



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE RUSSAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO VICTOR MOREIRA FÉLIX

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DAS RODOVIAS FEDERAIS DO ESTADO DO CEARÁ
COM UM ESTUDO DE CASO NA BR-116

RUSSAS
2022

JOÃO VICTOR MOREIRA FÉLIX

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DAS RODOVIAS FEDERAIS DO ESTADO DO CEARÁ
COM UM ESTUDO DE CASO NA BR-116

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Campus Russas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia civil.

Orientadora: Prof.^a Msc. Camila Lima Maia

RUSSAS

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F36a Félix, João Victor Moreira.
Avaliação funcional das rodovias federais do estado do Ceará com um estudo de caso na BR-116 / João Victor Moreira Félix. – 2022.
57 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia Civil, Russas, 2022.
Orientação: Profa. Ma. Camila Lima Maia.

1. análise funcional. 2. pavimento. 3. levantamento visual contínuo. 4. sistema de gerência de pavimentos. I. Título.

CDD 620

JOÃO VICTOR MOREIRA FÉLIX

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DAS RODOVIAS FEDERAIS DO ESTADO DO CEARÁ
COM UM ESTUDO DE CASO NA BR-116

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Campus Russas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia civil.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Msc. Camila Lima Maia (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Msc. Andriele Nascimento de Souza
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Msc. Ana Tália Pinto Guilherme
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

AGRADECIMENTOS

Agradeço os meus pais por todo amor que me deram e por me apoiarem em todos os momentos de minha vida.

Agradeço aos meus tios que me acolheram quando tive que mudar de cidade e por terem cuidado de mim.

Agradeço aos meus primos que me fizeram ter muitos momentos engraçados e que me faziam esquecer os problemas dos semestres.

Agradeço a minha namorada por ter me motivado quando eu estava desanimado e por ter ajudado tanto quando eu precisava.

Agradeço ao meu padrinho por ter me ajudado várias vezes ao longo do curso e, principalmente, na execução do levantamento visual deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos que sempre me faziam rir e que me aguentaram por todos esses anos.

Agradeço a minha professora orientadora que ajudou no processo de construção deste trabalho e se empenhou para dar atenção aos alunos orientandos.

RESUMO

O modal rodoviário é o mais utilizado no Brasil, contudo, a malha rodoviária do país, em sua grande maioria, apresenta vários defeitos em sua extensão, fator esse que reduz a segurança e o conforto no modal, além de gerar maiores custos de operação. Por isso, este trabalho tem como objetivo analisar as condições do pavimento nas rodovias federais do estado do Ceará através de dados disponibilizados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes e, por meio de um estudo de caso na BR 116. Os dados foram analisados segundo os limites de qualidade do pavimento exigidos pelo programa de exploração da rodovia, os quais deveriam ser atendidos. No estudo de caso, a verificação dos defeitos na superfície do pavimento foi realizada através do método do Levantamento Visual Contínuo para classificar o estado de conservação no trecho. Os resultados obtidos mostraram que a condição funcional do pavimento de 7 das 10 rodovias analisadas possuem mais da metade de suas extensões abaixo do limite exigido pelo Programa de Exploração da Rodovia, ademais, o estudo de caso mostrou que 40% está em estado péssimo, 40% em estado ruim, 10% em estado regular e 10% em estado bom. Importante destacar que houve divergência com os dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes para o trecho analisado, porém, deve-se levar em consideração a subjetividade na classificação do estado de conservação das rodovias, fato que pode ter levado a diferenças nos resultados.

Palavras-chave: análise funcional; pavimento; levantamento visual contínuo; sistema de gerência de pavimentos.

ABSTRACT

The road modal is the most used in Brazil, however, the country's highway network, in its vast majority, has several defects in its extension, a factor that reduces safety and comfort in the modal, in addition to generating higher operating costs. Therefore, this work aims to analyze the pavement conditions on federal highways in the state of Ceará through data provided by the National Department of Transport Infrastructure and through a case study on BR 116. The data were analyzed according to the pavement quality limits required by the highway exploration program, which should be complied with. In the case study, the verification of defects on the pavement surface was carried out using the Continuous Visual Survey method to classify the state of conservation in the stretch. The results obtained showed that the functional condition of the pavement of 7 of the 10 highways analyzed have more than half of their extensions below the limit required by the Highway Exploration Program, in addition, the case study showed that 40% is in a bad condition, 40% in a worse condition, 10% in a regular condition and 10% in a good condition. It is important to highlight that there was a divergence with data from the National Department of Transport Infrastructure for the analyzed stretch, nevertheless, must take into account the subjectivity in the classification of the condition of conservation of the highways, a fact that may have led to differences in the results.

