UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CÂNDIDA MARIA ALVES DE OLIVEIRA BEZERRA

PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA MANUTENÇÃO DE DEFEITOS FUNCIONAIS NA BR-404 NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE IGUATU/CE

MOSSORÓ
2019

CÂNDIDA MARIA ALVES DE OLIVEIRA BEZERRA

PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA MANUTENÇÃO DE DEFEITOS FUNCIONAIS NA BR-404 NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE IGUATU/CE

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Felipe Augusto Dantas de Oliveira

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

B574p Bezerra, Cândida Maria Alves de Oliveira.
PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA MANUTENÇÃO DE DEFEITOS FUNCIONAIS NA BR-404 NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE IGUATU/CE / Cândida Maria Alves de Oliveira Bezerra. - 2019.
60 f. : il.

Orientador: Felipe Augusto Dantas de Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil, 2019.

1. Revestimento asfáltico. 2. Defeitos. 3. Avaliação. 4. Funcionalidade.. I. Oliveira, Felipe Augusto Dantas de, orient. II. Título.

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

CÂNDIDA MARIA ALVES DE OLIVEIRA BEZERRA

PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA MANUTENÇÃO DE DEFEITOS FUNCIONAIS NA BR-404 NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE IGUATU/CE

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Defendida em: __08_ / __08_ / ___2019___.

BANCA EXAMINADORA

Felipe Augusto Dantas de Oliveira, Prof. (UFERSA)
Presidente

Mayara de Freitas Medeiros Araújo, Prof. (UFERSA)
Membro Examinador

Boniex Manoel da Silva, Eng. Civil
Membro Examinador

À minha avó Cândida Alves (In Memoriam), pelo amor a família, e por ter me dado a oportunidade de estudar em uma boa escola, assim como aos demais netos.

Dedico à minha mãe Maria Elizaura, por todo amor, carinho e dedicação. Pelos seus ensinamentos e pôr está ao meu lado sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por tudo que já fez na minha vida, o grande responsável por eu ter conseguido vencer todos os obstáculos que surgiram até aqui, por ter me dado força para continuar todas as vezes que senti vontade de desistir, principalmente quando a saudade das pessoas que eu amo, da minha casa, do Sítio Baú onde cresci, apertava.

À minha mãe, Maria Elizaura, a qual nenhuma palavra escrita aqui será suficiente para expressar minha imensa gratidão. Ela que é a minha base, a razão de tudo, por quem eu lutei cada segundo para persistir e poder concluir a graduação. Que me apoia e está comigo em todas as situações.

Ao meu namorado Igor Holanda, que é muito importante pra mim. Sempre esteve comigo mesmo quando fisicamente distante, que também me ajudou a ser forte e a vencer as barreiras que surgiam pelo caminho, que se preocupa comigo e sempre me apoia no que for preciso.

Aqui agradeço a minha tia Nilda, minha madrinha que sempre me ajudou e se preocupou em saber se estava tudo bem comigo. A minha irmã Mariana e a todos os outros familiares, que amo muito, são muito importantes para mim, pois desde a infância se fizeram presentes na minha vida.

Ao meu orientador Felipe Augusto, pelas orientações, paciência, confiança e dedicação. E a todos os meus professores que foram também responsáveis pela minha caminhada, desde o colégio até aqui, seus ensinamentos foram sem dúvida extremamente importantes.

Agradeço aos meus colegas e amigos, em especial, a Gil que está comigo desde o início, a Évelyn, Lorena, Sara e Tamires que fizeram parte da minha vida principalmente durante os dois últimos anos. Obrigada pelas risadas, pelos momentos divertidos que passamos juntas, e também pelos momentos de choro quando as coisas ficavam difíceis, mas sempre nos apoiávamos.

“Sempre existe um amanhecer onde Deus renova nossas forças para prosseguir.”

Gisêlda M.

RESUMO

Apesar de no Brasil, o pavimento composto de revestimento asfáltico ser o mais utilizado, preservar a sua qualidade ainda não tem sido prioridade, pois é comum o surgimento de defeitos como trincas, panelas, afundamentos, causados possivelmente pela má qualidade nos serviços de execução, e manutenção, ou até mesmo pela ausência deste. Tais defeitos de acordo com Bernucci *et al.* (2010), podem comprometer a vida útil do pavimento, e causar danos irreparáveis aos usuários. Sendo assim, o presente trabalho apresenta uma proposta de solução para a manutenção do pavimento asfáltico em um trecho da rodovia BR-404, localizada no município de Iguatu/CE, bastante utilizada para o tráfego de pessoas e de cargas. Possui como objetivo avaliar o pavimento quanto a sua funcionalidade, por meio da determinação do Índice de Gravidade Global (IGG), Índice do Estado de Superfície (IES) e Índice de Irregularidade Longitudinal (IRI), e relacioná-los para que a alternativa de manutenção adequada possa ser determinada. Os métodos utilizados, consistem em avaliações realizadas de acordo com as especificações do DNIT e referencias teóricas. Foi realizada a Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, o Levantamento Visual Contínuo e a Avaliação da irregularidade longitudinal. Em seguida foi determinada a solução de manutenção adequada. A partir das avaliações realizadas, determinou-se que o pavimento do trecho apresenta estado variando de ruim a péssimo, e não possui irregularidade longitudinal. Portanto, de maneira geral, pôde-se observar que o pavimento em estudo apresenta defeitos significativos, os quais promovem condições de funcionalidade desfavoráveis, e que, devido ao elevado grau de degradação é necessário a reconstrução do revestimento.

Palavras-chave: Revestimento asfáltico. Defeitos. Avaliação. Funcionalidade.

ABSTRACT

Although in Brazil, asphalt paving is the most used, preserving its quality has not yet been a priority, as it is common the appearance of defects such as cracks, potholes, sags, caused possibly because by the poor quality execution and maintenance services, or even the lack thereof. Such defects, according with Bernucci et al. (2010), can compromise the pavement life and cause irreparable damage to users. This paper presents a solution proposal for the asphalt pavement maintenance in a stretch of highway BR-404, located in the city of Iguatu/CE, very used for people and cargo traffic. Its purpose is to evaluate the pavement regarding its functionality by Global Severity Index (IGG), Surface State Index (IES) and International Roughness Index (IRI), and relate them for that the proposed maintenance alternative can be determined. The methods used to perform the work consist of evaluations performed according with DNIT specifications and theoretical references. Subjective assessment surface of flexible and semi-rigid pavements, the continuous visual survey and the longitudinal irregularity evaluation were performed. And then appropriate maintenance solution was determined. From the evaluations carried, out it was determined that the stretch pavement has a state ranging from bad to very bad, and has no longitudinal irregularity. Therefore, in general, it was observed that the pavement of the evalueted stretch has significant defects, which promote unfavorable conditions of functionality, and that, due to the high degree of degradation, the reconstruction of the coating is necessary.

Keywords: Asphalt coating. Defects. Evaluation. Functionality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 − Estrutura de pavimento flexível 16
Figura 2 − Estrutura de pavimento rígido 17
Figura 3 − Estrutura do pavimento flexível com revestimento asfáltico subdivido 19
Figura 4 – Treliça de alumínio para medição da flecha da trilha de roda 28
Figura 5 – Exemplo de estações em pista simples 29
Figura 6 – Trecho homogêneo em estudo 37
Figura 7 − Trecho da BR-404 entre Iguatu/CE e município de Icó/CE. 38
Figura 8 – Detalhe da demarcação da estação 39
Figura 9 - Etapas de utilização do aplicativo *RoadLab Pro* 46
Figura 10 – *Smartphone* fixado ao painel do carro para execução do rastreamento 47
Figura 11 – Faixas de variação de IRI de acordo com diferentes casos 47
Figura 12 – Valor de IRI obtido no sentido da faixa direita da pista 51
Figura 13 − Valor de IRI obtido no sentido da faixa esquerda da pista 52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 − Codificação e classificação das fendas 21
Quadro 2 − Codificação e classificação dos demais defeitos 22
Quadro 3 – Tipos de trincas isoladas 23
Quadro 4 – Tipos de trincas interligadas 24
Quadro 5 – Tipos de afundamentos 25
Quadro 6 – Demais defeitos do pavimento asfáltico 25
Quadro 7 – Classificação do pavimento e tipos de serviços de manutenção conforme ICPF .. 30
Quadro 8 – Principais tipos de manutenção de pavimento asfáltico 32
Quadro 9 – Principais tipos de revestimentos para a manutenção de pavimento asfáltico 34
Quadro 10 – Soluções para rodovias em CBUQ 35
Quadro 11 − Determinação das soluções para rodovias em CBUQ 36
Quadro 12 – Determinação do fator de ponderação 39
Quadro 13 – Grau de degradação do pavimento de acordo com o valor de IGG 40
Quadro 14 – Exemplo de planilha para o levantamento dos defeitos de superfície do pavimento pelo método de IGG 41
Quadro 15 − Roteiro de cálculo para obtenção do IGG correspondente a um segmento 42
Quadro 16 – Frequência de defeitos para o método do LVC 43
Quadro 17 – Determinação da gravidade de ocorrência 44
Quadro 18 – Pesos para o cálculo do IGGE 44
Quadro 19 – Determinação do IES 45
Quadro 20 − Resultado da avaliação objetiva do pavimento 49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados obtidos através do levantamento 50
Tabela 2 – Parâmetros necessários para o cálculo do IGGE 50
Tabela 3 – Resultado da avaliação da superfície do pavimento por meio do LVC..... 50
Tabela 4 – Resultado da análise da alternativa de manutenção do pavimento..... 53

LISTA DE SIGLAS

CA	Concreto asfáltico
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado à Quente
CNT	Confederação Nacional do transporte
DERBA	Departamento de Infraestrutura de Transportes da Bahia
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FE	Fator Estrutural
FS	Fresagem
GPS	*Global Positioning System*
Hn	Camada de CBUQ com espessura “n”
ICM	Índice de Condição da Manutenção
ICPF	Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis
IES	Índice do Estado de Superfície do Pavimento
IGG	Índice de Gravidade Global
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
IGI	Índice de Gravidade Individual
IRI	Índice de Irregularidade Internacional
LA	Lama Asfáltica
LVC	Levantamento Visual Contínuo
MI	Microrrevestimento Asfáltico
MR	Manutenção Rotineira
PRO	Procedimento
REC	Reconstrução do revestimento
REP	Reperfilagem do revestimento
TER	Terminologia
VSA	Valor de serventia atual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
2 OBJETIVOS 14
2.1 OBJETIVO GERAL 14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
3 REFERENCIAL TEÓRICO 15
3.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PAVIMENTO 15
3.2 ESTRUTURAS DO PAVIMENTO 16
3.3 PAVIMENTO FLEXÍVEL 18
3.3.1 Camada de revestimento 18
3.3.2 Tipos de revestimentos asfálticos 19
3.4 DEFEITOS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS 21
3.4.1 Fenda 22
3.4.2 Afundamento 24
3.4.3 Demais defeitos 25
3.5 AVALIAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS 27
3.5.1 Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos 27
3.5.2 Avaliação objetiva da superfície de pavimento flexível 28
3.5.3 Levantamento Visual Contínuo 29
3.5.4 Avaliação de irregularidade longitudinal 31
3.6 MANUTENÇÃO DE UM PAVIMENTO QUANTO SUA FUNCIONALIDADE 32
3.6.1 Escolha da solução de manutenção para pavimentos flexíveis 35
4 METODOLOGIA 37
4.1 TIPO DE PESQUISA 37
4.2 UNIVERSO DA PESQUISA 37
4.3 MÉTODOS DE ANÁLISE E LEVANTAMENTO DE DADOS 38
4.3.1 Avaliação objetiva da superfície de pavimento flexível e semirrígido 38
4.3.2 Levantamento visual contínuo (LVC) 43
4.3.3 Avaliação da irregularidade longitudinal 45
4.3.4 Escolha da alternativa de Manutenção para Pavimento Flexível 47
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 49
5.1 ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) 49
5.2 ÍNDICE DE ESTADO DE SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO (IES) 49

5.3 ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL (IRI) 51
5.4 ALTERNATIVA DE MANUTENÇÃO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL 53
6 CONCLUSÃO 54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 56
ANEXO A – PLANILHA UTILIZADA PARA A DETERMINAÇÃO DO IGG 59
ANEXO B – PLANILHA UTILIZADA NO LVC 60

1 INTRODUÇÃO

As rodovias possuem um papel importante no desenvolvimento econômico do Brasil, pois correspondem a principal forma de locomoção no país. Interligam regiões, facilitando o tráfego de passageiros e a distribuição de cargas, por apresentar flexibilidade e facilidade de acesso aos pontos de embarque e desembarque. Porém, para que a eficiência em tal modalidade seja garantida, é necessário que as rodovias ofereçam segurança, conforto e economia aos usuários (CNT, 2019).

De acordo com Flek (2017), a malha rodoviária brasileira é de suma importância para a economia do país, pois é principalmente por ela que se escoam as riquezas. No entanto, apesar da importância das rodovias para o Brasil, há ainda sérios problemas quanto a condição funcional do pavimento pela presença de manifestações patológicas que podem afetar diretamente ao usuário, interferindo na trafegabilidade.

