que ocorram no pavimento deformações ou mesmo rupturas incompatíveis com a utilização da rodovia, induzindo a um comportamento mecânico inadequado e a uma degradação prematura. Cada camada que compõe o pavimento possui uma função, conforme será apresentado posteriormente.

2.1.1 Subleito

É o terreno de fundação sobre o qual é construído o pavimento. Possui a função de absorver os esforços verticais oriundos do tráfego de veículos. (DNIT, 2006)

2.1.2 Reforço do subleito

É uma camada de espessura constante, construída por circunstâncias técnico-econômicas acima da regularização. O material utilizado nessa camada possui características

geotécnicas inferiores ao material empregado na camada que lhe for superior e melhores que o material do subleito. (DNIT, 2006)

2.1.3 Sub-base

É a camada complementar à base e executada quando por circunstância técnico-econômicas não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização. Dessa forma, possui a função de resistir e distribuir os esforços verticais provenientes da ação do tráfego. (DNIT, 2006)

2.1.4 Base

É camada destinada a resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento. (DNIT, 2006)

2.1.5 Revestimento Asfáltico

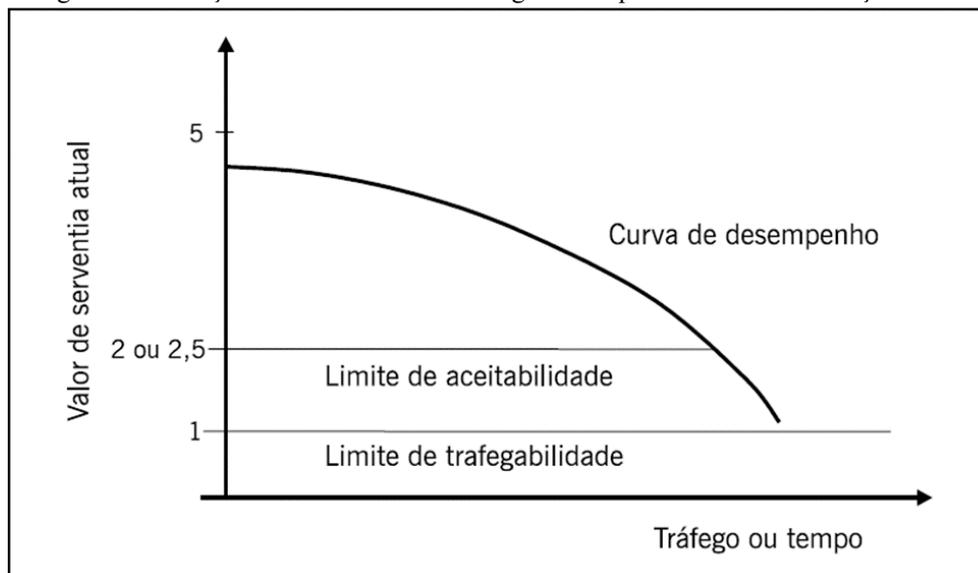
Camada superior destinada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada às camadas inferiores, impermeabilizar o pavimento e melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e à segurança. (BERNUCCI *et al.*, 2022)

2.1.6 Avaliação de Desempenho do Pavimento

Como se sabe, o pavimento inicia sua vida útil numa condição ótima até alcançar uma condição ruim. Isso ocorre porque o pavimento perde gradativamente sua capacidade de suporte ao longo do tempo, sendo necessário que lhe seja concedido um novo aporte estrutural para estar apto a cumprir um novo período e, assim, sucessivamente. Durante cada um destes períodos ou “ciclos de vida” o pavimento deve apresentar permanentemente um desempenho satisfatório. A capacidade que o pavimento possui de proporcionar um determinado nível de desempenho é intitulada de serventia do pavimento e serve como parâmetro na tomada de decisão acerca do tipo e do momento mais adequado para realizar intervenções de manutenção. DNIT (2005)

A figura 2 apresenta a forma da curva de serventia ao longo do tempo de utilização da via e indica o limite de aceitabilidade das condições de rolamento do pavimento, que depende da classe da rodovia e do tráfego, abaixo do qual o nível de conforto passa a ser inaceitável.

Figura 2 – Variação da serventia com o tráfego ou tempo decorrido de utilização da via



Fonte: DNIT (2011)

Sempre que o pavimento atingir o limite de aceitabilidade, sendo 2,5 para as vias de alto volume de tráfego e 2 para as demais, deve passar por uma intervenção de manutenção corretiva. Quando a manutenção não é realizada, ou é inadequada, o pavimento pode atingir o limite de trafegabilidade, tornando necessária sua reconstrução DNIT (2011). Por isso, é fundamental que o pavimento passe por avaliações periódicas para detectar e acompanhar os primeiros sinais dos defeitos e, assim, realizar intervenções no momento adequado, garantindo a sua qualidade (BERNUCCI *et.al*, 2022). Segundo o DNIT (2006), a condição da superfície dos pavimentos pode ser avaliada considerando parâmetros, como: desempenho funcional, desempenho estrutural e desempenho quanto à segurança.

a) Desempenho Funcional do Pavimento

A capacidade do pavimento de satisfazer a função para o qual foi projetado e fornecer uma superfície com serventia adequada em termos de qualidade de rolamento é denominada de desempenho funcional. A análise da condição funcional do pavimento pode ser realizada através de duas técnicas de avaliação: avaliação subjetiva e a avaliação objetiva. (DNIT, 2005)

Figueredo (2015) afirma que a avaliação subjetiva estabelece a capacidade funcional do pavimento de atender às exigências de tráfego que atua sobre ele, no momento da avaliação, baseados em conceitos qualitativos relacionados com a percepção dos usuários quanto à suavidade e ao conforto de rolamento. Por sua vez, a avaliação objetiva verifica o estado funcional do pavimento com base no conhecimento dos valores de vários parâmetros representativos das condições de superfície do pavimento. (DNIT, 2006)

Na avaliação da qualidade dos pavimentos flexíveis, necessária para o planejamento das intervenções de manutenção, são utilizadas uma grande variedade de índices, entre os vários índices existentes, cabe mencionar os seguintes:

- **Índice de Gravidade Global (IGG)**

A avaliação objetiva da superfície de pavimentos rodoviários é realizada em função do Índice de Gravidade Global (IGG). Este índice permite retratar o grau de degradação do pavimento, mediante a quantificação e classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações permanentes nas trilhas de roda. (DNIT, 2003)

A sistemática de cálculo do IGG é baseada na atribuição de pesos aos diferentes tipos de defeitos identificados, ou seja, fatores de ponderação que buscam retratar sua influência sobre a serventia do pavimento. A multiplicação da frequência relativa de cada defeito pelo seu fator de ponderação resulta no Índice de Gravidade Individual (IGI) correspondente ao evento. O somatório de todos os Índices de Gravidade Individuais representa o IGG. (DNIT, 2006)

O procedimento utilizado para estimar este índice é descrito na norma o DNIT 006/2003-PRO, útil para a tomada de decisões e intervenções de restauração necessárias, atribuindo-lhe conceitos variáveis segundo a tabela 1, a seguir:

Tabela 1 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG > 160$

Fonte: DNIT (2003)

- **Levantamento Visual Contínuo (LVC)**

O Levantamento Visual Contínuo (LVC) se constitui em processo de avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos por meio da determinação dos seguintes parâmetros: Índice de Condição do Pavimento Flexível (ICPF), Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE) e do Índice de Estado de Superfície (IES).

O processo de avaliação consiste no preenchimento de um formulário, levando em consideração a ocorrência e a frequência de defeitos no pavimento, tais como: trincas,

deformações, panelas, remendos, entre outros. O método de cálculo para determinar os índices obtidos através do levantamento visual contínuo está especificado na DNIT 008/2003 – PRO.

- **Valor de Serventia Atual (VSA)**

A norma DNIT 009/2003 – PRO fixa o método de avaliação subjetiva dos pavimentos asfálticos desenvolvido como base no Valor de Serventia Atual (VSA). O valor de serventia atual afere o grau de conforto e suavidade de rolamento proporcionado pelo pavimento. (DNIT, 2003)

A avaliação é conduzida por um grupo de avaliadores que percorrem o trecho sob análise, registrando suas opiniões e atribuindo notas numa escala de 0 a 5, indicando, respectivamente, pavimentos de péssimo a ótimo. O VSA é dado pela média das notas dos avaliadores para o conforto ao rolamento de um veículo trafegando em um determinado trecho, em um dado momento da vida do pavimento. Ao longo do tempo o VSA pode diminuir por dois fatores: o tráfego e as intempéries. (DNIT, 2011)

- **Índice de Condição de Manutenção (ICM)**

O ICM é um índice obtido a partir de levantamento de campo com a finalidade de acompanhar a condição da manutenção da malha rodoviária. É obtido através da soma do índice de pavimento com o índice de conservação. O primeiro índice representa 70% da nota final e o segundo índice representa 30% da nota final.

Os critérios para avaliação do pavimento consideram a ocorrência, assim como, a frequência de defeitos no pavimento, enquanto os critérios para avaliação da conservação analisam a roçada, a drenagem e a sinalização da rodovia. É dividido em 4 faixas classificadas como: bom, regular, ruim e péssimo.

- **International Roughness Index (IRI)**

Segundo o DNIT (2006), a irregularidade longitudinal é o índice com maior relevância e o mais, frequentemente, utilizado. Entende-se por irregularidade longitudinal de um pavimento o somatório dos desvios da superfície de um pavimento em relação a um plano de referência ideal, desvios estes que afetam a dinâmica do veículo, o efeito dinâmico das cargas, a qualidade de rolamento e a drenagem superficial da via. (BERNUCCI *et al.*, 2006)

O índice internacional utilizado para medida da irregularidade é designado de *International Roughness Index* (IRI) que é um índice estatístico, expresso em m/km, que quantifica os desvios da superfície do pavimento em relação à de projeto. (BERNUCCI *et al.*, 2006)

b) Desempenho Estrutural do Pavimento

Desempenho estrutural é a capacidade que um pavimento apresenta em manter sua integridade estrutural, sem apresentar falhas significativas. Os ensaios defletoométricos são os mais apropriados para avaliação do comportamento estrutural do pavimento. (DNIT, 2006)

De acordo com o DNIT (2011), a condição estrutural do pavimento relaciona-se com o conceito de capacidade de carga, conceito este que pode ser vinculado ao projeto do pavimento e ao seu dimensionamento. Os defeitos estruturais advêm da repetição das cargas e estão vinculadas às deformações elásticas ou recuperáveis e plásticas ou permanentes.