Keywords: functional analysis; pavement; continuous visual survey; pavement management system.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATR	Afundamento de Trilha de Roda
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CGPLAN	Coordenação Geral de Planejamento e Programação de Investimentos
DPRF	Departamento da Polícia Rodoviária Federal
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ICS	Índice da Condição da Superfície
ICPF	Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis ou Semi-rígidos
IGG	Índice de Gravidade Global
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
IGI	Índice de Gravidade Individual
IRI	Índice de Irregularidade Longitudinal
IES	Índice do Estado de Superfície
IMT	Instituto da Mobilidade e dos Transportes
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LVC	Levantamento Visual Contínuo
PNV	Plano Nacional de Viação
PER	Programa de Exploração da Rodovia
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
SNV	Sistema Nacional de Viação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de estrutura de pavimentos.....	17
Figura 2 – Trinca isolada transversal.	19
Figura 3 – Trinca isolada longitudinal.	20
Figura 4 – Trinca interligada tipo "Jacaré".	20
Figura 5 – Trinca interligada tipo "Bloco".....	21
Figura 6 – Afundamento local.	22
Figura 7 – Afundamento de trilha de roda.	22
Figura 8 – Ondulação.....	23
Figura 9 – Escorregamento.....	23
Figura 10 – Exsudação.	24
Figura 11 – Desgaste.....	25
Figura 12 – Painel/buraco.....	25
Figura 13 – Degradação do pavimento em função do IGG.....	28
Figura 14 – Conceitos do ICPF.	30
Figura 15 – Determinação do Índice de Gravidade.	31
Figura 16 – Pesos para cálculo.	31
Figura 17 – Índice do Estado da Superfície do pavimento.	32
Figura 18 – Mapa das rodovias federais do Ceará.....	34
Figura 19 – Trecho avaliado.....	36
Figura 20 – Presença de remendos no trecho.	36
Figura 21 – Presença de painel no trecho.....	37
Figura 22 – Investimentos do Governo Federal em rodovias.	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem do pavimento no estado do Ceará com bom desempenho.....	40
Gráfico 2 – Porcentagem das rodovias com IGG acima de 80.....	41
Gráfico 3 – Porcentagem das rodovias com IRI acima de 2,7m/km.	42
Gráfico 4 – IRI médio das rodovias.	42
Gráfico 5 – Porcentagem das rodovias com o ICS bom ou ótimo.....	43
Gráfico 6 – Porcentagem das rodovias com o ATR acima do aceitável.	44
Gráfico 7 – Porcentagem das rodovias com área trincada acima do limite recomendável.	44
Gráfico 8 – Porcentagem das rodovias com a presença de painelas.	45
Gráfico 9 – Porcentagem da classificação do trecho.	49
Gráfico 10 – ICS do trecho da BR-116 segundo o DNIT.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Defeitos apresentados na Norma.	27
Tabela 2 – Valor do fator de ponderação.	28
Tabela 3 – Condição do pavimento em função do IRI.	29
Tabela 4 – Condição da superfície do pavimento.	29
Tabela 5 – Limites máximos dos parâmetros funcionais analisados.	33
Tabela 6 – Extensão analisada em cada rodovia.	35
Tabela 7 – Dados da qualidade do pavimento no estado do Ceará.	39
Tabela 8 – Resultados da análise da BR-122.	46
Tabela 9 – Caracterização dos segmentos.	46
Tabela 10 – Frequência dos defeitos.	47
Tabela 11 – Valores do ICPF.	47
Tabela 12 – Valor do IGGE em cada segmento.	48
Tabela 13 – Índice do estado da superfície do pavimento em cada segmento.	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Contextualização do tema	12
1.2	Objetivo geral	12
1.3	Objetivos específicos	13
1.4	Problema de pesquisa	13
1.5	Justificativa	14
1.6	Estrutura do trabalho	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Estrutura do pavimento	16
2.2	Classificação do pavimento	16
2.3	Avaliação funcional do pavimento	17
2.4	Avaliação estrutural do pavimento	18
2.5	Tipos de defeitos nos pavimentos flexíveis	19
2.6	Métodos de avaliação do pavimento	26
2.6.1	Índice de Gravidade Global	26
2.6.2	Irregularidade Longitudinal	28
2.6.3	Índice da Condição da Superfície	29
2.6.4	Levantamento Visual Contínuo	30
3	MATERIAIS E MÉTODOS	33
4	RESULTADOS	39
4.1	Análise do histórico das rodovias	39
4.2	Análise dos dados do DNIT	41
4.3	Análise dos dados obtidos pelo levantamento visual contínuo na BR-116	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
	REFERÊNCIAS	52
	ANEXO	55