Conforme CNT (2018), por meio do Relatório Gerencial da Pesquisa de rodovias, há no Brasil 1.720.700,3km de rodovias, dos quais 12,41% correspondem às rodovias pavimentadas, 78,45% às rodovias não pavimentadas e 9,14% às rodovias planejadas. Além disso, por meio da análise de 107.161km de rodovias, foi constatado que grande parte da extensão apresenta condições regulares quanto ao seu estado geral.

Segundo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), a determinação do Índice de Condição da Manutenção (ICM) em 2018, concluiu que, dos 57.232,33km de rodovias federais pavimentadas no Brasil, 33.765,14km (59,0%) apresentam bom estado. Contudo, há ainda um número significativo de quilômetros de rodovias pavimentadas que apresentam condições de regulares a péssimas (DNIT, 2018).

Os pavimentos são classificados em rígidos e flexíveis, sendo o flexível, composto por revestimento asfáltico, o mais antigo e mais utilizado no Brasil e em várias partes do mundo. Todavia, ainda é comum o surgimento de defeitos nos pavimentos asfálticos, como trincas, panelas, afundamentos, ondulações entre outros, possivelmente causados pela má qualidade nos serviços de execução, manutenção, e intensa movimentação de veículos. Tais defeitos, podem comprometer a vida útil do pavimento e gerar como consequência o desconforto ao usuário, prejuízos financeiros devido ao desgaste dos veículos, além de interferir na segurança, podendo ser fator responsável na causa de acidentes (BERNUCCI *et al*., 2010).

No município de Iguatu/CE esse cenário não é diferente. Visualmente percebe-se o descaso com as rodovias, que pode ocorrer devido à falta de verbas ou a não priorização de tal serviço, gerando prejuízos quanto ao desgaste dos veículos, desconforto e falta de segurança.

Um exemplo de tal situação, é o trecho homogêneo da BR-404 com extensão de 1km, em significativa degradação, localizado na zona rural do município de Iguatu/CE. A BR-404, administrada pelo DNIT, trata-se de uma rodovia federal de grande importância, pois liga o município de Piripiri, no Estado do Piauí, ao município de Icó, no Estado do Ceará, e apresenta, além do tráfego de pessoas, um intenso tráfego de veículos com cargas.

É imprescindível a correção dos defeitos presentes nos pavimentos, para que a rodovia possa oferecer boas condições de trafegabilidade aos usuários, proporcionando assim, conforto, segurança e economia (CNT, 2018).

Tendo em vista tal problemática, o presente estudo busca responder qual a solução a ser realizada para a manutenção, com o intuito de corrigir os defeitos presentes no pavimento asfáltico em trecho homogêneo da rodovia BR-404 localizada na zona rural do município de Iguatu no Estado do Ceará.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor solução tecnicamente adequada a ser empregada na manutenção do pavimento asfáltico em trecho homogêneo da rodovia BR-404 localizada na zona rural do município de Iguatu/CE.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a condição funcional de um trecho homogêneo de 1km da rodovia BR-404 localizado na zona rural do município Iguatu/CE;
- Determinar os parâmetros de IGG, IES e IRI, conforme as especificações do DNIT;
- Relacionar os parâmetros determinados para que a escolha da solução de manutenção adequada possa ser realizada.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PAVIMENTO

O pavimento é uma estrutura composta por uma ou mais camadas, destinado a distribuir as cargas aplicadas na superfície, com o intuito de que as tensões resultantes não ultrapassem as tensões admissíveis dos materiais constituintes (PINTO e PREUSSLER, 2002).

Bernucci *et al.* (2010), define pavimento como uma estrutura concebida acima da superfície de terraplanagem, composta por diferentes camadas com o intuito de apresentar resistência aos esforços provenientes tanto do tráfego de veículos como também do clima, além de proporcionar condições favoráveis de trafegabilidade aos usuários.

Segundo Balbo (2007), o pavimento trata-se de uma estrutura não permanente, constituída de diferentes camadas iniciadas logo após o subleito, adequada para receber e transmitir os esforços com o intuito de minimizar as pressões ocasionadas pelo tráfego. Além disso, deve ser durável e executado da forma mais econômica possível.

É classificado tradicionalmente em rígido e flexível. O pavimento rígido, também denominado de pavimento de concreto de cimento Portland ou ainda de concreto-cimento, corresponde a uma placa de concreto de cimento Portland com espessura determinada conforme a capacidade da placa de concreto em resistir à flexão e da resistência das demais camadas, as quais compõem o pavimento (BERNUCCI *et al*., 2010).

O pavimento flexível, também designado de pavimento asfáltico, é composto por um revestimento constituído essencialmente por agregados e ligantes asfálticos. Tal revestimento é destinado a resistir ao carregamento aplicado proveniente do tráfego e disseminá-lo de maneira amenizada às camadas subjacentes, promover impermeabilização, além de aperfeiçoar as condições de rolamento, acarretando em conforto e segurança (BERNUCCI *et al*., 2010).

No entanto, Bernucci *et al.* (2010) afirma também que além da classificação tradicional, o termo semirrígido tem sido utilizado por vários autores para designar os pavimentos com revestimento asfáltico cujas camadas base ou sub-base sejam compostas por material cimentado.

DNIT (2006) classifica o pavimento em rígido, semirrígido ou flexível e apresenta a definição de cada termo.

- Rígido: composto por laje de concreto de cimento Portland, o qual apresenta elevada rigidez em relação as outras camadas, capaz de absorver grande parte das tensões oriundas das cargas aplicadas pelo tráfego de veículos.

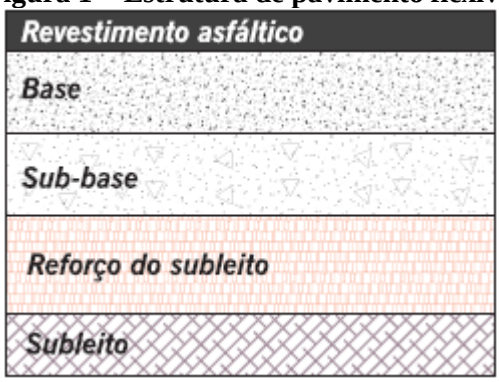
- Semirrígido: revestido por camada asfáltica com base composta por material aglutinante com propriedades cimentícias.
- Flexível: apresenta considerável deformação elástica em todas as camadas quando submetido ao carregamento aplicado, composto por base de brita graduada, macadame ou solo pedregulhoso, revestido por camada de asfalto.

3.2 ESTRUTURAS DO PAVIMENTO

Conforme Bernucci *et al*. (2010), as estruturas do pavimento correspondem ao conjunto de camadas apoiadas sobre uma estrutura de fundação denominada de subleito. O desempenho estrutural depende da espessura, rigidez e interação das camadas constituintes do pavimento, bem como da rigidez do subleito.

No caso do pavimento flexível como apresentado na Figura 1, associado de maneira geral ao pavimento asfáltico, apresenta em sua composição uma camada de revestimento asfáltico na superfície, sustentada por uma camada de base, seguida das camadas de sub-base e reforço do subleito, formadas por material granular, solo ou combinação de solos, sem o acréscimo de materiais cimentados, iniciadas logo após o subleito (BERNUCCI *et* al., 2010).

Figura 1 − Estrutura de pavimento flexível

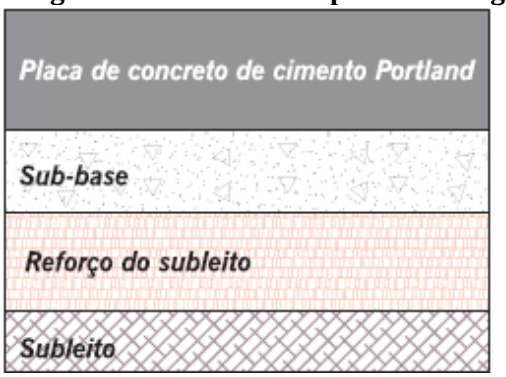


Fonte: Bernucci *et al*. (2010)

Entretanto, de acordo com Balbo (2007), dependendo da situação, o pavimento pode não ser constituído de sub-base ou de reforço, porém, para que a estrutura possa ser considerada um pavimento, deve ser composta de no mínimo revestimento e fundação. Segundo Bernucci *et al*. (2010), a possibilidade de uma ou mais camadas serem suprimidas depende de fatores como o volume do tráfego, da resistência do subleito, da espessura e rigidez das camadas, bem como das condições ambientais. É o caso do pavimento rígido apresentado na Figura 2,

usualmente associado ao de concreto de cimento Portland, constituído apenas por uma placa de mesmo material, assentada normalmente sobre a camada de sub-base, apoiada acima do subleito ou, quando necessário, apoiada sobre um reforço do subleito.

Figura 2 − Estrutura de pavimento rígido



Fonte: Bernucci *et al*. (2010)

Conforme DNIT (2006), os constituintes do pavimento de uma rodovia em seção transversal, são:

- Subleito: Caracteriza-se pela estrutura de fundação. Trata-se do terreno onde será executado o pavimento.
- Leito: Corresponde a superfície resultante da terraplanagem.
- Regularização: Situa-se logo após o leito com o intuito de promover conforto. Não se trata precisamente de uma camada, mas corresponde, na verdade, a correção de falhas por meio de corte ou aterro da estrutura que apresenta espessuras descontínuas.
- Reforço do subleito: Corresponde a uma camada de espessura contínua, acima da regularização, composta por materiais com características geotécnicas superiores aos que constituem o subleito.
- Sub-base: Equivale a camada empregada quando por razões técnico econômicas a construção da base imediatamente após a regularização não for recomendada.
- Base: Camada localizada abaixo do revestimento, executada com o intuito de promover resistência e a distribuição dos esforços provenientes do tráfego.
- Revestimento: Corresponde a camada que recebe de imediato a atuação do rolamento dos veículos, com o objetivo de aprimorá-la quanto ao conforto, segurança e resistência ao desgaste. Além disso, deve apresentar impermeabilidade tanto quanto possível.

No presente trabalho, será dado ênfase ao pavimento flexível, pois corresponde ao pavimento em estudo.

3.3 PAVIMENTO FLEXÍVEL

3.3.1 Camada de revestimento

No pavimento flexível, a camada de revestimento corresponde a combinação de materiais betuminosos e agregados minerais localizada acima da base, devendo ser projetada com o intuito de resistir a abrasão proveniente das cargas aplicadas pelo tráfego, torná-lo o mais impermeável possível, diminuindo a penetração da água na superfície, promover uniformidade e suavidade ao rolamento, além de propiciar resistência ao deslizamento. A qualidade do revestimento depende do percentual de ligante betuminoso, e da graduação dos agregados presentes na mistura (PINTO e PREUSSLER, 2002).

Segundo Balbo (2007), o revestimento apresenta como uma de suas funções receber as cargas provenientes do tráfego de veículos, sem apresentar deformações excessivas, fragmentação, ou prejuízos à compactação. Dessa forma, é necessário que possua em sua composição, materiais com características aglutinantes, ou agrupados de modo a impedir que se movimentem na horizontal.

No Brasil, a maioria dos pavimentos possuem revestimento constituído por asfalto, um dos materiais mais antigos e multifuncionais utilizados pelo homem na construção. Seu uso excessivo na pavimentação se deve principalmente por proporcionar significativa adesão entre os agregados, atuando como ligante, permitindo assim, controlável flexibilidade. Além disso, apresenta boa durabilidade, resistência a atuação de agentes agressivos, e é um material impermeabilizante (BERNUCCI *et al*., 2010).

O asfalto é um material composto principalmente por betume, um misto de hidrocarbonetos pesados. Apresenta características aglutinantes com consistência instável, cor escura, podendo ser encontrado na natureza ou por meio do processo de refinação de petróleo (PINTO e PINTO, 2015).

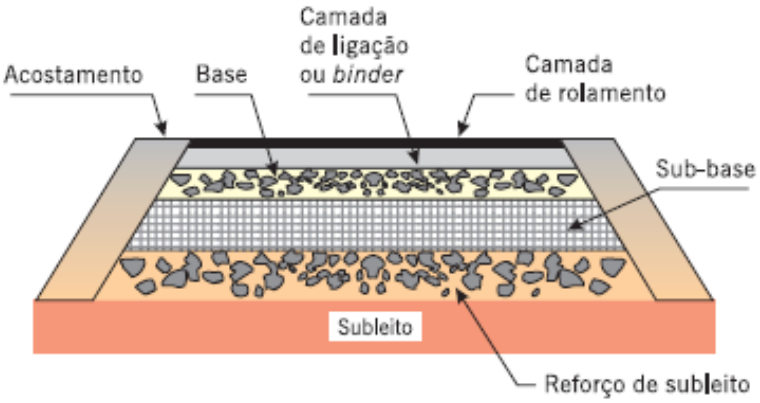
Bernucci *et al.* (2010) define o asfalto usado no pavimento, como um ligante betuminoso obtido por meio da destilação do petróleo, que atua como um adesivo impermeável à água, sendo pouco reativo a muitos agentes, porém, pode sofrer envelhecimento por oxidação lenta devido ao contato com a água ou ar. Suas propriedades variam de acordo com a temperatura. Em temperaturas baixas apresenta-se no estado semissólido, a temperaturas altas encontra-se no estado líquido, e é viscoelástico à temperatura ambiente. Tal produto é denominado no Brasil de Cimento asfáltico de Petróleo (CAP).