Segundo Figueredo (2015), as deformações elásticas são aquelas que se verificam no regime elástico do material, fazendo com que os deslocamentos verticais (designados como “deflexão” do pavimento) provocados pelas cargas de tráfego do pavimento sejam recuperados durante o descarregamento, retornando à sua condição inicial. Essas deformações são avaliadas por equipamentos próprios chamados genericamente de defletoômetros e são responsáveis pelo surgimento da maioria dos trincamentos ao longo do tempo de serviço do pavimento, que podem levar à fadiga do revestimento. (DNIT, 2011)

c) Desempenho quanto à segurança

O desempenho quanto à segurança envolve vários aspectos do pavimento, da sinalização, do comportamento humano, entre outros. Com relação ao pavimento é importante avaliar a irregularidade superficial e o atrito pneu-pavimento, principalmente em dias de chuva, o que envolve a resistência à derrapagem que é função da aderência. A presença de um filme de água não rompido pelos pneus ou pela textura da pista de rolamento provocaram a perda de contato entre os pneus e o pavimento, ou seja, os pneus deixam de rolar sobre a superfície e passam a escorregar sobre ela. Esse fenômeno é conhecido como hidroplanagem ou aquaplanagem. Portanto, a manutenção do contato entre as superfícies é fundamental para evitar a hidroplanagem. (BERNUCCI *et al.*, 2022)

Vários aspectos contribuem para a aderência pneu-pavimento, mas os principais são a textura superficial e as características dos pneus. A avaliação da textura do pavimento quanto à aderência é enfocada na microtextura e na macrotextura. A microtextura depende da aspereza dos agregados e é responsável pelo rompimento da película de água e promoção do contato pneu-pavimento para veículos que trafegam em baixas velocidades de deslocamento (até cerca de 40 km/h). Já a macrotextura é dependente da rugosidade formada pelo conjunto de agregados e mástique e afeta a aderência, principalmente para veículos em altas velocidades de deslocamento (acima de 50 km/h).

A avaliação da microtextura pode ser realizada por um equipamento simples chamado pêndulo britânico. Enquanto a macrotextura pode ser determinada de várias maneiras, sendo a mais comum pelo ensaio da mancha de areia. (BERNUCCI *et al.*, 2022)

2.1.7 Defeitos Recorrentes no Pavimento Asfáltico

Os defeitos são os danos ou deteriorações na superfície dos pavimentos asfálticos que podem ser identificados a olho nu. O levantamento dos defeitos de superfície tem por objetivo avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos e diagnosticar a sua situação funcional. (BERNUCCI *et al.*, 2022)

A classificação dos defeitos nos pavimentos é apresentada na tabela 2, segundo a NORMA DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia. Os tipos de defeitos (figura 3) descritos na norma brasileira são:

Tabela 2 – Definição dos defeitos de pavimentos flexíveis

DEFEITOS	DEFINIÇÃO
Fenda - F	Qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas, conforme descrito adiante.
Fissura - FI	Fenda de largura capilar existente no revestimento asfáltico, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, perceptíveis à vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m.
Trinca	Fenda existente no revestimento, facilmente visível a vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada.
Trinca isolada transversal	Trinca isolada que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Se a extensão for de até 100 cm é denominada trinca transversal curta (TTC). Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca transversal longa (TTL).
Trinca isolada longitudinal	Trinca isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta (TLC). Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca longitudinal longa (TLL).

Trinca de retração - TRR	Trinca isolada não atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semi-rígida subjacentes ao revestimento trincado.
Trinca tipo “Couro de Jacaré” - J	Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.
Trinca tipo “Bloco” -TB	Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.
Afundamento - A	Deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento (compensação volumétrica lateral), podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação.
Afundamento plástico	Causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento plástico local (ALP); quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda (ATP).
Afundamento de consolidação	É causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento de consolidação local (ALC); quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda (ATC).
Ondulação ou corrugação - O	Deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento.
Escorregamento - E	Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.
Exsudação - EX	Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento criando um brilho vítreo, causado pela migração do ligante através do revestimento.
Desgaste - D	Também denominado de desagregação, é o efeito do desprendimento ou arrancamento progressivo do agregado do pavimento ou ainda da perda de mástique juntos aos agregados, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.
Panela ou buraco - P	A panela ou buraco é uma 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.
Remendo - R	Está associado a conservação da superfície e caracteriza-se pelo preenchimento de panelas com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”. Esse remendo pode ser de dois tipos: remendo profundo (RP) e remendo superficial (RS)

Fonte: DNIT (2003)

Figura 3 – Defeitos dos pavimentos flexíveis



1 – Fissuras; 2 – Trinca isolada (transversal); 3 – Trinca isolada (longitudinal); 4 – Trinca de retração; 5 – Trinca interligada (tipo “couro de jacaré”); 6 – Trinca interligada (tipo bloco); 7 – Afundamento plástico nas trilhas de roda; 8 – Afundamento por consolidação nas trilhas de roda; 9 – Ondulação; 10 – Escorregamento; 11 – Exsudação; 12 – Desgaste; 13 – Panela; 14 – Remendo.

2.2 SINALIZAÇÃO

A sinalização rodoviária é primordial para garantir a segurança e o conforto dos usuários das rodovias e torna-se indispensável, à medida que a velocidade de uso das estradas e o volume de tráfego aumentam com a pavimentação, traçados modernos e rodovias de pistas duplas. (DNIT, 2005)

A finalidade básica dos sinais de trânsito é de advertir os usuários das rodovias a respeito de normas, instruções e informações que visem à circulação adequada e segura dos veículos. Com esse fim, os sinais são padronizados com o objetivo de despertar reações idênticas nos motoristas diante de uma mesma situação e transmitir mensagens claras e instantaneamente compreensíveis, sem possibilidade de interpretações variadas. Assim, a sinalização deve ser bem visível e legível, de significado claro e sem ambiguidades, de modo a orientar os motoristas que não estejam familiarizados com a rodovia. (CNT, 2021)

Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I (2007): “para sua real eficácia, a sinalização deve atender aos princípios norteadores da legalidade, suficiência, padronização, clareza, precisão, visibilidade, legibilidade, manutenção e conservação. Para atender a esses princípios, são necessárias à sua implantação adequada e manutenção permanente”.

A importância da sinalização é tal que o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), em seu artigo 88, frisa que “nenhuma via pavimentada poderá ser entregue após sua construção, ou reaberta ao trânsito após a realização de obras ou de manutenção, enquanto não estiver devidamente sinalizada, vertical e horizontalmente, de forma a garantir as condições adequadas de segurança na circulação”. Contudo, observa-se que, muitas vezes, as vias são abertas ao tráfego sem respeitar essa determinação. (CTB, 1997)

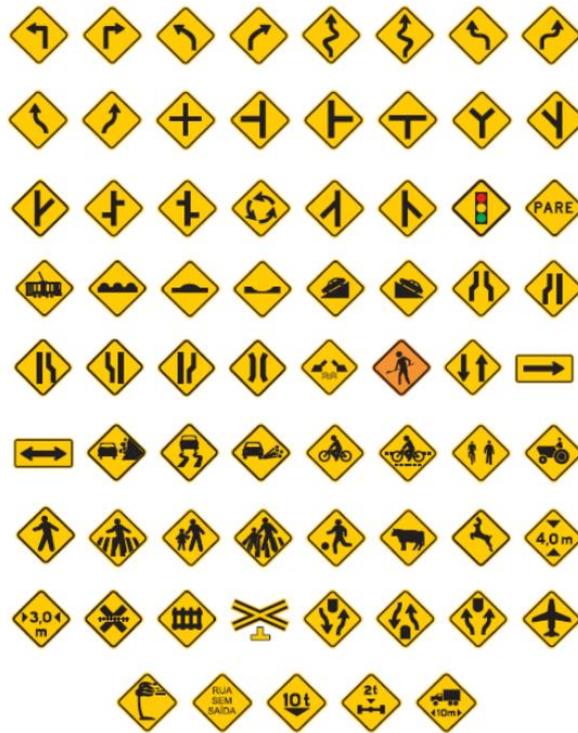
A sinalização permanente é composta por sinais em placas e painéis, marcas viárias e dispositivos auxiliares, constitui-se num sistema de dispositivos fixos de controle de tráfego que, ao serem implantados nas rodovias, ordenam, advertem e orientam os seus usuários.

De acordo com o Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT (2010), a sinalização rodoviária pode ser classificada em:

a) Sinalização Vertical

A sinalização vertical é estabelecida através de comunicação visual, por meio de placas, painéis ou dispositivos auxiliares posicionados verticalmente e implantados à margem da via

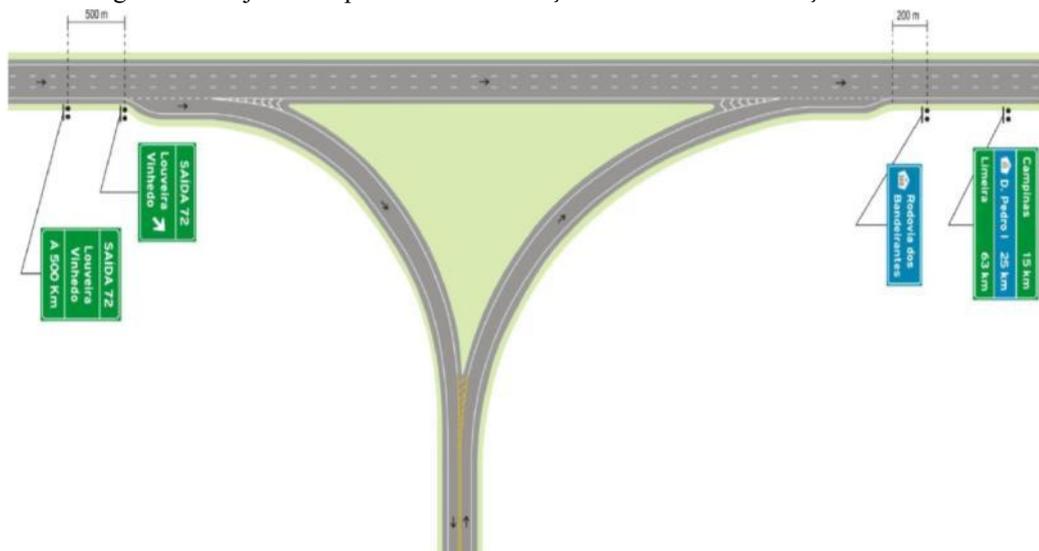
Figura 5 – Conjunto de sinais de advertência



Fonte: CONTRAN (2007)

- Sinalização Vertical de Indicação:** conjunto de placas, com a finalidade de identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos e pedestres quanto aos percursos, destinos, acessos, distâncias, serviços auxiliares e atrativos turísticos, podendo também ter como função a educação do usuário (figura 6). (CONTRAN, 2014)

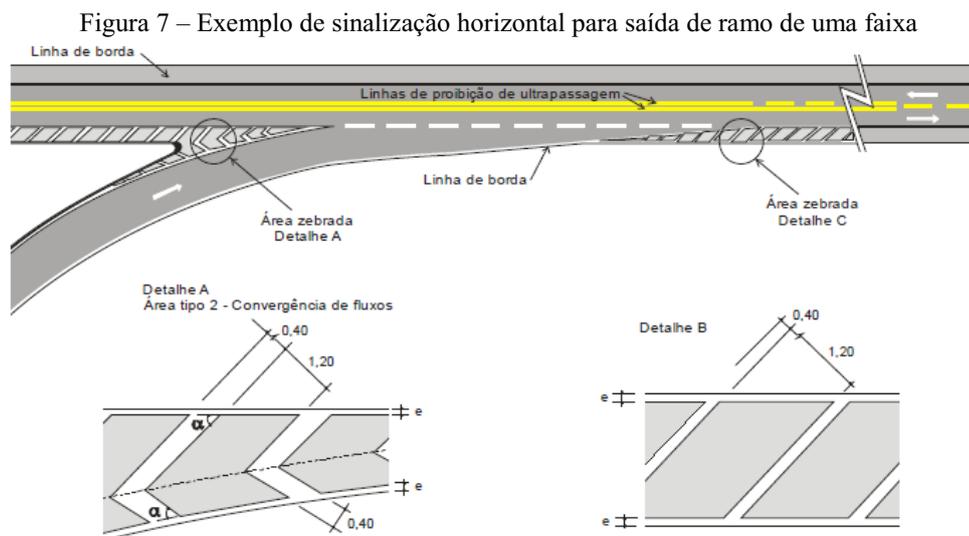
Figura 6 – Projeto com placas de identificação de rodovia e orientação de destino