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do tema

Um sistema de gerência de pavimentos, segundo o Manual de Gerência do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2011), é definido como uma ferramenta usada pelo gestor de forma que os recursos disponíveis sejam aplicados da melhor forma possível para a recuperação das rodovias. A partir desse sistema, pode-se obter os dados necessários para determinar as condições do pavimento e, dessa forma, deliberar as melhores ações para reparar a via.

Além disso, de acordo com Haas et al. (1994), gerência de pavimentos engloba todas as atividades de manutenção do pavimento em um nível adequado de serviço. Etapas que incluem desde o orçamento até a manutenção e reabilitação ao longo do tempo de serviço do pavimento.

O relatório gerencial da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2019) indica que as rodovias federais do estado do Ceará apresentam (em relação ao estado geral) somente 2,6% de extensão em ótimo estado e 25,7% em bom estado. Diante desses dados, percebe-se a necessidade do sistema de gerência de pavimentos, uma vez que as rodovias apresentam uma baixa porcentagem com boas condições de uso.

Para que seja possível realizar um gerenciamento dos pavimentos, é preciso que haja um banco de dados sobre as condições da via. De acordo com o DNIT (2007), o banco de dados é alimentado com dados de tráfego, estrutura, deflexão, irregularidade e defeitos do pavimento por segmentos homogêneos. Os métodos de avaliação do pavimento que serão utilizados neste trabalho são o levantamento visual contínuo, o índice de irregularidade internacional, o índice de gravidade global e o índice da condição de superfície.

Sendo assim, a importância desse estudo está relacionada ao melhor direcionamento das obras de recuperação das vias, visto que a baixa qualidade das rodovias afeta os fatores econômicos da região e aumenta o risco de acidentes.

1.2 Objetivo geral

Este trabalho tem o objetivo geral de realizar um diagnóstico do estado de conservação das rodovias federais do estado do Ceará, comparando os resultados dos diferentes

métodos de levantamento, como o levantamento visual contínuo, o índice de irregularidade internacional, o índice de gravidade global e o índice da condição de superfície.

1.3 Objetivos específicos

Dentre os objetivos específicos, tem-se:

- Avaliar o histórico do estado de conservação das rodovias federais do Ceará;
- Comparar os resultados dos métodos de levantamento da condição do pavimento, sendo eles: o levantamento visual contínuo, o índice de irregularidade internacional, o índice de gravidade global e o índice da condição de superfície;
- Realizar um levantamento de defeitos de superfície em um trecho da BR-116;
- Realizar a avaliação funcional dos trechos analisados.

1.4 Problema de pesquisa

Os acidentes nas vias são causados por diversos fatores, como a condição do pavimento, sinalização, geometria, entre outros. Para que haja um sistema de gerência eficaz é necessário que esses fatores sejam analisados de maneira que seja possível entender a influência de cada um deles na frequência e na gravidade dos acidentes ocorridos.

As rodovias com grandes níveis de degradação afetam a qualidade de vida dos usuários, influenciando no tempo de trajeto (tornando-o excessivo por conta dos obstáculos), na ocorrência de acidentes (que acarretam perdas econômicas e humanas), na danificação dos veículos, e na atenção do motorista, entre outros principais problemas.