Conforme Balbo (2007), os revestimentos asfálticos podem apresentar uma ou mais camadas de acordo com as especificações construtivas, técnicas e econômicas. Sendo elas:

- Camada de rolamento: Corresponde a camada mais externa que recebe diretamente as ações provenientes do ambiente e as cargas oriundas do tráfego dos veículos;
- Camada de ligação: É a camada localizada entre o rolamento e a base, denominada também de intermediária ou ainda de binder;
- Camada de nivelamento: Refere-se à primeira camada de recapeamento (reforço), executada com o intuito de corrigir as falhas presentes na pista;
- Camada de reforço: Corresponde a uma nova cama de rolamento, empregada por motivos funcionais ou estruturais, após muito anos de uso.

Bernucci *et al.* (2010) afirma que quando a camada de revestimento asfáltico presente no pavimente flexível apresenta espessura maior que 70mm, com o intuito de aperfeiçoar a execução, é comum subdividi-lo em duas camadas de acordo com a Figura 3.

Figura 3 − Estrutura do pavimento flexível com revestimento asfáltico subdivido



Fonte: Bernucci *et al.* (2010)

A camada superior, denominada de rolamento ou apenas “capa”, é constituída de pequenos vazios, com a finalidade de assegurar a impermeabilidade, e a camada inferior, designada de camada de ligação, intermediária ou binder, pode ser composta por vazios com tamanho ligeiramente superior, com o objetivo de reduzir a proporção de ligante e o custo da massa de asfalto.

3.3.2 Tipos de revestimentos asfálticos

a) Misturas Usinadas

A combinação de ligante e agregados é obtida por meio de uma usina estacionária, em seguida é conduzida para a pista por caminhão, e lançada através de uma vibroacabadora, para posteriormente sofrer compactação. Dividem-se em misturas a quente e misturas a frio. A mistura a quente, mais precisamente o concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), também denominado de concreto asfáltico (CA), é um dos tipos de revestimentos mais utilizados no Brasil para a confecção do pavimento asfáltico, composto por cimento asfáltico e agregados de diversos tamanhos. Já a mistura a frio, comumente denominada de mistura pré-usinada a frio, corresponde ao produto que utilizada como ligante para revestir os agregados, emulsões asfálticas (BERNUCCI *et al.*, 2010).

b) Misturas *in situ* em usinas móveis

Outros tipos de misturas asfálticas podem ser utilizadas principalmente para fins de selagem e restauração da funcionalidade do pavimento, apresentando fluidez e podendo ser aplicadas no pavimento logo após serem processadas em usinas móveis especiais, capazes de promover a combinação de ligantes e agregados. Misturas estas como a lama asfáltica e o microrrevestimento (BERNUCCI *et al.*, 2010).

De acordo com Bernucci *et al*. (2010), a lama asfáltica é empregada principalmente na manutenção de pavimentos, em especial os desgastados superficialmente e que apresentam poucas trincas. Corresponde essencialmente a união de agregados minerais, emulsão asfáltica, material de enchimento ou fíler, e água, misturados e espalhados à temperatura ambiente, na obra. Trata-se de um produto impermeável utilizado para renovar a funcionalidade do pavimento. Já o microrrevestimento consiste no aprimoramento da lama asfáltica por apresentar mesmo princípio e concepção, porém, com o intuito de promover o aumento da sua vida útil. Em sua composição utiliza-se emulsão asfáltica modificada por polímero.

c) Misturas asfálticas recicladas

O pavimento asfáltico que apresenta deterioração em sua estrutura deve ser restaurado por meio do acréscimo de espessuras de camadas ou ainda pela remoção de todo ou de parte do revestimento danificado, o que caracteriza a fresagem. O material retirado durante o procedimento de fresagem pode ser reciclado e reaproveitado. No processo de reciclagem do pavimento, os ligantes e agregados presentes na mistura envelhecida e deteriorada de asfalto

são aproveitados e adicionados entre outros materiais a agentes rejuvenescedores e espuma de asfalto (BERNUCCI *et al.*, 2010).

d) Tratamentos superficiais

O tratamento superficial corresponde ao processo em que ligantes asfálticos e agregados são aplicados na pista não misturados previamente, e posteriormente compactados, proporcionando recobrimento parcial e a união dos elementos. Apesar da camada de rolamento possuir espessura reduzida, dispõe de elevada resistência ao desgaste, além disso, impermeabiliza e protege a infraestrutura do pavimento, e resulta em um revestimento antiderrapante e de excelente flexibilidade (BERNUCCI *et al.*, 2010).

3.4 DEFEITOS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Defeitos de superfície, segundo Bernucci *et al*. (2010), correspondem a deteriorações visíveis a olho nu, as quais ocorrem na superfície dos pavimentos asfálticos.

São classificados conforme a norma DNIT 005/2003 – TER de forma geral em: fenda, afundamento, ondulação ou corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panela ou buraco, e remendo. Tais defeitos são codificados e classificados conforme os Quadros 1 e 2.

Quadro 1 − Codificação e classificação das fendas

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	**Trincas Isoladas**	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	**Trincas Isoladas**	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3

Fonte: DNIT (2003).

Quadro 2 − Codificação e classificação dos demais defeitos

OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO
Afundamento	**Plástico**	**Local**	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP
		da trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP
	De consolidação	**Local**	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC
		da trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D
"Panelas" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P
Remendos			**Remendo superficial**	RS
			Remendo profundo	RP

Fonte: DNIT (2003).

3.4.1 Fenda

De acordo com DNIT (2003), a fenda corresponde a qualquer irregularidade presente na superfície do pavimento capaz de ocasionar aberturas de pequeno a grande porte, apresentando-se na forma de fissura ou trinca. São divididas em classes de acordo com o tipo conforme grau de agressividade. Tal divisão é apresentada na Norma DNIT 005/2003 – TER: trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0mm (FC-1); trincas com abertura superior a 1,0mm e não apresentam erosão nas bordas (FC-2); trincas com abertura superior a 1,0mm e apresentam erosão nas bordas (FC-3). Já as trincas interligadas se classificam em FC-2 e FC-3, de acordo com a presença ou não de erosão.

a) Fissura

Fissuras são fendas primárias presentes no revestimento que não geram problemas quanto a funcionalidade do revestimento. Por esse motivo não são levadas em consideração nos métodos de avaliação de superfície em relação a gravidade. Caracterizam-se por possuírem fina

largura e serem visíveis a uma distância inferior a 1,5m. Podem estar posicionadas quanto ao eixo da via, de maneira longitudinal, transversal ou oblíqua (DNIT, 2003).

b) Trinca

Segundo DNIT (2003), a trinca trata-se de uma fenda com largura superior à da fissura, vista com facilidade, podendo manifestar-se de maneira isolada ou interligada. A trinca isolada pode ser classificada quanto a sua posição em relação ao eixo da via, em trinca transversal, longitudinal ou de retração. O Quadro 3 apresenta a descrição e as possíveis causas dos tipos de trincas isoladas.

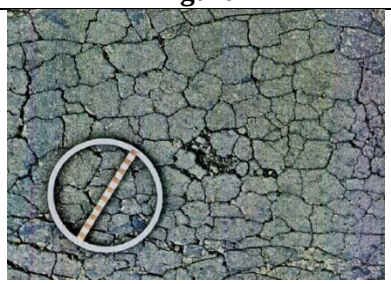
Quadro 3 – Tipos de trincas isoladas

Nome	Figura	Descrição	Possíveis causas
Trinca transversal		Apresenta orientação prevalente ortogonal quanto ao eixo da via. É designada de curta quando a sua extensão é menor ou igual a 100cm, em contrapartida, quando superior a 100cm é denominada de longa.	Podem ser geradas em virtude da reflexão das juntas ou trincas subjacentes ocasionada pela movimentação térmica e/ou cargas provenientes do tráfego, ou ainda devido a retração da própria camada de revestimento asfáltico.
Trinca longitudinal		Apresenta orientação preponderante paralela em relação ao eixo da via. Assim como a trinca transversal, é denominada de curta quando apresenta extensão menor ou igual a 100cm, e de longa quando maior que 100cm.	Podem ocorrer por efeito da junta de construção má executada, pelo início de fadiga, pelo assentamento da fundação, e assim como as trincas transversais podem ser causadas pela reflexão de trincas e retração da camada de revestimento.
Trinca de retração		Corresponde a trinca isolada atribuída aos fenômenos de retração térmica sofrida pelo material do revestimento ou pelo material da camada de base rígida ou semirrígida, abaixo do revestimento trincado.	Podem ocorrer em razão da retração térmica ou retração por secagem da base ou do revestimento.

Fonte: Bernucci *et al.* (2010); DNIT (2003); Silva (2008).

Já a trinca interligada pode ser classificada em trinca tipo couro de jacaré ou tipo bloco. A descrição e as possíveis causas dos tipos de trincas interligadas são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Tipos de trincas interligadas

Nome	Figura	Descrição	Possíveis causas
Trinca tipo couro de jacaré		Trata-se do conjunto de trincas arranjadas de forma semelhante ao couro de jacaré. Pode ou não ser acompanhada de erosão significativa nas bordas.	Possivelmente é causada pela fadiga oriunda da passagem repetida das cargas dos veículos.
Trinca tipo bloco		Corresponde ao conjunto de trincas associadas de forma a configurar blocos cujo os lados apresentam-se bem definidos. Assim como a trinca tipo "couro de jacaré", podem ou não ser acompanhada de erosão significativa nas bordas.	Não é ocasionada pelo tráfego de veículos, ocorre em virtude da retração do revestimento asfáltico, e pela variação da temperatura diária, portanto podem surgir em qualquer trecho, mesmo em trecho com baixo tráfego.

Fonte: Bernucci *et al.* (2010); DNIT (2003); Silva (2008).

3.4.2 Afundamento

Afundamento trata-se de uma deformidade inalterável sob forma de depressão na face do pavimento, podendo ser seguida ou não de solevamento, apresentandi-se como afundamento plástico ou de consolidação (DNIT, 2003). Silva (2008) afirma que tal defeito ocorre geralmente por erro na execução da compactação do solo. O Quadro 5 expõe a descrição e subclassificação do afundamento.

Quadro 5 – Tipos de afundamentos

Nome	Figura	Descrição	Subclassificação
Afundamento plástico		Afundamento gerado por fluência plástica do subleito ou de uma ou mais camadas que constituem o pavimento, seguido de solevamento.	Pode ser classificado ainda em afundamento plástico local quando apresenta extensão menor ou igual a 6 m, e em afundamento plástico da trilha de roda quando sua extensão é maior que 6 m.
Afundamento por consolidação		Afundamento originado por consolidação diferencial do subleito ou de uma ou mais camadas constituintes do pavimento, não sendo seguido de solevamento.	Pode ser classificados ainda em afundamento por consolidação local quando apresenta extensão menor ou igual a 6 m, e em afundamento por consolidação da trilha de roda quando sua extensão é maior que 6 m.

Fonte: Bernucci *et al.* (2010); DNIT (2003).

3.4.3 Demais defeitos

Os demais defeitos são apresentados no Quadro 6 com as suas respectivas descrições e possíveis causas.

Quadro 6 – Demais defeitos do pavimento asfáltico

(continua)

Nome	Figura	Descrição	Possíveis causas
Ondulação ou corrugação		É popularmente denominada de “costela de vaca”, consiste em uma deformação transversal na superfície do pavimento. Associa-se às cargas horizontais de cisalhamento provocadas pelos veículos em trechos sujeitos a aceleração ou frenagem, como curvas, interseções, rampas e subidas.	Pode ser ocasionada por execução de má qualidade, e por teor excedente de asfalto ou de finos.

Quadro 6 – Demais defeitos do pavimento asfáltico

(continuação)

Nome	Figura	Descrição	Possíveis causas
Escorregamento		Corresponde ao deslocamento da camada de revestimento e consequente surgimento de fendas no formato de meia-lua.	Ocorre principalmente em trechos submetidos a frenagem, por efeito da resistência reduzida da massa asfáltica podendo causar deformação, ou da ausência de aderência entre o revestimento e a camada inferior como consequência da falta de limpeza, podendo gerar o deslizamento.
Exsudação		Trata-se da presença abundante de ligante betuminoso na face do pavimento, promovendo uma superfície brilhante geralmente na trilha de roda.	Ocorre devido a ação do calor que promove a dilatação do asfalto e por haver baixo volume de vazios ou ligante em excesso, não há espaço suficiente que possa ser ocupado por ele. Além disso, o asfalto torna-se menos viscoso permitindo que o agregado penetre nele.
Desgaste		Corresponde ao defeito oriundo do desprendimento gradual do agregado presente no pavimento, tornando áspera a superfície do revestimento.	É normalmente causado pela volatização e oxidação do asfalto oriundas da ação combinada do tráfego de veículos com o intemperismo.
Panela ou buraco		Consiste na cavidade formada no revestimento asfáltico, podendo ocasionar degradação também das camadas inferiores. São considerados evoluções de outros defeitos como as trincas e o desgaste.	Pode ser causado entre outros motivos, por carência de aderência entre as camadas, e devido a ação da água acumulada principalmente em períodos chuvosos.