Fonte: CONTRAN (2014)

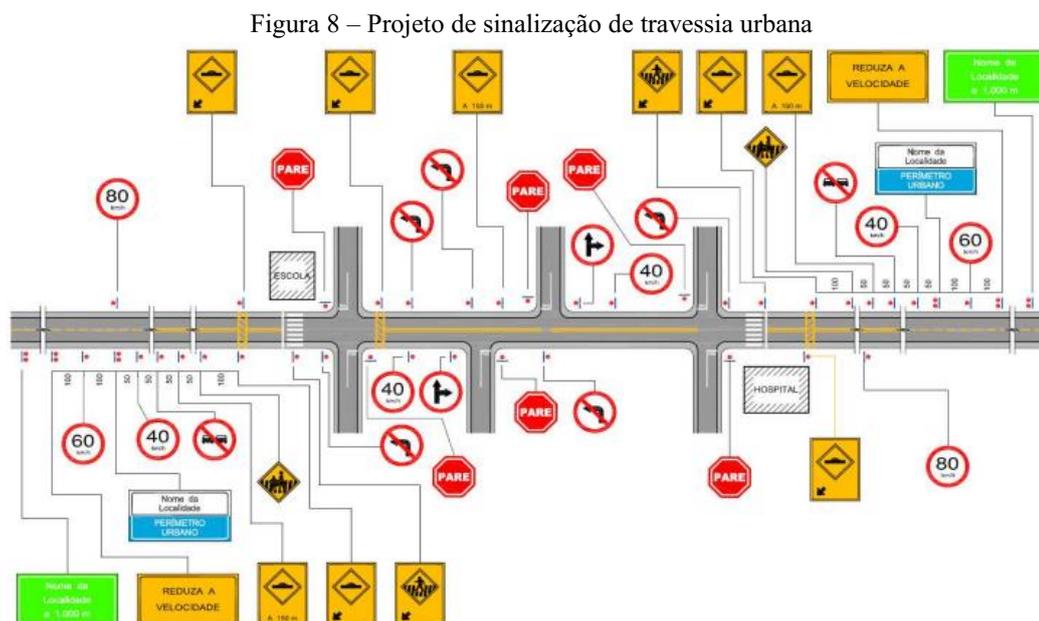
b) Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal consiste no conjunto de linhas, marcações, símbolos e legendas (figura 7) aplicados ou sobrepostos sobre o pavimento, de acordo com o projeto desenvolvido, para propiciar condições adequadas de segurança e conforto aos usuários. Sua função é ordenar e canalizar o tráfego, direcionar a circulação de veículos, enfatizar as mensagens transmitidas pela sinalização vertical e transmitir mensagens claras e simples aos motoristas, sem que estes desviem sua atenção da rodovia. (DNIT, 2010)



Fonte: DNIT (2010)

A figura 8 ilustra um projeto de sinalização vertical (regulamentação, advertência e indicativa) e horizontal de uma travessia urbana.



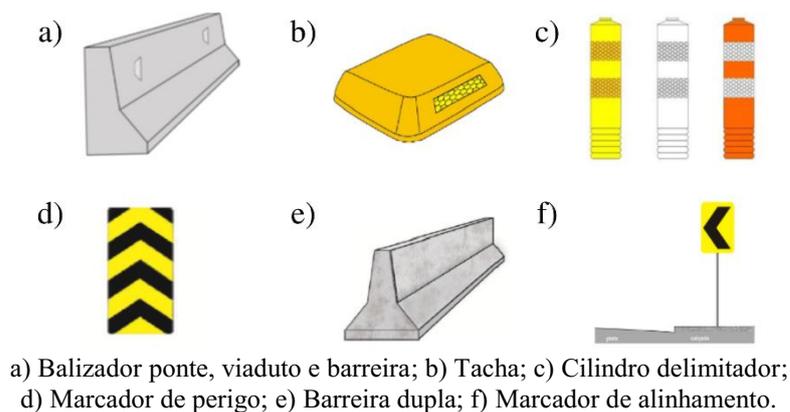
Fonte: DNIT (2010)

c) Dispositivos Auxiliares

Segundo o DNIT (2010), são elementos aplicados na via que proporcionam mais eficiência e segurança a operação do trânsito (figura 9). São aplicados com a finalidade de incrementar a visibilidade da sinalização e do alinhamento da via, reduzir a velocidade do trânsito, reduzir os acidentes e, conseqüentemente, sua severidade, alertar os condutores quanto a situações de perigo potencial, fornecer proteção aos usuários da via, etc. São agrupados de acordo com a sua função:

- Dispositivos Delimitadores;
- Dispositivos de Canalização;
- Dispositivos de Sinalização de Alerta;
- Alterações nas Características do Pavimento;
- Dispositivos de Contenção Veicular;
- Barreiras Antiofuscamento e Acústica;
- Dispositivos de Proteção para Pedestres e/ou Ciclistas;
- Dispositivos Luminosos;
- Dispositivos de Uso Temporário;
- Dispositivos de Controle de Acesso.

Figura 9 – Exemplos de dispositivos de auxiliares



2.2.1 Desempenho da Sinalização

Uma condição básica para o bom desempenho da sinalização é a comunicação, ou seja, é a de que as mensagens devem ser transmitidas de modo que os usuários compreendam corretamente o seu significado com distância e tempo suficiente para orientar suas ações de maneira efetiva. No entanto, as normas e manuais técnicos não fornecem indicações claras

quanto a avaliação funcional da sinalização limitando-se apenas a sua integridade material e física. (FUJII, 2017)

A visibilidade da sinalização é quantificada em um parâmetro chamado de retrorrefletância, principal parâmetro de desempenho da sinalização em rodovias federais concedidas ou administradas pelo DNIT. A retrorrefletância avalia a retrorrefletividade de sinalização horizontal, vertical e alguns elementos de proteção e segurança, sendo a reflexão na qual os raios de luz refletidos são devolvidos no formato de um cone de luz diretamente para a fonte de origem, mantendo percentuais distintos de reflexão à medida que se afasta do eixo principal ou central da fonte de origem. (ANTT, 2016)

O procedimento para avaliação deste requisito está descrito em normas brasileiras de sinalização viária, tais como:

- **NBR 15426:2020** – Sinalização vertical viária – Método de medição da retrorrefletividade utilizando retrorrefletômetro portátil;
- **NBR 14723:2020** – Sinalização horizontal viária – Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 15 m;
- **NBR 16307:2020** – Sinalização horizontal viária – Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 30 m;
- **NBR 16410:2015** – Sinalização horizontal viária – Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento dinâmico com geometria de 15 m ou 30 m.

Nas rodovias estaduais, tradicionalmente, o desempenho do sistema de sinalização rodoviária tem se resumido no controle de sua conservação física após a elaboração e implantação dos elementos de sinalização previstos no projeto executivo. Isto abrange cuidados com a preservação física dos elementos (limpeza e desobstrução visual), bem como a substituição dos dispositivos ao final da sua vida útil (desgaste, acidente e deprecação). (FUJII, 2017)

2.2.2 Defeitos Recorrentes

De acordo com o Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005), os tipos de defeitos que frequentemente são associados a sinalização de trânsito, conforme tabela 3:

Tabela 3 – Defeitos de sinalização de trânsito

Elemento de Sinalização	Defeitos Frequentes
Sinalização Horizontal	Desgaste acentuado, deposição e acúmulo de detritos, bem como perda dos atributos de refletividade, das faixas e tachas.
Sinalização Vertical	Desgaste acentuado, anomalias, depredações e furtos, assim como perda de atributos de legibilidade e refletividade das placas e pórticos.
Dispositivos Auxiliares	Desgaste acentuado e danificações em elementos componentes, tais como barreiras de concreto e defensas metálicas, cercas e alambrados, guarda-corpo de obras de arte especiais e elementos para antiofuscamento e atenuadores de impacto.

Fonte: DNIT (2005)

A figura 10, exemplifica os defeitos recorrentes associados ao sistema de sinalização rodoviária.

Figura 10 – Defeitos de sinalização



Fonte: Autora (2022)

2.3 SISTEMA DE DRENAGEM

O principal objetivo do sistema de drenagem em uma rodovia é captar, conduzir e desaguar, de forma rápida e eficiente, o principal agente de degradação do pavimento, a água. A precipitação de água sobre a pista e/ou áreas adjacentes, por infiltração ou escoamento superficial, podem comprometer a capacidade estrutural ou funcional dos pavimentos e, com

isso, prejudicar o conforto e a segurança dos usuários e afetar a durabilidade da rodovia. (DNIT, 2005)

A ação das águas superficiais ou subterrâneas podem ocasionar efeitos nocivos à rodovia, como (DNIT, 2005):

- Redução da resistência ao cisalhamento pela saturação dos solos;
- Variação de volume de alguns solos devido ao umedecimento;
- Destruição do atrito intergranular nos materiais granulares pelo bombeamento de lama do subleito;
- Produção de força ascensional no pavimento devido às pressões hidrostáticas;
- Produção de força de arrastamento dos solos pelo fluxo à alta velocidade.
- Para evitar tais efeitos é indispensável que o sistema de drenagem funcione de maneira eficiente.

A drenagem pode ser de dois tipos, cada um com funções específicas: drenagem superficial e drenagem profunda. A drenagem superficial compreende a coleta e remoção das águas superficiais que atingem ou possam atingir a estrada. E a drenagem profunda (subterrânea) realiza a interceptação e remoção das águas do subsolo do leito estradal. (DNIT, 2005)

Conforme o Manual de Drenagem de Rodovias (2006), para um sistema de drenagem eficiente, utiliza-se uma série de dispositivos:

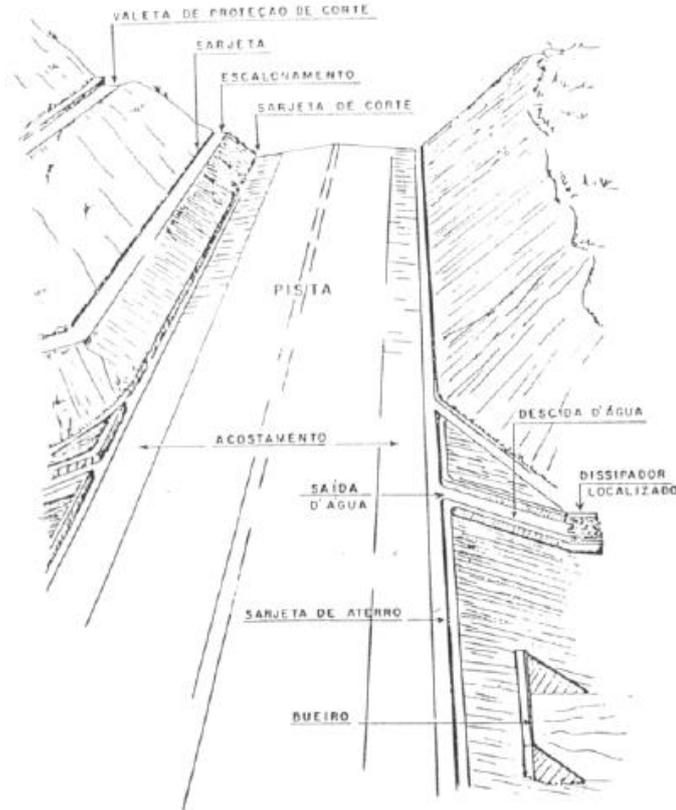
a) Dispositivos de Drenagem Superficial:

- Valetas de proteção de corte;
- Valetas de proteção de aterro;
- Sarjetas de corte;
- Sarjetas de aterro;
- Sarjeta de canteiro central;
- Descidas d'água;
- Saídas d'água;
- Caixas coletoras;
- Bueiros de greide;
- Dissipadores de energia;
- Escalonamento de taludes;

- Corta-rios.