Segundo os dados da CNT (2018), pavimentos com ótimo grau de conservação possuem uma frequência de acidente inferior a pavimentos de péssimo estado, apresentando a cada 10 km de extensão de rodovia um índice de acidentes de 11% e 11,6%, respectivamente. Dessa forma, faz-se necessária a análise do estado de conservação dos pavimentos para definir estratégias de intervenção, de acordo com um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP).

Além disso, é importante ressaltar que, de acordo com os dados do Departamento da Polícia Rodoviária Federal (DPRF, 2021), entre 2007 e 2016 houve 2.207 mortos em rodovias federais no Ceará. Somente no ano de 2014, segundo o relatório do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2015), o custo total de acidentes nas rodovias federais

brasileiras foi de cerca de 12,8 bilhões de reais. Ademais, de acordo com a CNT (2018), para uma condição péssima da qualidade da sinalização e da geometria da rodovia, o índice de mortes dos acidentes é de 13% e 13,3%, respectivamente, valores que são reduzidos com melhores condições da via. Diante de tais dados, pode-se perceber a falta de um sistema de gerência de pavimentos, no país, que seja eficaz.

1.5 Justificativa

A importância deste estudo é observada pelos números de acidentes sofridos pelos usuários do modal rodoviário, que é predominante no Brasil. De acordo com o Painel CNT de Consultas Dinâmicas dos Acidentes Rodoviários (2020), entre os anos de 2007 e 2020 foram registrados no Ceará cerca de 39 mil acidentes, sendo que destes, mais de 20 mil tiveram vítimas.

Ademais, a condição das rodovias no Ceará, segundo o relatório gerencial da CNT (2019), mostra que somente 28,3% delas possuem resultado bom ou ótimo e cerca de 43% apresentam um estado regular, este péssimo estado das rodovias afeta diretamente na economia, pois, de acordo com a CNT (2019) o custo de operação do transporte rodoviário de cargas pode aumentar de 18,8% quando o pavimento possui boa qualidade para 91,5% quando a via apresenta péssimas condições.

Portanto, o sistema de gerência de pavimentos apresenta-se como uma importante ferramenta de gestão para que haja um monitoramento das rodovias e, conseqüentemente, um melhor controle da qualidade do sistema rodoviário no estado. Além disso, tem-se a necessidade de obter métodos de levantamento que sejam aplicáveis de forma rápida, eficiente e barata com o objetivo de facilitar o trabalho de gestão e torná-lo mais operacional.

1.6 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi dividido em cinco capítulos. No primeiro capítulo é feita a introdução composta pela contextualização do tema, definição dos objetivos gerais e específicos, problema de pesquisa e justificativa. No capítulo 2 está explanada a revisão de literatura acerca de trabalhos, monografias, artigos e relatórios que auxiliaram a pesquisa. O terceiro capítulo visa esclarecer os métodos e materiais utilizados na pesquisa, o procedimento, participantes e instrumentos que proporcionaram a sua realização. O quarto capítulo refere-se aos resultados obtidos na pesquisa assim com uma breve análise, comparação e discussão com

a literatura pesquisada. O quinto capítulo destina-se às considerações finais e recomendações para trabalhos futuros. Por fim, apresentam-se as referências bibliográficas e o anexo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estrutura do pavimento

De acordo com o Bernucci et al (2008), o pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas com o objetivo de resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, proporcionando aos usuários melhores condições de rolamento, com conforto, economia e segurança. Para o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), o pavimento é composto por uma estrutura de camadas denominadas de revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e subleito.

O revestimento é uma camada com grande impermeabilidade, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos e é destinada a melhorar a comodidade e segurança e a resistir ao desgaste.

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), a base é a camada destinada a resistir e distribuir os esforços gerados pelo tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento. A sub-base é a camada complementar à base, quando por alguma circunstância técnica ou econômica não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização.

Ademais, segundo o DNIT (2006), o reforço do subleito é uma camada de espessura constante, posta por circunstâncias técnico-econômicas, acima da regularização. Esta região possui características geotécnicas inferiores ao material usado na camada que lhe for superior, porém melhores que o material do subleito. Por fim, o subleito é compreendido pelo terreno de fundação do pavimento.

2.2 Classificação do pavimento

O pavimento, segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), é uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e deformabilidades são colocados em contato. A sua principal função, de acordo com o Instituto da Mobilidade e dos Transportes (IMT, 2021), é de oferecer uma superfície de rolamento livre, permitindo a circulação de veículos em adequadas condições de segurança, conforto e economia.