Quadro 6 – Demais defeitos dos pavimentos asfálticos

(conclusão)

Nome	Figura	Descrição	Possíveis causas
Remendo		É realizado na ação denominada de "operação tapa buraco", corresponde ao preenchimento da panela com uma ou mais camadas de pavimento. Pode ser classificado de acordo com a profundidade em remendo profundo ou superficial.	Ocorre devido a necessidade de corrigir o defeito denominado de panela ou buraco.

Fonte: Bernucci *et al.* (2010); DNIT (2003); Silva (2008).

3.5 AVALIAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Segundo Bernucci *et al.* (2010), a pavimentação tem como intuito principal assegurar as condições de tráfego independente do período do ano e do clima, além de promover rolamento confortável e segurança aos usuários. A qualidade da superfície do pavimento é primordial para aqueles que o utilizam, pois, defeitos na superfície são facilmente perceptíveis por afetarem diretamente o seu conforto, causando consequentemente prejuízos ao veículo, ocasionando maiores gastos com a sua manutenção, consumo de combustível e tempo do percurso a ser realizado, por exemplo. Dessa forma, o pavimento em condições favoráveis de tráfego gera também economia aos usuários.

Uma das formas de avaliar o pavimento flexível é quanto a sua funcionalidade, denominada de avaliação funcional, a qual consiste na observação da superfície do pavimento e como o seu estado causa influência no conforto do rolamento dos veículos. Tal avaliação é composta por diferentes métodos, como a avaliação subjetiva e objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, intitulada de Levantamento Visual Contínuo (LVC), além da Avaliação de Irregularidade Longitudinal (DNIT, 2011).

3.5.1 Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos

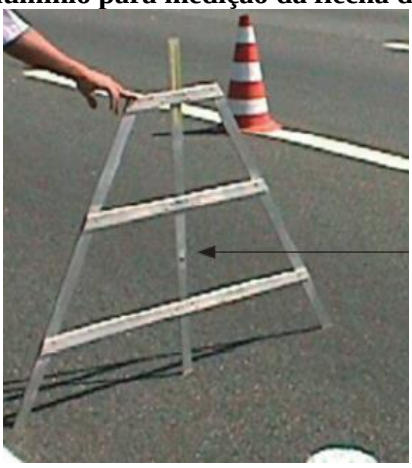
A avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos é regida pela norma DNIT 009/2003 – PRO que objetiva especificar os procedimentos necessários para a sua

realização, conforme o Valor de Serventia Atual (VSA). A serventia corresponde a capacidade de ser promovido em determinado trecho do pavimento, conforto e suavidade ao rolamento, independente das condições de tráfego oferecidas no momento. O VSA, por sua vez, consiste na medida subjetiva das condições do pavimento, responsável por definir a capacidade de serem atendidas as exigências relacionadas ao tráfego (DNIT, 2003).

3.5.2 Avaliação objetiva da superfície de pavimento flexível

A avaliação objetiva da superfície de pavimento flexível e semirrígido deve ser executada conforme as especificações da norma DNIT 006/2003 – PRO. Tal avaliação corresponde ao levantamento e classificação de defeitos ou irregularidades presentes na superfície do pavimento e na medida das deformidades permanentes nas trilhas de roda, por meio do uso de uma treliça de alumínio como mostrada na Figura 4. Consiste na determinação do Índice de Gravidade Global (IGG), com o intuito de classificar o grau de degradação em relação a presença de defeitos na superfície do pavimento em um determinado trecho homogêneo (DNIT, 2003).

Figura 4 – Treliça de alumínio para medição da flecha da trilha de roda

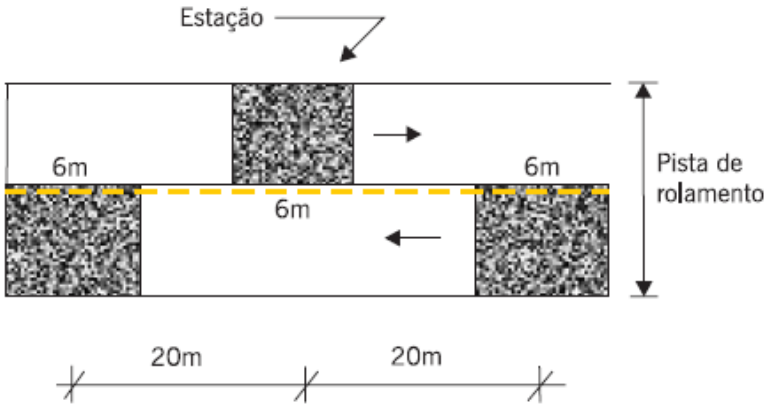


Fonte: Bernucci *et al*. (2010)

Segundo Bernucci *et al.* (2010), o IGG não é determinado por meio do levantamento de toda a área da pista, e sim com base na divisão da pista em estações de acordo com as especificações da norma DNIT 006/2003 – PRO. DNIT (2003) determina que em caso de pista simples, como apresentado na Figura 5, as estações devem ser alternadas nas faixas distanciadas a cada 20m; em caso de pista dupla, devem apresentar a distância de 20m em relação a faixa de tráfego mais solicitada. Além disso, a superfície a ser avaliada corresponde a 3m antes e depois

de cada demarcação de estaca, totalizando em uma área com 6m de comprimento e largura conforme a faixa de tráfego analisada.

Figura 5 – Exemplo de estações em pista simples



Fonte: Bernucci *et al*. (2010)

De acordo com DNIT (2003), por meio da avaliação objetiva da superfície de pavimento flexível e semirrígido, determina-se os seguintes parâmetros:

- Frequência absoluta (*fa*): Corresponde a quantas vezes os defeitos são averiguados;
- Frequência relatica (*fr*): Consiste na relação entre a frequência absoluta e a quantidade de estações verificadas, multiplicada por 100.
- Fator de ponderação (*fp*): Consiste no valor adotado variando de 0,2 a 1,0 de acordo com tipo de defeito.
- Índice de Gravidade Individual (IGI): É o valor resultante da multiplicação da frequência relativa pelo fator de ponderação (*fp*).
- Índice de Gravidade Global (IGG): Trata-se do somatório dos valores de IGI para cada trecho homogêneo avaliado.

3.5.3 Levantamento Visual Contínuo

O Levantamento Visual Contínuo (LVC), é especificado por meio da norma DNIT 008/2003 – PRO, a qual determina os procedimentos a serem seguidos para a avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos por meio da obtenção do Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis ou semirrígidos (ICPF), e das informações essenciais para que possa ser calculado o Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE), e o Índice do Estado de Superfície (IES) (DNIT, 2008).

De acordo com DNIT (2003), o levantamento deve ser realizado utilizando um veículo com odômetro e velocímetro calibrados, o qual deve percorrer a rodovia de pista simples, ou seja, com 2 faixas de tráfego, em sentindo único, considerando simultaneamente as duas faixas da via. Já em caso de pista dupla, o levantamento deve ser feito para cada pista separadamente. Recomenda-se evitar a sua realização em dias de chuva ou com baixa intensidade de luz natural, ou seja, no início e final do dia.

A avaliação do pavimento ocorre por meio do preenchimento de um formulário realizado a cada quilômetro percorrido pelos avaliadores, com velocidade de aproximadamente de 40km/h. Além disso, os trechos devem ser divididos de maneira que se obtenha dimensão mínima de 1km e máxima de 6km (DNIT, 2003).

Conforme Pinto e Preussler (2002), devem ser anotadas frequências correspondentes a cada defeito presente em determinado trecho, classificadas em alta (A), média (M) ou baixa (B), como também o grau de severidade em ordem crescente, (1), (2) ou (3). DNIT (2003) afirma, que os códigos relacionados a frequência dos defeitos são determinados de acordo com a estimativa da qualidade e da ocorrência do defeito expressa em porcentagem. Além disso, quando não há a ocorrência de algum defeito, recomenda-se deixar em branco.

A avaliação do trecho é realizada visualmente por pelo menos dois avaliadores conforme o conforto e segurança fornecidos ao usuário, estabelecendo nota de 0 a 5. Por meio do cálculo da média aritmética das notas atribuídas ao trecho, determina-se o ICPF (DNIT, 2006). Tal índice é estimado, ou seja, é determinado de maneira subjetiva, e classifica a superfície do pavimento variando de excelente a péssimo. Além disso, estabelece quais medidas de manutenção, com o intuito de melhorar a condição do pavimento quanto sua funcionalidade, podem ser realizadas, como apresentado no Quadro 7 (PINTO e PREUSSLER, 2002).

Quadro 7 – Classificação do pavimento e tipos de serviços de manutenção conforme ICPF

Conceito	Descrição	ICPF
Ótimo	NECESSITA APENAS DE CONSERVAÇÃO ROTINEIRA	5 - 4
Bom	APLICAÇÃO DE LAMA ASFÁLTICA - Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas	4 - 3
Regular	CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado, com “panelas” e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.	3 - 2
Ruim	RECAPEAMENTO COM CORREÇÕES PRÉVIAS - defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais ou profundos.	2 - 1
Péssimo	RECONSTRUÇÃO - defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base	1 - 0

Fonte: DNIT (2003).

O IGGE é calculado com base na frequência e nos pesos atribuídos a cada tipo de defeito. Já o IES, é determinado por meio dos valores de ICPF e IGGE. Tal índice, apresenta valores variando de 0 a 10, e apresenta conceito de ótimo a péssimo.

3.5.4 Avaliação de irregularidade longitudinal

DNIT (2006) define irregularidade longitudinal em um pavimento, como o agrupamento de desvios com base a um plano de referência, os quais influenciam na qualidade do rolamento, na atuação dos esforços na via, bem como na ação dos veículos. Pode ser originada por erros durante o processo construtivo, ou até mesmo após, em decorrência de fatores como a atuação do tráfego dos veículos e do clima. Conhecer a irregularidade de uma via é de suma importância, pois esta está diretamente ligada com a qualidade de rolamento, além de outros elementos de custos de operação dos veículos.

A irregularidade de um pavimento é medida por toda a extensão de uma linha imaginária, paralela ao eixo da via, normalmente coincidente com as trilhas de roda. É obtida por meio de um índice internacional, denominado de *International Roughness Index* (IRI), ou Índice de Irregularidade Longitudinal, determinado estatisticamente com o intuito de quantificar os desvios presentes na superfície do pavimento, e apresentado geralmente em km/h (BERNUCCI *et al.*, 2010).

Bernucci *et al.* (2010) afirma que o levantamento da irregularidade longitudinal pode ser realizado através de medidas topográficas, por meio de equipamentos capazes de medir o perfil longitudinal com ou sem contato, ou fazendo uso de equipamentos capazes de fornecer o somatório dos desvios com base na suspensão dos veículos, denominados de equipamentos tipo "resposta", responsáveis por medir o efeito da irregularidade sofrido pelos veículos. Segundo Bisconsini e Fernandes Júnior (2015), a escolha do tipo de equipamento a ser empregado na avaliação da irregularidade longitudinal depende dos recursos financeiros da agência responsável por administrar a via, e para quais fins deseja-se obter os dados.

Um tipo de equipamento do tipo "resposta" que tem sido bastante estudado é o *smartpho*ne, por meio do uso do sensor de movimento designado de acelerômetro, em conjunto com o Sitema de Posicionamento Global (GPS), inseridos no interior do aparelho. A partir dele, fazendo uso de aplicativos desenvolvidos para este fim, é possível recolher os sinais de aceleração em sentido vertical oriundas da irregularidade presente no pavimento, associada a velocidade e posicionamento dos dados apanhados. Dessa forma, a qualidade do rolamento do

pavimento com base na irregularidade longitudinal pode ser obtida (BISCONSINI e FERNANDES JÚNIOR, 2015).

Bisconsini (2016) concluiu, através de seus estudos, que apesar da influência de fatores intervenientes como a massa do veículo, sistema de suspensão, pressão dos pneus e balanceamento do veículo utilizado na avaliação, o *smartphone* pode ser utilizado para a determinação da irregularidade longitudinal dos pavimentos, de forma flexível e com menor custo, comparando-o com outros equipamentos tradicionais, pois a margem de erro é muito pequena, não sendo capaz de alterar a classificação do IRI.

No entanto, para a realização da avaliação, é necessário fixar o aparelho adequadamente com o intuito de reduzir ao máximo as oscilações oriundas de outros fatores além da movimentação do veículo, posicionado em suporte rígido de maneira que um dos eixos do acelerômetro se encontre perpendicular ao eixo longitudinal do carro.

3.6 MANUTENÇÃO DE UM PAVIMENTO QUANTO SUA FUNCIONALIDADE

Conforme DNIT (2006), a manutenção de uma rodovia corresponde ao processo sistemático a que esta deve ser submetida constantemente, com o intuito de oferecer ao usuário, adequadas condições de trafegabilidade por período duradouro. Silva (2008) afirma, que a manutenção de um pavimento tem como objetivo, garantir que este, em condições de tráfego e temperatura normais, permaneça o mais próximo possível da sua condição inicial.