A figura 11 exibe um esquema típico do sistema de drenagem superficial simples em uma rodovia.

Figura 11 – Sistema de drenagem simples



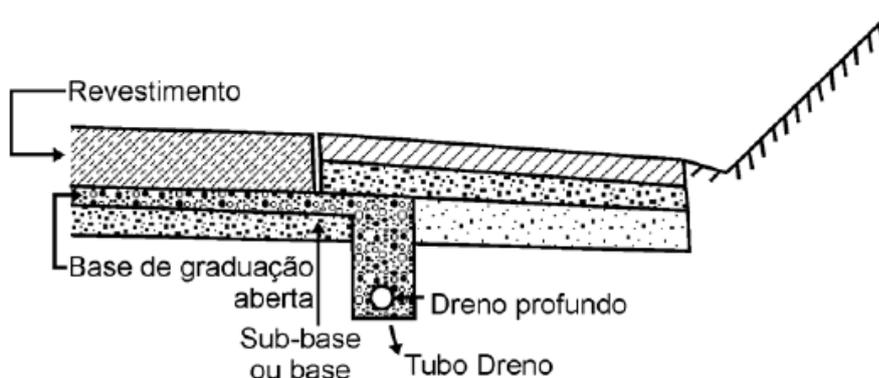
Fonte: DNIT (2005)

b) Dispositivos de Drenagem Profunda:

- Drenos profundos;
- Drenos espinha de peixe;
- Colchão drenante;
- Drenos horizontais profundos;
- Valetões laterais;
- Drenos verticais de areia.

Na figura 12, temos a representação de um dispositivo de drenagem profunda conectado à camada drenante do pavimento.

Figura 12 – Camada drenante conectada a dreno profundo



Fonte: DNIT (2006)

2.3.1 Desempenho do Sistema de Drenagem

Durante o ciclo de vida do sistema de drenagem seus elementos devem desempenhar suas funções com a qualidade exigida no projeto. Para isso, devem passar por intervenções programadas para garantir sua funcionalidade.

Assim como no sistema de sinalização, o controle de conservação dos elementos de drenagem em uma rodovia restringe-se sobretudo à verificação da integridade e manutenção da funcionalidade dos elementos que compõem esse subsistema da rodovia, observando a presença de sujeiras, defeitos, obstruções, trincas, recalques, elementos descontínuos, danificados ou ausentes. (ANTT, 2016)

2.3.2 Defeitos Recorrentes

Segundo o DNIT (2005), alguns dos defeitos que ordinariamente podem ocorrer neste sistema, em especial no sistema de drenagem superficial, são, entre outros, os seguintes:

- Insuficiência de vazão em dispositivos implantados, desnivelamentos e desalinhamentos de manilhas e dispositivos outros, em consequência de movimentos de solo, de subleito ou das paredes de dispositivos.
- Erosões e empoçamentos, em especial, ao longo de dispositivos de drenagem superficial.
- Obstrução e entupimento de dispositivos, por deposição e acúmulo de entulhos, detritos e sedimentos.
- Falhas estruturais, envolvendo a ocorrência de rupturas, fraturas e fendas em dispositivos vários.

2.4 GESTÃO RODOVIÁRIA

As rodovias representam um valioso patrimônio cuja a manutenção e conservação são essenciais para a sua preservação. Qualquer interrupção ou redução na intensidade ou na frequência dos serviços necessários à manutenção desse patrimônio implicará em aumentos substanciais nos custos de operação dos veículos e na necessidade de investimentos cada vez mais vultosos para recuperação da malha rodoviária. De acordo com Figueredo (2015), a responsabilidade de prover e conservar a malha rodoviária de modo a garantir sua qualidade, satisfazer as necessidades dos usuários e, conseqüentemente, viabilizar o desenvolvimento socioeconômico do país é função dos órgãos rodoviários.

Assim, o tipo de gestão (privada ou pública) adotada nas rodovias influencia diretamente na qualidade da infraestrutura rodoviária. Na gestão privada, a responsabilidade pela manutenção, recuperação e conservação é delegada a empresas privadas, sendo os investimentos obtidos por meio de cobrança de pedágio aos usuários. Já na gestão pública a responsabilidade das atividades de manutenção, recuperação e conservação é dos órgãos rodoviários da União, dos estados, do Distrito Federal ou dos municípios (CNT, 2021). O propósito desse trabalho é, especificamente, as rodovias estaduais de alagoas sob gestão pública.

2.5 MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA

Para atender aos padrões de desempenho desejáveis e proporcionar aos usuários condições de tráfego seguras, confortáveis e econômicas a rodovia deve estar permanentemente dotada de adequados atributos de natureza funcional e estrutural que exigem que esta seja submetida a um processo de manutenção contínuo e adequado. (DNIT, 2006)

A manutenção das rodovias é uma atividade contínua desenvolvida com o objetivo de preservar a infraestrutura viária. O processo de manutenção das rodovias abrange um conjunto de atividades, destinadas a manter ou elevar o desempenho da rodovia. Tal conjunto compreende uma série de intervenções que estão distribuídas em 5 grupos de ações que incluem a conservação das rodovias. (DNIT, 2005)

De acordo com o Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005), “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. ”

Abaixo, exibe-se os 5 grupos de atividades listados pelo DNIT (2005):

- a) **Conservação Corretiva Rotineira:** consiste no conjunto de operações de conservação destinadas a reparar ou sanar um defeito para restabelecer o funcionamento dos componentes da rodovia e proporcionar conforto e segurança aos usuários. As principais atividades compreendidas são as selagens de trinca, recomposição de obras de drenagem superficial e profunda, recomposição de obras de arte correntes, recomposição da sinalização vertical e horizontal, controle à exsudação, controle de erosão e remendo superficial e profundo.
- b) **Conservação Preventiva Periódica:** conjunto de operações a serem realizadas periodicamente com a finalidade de evitar surgimento ou agravamento de defeitos. Sua frequência de execução depende do trânsito, topografia e clima. Envolve a aplicação de uma camada delgada de mistura asfáltica ou tratamento superficial a fim de melhorar ou proteger a superfície do pavimento, sem acrescer sua capacidade estrutural, também envolve atividades de limpeza e desobstrução de bueiros, valetas e drenos profundos.
- c) **Conservação de Emergência:** conjunto de operações, obras ou serviços necessários para reparar, repor, reconstruir ou restaurar trechos ou estruturas da rodovia, que tenham sido danificados, seccionados ou obstruídos por um evento extraordinário ou catastrófico, ocasionando interrupção do tráfego na rodovia. Alguns dos serviços compreendidos por essa categoria são: recomposição de aterros e remoção de barreiras.
- d) **Restauração:** conjunto de operações que possui o objetivo de restabelecer o perfeito funcionamento do pavimento. Geralmente consiste na substituição ou confecção de uma ou mais camadas, complementadas por outras que deverão conferir ao pavimento o aporte de capacidade estrutural necessário às condições de tráfego atuais e futuras, prolongando o período de vida do pavimento. Conforme exposto anteriormente, podem incluir as soluções de recapeamento ou reconstrução (total ou parcial) do pavimento.
- e) **Melhoramentos da Rodovia:** conjunto de atividades que acrescentem características novas à rodovia (complementação) ou ainda modifiquem as existentes (modificação). Compreendem melhoramentos de cunho operacional e de segurança das rodovias, podendo incluir também intervenções de recuperação ambiental. Alguns exemplos desse tipo de serviço são: execução de itens de drenagem, plantio de árvores e execução de cerca. Diferente das atividades de conservação apresentadas anteriormente, fornecem novas características à rodovia, enquanto as demais visam apenas reestabelecer ou manter suas características originais.

2.6 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS (SGP)

Uma rodovia é formada por inúmeros sistemas que interagem entre si e que compreendem as atividades de conservação, são eles: o pavimento, a sinalização horizontal e vertical, obras de arte especiais, dispositivos de drenagem e os demais sistemas que compõem a infraestrutura viária. (LIMA, 2007)

Segundo o Manual de Gerência de Pavimentos (2011):

“O pavimento rodoviário representa um valioso patrimônio, cuja conservação e restauração oportunas são essenciais para a sua preservação. Qualquer interrupção ou redução na intensidade ou na frequência dos serviços necessários à manutenção desse patrimônio implica em aumentos substanciais nos custos de operação dos veículos e na necessidade de investimentos cada vez mais vultosos para sua recuperação”.

Neste sentido, é importante o emprego de um sistema de gerenciamento de pavimentos para auxiliar no acompanhamento das condições dos pavimentos e no planejamento das intervenções necessárias. Além disso, o sistema de gerenciamento orienta quanto à melhor aplicação dos recursos, prolonga a vida útil da infraestrutura e garante a oferta de um transporte rodoviário seguro e econômico. (CNT, 2017)

Os principais componentes de um sistema de gerência de pavimentos são o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção dos pavimentos. Esses componentes possuem como fatores externos os recursos orçamentários, os dados necessários ao sistema e as diretrizes políticas e administrativas. Ademais, esses componentes devem alimentar um banco de dados que consolide as informações e permita uma análise da situação dos pavimentos e acompanhamento das atividades de manutenção, restauração e as operações de construção e reconstrução. (DNIT, 2011)

2.6.1 Níveis de Decisão na Gerência de Pavimentos

De acordo com o DNIT (2011), o processo decisório de um sistema de gerência pode ser considerado em nível de rede e em nível de projeto.