De forma geral, o Manual de Pavimentação (DNIT, 2006) classifica o pavimento em flexível, semi-rígido e rígido:

- **Flexível:** aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em

parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Exemplo típico: pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica.

- **Semi-rígido:** caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.
- **Rígido:** aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Exemplo típico: pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland.

Na Figura 1 temos a estrutura dos três tipos de pavimentos:

Figura 1 – Tipos de estrutura de pavimentos.



Fonte: Adaptado de Adada (2008).

2.3 Avaliação funcional do pavimento

A avaliação de um pavimento compreende um conjunto de atividades destinadas à obtenção de dados, informações e parâmetros que permitam diagnosticar os problemas e interpretar o desempenho apresentado pelo pavimento, de modo a poder-se detectar as suas necessidades atuais e futuras de manutenção e se prever as consequências da implementação de estratégias alternativas de manutenção. (GONÇALVES, 1999).

Silva (2006) afirma que a avaliação funcional de pavimentos tem o objetivo de determinar o grau de deterioração da via, através da identificação e quantificação dos problemas na superfície que afetam o conforto e segurança dos usuários.

Segundo Gonçalves (1999), para uma avaliação completa dos defeitos de superfície deve-se ser analisados os seguintes parâmetros:

- Tipo do defeito;
- Intensidade;
- Gravidade;
- Frequência;
- Extensão.

Existem vários métodos criados para a realização da avaliação dos pavimentos. No tópico 2.5 serão abordados os principais métodos de avaliação funcional aplicados nas rodovias federais do Brasil.

2.4 Avaliação estrutural do pavimento

Para Gonçalves (1999) a condição estrutural de um pavimento é determinada por parâmetros que descrevam a deformabilidade elástica ou viscoelásticas dos materiais das camadas, a resistência ao acúmulo de deformações plásticas sob cargas repetidas e pela integridade das camadas asfálticas e cimentadas.

De acordo com Bernucci (2008), a avaliação pode ser feita pelos seguintes métodos:

- Destrutivo: aquele que investiga a condição estrutural de cada camada que compõe o pavimento por abertura de trincheiras ou poços de sondagem, permitindo recolher amostras de cada material até o subleito e realizar ensaios de capacidade de carga *in situ*.
- Semi-destrutivo: aquele que se vale de aberturas menores de janelas no pavimento que permitam utilizar um instrumento portátil de pequenas dimensões para avaliar a capacidade de carga de um pavimento, tal como o uso de cones dinâmicos de penetração.
- Não-destrutivo: uso de provas de carga para determinar os parâmetros de resposta da estrutura às cargas de roda em movimento. A cada passagem de roda o pavimento sofre um deslocamento total que tem duas componentes, deformação elástica e deformação permanente.

Portanto, para Bernucci (2008), a condição estrutural é associada aos danos ligados à capacidade de carga, por isso, a avaliação faz-se necessária visto que, um carregamento superior ao suportado pelo pavimento acelera o surgimento de problemas na superfície, além de reduzir a segurança dos usuários.

2.5 Tipos de defeitos nos pavimentos flexíveis

Os defeitos podem surgir nos pavimentos por vários motivos, no entanto, erros de projeto e de execução podem acelerar o início e o desenvolvimento das patologias nas rodovias (CNT,2018). Assim, os principais danos encontrados nos pavimentos flexíveis são:

- FENDA

De acordo com a norma DNIT 005/2003, fenda é qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, sendo apresentada por: fissuras e trincas

Fissura é uma fenda capilar existente no revestimento posicionada de forma longitudinal, transversal ou oblíqua, sendo somente perceptível sem auxílio de instrumentos ópticos a uma distância inferior a 1,5 m. A trinca é uma fenda facilmente visível a vista desarmada, com abertura superior à da fissura, além disso, existem dois tipos: trinca isolada e trinca interligada.

As trincas isoladas são classificadas em transversal, longitudinal e de retração. A transversal apresenta a direção ortogonal ao eixo da via, quando tem extensão até 100 cm é considerada curta e superior a 100 cm é longa. As trincas isoladas paralelas ao eixo da via são chamadas de trincas longitudinais e, de maneira análoga à anterior, podem ser consideradas curtas ou longas. Já as trincas de retração são associadas aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento. Nas Figuras 2 e 3 estão os dois tipos de trincas isoladas.