DNIT (2006), determina os principais tipos de manutenção de um pavimento flexível, conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 – Principais tipos de manutenção de pavimento asfáltico

(continua)

Nome	Descrição	Atividade
Conservação preventiva periódica	Associação de procedimentos para conservação do pavimento com o intuito de impedir que o defeito surja ou se agrave.	Desobstrução dos caminhos a serem percorridos pela água, remoção de entulho. Erradicação da vegetação, remendo, etc..
Conservação corretiva rotineira	Associação de procedimentos para conservação do pavimento com o intuito de promover a reparação do defeito, isto é, eliminar as imperfeições.	Selagem de trincas, recomposição de obras de drenagem, remendo, reperfilagem (reparos localizados), etc.

Quadro 8 − Principais tipos de manutenção de pavimento asfáltico

(conclusão)

Recuperação Superficial	Associação de procedimentos aplicados em pavimento deteriorado, com o intuito de promover a correção das falhas superficiais, como fissura, exsudação, degaste, etc.	Uso de misturas asfálticas com o intuito de promover recapeamento do revestimento, lama asfáltica, capa selante e tratamentos superficiais.
Reforço	Deve ser realizado quando os procedimentos corretivos não forem mais suficientes para controlar a evolução da deterioração do pavimento. Tem como intuito aumentar a capacidade estrutural do pavimento.	Sobreposição de uma ou mais camadas do pavimento.
Reconstrução	Corresponde a ação necessária quando ocorre o colapso total da estrutura do pavimento, e apenas o reforço não é o suficiente. Ocorre a remoção das camadas que possuem evidências de elevado grau de deterioração.	Reconstrução parcial ou total do pavimento.

Fonte: DNIT (2006).

De acordo com Silva (2008), para que a manutenção possa ser realizada, é necessário incialmente, determinar a causa do defeito, ou seja, esclarecer, por meio do diagnóstico, os mecanismos de deterioração do pavimento. Bernucci *et al.* (2010) atesta que o diagnóstico da condição funcional do pavimento deve ser realizado para que possa ser definida uma solução adequada tecnicamente e, caso seja necessário, designar a mais acertada alternativa de recuperação do pavimento.

Conforme DNIT (2006), a recuperação do pavimento trata-se de um processo aplicado em pavimento deteriorado, visando manter suas propriedades técnicas apropriadas. Divide-se em restauração e reabilitação do pavimento. A restauração corresponde ao procedimento aplicado no pavimento que apresenta grau de deterioração insuficiente para comprometer sua habilitação, ou seja, a recuperação ocorre durante a vida útil ou próximo de seu fim. Em contrapartida, a reabilitação trata-se da recuperação do pavimento com grau de deterioração suficiente para ocasionar a perda da sua habilitação, isto é, o estágio final da sua vida útil é ultrapassado, e o pavimento apresenta defeitos que tendem a ser irreversíveis.

Em relação ao reparo do pavimento, o período do ano em que ele será realizado é de suma importância para garantir a sua duração a longo prazo. Dessa forma, é sugerido que no período frio e seco utilize-se como forma de reparo a selagem de trinca, e no período quente e

seco, remendos, recapeamento e camadas de selamento. Durante os períodos quentes e secos a evaporação da água presente no asfalto diluído ocorre mais facilmente e a aderência dos remendos é melhorada. A umidade relativa e a chuva possuem influência direta nas horas iniciais após a execução da camada de selamento, pois a aderência do asfalto ou de misturas asfálticas é prejudicada, assim como a velocidade dos veículos, a qual deve ser reduzida, pois, caso contrário, pode ocorrer a remoção de agregados (SILVA, 2008).

Conforme Bernucci *et al.* (2010), a recuperação do pavimento por meio da restauração dos defeitos funcionais de superfície pode ser precedida ou não por fresagem, que consiste na retirada de parte do revestimento antigo, utilizando-se novos revestimentos de maneira isolada ou associada na sua execução. Tais revestimentos são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 – Principais tipos de revestimentos para a manutenção de pavimento asfáltico

(continua)

Nome	Descrição	Uso
Tratamento superficial	Corresponde a aplicação na pista, de agregados e ligante asfáltico sem serem previamente misturados, posteriormente compactados com o intuito de proporcionar adesão entre os seus constituintes e parcial recobrimento.	Restauração da aderência superficial e selagem de trincas.
Microrrevestimento asfáltico a quente ou a frio	É considerado a evolução da lama asfáltica, por usar princípio e concepção semelhantes. No entanto, para promover o aumento da sua vida útil, são usadas emulsões modificadas com polímero. Trata-se de uma mistura a frio, constituída por agregados minerais, água, fíler, emulsão asfáltica acrescida de polímero, e ocasionalmente por fibras.	Selagem de trincas e com o intuito de restaurar a adesão superficial quando há evidenciada ação abrasiva ocasionada pelo tráfego.
Lama asfáltica	Corresponde a aplicação da associação de agregado miúdo, água, “fíler”, e emulsão asfáltica, em proporções previamente definidas, formando uma mistura fluída. Não apresenta efeito estrutural próprio, devido a sua fina espessura, inferior a 1 cm.	Rejuvenescimento e selagem de trincas.
Concreto asfáltico (CA)	Também designado de Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), corresponde ao resultado da associação de agregados de diferentes tamanhos, e cimento asfáltico, os quais são aquecidos a temperatura escolhida previamente com base na propriedade do ligante, viscosidade- temperatura.	No caso de a irregularidade elevada ser o principal defeito funcional.

Quadro 9 − Principais tipos de revestimentos para a manutenção de pavimento asfáltico
(conclusão)

Mistura do tipo camada porosa de atrito, SMA ou ainda misturas descontínuas	Consiste em um revestimento asfáltico usinado a quente, criado com o objetivo de promover o aumento da interação entre os agregados graúdos. Por conter maior parcela de agregados graúdos em sua composição, ocorre a formação de volume de vazio com dimensões consideráveis, os quais são preenchidos por material composto por fibras, ligante asfáltico, areia e fíler, denominado de mástique asfáltico.	Com o objetivo de promover melhora a condição de atrito e ao escoamento de água na superfície.

Fonte: Bernucci *et al.* (2010); DNIT (2006).

3.6.1 Escolha da solução de manutenção para pavimentos flexíveis

Oliveira (2018) apresenta em seu trabalho como método de escolha da solução de manutenção para pavimentos flexíveis, a adaptação do modelo previsto pelo Departamento de Infraestrutura de Transporte da Bahia (DERBA), no qual a escolha depende dos parâmetros de IGG, IRI e do fator estrutural (FE) como apresentado no Quadro 10.

Quadro 10 – Soluções para rodovias em CBUQ

CONDIÇÃO FUNCIONAL		**Fator estrutural – FE**				
		FE ≤ 1	**1 < FE ≤ 1,25**	**1,25 < FE ≤ 1,50**	**1,50 < FE ≤ 2,00**	**FE > 2,00**
IGG ≤ 30		MR	MR	MR	MR	X
30 < IGG ≤ 80	**IRI ≤ 3,5**	MR	LA	H4	H6	X
	3,5 < IRI ≤ 4,5	H4	H4	H6	H7	X
	IRI > 4,5	H4	H4	REP + H6	REP + H7	REC
80 < IGG ≤ 160	**IRI < 4,5**	FS + H4	FS +H4	FS + H6	FS + H7	REC
	IRI > 4,5	FS + REP + H4	FS + REP + H4	FS + REP + H6	REC	REC
IGG > 160		REC	REC	REC	REC	REC

Fonte: DERBA (2005).

Segundo Oliveira (2018), a adaptação consiste na substituição do valor de FE, relacionado com a condição estrutural, pelo IES obtido por meio do LVC, como exposto no Quadro 11, e se faz necessária em razão da ausência dos equipamentos essenciais para a realização da avaliação estrutural do pavimento.

Quadro 11 − Determinação das soluções para rodovias em CBUQ

CONDIÇÃO FUNCIONAL		IES				
		0	**ATÉ 2**	**ATÉ 4**	**ATÉ 7**	**ATÉ 10**
IGG ≤ 30		MR	MR	MR	MR	X
30 < IGG ≤ 80	**IRI ≤ 3,5**	MR	LA	H4	H6	X
	3,5 < IRI ≤ 4,5	H4	H4	H6	H7	X
	IRI > 4,5	H4	H4	REP + H6	REP + H7	REC
80 < IGG ≤ 160	**IRI < 4,5**	FS + H4	FS +H4	FS + H6	FS + H7	REC
	IRI > 4,5	FS + REP + H4	FS + REP + H4	FS + REP + H6	REC	REC
IGG > 160		REC	REC	REC	REC	REC

Fonte: DERBA (2005). Adaptado por: Oliveira (2018).

Em que:

- MR = Manutenção rotineira;
- Hn = Aplicação de nova camada de CBUQ com espessura (n) de 4 a 7cm;
- REC = Reconstrução do revestimento em CBUQ;
- LA = Lama asfáltica;
- X = Solução a ser detalhada.
- FS + Hn = Fresagem com espessura de 3cm/4cm e aplicação de camada de CBUQ, com espessura (n) de 3 a 8cm;
- REP + Hn = Reperfilagem e aplicação de camada de CBUQ com espessura (n) de 5 ou 8cm;
- FS + REP + Hn = Fresagem com espessura de 3cm/4cm seguida por reperfilagem e aplicação de camada de CBUQ, com espessura (n) de 3cm a 8cm;

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

Para o estudo, foi realizada inicialmente uma consulta bibliográfica com a finalidade de obter as informações necessárias sobre o tema proposto, a problemática envolvendo as condições funcionais das rodovias. Em seguida, foi executada de acordo com Gonsalves (2011), uma pesquisa quali-quantitativa de caráter exploratória.

4.2 UNIVERSO DA PESQUISA

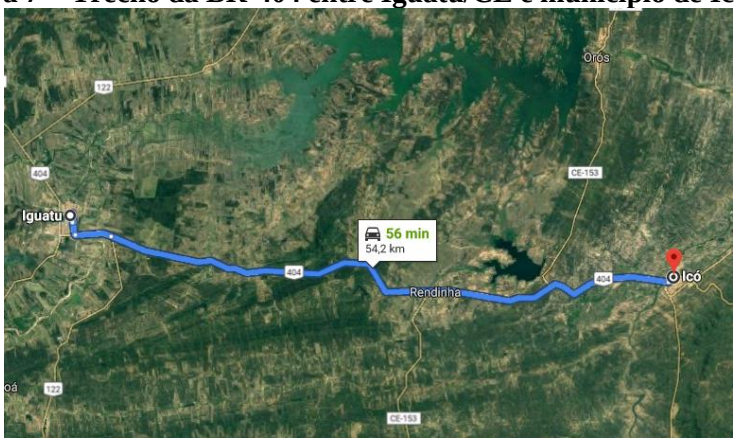
A pesquisa foi realizada em trecho de 1km localizado na zona rural do município de Iguatu/CE, da rodovia BR-404 sob administração do DNIT, caracterizada como pista simples. A Figura 6, apresenta o trecho homogêneo em estudo.

Figura 6 – Trecho homogêneo em estudo

Fonte: Autoria própria (2019).

A BR-404 liga a cidade de Piripiri no Estado do Piauí ao município de Icó no Estado do Ceará, passando por Crateús, Novo Oriente, Catarina e Iguatu. A Figura 7 mostra o trecho da BR-404 entre a cidade de Iguatu/CE e Icó/CE.

Figura 7 − Trecho da BR-404 entre Iguatu/CE e município de Icó/CE.



Fonte: Google Maps (2019).

4.3 MÉTODOS DE ANÁLISE E LEVANTAMENTO DE DADOS

Bernucci *et al.* (2010) afirma que, para o levantamento da condição da superfície de um pavimento asfáltico, devem ser analisados seus defeitos e causas, classificando seu estado por meio de indicadores numéricos.

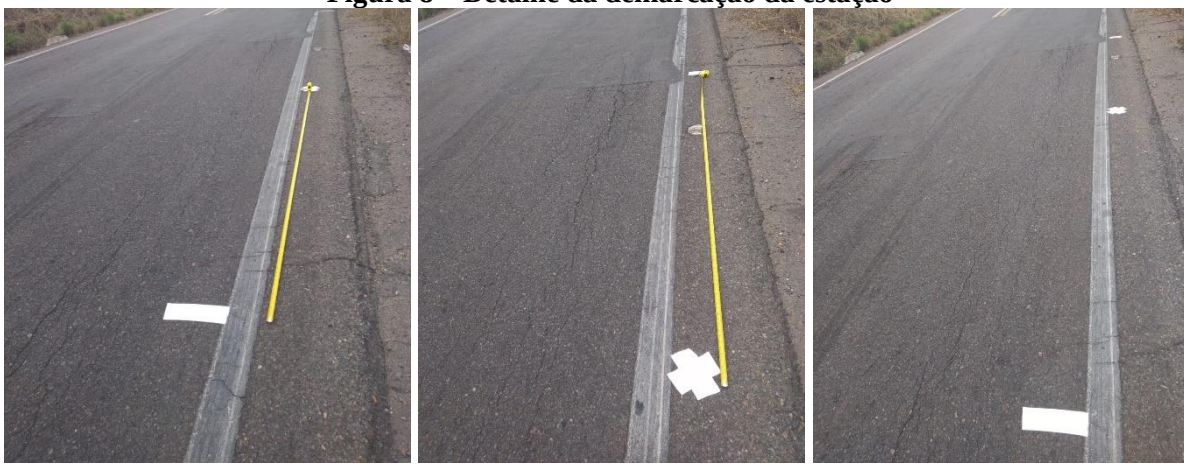
No presente estudo, em razão da ausência de equipamentos para a realização da avaliação estrutural, realizou-se apenas a avaliação funcional do pavimento flexível do trecho em questão. A avaliação ocorreu por meio da determinação do IGG, IES e do IRI. Em seguida, foi definida a alternativa de manutenção do trecho com base nesses parâmetros

4.3.1 Avaliação objetiva da superfície de pavimento flexível e semirrígido

A determinação do IGG, por meio da Avaliação objetiva da superfície de pavimento flexível e semirrígido, se deu com base nas especificações da norma DNIT 006/2003 – PRO.