A gerência em nível de rede determina os trechos prioritários da malha rodoviária que devem ser objeto de investimentos em manutenção, ou seja, busca-se conhecer a malha rodoviária como um todo de forma a possibilitar a adequada priorização dos recursos disponíveis. Neste nível de decisão o objetivo é escolher a melhor estratégia (o que fazer?), indicar a atividade mais apropriada (como fazer?); selecionar as seções prioritárias (onde fazer?); definir a melhor época para execução dos serviços de manutenção ou restauração e a que custo aproximado (quando fazer?). (DNIT, 2011)

Na gerência em nível de projeto, observa-se detalhadamente um determinado trecho de uma rodovia, coletando dados e realizando estudos para identificar os defeitos e, sempre que possível, as causas do aparecimento, assim como as consequências que estes poderão induzir na estrutura do pavimento e na segurança dos usuários, procurando avaliar o tipo e data de execução do serviço de manutenção. Para este nível, as decisões baseiam-se em aspectos administrativos, técnicos e econômicos, incluindo a previsão da durabilidade do pavimento após a execução de diferentes estratégias de manutenção e de reabilitação, para cada segmento específico, e a avaliação das causas de deterioração. (DNIT, 2011)

A eficácia de um SGP pode ser verificada através da análise da coerência dos resultados obtidos em nível de projeto com o planejamento em nível de rede, ou ainda quando, para as análises em nível de rede, são adotados as próprias ferramentas e os métodos utilizados em nível de projeto. (DNIT, 2011)

3 ESTUDO DE CASO E METODOLOGIA

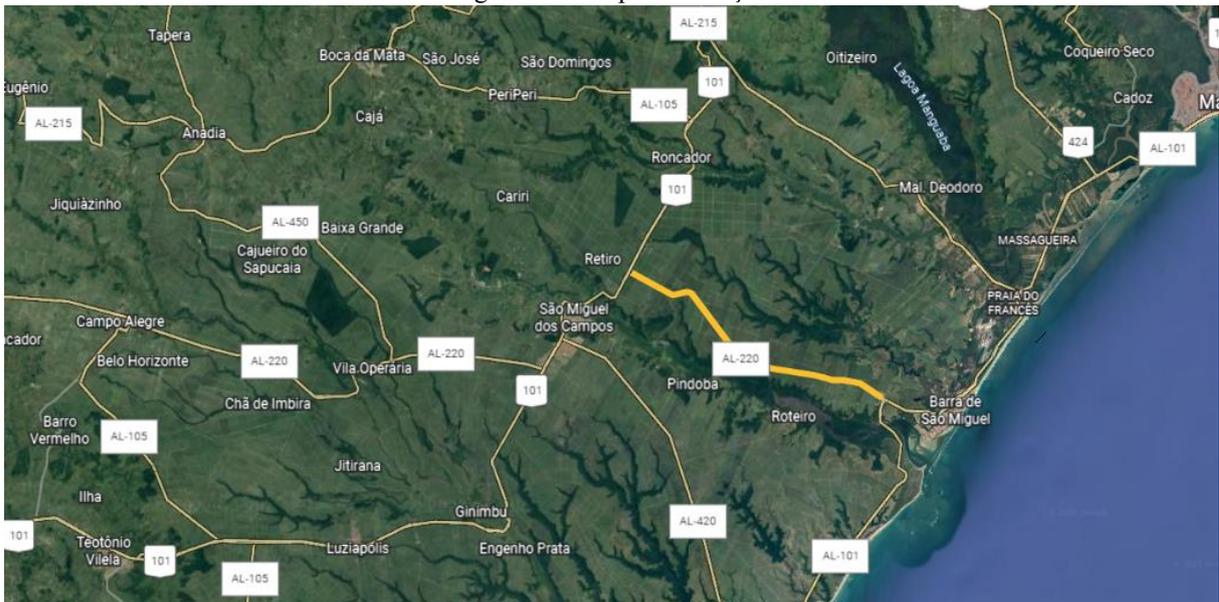
Neste capítulo, são caracterizados o trecho de estudo e as etapas da metodologia aplicada para a avaliação das condições de uma rodovia.

3.1 ESTUDO DE CASO: RODOVIA AL-220

O trecho selecionado é parte integrante da rodovia AL-220, rodovia que corta o estado de Alagoas na direção Leste-Oeste, possui relevância por constituir elemento de ligação do litoral com a BR-101, sendo alternativa para o tráfego da capital com o sul e o interior do estado.

O trecho integrou o projeto básico de engenharia para duplicação e reabilitação do pavimento da rodovia AL-220 desenvolvido pelo DER, incluindo melhoramentos físicos e operacionais na rodovia. O segmento inicia na interseção com a rodovia AL-101 no município de Barra de São Miguel e segue até a interseção com a BR-101 em São Miguel dos Campos (figura 13), totalizando 18 km de extensão. Antes da duplicação, a seção transversal da rodovia possuía duas faixas de tráfego com 3,50 m de largura e acostamentos pavimentados dos dois lados da pista com 2,00 m de largura cada. A duplicação seguiu a diretriz da pista simples existente na época, pelo lado direito, em continuidade ao segmento duplicado com origem em Maceió.

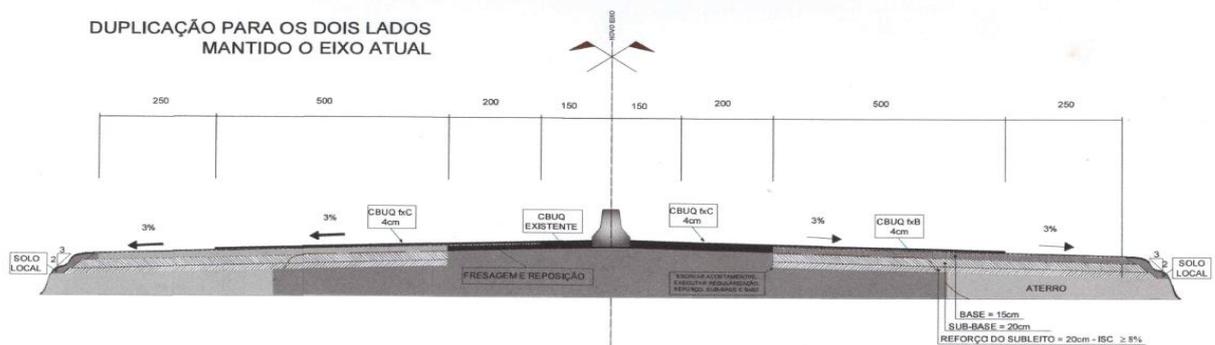
Figura 13 – Mapa de situação



Fonte: Google Earth (2022)

Atualmente, a pavimentação existente ao longo do segmento supracitado tem uma estrutura padrão de pavimento flexível com revestimento em CBUQ. O segmento desenvolve-se em região plana, de cultivo de cana de açúcar, com pista dupla. A seção transversal (figura 14) apresenta pista de rolamento com 7 m de largura cada, acostamentos com 2,50 m de largura em ambos os lados e faixa de segurança com 1,10 m até a barreira de concreto que completa uma largura de 3 m na parte central da plataforma duplicada. A declividade transversal é de 3% para cada meia pista nas seções transversais e tangentes.

Figura 14 – Seção transversal da AL-220
SEÇÕES TRANSVERSAIS DE RESTAURAÇÃO E DUPLICAÇÃO



Fonte: DER-AL (2016)

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Levantamento dos dados de Gestão

As informações referentes ao sistema de gestão e conservação das rodovias estaduais de Alagoas foram coletadas por meio de conversas informais com os engenheiros do DER-AL.

3.2.2 Determinação do ICM

O levantamento de campo foi realizado com base na Instrução de Serviço/DG N° 10, de 11 de setembro de 2017 do DNIT. Esta instrução parametriza a metodologia a ser utilizada para avaliação e cálculo do Índice de Condição da Manutenção (ICM) das rodovias pavimentadas brasileiras. Além disso, serve de parâmetro para o acompanhamento das ações de manutenção e conservação das rodovias.

A rodovia a ser avaliada foi dividida em segmentos com uma extensão de 1 km. O segmento poderia ter menos de 1 km em casos especiais, tais como: final do trecho de SNV, mudanças no tipo de revestimento e final de trecho. O levantamento foi realizado em veículo equipado com velocímetro/odômetro, para aferição da velocidade e das distâncias percorridas, operando a uma velocidade de 40 km/h, seguindo as recomendações DNIT (2017).

Por ser uma rodovia de pista dupla (com 2 pistas de cada lado) o levantamento foi conduzido separadamente para cada uma das pistas, levando-se em consideração simultaneamente as duas faixas de rolamento de cada uma dessas pistas. Por segurança, o levantamento não pode ser executado pelo condutor do veículo, sendo necessário para a realização do levantamento no mínimo um avaliador, além do motorista do veículo. (DNIT, 2017)

A determinação do ICM se baseia no registro das seguintes ocorrências:

- Número de panelas;
- Número de remendos;
- Percentual da área com trincas;
- Altura da vegetação marginal;
- Presença de dispositivos de sinalização horizontal/vertical;
- Presença e condição dos dispositivos de drenagem.

As ocorrências foram registradas com uma simples marcação em um formulário padrão, conforme o anexo A. Para a indicação da frequência das ocorrências relacionadas à pista de rolamento foi utilizado a tabela 4.

Tabela 4 – Frequência de ocorrência para elementos de pista de rolamento

	BAIXO	MÉDIO	ALTO	UNIDADE
PANELA	Até 2	3, 4 ou 5	Maior que 5	Quantidade/km
REMENDO	Até 2	3, 4 ou 5	Maior que 5	Quantidade/km
TRINCAMENTO	Trincamento < 10%	10% < Trincamento < 50%	Trincamento > 50%	% da área

Fonte: DNIT (2017)

Para a indicação do nível de conservação encontrado utilizou-se a tabela 5.

Tabela 5 – Nível de conservação

	BOM	REGULAR	RUIM
Roçada	Vegetação Rasteira com altura máxima de 30 cm	Vegetação acima de 30 cm, mas que não afeta a visibilidade da sinalização vertical	Vegetação alta que afeta a visibilidade da sinalização vertical
Drenagem	Dispositivos Superficiais Íntegros e caídos	Dispositivos Superficiais com quebras localizadas e sem caiação	Dispositivos quebrados ou ausentes
Sinalização	Elementos Verticais e horizontais visíveis e em boas condições	Elementos verticais e horizontais parcialmente faltantes e desgastados	Elementos verticais e horizontais faltantes e desgastados

Fonte: DNIT (2017)

• Cálculo do ICM

O cálculo do ICM foi desenvolvido por meio de uma fórmula empírica. Esta fórmula relaciona a condição de manutenção levantada em campo e atribui um valor conforme o grau de severidade apontado na equação 1.

$$ICM = IP \times 0,70 + IC \times 0,30$$

Equação (1)

Sendo IP (Índice de Pavimentação) e IC (Índice de Conservação) determinados pelas equações 2 e 3, respectivamente.

$$IP = P_{\text{Painelas}} \times 50 + P_{\text{Remendos}} \times 30 + P_{\text{Trincamento}} \times 20$$

Equação (2)

$$IC = P_{\text{Sinalização}} \times 50 + P_{\text{Roçada}} \times 30 + P_{\text{Drenagem}} \times 20$$

Equação (3)

O grau de severidade, utilizado para calcular o índice de pavimentação, foi atribuído de acordo com a tabela 6 baseado na frequência de ocorrência relativas à pista de rolamento observada em campo.

Tabela 6 – Valores a serem utilizados de acordo com frequência de ocorrência relacionadas ao IP

	BAIXO	MÉDIO	ALTO
PANELA	0,25	0,50	1,00
REMENDO	0,25	0,50	1,00
TRINCAMENTO	0,25	0,50	1,00

Fonte: DNIT (2017)

Com relação ao cálculo do índice de conservação, o grau de severidade foi determinado segundo a tabela 7, a partir do nível de conservação encontrado no levantamento de campo para os demais elementos que constituem a rodovia.

Tabela 7 – Valores a serem utilizados de acordo com o nível de conservação indicado

	BOM	REGULAR	RUIM
ROÇADA	0,25	0,50	1,00
DRENAGEM	0,25	0,50	1,00
SINALIZAÇÃO	0,25	0,50	1,00

Fonte: DNIT (2017)

Após a indicação do grau de severidade, a definição do estado da condição de manutenção depende exclusivamente do resultado encontrado após a aplicação da fórmula do ICM, onde o segmento foi classificado conforme a tabela 8.