Figura 2 – Trinca isolada transversal.



Fonte: DNIT (2003).

Figura 3 – Trinca isolada longitudinal.



Fonte: DNIT (2003).

As trincas interligadas podem ser do tipo “Couro de Jacaré” ou do tipo “Bloco”. Para o primeiro tipo, é definido como um conjunto de trincas interligadas sem uma direção preferencial e que se assemelha com o aspecto de couro de jacaré. O tipo “Bloco” de trinca interligada é caracterizado pela configuração de blocos de lados bem definidos. Além disso, esses dois tipos podem ou não apresentar uma erosão acentuada nas bordas. Nas Figuras 4 e 5 estão os dois tipos de trincas interligadas.

Figura 4 – Trinca interligada tipo "Jacaré".



Fonte: DNIT (2003).

Figura 5 – Trinca interligada tipo "Bloco".



Fonte: DNIT (2003).

- AFUNDAMENTO

De acordo com DNIT 005/2003, afundamento é a deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento. Existem dois tipos de afundamento: plástico e de consolidação.

O afundamento plástico é quando ocorre fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento, também seguida de solevamento. Já o afundamento de consolidação é quando ocorre uma consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento sem estar acompanhado de solevamento. Para os dois casos, o afundamento de até 6 m é classificado como local, e quando é acima de 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é chamado de afundamento da trilha de roda, conforme as Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Afundamento local.



Fonte: DNIT (2003).

Figura 7 – Afundamento de trilha de roda.



Fonte: DNIT (2003).

- ONDULAÇÃO OU CORRUGAÇÃO

Segundo o DNIT 005/2003, são deformações caracterizadas por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento, apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Ondulação.



Fonte: DNIT (2003).

- ESCORREGAMENTO

Segundo o DNIT 005/2003, escorregamento é o deslocamento do revestimento em relação à camada de baixo do pavimento, resultando no aparecimento de fendas em forma de meia-lua, Figura 9.

Figura 9 – Escorregamento.



Fonte: DNIT (2003).

- EXSUDAÇÃO

De acordo com DNIT 005/2003, refere-se ao excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, resultando na migração desse excesso através do revestimento, conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10 – Exsudação.



Fonte: DNIT (2003).

- DESGASTE

Segundo o DNIT 005/2003, desgaste é definido pelo desprendimento progressivo do agregado do pavimento, provocado pela aspereza superficial do revestimento e por esforços tangenciais causados pelo tráfego, conforme a Figura 11.

Figura 11 – Desgaste.



Fonte: DNIT (2003).

- **PANELA OU BURACO**

De acordo com DNIT 005/2003, são cavidades que se formam por diversas causas, por exemplo, falta de aderência entre camadas superpostas, gerando o deslocamento. Este defeito pode alcançar camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas. Na Figura 12 é apresentado um exemplo de panela.

Figura 12 – Panela/buraco.



Fonte: DNIT (2003).

- REMENDO

De acordo com DNIT 005/2003, são painéis preenchidas com uma ou mais camadas de pavimento. Existem dois tipos: remendos profundos e remendos superficiais.

Remendos profundos são aqueles em que há substituição do revestimento e, possivelmente de uma ou mais camadas inferiores do pavimento, geralmente, apresentam-se na forma retangular. Já no remendo superficial é feita uma correção, em área localizada, com a aplicação de uma camada betuminosa.

2.6 Métodos de avaliação do pavimento

2.6.1 Índice de Gravidade Global

No Brasil, o Índice de Gravidade Global (IGG) é um método utilizado para avaliar, de forma objetiva, defeitos de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, sendo normatizado pelos procedimentos da norma DNIT 006/2003-PRO. Os defeitos apresentados por este método são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Defeitos apresentados na Norma.