As áreas do trecho avaliado, denominadas de estações, foram demarcadas fazendo uso de trena métrica e fita adesiva, como apresentado na Figura 8. Por tratar-se de pista simples, para a determinação da primeira estação à direita da pista foi medida a distância de 3m, marcou-se o centro e em seguida foram medidos 3m adiantes, constituindo área com largura igual à largura da faixa da pista e comprimento de 6m. Logo após, foi determinada a estação seguinte à esquerda da pista, distanciada pelo centro da primeira a 20m, marcou-se 3m antes e 3m após o centro. Tal procedimento foi realizado até completar o trecho de 1km da rodovia.

Figura 8 – Detalhe da demarcação da estação



Fonte: Autoria própria (2019).

Cada estação foi avaliada por meio do preenchimento da planilha apresentada em Anexo A. Marcou-se um "X" nos defeitos identificados, analisando a presença ou não de afundamento da trilha de roda, para se caso existir, ser realizada a medição da flecha por meio de duas réguas milimetradas, uma perpendicular à outra, por não ser possível utilizar a treliça de alumínio especificada pela norma.

Possuindo os dados do levantamento, procedeu-se a análise, de acordo com a homogeneidade do trecho. Em seguida, foram contabilizadas as frequências absolutas (*fa*) de cada tipo de defeito, que consiste na quantidade de estações em que o tipo de defeito analisado foi verificado, e a frequência relativa (*fr*), que corresponde a porcentagem da quantidade de estações que possuem determinado defeito em relação ao total de estações do segmento analisado.

Após a determinação das frequências, determinou-se o fator de ponderação por meio do Quadro 12.

Quadro 12 – Determinação do fator de ponderação

(continua)

Ocorrência tipo	Codificação de ocorrência de acordo com a Norma DNIT 005/2002 – TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia"	Fator de ponderação fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5

Quadro 12 − Determinação do fator de ponderação

(conclusão)

3	FC-3 (JE e TBE) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT (2003).

Obtendo os valores de frequência relativa e fator de ponderação, foi possível calcular o valor do IGI expresso por:

$$IGI = fr \times fp$$

Em que:

IGI = Índice de gravidade individual de cada tipo de defeito;

fr = frequência relativa;

fp = fator de ponderação.

Em seguida, determinou-se o valor do Índice de gravidade global por meio do somatório dos valores de IGI obtidos anteriormente. Por meio do IGG, o grau de degradação atingido pelo pavimento foi definido conforme a correspondência apresentada no Quadro 13.

Quadro 13 – Grau de degradação do pavimento de acordo com o valor de IGG

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

Fonte: DNIT (2003).

Um modelo de planilha de levantamento das ocorrências de um pavimento, e de roteiro de cálculo para a obtenção do Índice de Gravidade Global são apresentados no Quadro 14 e Quadro 15, respectivamente. Tais dados são ilustrativos, não correspondem aos obtidos no trabalho.

Quadro 14 – Exemplo de planilha para o levantamento dos defeitos de superfície do pavimento pelo método de IGG

Nome da Rodovia:			**Trecho:**					**Operador:**				
			Subtrecho:					**Revestimento tipo:**				
(Data)		**Folha:** (ex: 1/10)	**Estaca inicial:**					**Estaca final:**				
Estação			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Faixa			D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Configuração da terraplanagem			A	A	A	SMA	C	C	SMC	C	C	C
Tipo	OK	Sem defeito										
1	F1	Fissuras										
(FCI)	TTC	Trincas transversais curtas					X					
	TTL	Trincas transversais longas				X						X
	TLC	Trincas longitudinais curtas					X		X			
	TLL	Trincas longitudinais longas	X									
	TRR	Trincas isoladas retração										
2	J	Couro de jacaré				X		X		X		
(FCII)	TB	Trincas em bloco										
3	JE	Couro de jacaré com erosão		X					X	X		
(FCIII)	TBE	Trincas em bloco com erosão										
4	ALP	Afundamento plástico local									X	
	ATP	Afundamento plástico trilha		X					X			
5	O	Ondulação										
	P	Panela										
6	EX	Exsudação										
7	D	Desgaste	X		X	X	X		X			
8	R	Remendo										
	ALC	Afundamento consolidação local										
	ATC	Afundamento consolidação trilha										
	E	Escorregamento										
	TRI	Afundamento trilha interna (mm)	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
	TER	Afundamento trilha externa (mm)	0	3	1	0	1	0	3	1	0	1

Fonte: Bernucci *et al.* (2010).

Quadro 15 − Roteiro de cálculo para obtenção do IGG correspondente a um segmento

Tipo	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual
1	(FCI) F, TTC, TTL, TLC, TLL, TRE	3	30%	0,2	6,0
2	(FCII) J, TB	2	20%	0,5	10,0
3	(FCIII) JE, TBE	3	30%	0,8	25,0
4	ALP, ATP	3	30%	0,9	27,0
5	O, P, E	0	0%	1	0,0
6	Ex	0	0%	0,5	0,0
7	D	5	50%	0,3	15,0
8	R	0	0%	0,6	0,0
9	F = (TRI + TRE)/2 em mm	TRI = 0,2	TER= 1,0	F = 0,6	0,15
10	FV = (TRIv + TREv)/2	TRIv = 0,18	TREv = 1,33	FV = 0,76	0,76
Número de estações inventariadas		10	IGI = (F x 4/3) quando F≤30		IGI = FV quando FV≤50
Índice de gravidade global		83	IGI = 40 quando F>30		IGI = 50 quando FV>50
Qualidade do trecho		Ruim			

Fonte: Berbucci *et al.* (2010). Adaptado por: Oliveira (2018).

Como visto no modelo de cálculo exposto no Quadro 15, realizado com base no levantamento dos defeitos apresentados na Quadro 14, a frequência absoluta foi obtida por meio da contagem das estações que possuem o defeito em análise. No entanto, no caso dos defeitos tipo 1, 2 e 3, a contagem deve ser realizada de acordo com a gravidade. Portanto, caso na estação haja o defeito tipo 1 não havendo tipo 2 e 3, ele é contabilizado, caso contrário, havendo tipo 2 ou 3 não se contabiliza. Para que o tipo 2 seja contabilizado é necessário que não haja o tipo 3, já para a contabilização do tipo 3, assim como os demais tipos, não há regra.

A frequência relativa foi obtida através da multiplicação da frequência absoluta, por 100%, dividida pelo número de estações presentes no segmento. Em seguida, o IGI foi calculado, por meio da multiplicação da frequência absoluta pelo fator de ponderação determinado através do Quadro 12. Em relação as trilhas de rodas internas e externas, para a determinação do IGI conforme a regra expressa no Quadro 14, deve-se inicialmente calcular a média aritmética das dimensões das flechas internas (TRI) e externas (TER), e determinar a variância referente a trilha de roda interna (TRIv) e externa (TREv). Em seguida, calcula-se a média aritmética (F) da média das flechas na trilha de roda interna e externa, e a média (FV) da variância das flechas na trilha externa e interna do segmento.

Por fim, calculou-se o IGG, por meio do somatório dos valores de IGI, analisou-se a correspondência de acordo com o Quadro 13, e determinou-se o grau de degradação do pavimento.

4.3.2 Levantamento visual contínuo (LVC)

A determinação do IES, por meio do Levantamento visual contínuo, foi realizada com base nas especificações da norma DNIT 008/2003 – PRO.

Para a realização LVC, inicialmente percorreu-se a 40km/h o trecho homogêneo em estudo utilizando veículo com velocímetro e odômetro calibrados, para além de quantificar as panelas e remendos, determinar a extensão das trincas. No entanto, para medir a extensão das deformações, devido à dificuldade de medi-las por meio do odômetro, optou-se por percorrer o trecho a pé, e medi-las utilizando trena métrica.

Por tratar-se de pista simples, o levantamento foi realizado em único sentido, de acordo com o sentido do Plano Nacional de Viação (PNV), levando em consideração as duas faixas da via simultaneamente. A avaliação do pavimento foi feita por meio do preenchimento do formulário apresentado em Anexo B, durante o quilômetro percorrido por dois avaliadores, sendo um deles o motorista.

As frequências correspondentes a cada tipo de defeito presentes no trecho em análise, foram determinadas conforme Quadro 16. Em relação as panelas e remendos, a frequência corresponde a quantidade do defeito por km, já para os demais defeitos (trincas e deformações) consiste na porcentagem por km.

Quadro 16 – Frequência de defeitos para o método do LVC

Panelas (P) e Remendos (R)		
Código	**Frequência**	**Quant./km**
A	Alta	≥ 5
M	Média	2 - 5
B	Baixa	≤ 2
Demais de defeitos (trincas e deformações)		
Código	**Frequência**	**% por km**
A	Alta	≥ 50
M	Média	50 - 10
B	Baixa	≤ 10

Fonte: DNIT (2003).

Por meio da avaliação visual, foram estabelecidas as notas variando de 0 a 5 pelos avaliadores. Para a determinação do ICPF, calculou-se a média aritmética das notas atribuídas ao trecho do pavimento flexível.

Em seguida, foi calculado o IGGE de acordo com a frequência e os pesos atribuídos a cada tipo de defeito, em função da gravidade de ocorrência. O Quadro 17 apresenta a gravidade de ocorrência em função do fator de frequência.

Quadro 17 – Determinação da gravidade de ocorrência

Panelas (P) e Remendos (R)		
Frequência	**Fator Fpr (Quant./km)**	**Gravidade**
Alta	≥ 5	3
Média	2 - 5	2
Baixa	≤ 2	1
Demais defeitos (trincas e deformações)		
Frequência	**Fatores Ft e Foap (% por km)**	**Gravidade**
Alta	≥ 50	3
Média	50 - 10	2
Baixa	≤ 10	1

Fonte: DNIT (2003).

Já o Quadro 18, mostra a correspondência entre a gravidade de ocorrência e os pesos de cada tipo de defeito.

Quadro 18 – Pesos para o cálculo do IGGE

Gravidade	**Pt**	**Poap**	**Ppr**
3	0,65	1,00	1,00
2	0,45	0,70	0,80
1	0,30	0,60	0,70

Fonte: DNIT (2003).

Para o cálculo do IGGE, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$IGGE = (Pt \times Ft) + (Poap \times Foap) + (Ppr \times Fpr)$$

Em que:

Ft = Frequência (%/km) do conjunto de trincas

Pt = Peso do conjunto de trinca

Foap = Frequência (%/km) do conjunto de deformações

Poap = Peso do conjunto de deformações

Fpr = Frequência (quantidade/km) do conjunto de panelas e remendos

Ppr = Peso do conjunto de panelas e remendos.

Por fim, determinou-se o IES por meio dos valores de ICPF e IGGE, conforme expresso no Quadro 19.

Quadro 19 – Determinação do IES

Descrição	IES	Código	Conceito
IGGE ≤ 20 e ICPF > 3,5	0	A	Ótimo
IGGE ≤ 20 e ICPF ≤ 3,5	1	B	Bom
20 ≤ IGGE ≤ 40 e ICPF > 3,5	2		
20 ≤ IGGE ≤ 40 e ICPF ≤ 3,5	3	C	Regular
40 ≤ IGGE ≤ 60 e ICPF > 2,5	4		
40 ≤ IGGE ≤ 60 e ICPF ≤ 2,5	5	D	Ruim
60 ≤ IGGE ≤ 90 e ICPF > 2,5	7		
60 ≤ IGGE ≤ 90 e ICPF ≤ 2,5	8	E	Péssimo
IGGE > 90	10		

Fonte: DNIT (2003).