Tabela 8 – Índice de condição da manutenção (ICM)

FAIXA	CONDIÇÃO
ICM < 30	Bom
30 ≤ ICM < 50	Regular
50 ≤ ICM < 70	Ruim
ICM ≥ 70	Péssimo

Fonte: DNIT (2017)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção é apresentado os resultados acerca da gestão das estradas estaduais de Alagoas, bem como os resultados do levantamento de campo realizado na AL-220 e a determinação do seu índice de condição de manutenção.

4.1 GESTÃO DAS RODOVIAS ESTADUAIS DE ALAGOAS

Em Alagoas, o DER é o órgão responsável por gerir as rodovias estaduais, ou seja, é o órgão da administração estadual encarregado da execução da política rodoviária do estado, sendo de sua competência manter, explorar, administrar e conservar as estradas de rodagem estaduais. Dentro do órgão o setor responsável por executar essas atividades é a Superintendência de Operação, Implantação, Restauração e Conservação (SUPOIRC).

A SUPOIRC é composta pelo núcleo de orçamentos de obras, núcleo de manutenção e o núcleo de convênios. Com a finalidade de facilitar o gerenciamento e ter um maior controle das estradas estaduais o órgão divide-se em 7 regiões, sendo elas: Vale do Mundaú, Vale do Paraíba, Metropolitana, Norte, Sul, Agreste e Sertão. Cada região possui um engenheiro-chefe responsável por fiscalizar e informar a sede, localizada em Maceió na região metropolitana, as condições das rodovias.

4.1.1 Sistema de Gerência

O DER-AL não possui um sistema de gerenciamento de pavimentos que identifique as necessidades de manutenção e conservação das rodovias, por isso o departamento não possui o conhecimento real da situação da malha viária sob sua jurisdição. Geralmente, os serviços realizados se baseiam na experiência dos profissionais envolvidos e restringem-se à execução de atividades de tapa-buraco. As intervenções e avaliações mais específicas por meio de métodos normatizados são desenvolvidas, apenas, quando a rodovia se encontra em um grau de deterioração visivelmente elevado.

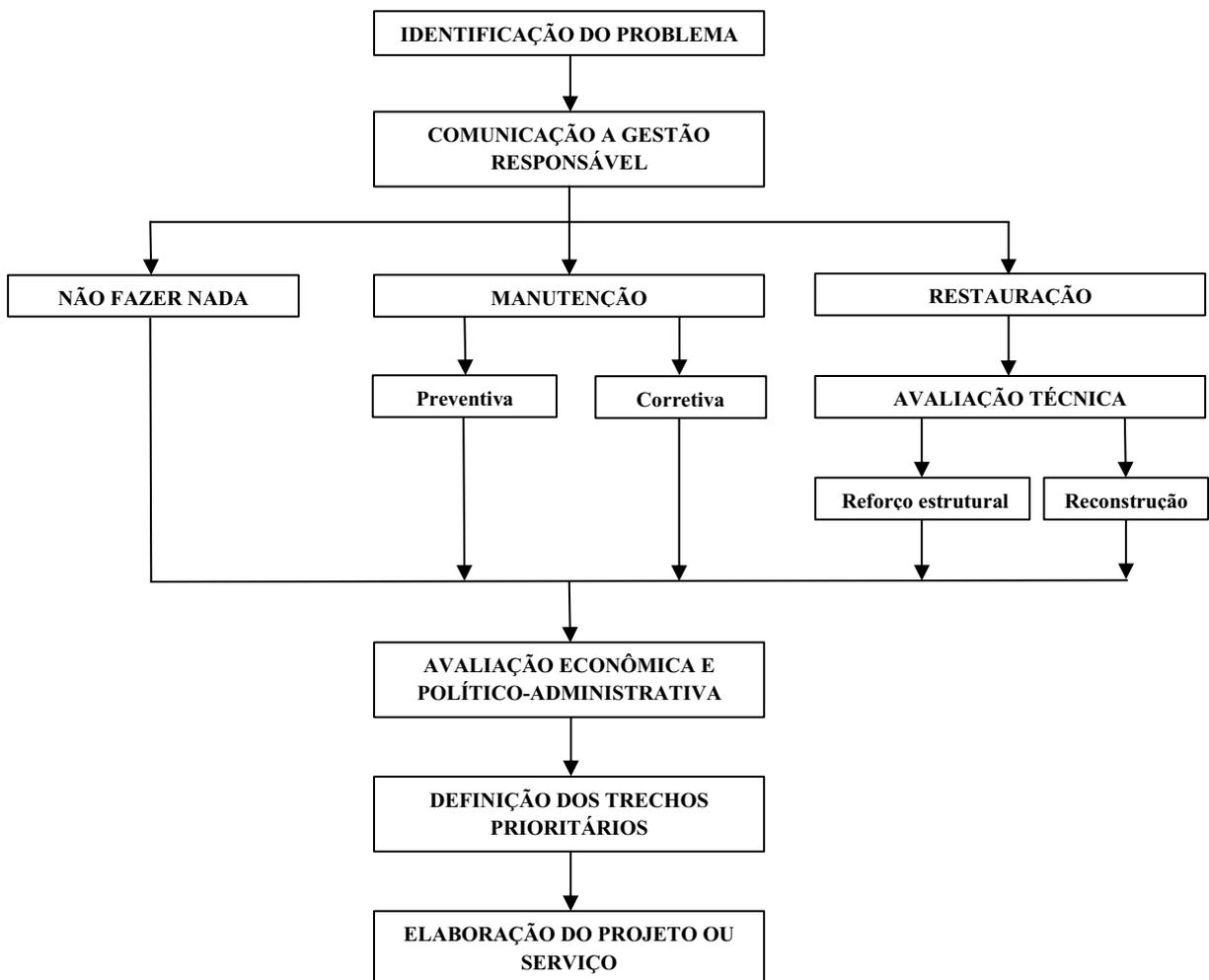
4.1.2 Critério de Priorização de Manutenção

Embora exista uma relação entre os dois níveis de gestão, em nível de rede e em nível de projeto, sendo este último complemento do primeiro, tradicionalmente, o processo decisório relacionado as atividades de manutenção das rodovias estaduais ocorre em nível de projeto, desconsiderando trechos que possivelmente seriam priorizados em nível de rede. Além disso, o critério adotado para determinar para onde irá os recursos de manutenção baseiam-se em aspectos econômicos, político-administrativas e no apelo da população.

Como o órgão não possui autonomia para definir a aplicação dos recursos financeiros para conservação e manutenção da sua malha rodoviária esta decisão geralmente é tomada por gestores da área financeira do governo, sem maiores conhecimentos técnicos. Assim, muitas vezes, trechos avaliados tecnicamente em condições inferiores não são priorizados.

A figura 15 exibe um fluxograma, construído com base nas informações obtidas com os funcionários do DER, com as etapas do processo decisório das atividades de manutenção de uma rodovia em Alagoas.

Figura 15 – Fluxograma de gestão das rodovias estaduais de Alagoas



Fonte: Autora (2022)

Inicialmente, são identificados os problemas dos trechos através de uma avaliação visual que considera apenas a experiência do profissional da área. O passo seguinte consiste na comunicação a gestão responsável e análise, em nível de projeto, para definição das atividades de manutenção ou, se for o caso, de reforço estrutural ou de reconstrução. Se houver

necessidade de restauração realiza-se uma avaliação mais detalhada para levantar a condição do pavimento e o estado de deterioração do trecho em análise, assim como os níveis de severidade. Esta avaliação auxilia na escolha das alternativas de intervenção. A partir destas definições, são efetuadas avaliações econômicas e estabelecidas as prioridades.

4.2 DEFICIÊNCIAS IDENTIFICADAS NA AL-220

Utilizando a metodologia descrita no capítulo 3, foi realizado um levantamento onde analisou-se os defeitos existentes para avaliação da condição de manutenção da superfície do pavimento, da sinalização e da drenagem. Além disso, considerou-se a situação atual da roçada da rodovia.

O trecho foi analisado quilômetro por quilômetro no sentido crescente (lado direito) e no sentido decrescente (lado esquerdo) do tráfego de veículos. Por ser uma pista dupla o levantamento foi conduzido separadamente para cada pista, considerando as duas faixas de rolamento de cada pista.

4.2.1 Pavimento

No sistema do pavimento foi examinado a existência e a frequência de defeitos, como panelas, remendos e trincamentos. Na análise dos defeitos na pista de rolamento, em ambos os sentidos de tráfego, verificou-se a inexistência de panelas na rodovia. A ausência de panelas no trecho analisado pode ser uma indicação de que o pavimento não se encontra em estado de degradação elevado.

Entretanto, em praticamente todo o trecho na pista do lado direito da rodovia, diferentemente da pista do lado esquerdo, é predominante a presença de remendos. Os remendos são considerados falhas, pois refletem o mau comportamento da estrutura original, provenientes das atividades de conservação rotineira realizadas na rodovia com a finalidade de reparar alguma patologia presente no revestimento asfáltico, ou seja, são reparos executados para evitar a degradação da estrutura do pavimento devido a evolução de outros defeitos, como panelas (ou buracos) e trincas. A maior incidência de remendos no sentido crescente da rodovia (figura 16), especialmente na faixa da direita, mostra que o tráfego de veículos pesados é mais intenso no sentido de Barra de São Miguel a São Miguel dos Campos.

Figura 16 – Remendos no sentido crescente da AL-220



Fonte: Autora (2022)

Com relação ao trincamento, foi detectado a ocorrência de trincas interligadas por fadiga (sem a presença de afundamentos) em alguns pontos do trecho, em ambos os lados da rodovia, principalmente nas faixas de tráfego lento. Esse tipo de trincamento é resultado de efeitos cumulativos do carregamento sucessivo e é caracterizado em sua fase final pelas trincas “couro de jacaré”, usualmente confinadas nas trilhas de roda, como é possível observar na figura 17.

Figura 17 – Trincas por fadiga



Fonte: Autora (2022)

A ausência de afundamentos pode ser uma indicação de que o pavimento possui uma condição estrutural adequada para as cargas de tráfego a que está sujeito. Porém, a alta frequência de remendos no sentido crescente da rodovia reflete o mau comportamento da estrutura original. Ademais, aponta que houve um tratamento após o surgimento das trincas, para evitar sua disseminação pela superfície e a destruição das camadas inferiores do pavimento e, conseqüentemente, o comprometimento estrutural do pavimento. Apesar disso, ainda é possível notar a presença de trincas na pista de rolamento inclusive nos remendos executados.

4.2.2 Roçada

A roçada é uma atividade de conservação corretiva rotineira que consiste no corte da vegetação de pequeno porte na faixa de domínio, melhorando a visibilidade e o aspecto da rodovia. A presença de vegetação muito próxima da rodovia limita a visão dos motoristas, reduzindo a segurança dos usuários.

Na avaliação da roçada foi considerado a altura da vegetação e se esta afetava a visibilidade da sinalização vertical. Com isso, foi detectado que a vegetação se encontra em um nível de regular a bom no sentido decrescente da rodovia e regular no sentido crescente. A figura 18 exibe a situação mais crítica da roçada no dia da avaliação. Na ocasião havia uma equipe de roçada trabalhando na rodovia.

Figura 18 – Situação da roçada na rodovia



Fonte: Autora (2022)

4.2.3 Drenagem

No que se refere ao sistema de drenagem, ao longo de toda a rodovia (em ambos os sentidos de tráfego), nota-se obstruções nas linhas d'água do meio-fio e nas descidas de água devido a deposição de material, mato, entulho e sedimentos, assim como o crescimento de vegetação impedindo o escoamento das águas superficiais, evidenciando a necessidade de limpeza dos dispositivos de drenagem e de corte da vegetação.