Defeito	Codificação
Fissura	FI
Trincas isoladas transversais curtas	TTC
Trincas isoladas transversais longas	TTL
Trincas isoladas longitudinais curtas	TLC
Trincas isoladas longitudinais longas	TLL
Trincas isoladas devido à retração térmica	TRR
Trincas interligadas tipo jacaré sem erosão acentuada nas bordas	J
Trincas interligadas tipo jacaré com erosão acentuada nas bordas	JE
Trincas interligadas tipo bloco sem erosão acentuada nas bordas	TB
Trincas interligadas tipo bloco com erosão acentuada nas bordas	TBE
Afundamento plástico local	ALP
Afundamento plástico da trilha de roda	ATP
Afundamento de consolidação local	ALC
Afundamento de consolidação da trilha de roda	ATC
Ondulação/Corrugação	O
Panelas	P
Escorregamento do revestimento betuminoso	E
Exsudação	EX
Desgaste acentuado	D
Remendo	R

Fonte: DNIT (2003).

É uma avaliação baseada em índices, que expressam o estado geral do pavimento em função da incidência de defeitos que caracterizam seu grau de degradação, resultante de um levantamento de superfície (Vieira et al., 2016). O IGG é obtido pelo somatório dos Índices de Gravidade Individual (IGI), conforme a equação 1. O IGI é obtido pelo produto entre a frequência (f_r) e o fator de ponderação (f_p), conforme as equações 2 e 3.

$$f_r = f_a \times 100 / n \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\text{IGI} = f_r \times f_p \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\text{IGG} = \sum \text{IGI} \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde:

f_r = frequência relativa;

f_a = frequência absoluta;

n = número de estações inventariadas;

f_p = fator de ponderação.

A Tabela 2 relaciona o tipo de defeito ao respectivo valor do fator de ponderação. Por fim, a Figura 13 apresenta a classificação da condição do pavimento, determinado o seu grau de degradação, obtida pelo cálculo do IGG.

Tabela 2 – Valor do fator de ponderação.

Tipo de ocorrência	Tipo de defeito	f_p
1	FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR	0,2
2	J e TB	0,5
3	JE e TBE	0,5
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT (2003).

Figura 13 – Degradação do pavimento em função do IGG.

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

Fonte: DNIT (2003).

2.6.2 Irregularidade Longitudinal

A irregularidade longitudinal é o somatório dos desvios da superfície de um pavimento em relação a um plano de referência ideal de projeto geométrico, que afeta a dinâmica dos veículos, o efeito dinâmico das cargas, a qualidade ao rolamento e a drenagem superficial da via (DNIT, 2011). O parâmetro para medir a irregularidade é chamado de IRI, um índice que quantifica os desvios da superfície do pavimento em comparação com a superfície de projeto.

A irregularidade longitudinal é medida ao longo de uma linha imaginária, paralela ao eixo da estrada e possui uma largura variável, pois depende do tipo de equipamento utilizado. Caso haja a necessidade de um melhor detalhamento do perfil, faz-se o uso de várias linhas paralelas imaginárias.

A irregularidade pode ser obtida por meio de equipamentos medidores do perfil longitudinal, como medidas topográficas ou avaliada indiretamente por equipamentos que fornecem um somatório de desvios do eixo de um veículo em relação à sua suspensão. A Tabela 3 mostra os limites que determinam a condição do pavimento.

Tabela 3 – Condição do pavimento em função do IRI.

Conceito	Irregularidade
Excelente	1 - 1,9
Bom	1,9 - 2,7
Regular	2,7 - 3,5
Ruim	3,5 - 4,6
Péssimo	> 4,6

Fonte: DNIT (2006).

2.6.3 Índice da Condição da Superfície

O Índice da Condição da Superfície (ICS) reflete a situação funcional dos pavimentos, sendo representado pelo DNIT por conceitos de 1 a 5. Dessa forma, a rodovia é classificada em cinco níveis de serventia.

O ICS é determinado pela comparação entre o IGG e o IRI, sendo considerada a pior situação dos dois índices. Para cada intervalo de IRI é atribuído um valor de ICS, acontecendo o mesmo para o IGG, conforme é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Condição da superfície do pavimento.

Condição	ICS	IGG	IRI
Excelente	5	0 – 20	0 – 2,5
Bom	4	20 – 40	2,5 – 3
Regular	3	40 – 80	3 – 4,5
Ruim	2	80 – 160	4,5 – 5,5
Péssimo	1	>160	>5,5

Fonte: DNIT (2011).