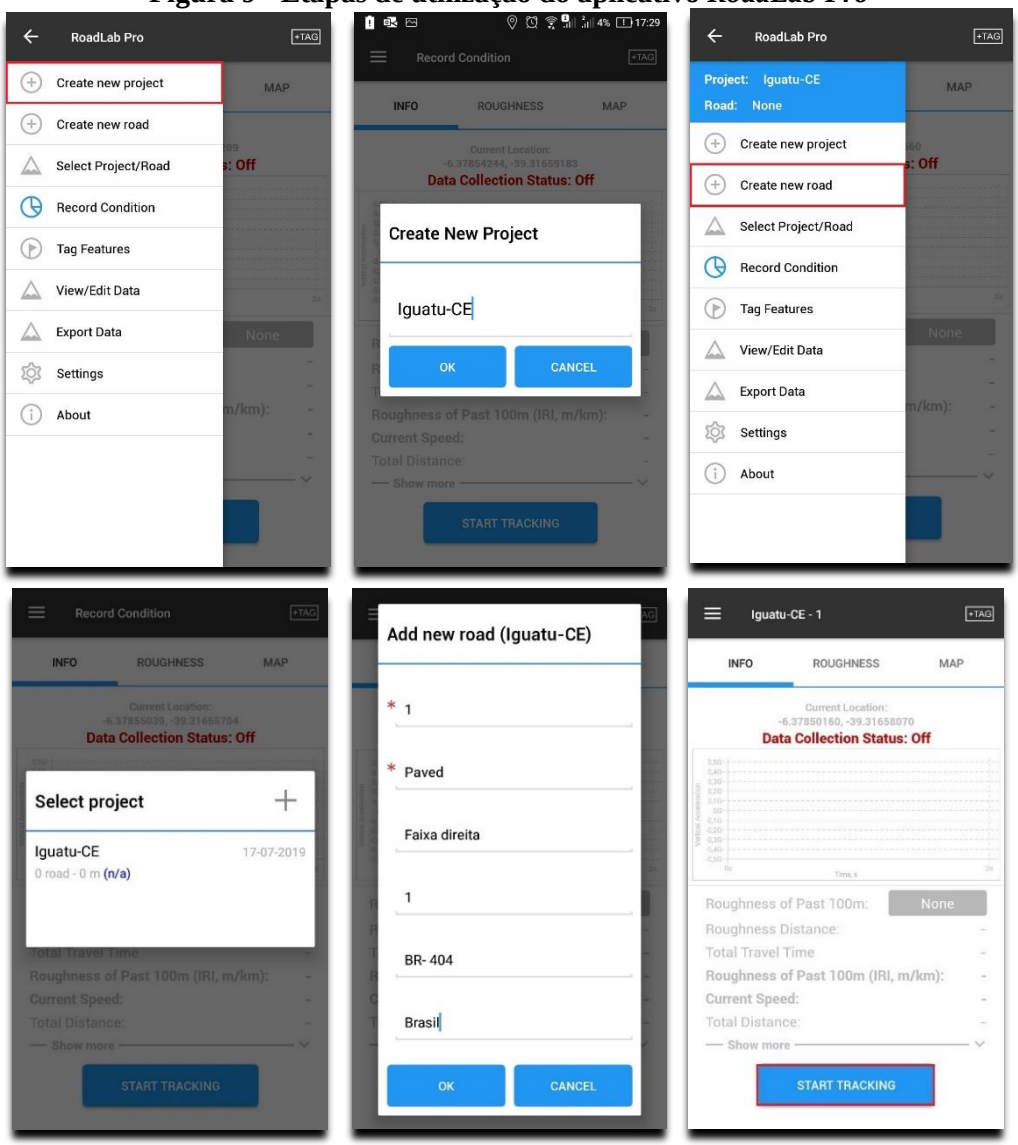
4.3.3 Avaliação da irregularidade longitudinal

Devido à ausência de outros equipamentos usados para a avaliação da irregularidade longitudinal, utilizou-se o *smartphone*, o qual, por meio do acelerômetro em associação com o GPS inseridos no interior do aparelho, são capazes de recolher sinais de aceleração do veículo verticalmente originadas devido a irregularidade do pavimento, a partir do uso de aplicativos (BISCONSINI e JUNIOR, 2015).

O aplicativo usado para a determinação do IRI foi o *RoadLab Pro*, obtido de forma gratuita em aparelhos com sistema operacional *Android*, através do *Google Play*, escolhido com base no estudo realizado por Oliveira (2018). De acordo com as informações cedidas pelo *Google Play*, tal aplicativo foi desenvolvido pelo Banco Mundial em conjunto com *Beldor Center*, *Softteco* e Progresso *Analytics* LLC, como ferramenta de coleta de dados para o engenheiro.

Após a instalação do aplicativo, deu-se início a sua utilização através da criação de um novo projeto, denominado de Iguatu/CE. Em seguida por meio de um smartphone criou-se uma nova estrada selecionando o projeto em questão e preenchendo o formulário, indicando o ID único da estrada, o tipo de pavimento, o sentido percorrido, o número da estrada, o nome e o país. Posteriormente, deu-se início ao monitoramento, finalizando-o após ser percorrido todo o trecho em estudo. A Figura 9 apresentam o processo de uso do aplicativo.

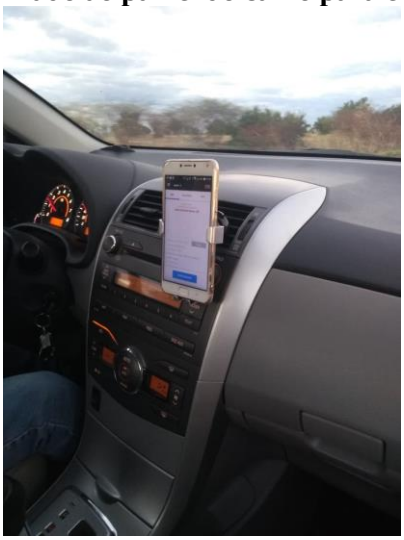
Figura 9 - Etapas de utilização do aplicativo *RoadLab Pro*



Fonte: Autoria própria (2019).

O aparelho utilizado foi o ASUS Zenfone 5 Max, apoiado em um suporte metálico rígido para smartphones fixado adequadamente ao painel do carro, como mostrado na Figura 10, conforme instruções dadas por Biconsini (2016), a partir de seus estudos. O veículo percorreu o trecho homogêneo de 1km, com velocidade de 40km/h nos dois sentidos da via. Dessa forma, foram obtidos dois valores de IRI. O valor final corresponde à média aritmética dos dois valores.

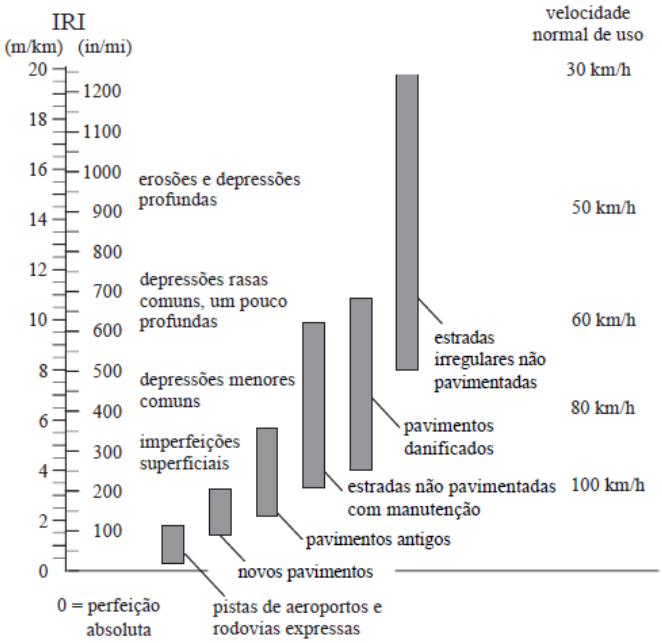
Figura 10 – *Smartphone* fixado ao painel do carro para execução do rastreamento



Fonte: Autoria própria (2019).

Por fim, o valor obtido foi comparado com as faixas de variação de IRI correspondentes a diferentes casos, apresentadas em gráfico, conforme mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Faixas de variação de IRI de acordo com diferentes casos



Fonte: Sayers e Karamihas, 1998. Adaptado por: Oliveira (2018).

4.3.4 Escolha da alternativa de Manutenção para Pavimento Flexível

Para a escolha da alternativa de manutenção do trecho da rodovia BR-404 analisado no presente trabalho, utilizou-se o método previsto pelo Departamento de Infraestrutura de

Transporte da Bahia (DERBA), adaptado por Oliveira (2018), apresentado no Quadro 11, em que a escolha é realizada com base nos parâmetros de IGG, IES e IRI.

Segundo Oliveira (2018), tal método corresponde a uma expansão das especificações da norma DNIT 009/2003 – PRO, e foi adaptado por efeito da inviabilidade do uso de equipamentos necessários para a execução da avaliação estrutural do pavimento.

Dessa forma, após a obtenção de todos os parâmetros necessários, determinou-se a solução adequada para a manutenção do pavimento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

O Quadro 20, mostra o resultado do IGG após a análise de 50 estações, referentes ao trecho homogêneo de 1km da BR-404, obtido por meio da metodologia realizada com base nas especificações da norma DNIT 006/2003-PRO.

Quadro 20 − Resultado da avaliação objetiva do pavimento

Tipo	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual
1	(FCI) F, TTC, TTL, TLC, TLL, TRE	28	56 %	0,2	11,2
2	(FCII) J, TB	29	58 %	0,5	29
3	(FCIII) JE, TBE	1	2 %	0,8	1,6
4	ALP, ATP	3	6 %	0,9	5,4
5	O, P, E	23	46 %	1,0	46
6	Ex	0	0 %	0,5	0
7	D	2	4 %	0,3	1,2
8	R	30	60 %	0,6	36
9	F = (TRI + TRE)/2 em mm	TRI = 0	TER= 0	F = 0	0
10	FV = (TRIv + TREv)/2	TRIv = 0	TREv = 0	FV = 0	0
Número de estações inventariadas		50	IGI = (F x 4/3) quando F≤30		IGI = FV quando FV≤50
Índice de gravidade global		130,04	IGI = 40 quando F>30		IGI = 50 quando FV>50
Qualidade do trecho		Ruim			

Fonte: Berbucci *et al.* (2010). Adaptado por: Oliveira (2018).

Os defeitos identificados correspondem a trincas, afundamento plástico local, panela, escorregamento, desgaste e remendo. Não existindo outros defeitos, além dos citados. Por essa razão não foi necessário calcular o IGI correspondente aos afundamentos das trilhas de roda.

Dessa forma, após a comparação do valor de IGG obtido, com o Quadro 13 para a determinação do grau de degradação do pavimento, determinou-se que o trecho em estudo apresenta conceito ruim, o que condiz com a realidade, pois em análise subjetiva é visível a significativa degradação do pavimento do trecho.

5.2 ÍNDICE DE ESTADO DE SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO (IES)

Com base na metodologia realizada segundo as especificações da norma DNIT 008/2003 – PRO, obteve-se através do levantamento, os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados obtidos através do levantamento

Tipo de defeito	Quant./km
Panelas	23
Remendos	92
Tipo de defeito	**% por km**
Trincas	90
Deformações	53,4

Fonte: Autoria própria (2019).

Por meio dos dados coletados, determinou-se os parâmetros necessários pra o cálculo do IGGE, como exposto na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros necessários para o cálculo do IGGE

Panelas (P) e Remendos (R)				
Frequência	**Quant./km**	**Conceito**	**Gravidade**	**Peso**
Fpr = 115	≥ 5	A	3	Ppr = 1,0
Demais defeitos (Trincas e Deformações)				
Frequência	**%/km**	**Conceito**	**Gravidade**	**Peso**
Ft = 90 %	≥ 50	A	3	Pt = 0,65
Foap = 53,4 %	≥ 50	A	3	Poap = 1,0

Fonte: Autoria própria (2019).

Assim, a partir da fórmula determinada pela norma para o cálculo do IGGE, obteve-se o valor de 226,9. Em seguida, foi obtido o resultado da avaliação mediante a determinação do IES, com base nos valores de IGGE e ICPF, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado da avaliação da superfície do pavimento por meio do LVC

Trecho	IGGE	Avaliação 1	Avaliação 2	ICPF	IES	Código	Conceito
1 km	226,9	3	2	2,5	10	E	Péssimo

Fonte: Autoria própria (2019).

Portanto, pôde-se verificar que o valor de IGGE igual a 226,9 quando comparado com o Quadro 19 é maior do que 90, por essa razão, o pavimento flexível do trecho em estudo por meio da avaliação do LVC, apresenta IES igual a 10 e foi classificado como péssimo.

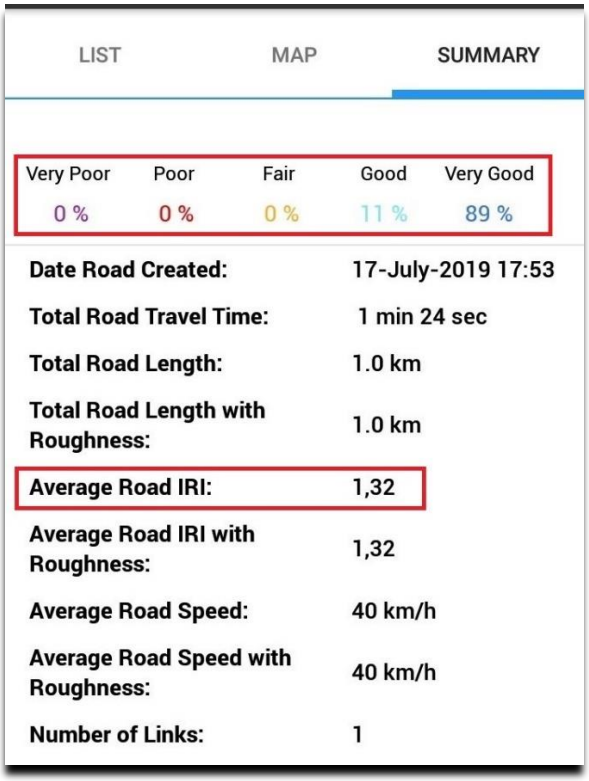
O resultado do LVC não se distancia da realidade, pois a degradação do pavimento do trecho em estudo é visivelmente intensa, apesar de ter determinado que o pavimento apresenta conceito péssimo, um pouco diferente do resultado obtido pela determinação do IGG, o qual classificou o pavimento como ruim.