A obstrução dos dispositivos de drenagem provoca o acúmulo de água no corpo estradal, especialmente em dias de chuva, podendo causar buracos, erosões e a desagregação do pavimento. Isso ocorre, pois, os dispositivos não funcionam adequadamente e impossibilitam a

captação das águas que precipitam sobre a plataforma, comprometendo até mesmo a segurança dos usuários devido ao risco de aquaplanagem.

Todavia, para mensurar o nível de conservação dos dispositivos de drenagem foi considerado apenas a existência, a integridade e a pintura dos dispositivos de drenagem superficial do trecho estudado, conforme indicado na metodologia ICM. Assim, na avaliação foi averiguado que os dispositivos de drenagem superficial estão em situação regular com quebras localizadas e necessitando de caiação (figura 19).

Figura 19 – Dispositivos superficiais: descida de água e meio-fio



Fonte: Autora (2022)

4.2.4 Sinalização

Para verificar o nível de conservação do sistema de sinalização foi verificado a visibilidade, a existência e a condição dos elementos de sinalização vertical e horizontal. Segundo o projeto básico de engenharia para duplicação da rodovia, a sinalização vertical seria composta por placas indicativas, de advertência, de regulamentação e educativas. No entanto, no levantamento realizado observou-se ao longo da extensão do trecho de estudo, em ambos os sentidos de tráfego de veículos, a ausência de placas educativas.

Além disso, notou-se a baixíssima frequência de placas de regulamentação e de advertência, tendo sido constatada a presença de apenas uma placa de regulamentação e duas de advertência em todo o segmento. Vale ressaltar que o trecho estudado é em tangente ou com curvas suaves o que dispensa a alta frequência de placas de advertência. Com relação as placas indicativas, apesar de não existir a quantidade prevista no projeto, são mais constantes no trecho.

De acordo com o DER, a rodovia foi entregue devidamente sinalizada, sendo a ausência dessas placas de sinalização vertical justificada devido aos furtos que ocorrem na região. A figura 20, mostra a sinalização vertical verificada ao longo do trecho.

Figura 20 – Sinalização vertical de regulamentação e de advertência encontrada na rodovia



Fonte: Autora (2022)

A sinalização horizontal, de acordo com o projeto desenvolvido pelo DER–AL em 2016, seria composta por faixas e marcações no pavimento nas cores branca e amarela, demarcando as faixas da pista de rolamento para disciplinar o tráfego. No geral, a sinalização horizontal apresenta um estado regular, pois encontra-se oculta em alguns pontos em virtude da execução de remendos e, além disso, exibem um certo nível de desgaste (Figura 21).

Figura 21 – Sinalização horizontal oculta e desgastada



Fonte: Autora (2022)

4.2.5 Índice de Condição de Manutenção (ICM)

A determinação do ICM foi realizada quilômetro por quilômetro separadamente para cada pista de rolamento. Com o objetivo de viabilizar o cálculo foi preenchido um formulário com o nível das ocorrências identificadas durante a avaliação. Para determinar o ICM foi associado um valor para cada frequência de ocorrência relacionadas ao índice de pavimentação ou ao índice de conservação, conforme as tabelas 6 e 7 inseridas na caracterização da metodologia de avaliação.

a) Sentido Crescente

A Tabela 9 apresenta o nível de ocorrências detectadas no sentido crescente (lado direito) da rodovia.

Tabela 9 – Formulário de ocorrências no sentido crescente da AL-220

Rodovia: AL - 220			Empresa Supervisora:			Data: 01/11/2022															
Código SNV:			Contato Supervisora:																		
Sentido SNV: Barra de São Miguel - São Miguel dos Campos (Entr. AL - 101 - Entr. BR - 101)																					
Pista: <input type="checkbox"/> Simples <input checked="" type="checkbox"/> Dupla			Trecho:																		
km inicial	km final	Extensão (km)	Condição do Pavimento									Condição da Conservação						Observação			
			Panela			Remendo			Trincamento			Roçada			Drenagem				Sinalização		
			Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Bom	Regular	Ruim	Bom	Regular	Ruim	Bom	Regular	Ruim	
0	1	1			X	X					X		X			X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
1	2	1			X	X					X		X			X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
2	3	1			X	X					X			X		X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
3	4	1			X	X					X		X			X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
4	5	1			X	X					X		X			X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
5	6	1			X	X					X	X				X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
6	7	1			X	X				X		X				X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
7	8	1			X	X				X		X				X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
8	9	1			X	X				X		X				X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
9	10	1			X	X				X			X			X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
10	11	1			X	X					X		X			X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
11	12	1			X	X				X		X				X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
12	13	1			X	X					X		X			X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
13	14	1			X	X					X		X			X	X		X		Sentido Crescente - Pista Dupla
14	15	1			X	X					X	X				X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
15	16	1			X	X					X	X				X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
16	17	1			X	X					X		X			X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla
17	18	1			X			X			X	X				X			X		Sentido Crescente - Pista Dupla

Fonte: Autora (2022)

A fim de facilitar a compreensão da sistemática de cálculo é determinado o ICM do primeiro quilômetro da pista do lado direito do trecho. De acordo com a tabela 9:

- A frequência de painéis encontrada foi “baixa”;
- A frequência de remendos encontrada foi “alta”;
- A frequência de trincamentos encontrada foi “baixa”;
- O nível de conservação encontrado para a roçada foi “regular”;
- O nível de conservação encontrado para a drenagem foi “regular”;
- O nível de conservação encontrado para a sinalização foi “regular”.

Utilizando a tabela 6, os valores atribuídos considerando a frequência de ocorrência relacionada ao índice pavimentação foram:

Tabela 10 – Valores atribuídos para cada ocorrência relacionada IP

Panela	Remendo	Trincamento
0,25	1,00	0,25

Fonte: Autora (2022)

De acordo com a tabela 7, os valores relacionados com nível de conservação para os demais sistemas da rodovia são:

Tabela 11 – Valores atribuídos para o nível de conservação

Roçada	Drenagem	Sinalização
0,50	0,50	0,50

Fonte: Autora (2022)

Aplicando as equações 2 e 3, respectivamente, têm-se que o índice de pavimentação e o índice de conservação para o quilômetro avaliado são:

$$IP = 0,25 * 50 + 1,00 * 30 + 0,25 * 20 = 47,5$$

$$IC = 0,50 * 50 + 0,50 * 50 + 0,50 * 50 = 50$$

Substituindo os valores na equação 1 para determinar o índice de condição de manutenção obtém-se:

$$ICM = 47,5 \times 0,70 + 50 \times 0,30 = 48,25$$

Assim, utilizando como parâmetro a tabela 8 conclui-se que a condição do segmento em análise encontra-se regular. O mesmo cálculo foi realizado para estabelecer o ICM de todos os demais quilômetros do trecho avaliado com o auxílio do Excel (tabela 12).

Tabela 12 – Índice de condição de manutenção no sentido crescente

km inicial	km final	Extensão (km)	Condição do Pavimento			Condição da Conservação			IP	IC	ICM
			Valor do Nível de Ocorrência								
			Panela	Remendo	Trincamento	Roçada	Drenagem	Sinalização			
0	1	1	0,25	1,00	0,25	0,50	0,50	0,50	47,50	50,00	48,25
1	2	1	0,25	1,00	0,25	0,50	0,50	0,50	47,50	50,00	48,25
2	3	1	0,25	1,00	0,25	1,00	0,50	0,50	47,50	65,00	52,75
3	4	1	0,25	1,00	0,25	0,50	0,50	0,50	47,50	50,00	48,25
4	5	1	0,25	1,00	0,25	0,50	0,50	0,50	47,50	50,00	48,25
5	6	1	0,25	1,00	0,25	0,25	0,50	0,50	47,50	42,50	46,00
6	7	1	0,25	1,00	0,50	0,25	0,50	0,50	52,50	42,50	49,50
7	8	1	0,25	1,00	0,50	0,25	0,50	0,50	52,50	42,50	49,50
8	9	1	0,25	1,00	0,50	0,25	0,50	0,50	52,50	42,50	49,50
9	10	1	0,25	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	52,50	50,00	51,75
10	11	1	0,25	1,00	0,25	0,50	0,50	0,50	47,50	50,00	48,25
11	12	1	0,25	1,00	0,50	0,25	0,50	0,50	52,50	42,50	49,50
12	13	1	0,25	1,00	0,25	0,50	0,50	0,50	47,50	50,00	48,25
13	14	1	0,25	1,00	0,25	0,50	0,50	0,50	47,50	50,00	48,25
14	15	1	0,25	1,00	0,25	0,25	0,50	0,50	47,50	42,50	46,00
15	16	1	0,25	1,00	0,25	0,25	0,50	0,50	47,50	42,50	46,00
16	17	1	0,25	1,00	0,25	0,50	0,50	0,50	47,50	50,00	48,25
17	18	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	25,00	42,50	30,25

Fonte: Autora (2022)

b) Sentido decrescente

A tabela 13 apresenta o nível ocorrências detectadas no sentido decrescente (lado esquerdo) da rodovia.

Tabela 13 – Formulário de ocorrências no sentido decrescente da AL-220

Rodovia: AL - 220		Empresa Supervisora:		Data: 01/11/2022																
Código SNV:		Contato Supervisora:																		
Sentido SNV: Barra de São Miguel - São Miguel dos Campos (Entr. AL -101 - Entr. BR - 101)																				
Pista: <input type="checkbox"/> Simples <input checked="" type="checkbox"/> Dupla		Trecho:																		
km inicial	km final	Extensão (km)	Condição do Pavimento						Condição da Conservação						Observação					
			Panela		Remendo		Trincamento		Roçada		Drenagem		Sinalização							
			Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Bom	Regular	Ruim		Bom	Regular	Ruim		
0	1	1			X						X	X					X		Sentido Decrescente - Pista Dupla	
1	2	1			X	X					X		X					X		Sentido Decrescente - Pista Dupla
2	3	1			X						X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
3	4	1			X	X					X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
4	5	1			X						X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
5	6	1			X						X						X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
6	7	1			X						X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
7	8	1			X						X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
8	9	1			X	X					X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
9	10	1			X	X					X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
10	11	1			X						X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
11	12	1			X						X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
12	13	1			X						X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
13	14	1			X	X					X		X				X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
14	15	1			X	X					X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
15	16	1			X	X					X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
16	17	1			X						X	X					X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla
17	18	1			X						X		X				X		X	Sentido Decrescente - Pista Dupla

Fonte: Autora (2022)

O procedimento realizado para determinar o ICM é o mesmo desenvolvido anteriormente para o sentido crescente da rodovia. A tabela 14 indica índice de condição de manutenção encontrado para cada segmento no sentido decrescente.