Porém, essa pequena diferença entre as duas primeiras avaliações pode ter ocorrido em decorrência do método do LVC considerar a frequência dos defeitos em função da própria via, e o método do IGG considerar a frequência em função do número de estações, ou seja, como consequência principalmente do elevado número de remendos, correspondente a 92, como exposto na Tabela 2, como também da presença de trincas corresponder a 90% do trecho.

5.3 ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL (IRI)

Por meio da utilização do aplicativo *RoadLab Pro*, foram coletados dois valores de IRI, correspondentes a cada faixa da pista. Após percorrer o trecho de 1km da rodovia BR-404, com velocidade de 40km/h no sentido direito da faixa, foi obtido o valor de IRI igual a 1,32, indicando que o pavimento quanto a irregularidade encontra-se em grande parte muito bom, como mostra a Figura 12.

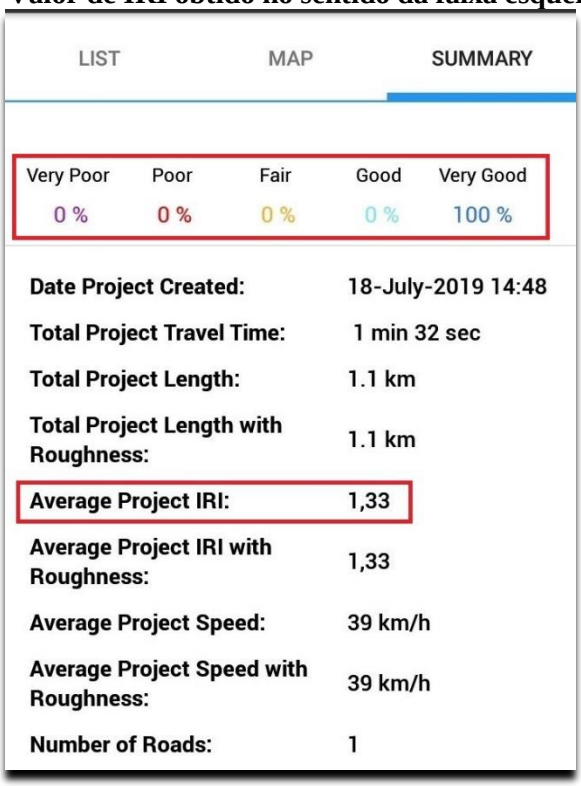
Figura 12 – Valor de IRI obtido no sentido da faixa direita da pista



Fonte: Autoria própria (2019).

O resultado obtido para o IRI, logo após ter sido percorrido o trecho de 1km no sentido da faixa esquerda da pista, a aproximadamente 40km/h, corresponde a 1,33, indicando um pavimento muito bom, como apresentado na Figura 13.

Figura 13 − Valor de IRI obtido no sentido da faixa esquerda da pista



Fonte: Autoria própria (2019).

A partir da obtenção dos dois valores de IRI, correspondente a cada sentido da pista percorrido, calculou-se a média dos valores, tendo como resultado, IRI igual a 1,325. O valor obtido, de acordo com o gráfico exposto na Figura 11, está dentro do intervalo correspondente a pista de aeroporto ou rodovias expressas, indicando que a rodovia apresenta imperfeiçoes superficiais, porém não possui irregularidades longitudinais. Dessa forma, a rodovia encontra-se em muito bom estado quanto esta característica.

Assim como os métodos anteriores, a determinação do IRI corresponde à realidade visivelmente observada. O pavimento do trecho em questão apresenta-se bastante danificado superficialmente, no entanto, não possui desvios superficiais suficientemente capazes de influenciar na qualidade do rolamento, na atuação dos esforços na via, ou na ação dos veículos, como afirma DNIT (2006).

5.4 ALTERNATIVA DE MANUTENÇÃO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL

Por meio da determinação dos parâmetros de IGG, IES e IRI, pôde-se determinar a solução adequada para a manutenção do pavimento asfáltico do trecho em estudo, conforme o Quadro 11. A Tabela 4, apresenta o resultado da análise da alternativa adequada.

Tabela 4 – Resultado da análise da alternativa de manutenção do pavimento

Índices	Valor	Condição Funcional
IGG	130,04	80 < IGG ≤ 160
IES	10	ATÉ 10
IRI	1,325	IRI < 4,5
Solução		**REC**

Fonte: Autoria própria (2019).

Logo, a solução adequada para a manutenção do trecho é a reconstrução do revestimento em CBUQ, que se faz necessária quando o grau de degradação é elevado e somente o reforço não é suficiente. O CBUQ, corresponde a associações de agregados com diferentes tamanhos, e cimento asfáltico.

Dessa forma, é possível verificar, quando comparando os resultados obtidos com a real situação do pavimento, que a solução determinada por meio da relação estabelecida entre os índices de IGG, IES e IRI de acordo com adaptação de Oliveira (2018) no método determinado pelo DERBA (2005) e exposta no Quadro 11, é coerente. A reconstrução do revestimento em CBUQ do pavimento do trecho da BR-404 é necessária, pois há elevado grau de imperfeições superficiais capazes de afetar a trafegabilidade dos passageiros e veículos com cargas de maneira significativa.

De acordo com DNIT (2006), o elevado grau de deterioração pode ocasionar o colapso total da estrutura do pavimento, sendo necessária a remoção das camadas com intenso grau de degradação evidente, podendo ocorrer a reconstrução parcial ou total do pavimento.

No caso do trecho em estudo, foi realizada apenas a avaliação do pavimento quanto a sua funcionalidade, resultando na necessidade da reconstrução da camada de revestimento, ou seja, na reconstrução parcial do pavimento.

6 CONCLUSÃO

A necessidade de promover melhorias na forma de locomoção das pessoas aumentou ao longo dos anos. No Brasil, as rodovias são predominantes, e o desenvolvimento de novas tecnologias tem promovido cada vez mais a construção de novas vias, com o intuito de facilitar o transporte de passageiros e de cargas, proporcionando aos usuários, conforto, segurança e economia.

No entanto para garantir a qualidade desse setor, foram criadas normas, as quais atualmente são definidas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT). Normas estas, como as de avaliação da funcionalidade dos pavimentos flexíveis e semirrígidos, necessárias para determinar o estado da superfície dos pavimentos, as quais foram utilizadas no presente estudo.

Dessa forma, a partir das avaliações realizadas no trecho homogêneo da BR-404, cuja extensão corresponde a 1km, foi possível analisar a condição funcional do pavimento conforme especificações do DNIT e referencias teóricas, e determinar a solução adequada de manutenção, verificando a ocorrência dos defeitos, a gravidade da degradação do pavimento, e a irregularidade longitudinal.

Por meio das avalições realizadas, foi determinado que o pavimento asfáltico do trecho em estudo não apresenta irregularidade longitudinal, porém, devido a presença de imperfeições superficiais com elevado grau de degradação, sua condição funcional foi classificada de ruim a péssima. Assim, com base nos resultados obtidos, determinou-se que apenas o reforço não é suficiente, é necessário como alternativa de manutenção adequada do pavimento asfáltico, a reconstrução do revestimento com o uso de CBUQ.

As avaliações realizadas no pavimento proporcionaram maior aprendizado e conhecimento dos problemas existentes nos pavimentos rodoviários. Os métodos realizados mostraram-se eficazes por terem sido condizentes com a realidade. Além disso, o uso do *smartphone* proporcionou agilidade na determinação do IRI, e escolha da alternativa de manutenção pôde ser realizada de maneira mais ágil por meio da determinação dos índices, IGG, IES e IRI.

Estudos como este, realizados através da verificação da qualidade do pavimento, e determinação da solução de manutenção necessária, são de suma importância para que decisões sejam devidamente tomadas pelos órgãos responsáveis, para que, assim, possam ser garantidas aos usuários condições adequadas de tráfego nas rodovias, principalmente quanto a sua segurança.

Sugere-se que, para trabalhos futuros, sejam realizados estudos em relação aos aplicativos para a obtenção do IRI, com o intuito de determinar o mais eficiente. Ademais, recomenda-se que, além da avaliação funcional, seja realizada, se possível, a avaliação estrutural do pavimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica:** materiais projetos e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação Asfáltica:** Formação Básica para Engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2006. 504 p.

BISCONSINI, Danilo Rinaldi; FERNANDES JÚNIOR, José Leomar. Uso de smartphones para a avaliação da irregularidade longitudinal de pavimentos. **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTE DA ANPET**, Ouro Preto, 2015. Disponível em: <http://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2015/857RT. pdf>. Acesso em: 4 de julho.

BISCONSINI, Danilo Rinaldi. **Avaliação da Irregularidade Longitudinal dos pavimentos com dados coletados por smartphones.** 2016. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **O transporte move o Brasil: resumo das propostas da CNT ao país**. – Brasília: CNT, 2019. 108p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2018:** relatório gerencial. – Brasília: CNT: SEST SENAT, 2018. 405p. Disponível em: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Paginas/relatorio-gerencial>. Acesso em: 2 de maio

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

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 006/2003 - PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003,

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 008/2003 – PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e pavimentos semi-rígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 009/2003 - PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação**, 2006, 3. ed. Rio de Janeiro, 2006, 274 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **ICM 2018.** Disponível em: <https://www.dnit.gov.br/icm/ICMBRASIL2018.pdf >. Acesso em: 2 maio 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **Manual de gerência de pavimentos**. Rio de Janeiro: IPR, 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Programa Integrado de Revitalização CREMA 1ª ETAPA.** Superintendência Regional do Estado do Piauí, 2008. 191 p.

DERBA. Secretaria de Infraestrutura do Estado da Bahia. **PROGRAMA DE RESTAURAÇÃO E MANUTENÇÃO DE RODOVIAS.:** Avaliação Ambiental do Programa, 2005. 86 p.

FLEK, Cristian Martins. DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS ENCONTRADAS NA RODOVIA BR-050 ENTRE ARAGUARI E UBERLÂNDIA. **Construindo**, Belo Horizonte, v. 9, n. 3, p.48-61, 16 nov. 2017. Semestral. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/5004>. Acesso em: 2 maio 2019.

GONSALVES, Elisa P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa cientíica.** 5. ed. Campinas: Alínea, 2011.

GOOGLE MAPS. **Rotas.** Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/dir///@-6.3791626,-39.2563074,203m/data=!3m1!1e3> Acesso em 9 maio 2019.

OLIVEIRA, Felipe Augusto Dantas de. **DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DAS VIAS DA CIDADE DE CARAÚBAS/RN.** 2018. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Multidisciplinar de CaraÚbas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2018.

PINTO, Salomão; PINTO, Isaac Eduardo. **Pavimentação Asfáltica:** Conceitos fundamentais sobre materiais e revestimentos asfálticos. Rio de Janeiro: LTC, 2015. 224 p

PINTO, Salomão; PREUSSLER, Ernesto. **Pavimentação Rodoviária:** Conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis. 2. ed. Rio de Janeiro: Copiarte, 2002. 269 p.

SILVA, Paulo Fernando A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p.

ANEXO A – PLANILHA UTILIZADA PARA A DETERMINAÇÃO DO IGG

Nome da Rodovia:			**Trecho:**					**Operador:**				
			Subtrecho:					**Revestimento tipo:**				
(Data)		**Folha:** (ex: 1/10)	**Estaca inicial:**					**Estaca final:**				
Estação			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Faixa			D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Tipo	OK	Sem defeito										
1	F1	Fissuras										
(FCI)	TTC	Trincas transversais curtas										
	TTL	Trincas transversais longas										
	TLC	Trincas longitudinais curtas										
	TLL	Trincas longitudinais longas										
	TRR	Trincas isoladas retração										
2	J	Couro de jacaré										
(FCII)	TB	Trincas em bloco										
3	JE	Couro de jacaré com erosão										
(FCIII)	TBE	Trincas em bloco com erosão										
4	ALP	Afundamento plástico local										
	ATP	Afundamento plástico trilha										
5	O	Ondulação										
	P	Panela										
6	EX	Exsudação										
7	D	Desgaste										
8	R	Remendo										
	ALC	Afundamento consolidação local										
	ATC	Afundamento consolidação trilha										
	E	Escorregamento										
	TRI	Afundamento trilha interna (mm)										
	TRE	Afundamento trilha externa (mm)										

ANEXO B – PLANILHA UTILIZADA NO LVC

Nome da Rodovia:					**Trecho:**									**Operador:**						
					Subtrecho:									**Revestimento tipo:**						
(Data)	**Folha:** (ex: 1/10)				**Estaca inicial:**									**Estaca final:**						
SEGMENTO				**FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, S)**										**ICPF**	**INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES**				**OBSER-VAÇÕES**	
Nº SEG-MENTO	**ODÔME-TRO/KM**		**EXTEN-SÃO**	**P**	**TRINCAS**			**R**	**DEFOR-MAÇÕES**		**OUTROS DEFEITOS**				**REV**	**ESP**	**IDADE**			
	INÍ-CIO	**FIM**			**TR**	**TJ**	**TB**		**AF**	**O**	**D**	**EX**	**E**				**ORIG**	**REST**		