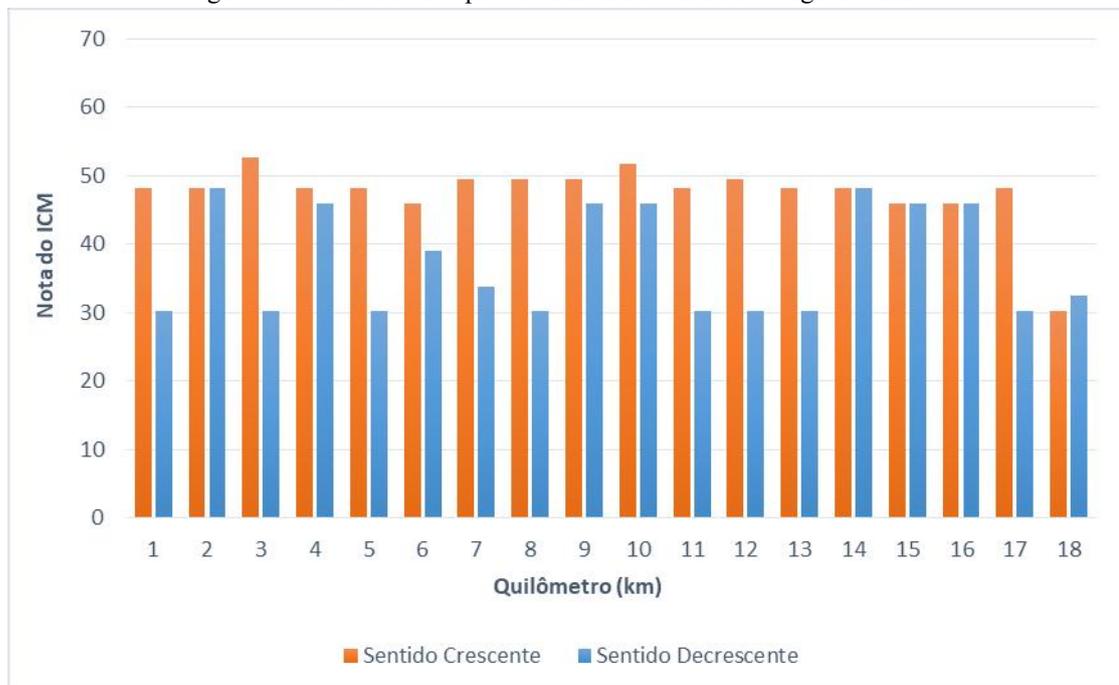
Tabela 14 – Índice de condição de manutenção no sentido decrescente

km inicial	km final	Extensão (km)	Condição do Pavimento			Condição da Conservação			IP	IC	ICM
			Valor do Nível de Ocorrência								
			Panela	Remendo	Trincamento	Roçada	Drenagem	Sinalização			
0	1	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	25,00	42,50	30,25
1	2	1	0,25	1,00	0,25	0,50	0,50	0,50	47,50	50,00	48,25
2	3	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	25,00	42,50	30,25
3	4	1	0,25	1,00	0,25	0,25	0,50	0,50	47,50	42,50	46,00
4	5	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	25,00	42,50	30,25
5	6	1	0,25	0,50	0,50	0,25	0,50	0,50	37,50	42,50	39,00
6	7	1	0,25	0,25	0,50	0,25	0,50	0,50	30,00	42,50	33,75
7	8	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	25,00	42,50	30,25
8	9	1	0,25	1,00	0,25	0,25	0,50	0,50	47,50	42,50	46,00
9	10	1	0,25	1,00	0,25	0,25	0,50	0,50	47,50	42,50	46,00
10	11	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	25,00	42,50	30,25
11	12	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	25,00	42,50	30,25
12	13	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	25,00	42,50	30,25
13	14	1	0,25	1,00	0,25	0,50	0,50	0,50	47,50	50,00	48,25
14	15	1	0,25	1,00	0,25	0,25	0,50	0,50	47,50	42,50	46,00
15	16	1	0,25	1,00	0,25	0,25	0,50	0,50	47,50	42,50	46,00
16	17	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	25,00	42,50	30,25
17	18	1	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50	25,00	50,00	32,50

Fonte: Autora (2022)

Analisando a figura 22 verifica-se que este trecho da AL-220, em geral, apresenta uma situação regular, pois a nota do ICM varia entre 30 e 50 em ambas as pistas, exceto nos segmentos 3 e 10, na pista do lado direito, que exibiram situação ruim com o valor do ICM acima de 50. Em vista disso, em regra, como a rodovia foi avaliada em estado regular requer serviços de conservação corretivo e preventivo.

Figura 22 – Nota do ICM para ambos os sentidos de tráfego da rodovia



Fonte: Autora (2022)

Na tabela 15 exibe-se o conceito do ICM para ambos os lados do trecho, por quilômetro avaliado.

Tabela 15 – Classificação do ICM por quilômetro avaliado

Índice de Condição da Manutenção			
km inicial	km final	LD	LE
0	1	Regular	Regular
1	2	Regular	Regular
2	3	Ruim	Regular
3	4	Regular	Regular
4	5	Regular	Regular
5	6	Regular	Regular
6	7	Regular	Regular
7	8	Regular	Regular
8	9	Regular	Regular
9	10	Ruim	Regular
10	11	Regular	Regular
11	12	Regular	Regular
12	13	Regular	Regular
13	14	Regular	Regular
14	15	Regular	Regular
15	16	Regular	Regular
16	17	Regular	Regular
17	18	Regular	Regular

Fonte: Autora (2022)

5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo avaliar a gestão das rodovias estaduais de Alagoas e estabelecer o estado da AL-220 a partir da determinação do Índice de Condição de Manutenção (ICM). Com base nas pesquisas bibliográficas, nas entrevistas realizadas com engenheiros do DER-AL e no levantamento de campo realizado na rodovia conclui-se que o órgão não possui um sistema especializado para gerenciamento das atividades de conservação, sendo estas realizadas apenas com base na experiência dos profissionais envolvidos.

A falta de um sistema de gerenciamento e a priorização de critérios políticos acima das recomendações técnicas nos serviços de manutenção das rodovias, especialmente no pavimento, resultam em serviços de baixa qualidade devido à execução inadequada. Além disso, não há conhecimento real da condição da malha rodoviária estadual para definição das seções prioritárias, planejamento das intervenções e alocação dos recursos disponíveis.

Em relação a situação da AL-220, por meio do cálculo do ICM verificou-se que o trecho avaliado se encontra em um estado considerado regular, necessitando de serviços de conservação leve e intervenções corretivas pontuais. No trecho foram verificados a existência de um grande número de remendos, trincas interligadas, vegetação elevada, dispositivos de drenagem obstruídos e com quebras localizadas e, ainda, sinalização parcialmente ausente e desgastada. Também é possível notar um certo nível de desgaste do revestimento e um desnível entre as faixas de rolamento no sentido crescente da rodovia provocado, provavelmente, por falha na execução da compactação do revestimento ou pelo tráfego de veículos pesados na faixa da direita. Vale ressaltar que a pista do sentido crescente é a que foi construída na época em que foi realizada a duplicação.

Diante dos dados, é evidente a necessidade da adoção de ações corretivas na rodovia para evitar o agravamento dos defeitos e, conseqüentemente, a deterioração da rodovia, quando é necessária a restauração ou até mesmo sua reconstrução. O reparo dos defeitos nas fases iniciais representa o trabalho mais importante desempenhado pela equipe de manutenção, ou seja, aquele que resulta na melhor utilização dos recursos. Ademais, demonstra a necessidade de implantação de um sistema de gerenciamento no órgão estadual para garantir, em primeiro lugar, qualidade aos usuários. A gestão do órgão também seria beneficiada, em diversos níveis, através da adoção de decisões corretas, da aplicação eficiente dos recursos disponíveis, da maior coordenação entre os setores do órgão e do favorecimento das atividades de aperfeiçoamento dos profissionais.

Visando à continuidade ou estudos posteriores que possam se basear nesse trabalho propõe-se a avaliação da condição de um número maior de rodovias por meio da aplicação do ICM e uma análise do custo de avaliação anual do ICM nas rodovias de Alagoas.

6 REFERÊNCIAS

BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação Asfáltica**: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRÁS: ABEDA, 2006. 504p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Infraestrutura de transporte**: investimento e financiamento de longo prazo. Brasília: CNT, 2021. 114p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2021**. Brasília: CNT: SEST SENAT, 2021. 231p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte rodoviário**: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram? – Brasília: CNT, 2017. 160p.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**: Sinalização vertical de regulamentação. Brasília: Contran, 2007. 220p.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**: Sinalização vertical de advertência. Brasília: Contran, 2007. 218p.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**: Sinalização vertical de indicação. Brasília: Contran, 2014.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**: Sinalização horizontal. Brasília: Contran, 2007. 128p.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**: Dispositivos Auxiliares. Brasília: Contran, 2021. 280p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Conservação Rodoviária**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Drenagem de Rodovias**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Gerência de Pavimentos**. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Sinalização Rodoviária**. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2010. 412p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **NORMA DNIT 005/2003 - TER**: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2003. 12p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **NORMA DNIT 006/2003 - PRO**: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2003. 10p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **NORMA DNIT 008/2003 - PRO**: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2003. 11p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **NORMA DNIT 009/2003 - PRO**: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2003. 6p.

FIGUEREDO, Ana Alice Pereira de. **Avaliação do desempenho dos contratos de manutenção nas rodovias sob gestão do DNIT em Pernambuco**. Recife, 2015. 162p.

FUJII, Walquiria. **Avaliação do desempenho dos elementos de sinalização viária em rodovias**. São Paulo, 2017. 169 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Instrução de Serviço/DG N° 10**. Rio de Janeiro, 2017. 7p.

JÚNIOR, J.L.F; Oda, S.; ZERBIN, L.F. **Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos**. São Carlos, 1999. 113p.

Superintendência de Exploração de Infraestrutura Rodoviária - SUINF. **Manual de Fiscalização de Rodovias Federais Concedidas**. Brasília: ANTT, 2016. 108p.

ZANCHETTA, Fábio. **Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos: Avaliação de Campo, Modelo de Desempenho e Análise Econômica**. São Carlos, 2017. 234p.

LIMA, Josiane Palma. **Modelo de Decisão para a Priorização de Vias Candidatas às Atividades de Manutenção e Reabilitação de Pavimentos**. São Carlos, 2007. 234p.

7 ANEXO

ANEXO A – MODELO DE FORMULÁRIO DE OCORRÊNCIAS

Rodovia: BR64/AC			Empresa Supervisora:									Data: 10/07/2016									
Código SNV: 364BAC1550			Contato Supervisora:																		
Sentido SNV: DIV RO/AC - ENTR BR-364 (TRAVESSIA DE RODRIGUES ALVES)												Trecho: { <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> Início: 0 Fim: 7616 </div>									
Pista: <input checked="" type="checkbox"/> Simples <input type="checkbox"/> Dupla																					
km inicial	km final	Extensão (km)	Condição do Pavimento									Condição da Conservação									Observação
			Pavimento			Remendo			Trincamento			Roçada			Drenagem			Sinalização			
			Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Bom	Regular	Ruim	Bom	Regular	Ruim	Bom	Regular	Ruim	
0	1	1			X			X			X	X			X			X			DIV RO/AC - Sent. Cresc. - Pista Simples - Fotos 356 - 360
1	2	1			X			X			X		X					X			Sentido Crescente - Pista Simples
2	3	1	X					X			X		X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
3	4	1	X					X			X		X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
4	5	1						X			X		X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
5	6	1	X					X			X		X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
6	7	1	X					X			X		X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
7	8	1	X					X			X		X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
8	9	1						X				X			X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
9	10	1									X				X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
10	11	1	X								X	X						X			Sentido Crescente - Pista Simples
11	12	1			X						X		X					X			Sentido Crescente - Pista Simples