2.6.4 Levantamento Visual Contínuo

O Levantamento Visual Contínuo (LVC) avalia a superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, sendo executado de acordo com a norma DNIT-PRO 008/2003. O objetivo desse procedimento é determinar três índices: o Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis ou semi-rígidos (ICPF), o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e o Índice do Estado de Superfície (IES).

Para a execução do levantamento é necessário seguir os seguintes critérios:

- O veículo deve estar equipado com velocímetro calibrado para a aferição da velocidade e da distância percorrida. Além disso, deve ser operado a uma velocidade média de 40 km/h, percorrendo a rodovia em um único sentido.
- Deve-se ser evitado o levantamento em dias chuvosos, com muita neblina ou com pouca iluminação natural.
- A equipe técnica deve ser composta preferencialmente por duas pessoas, além do motorista do veículo.

Em trechos de rodovias de pista simples, o levantamento é feito em um único sentido, levando em consideração as faixas existentes de tráfego, além disso, é adotado o sentido do Plano Nacional de Viação (PNV). Caso haja trechos de pista dupla o LVC é realizado separadamente para cada uma delas.

A avaliação é feita manualmente, sendo identificado o tipo e extensão dos defeitos. O ICPF é calculado pela média dos índices de dois ou mais avaliadores, o qual é atribuído uma nota de 0 a 5, dependendo da necessidade de manutenção, como mostrado na Figura 14.

Figura 14 – Conceitos do 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 "painelas" 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. Restauração do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base	1 - 0

Fonte: DNIT (2003).

O cálculo do IGGE, da mesma forma que o ICPF, é feito pela média dos dados levantados por 2 ou mais avaliadores, utilizando a equação 4. Os defeitos analisados são as trincas, deformações, panelas e remendos. Os pesos variam em função da frequência e da gravidade dos defeitos, conforme as Figuras 15 e 16.

$$IGGE = (P_t \times F_t) + (P_{oap} \times F_{oap}) + (P_{pr} \times F_{pr}) \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:

P_t, F_t = Frequência e Peso do conjunto de trincas t;

P_{oap}, F_{oap} = Frequência e Peso do conjunto de deformações;

P_{pr}, F_{pr} = Frequência e Peso do conjunto de panelas e remendos.

Figura 15 – Determinação do Índice de Gravidade.

Panelas (P) e Remendos (R)		
FREQÜÊNCIA	Fator Fpr Quantidade/Km	GRAVIDADE
A - ALTA	≥ 5	3
M - MÉDIA	2 - 5	2
B - BAIXA	≤ 2	1
Demais defeitos (trincas, deformações)		
FREQÜÊNCIA	Fatores Ft e Foap (%)	GRAVIDADE
A - ALTA	≥ 50	3
M - MÉDIA	50 - 10	2
B - BAIXA	≤ 10	1

Fonte: DNIT (2003).

Figura 16 – Pesos para cálculo.

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).

Por último, o IES é avaliado em função dos ICPF e IGGE calculados, sendo assim, uma síntese destes índices. Ele varia de 0 a 10 e representa cinco estados do pavimento: ótimo, bom, regular, ruim e péssimo, como indicado na Figura 17.

Figura 17 – Índice do Estado da Superfície do pavimento.

DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	CONCEITO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	A	ÓTIMO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1	B	BOM
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2		
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	C	REGULAR
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	D	RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7		RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	E	PÉSSIMO
$IGGE > 90$	10		

Fonte: DNIT (2003).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada no trabalho, bem como, os materiais e suas respectivas fontes para a obtenção dos dados necessários para avaliar a condição das rodovias federais do estado do Ceará.

De acordo com GIL (2002), a pesquisa é classificada segundo os objetivos, assim, temos que esta é de natureza descritiva, pois se propõem a estudar o nível do desempenho dos pavimentos das rodovias oferecidos pelos órgãos públicos a partir de dados coletados. O estudo tem a finalidade de analisar os fatores, como IRI, IGG e ICS, além das patologias presentes (Afundamento de trilha de roda, painelas e trincamento) no pavimento para fazer um diagnóstico da conservação das rodovias do estado do Ceará.

Os dados foram disponibilizados pela coordenação geral de planejamento e programação de investimentos (CGPLAN), obtidos do sistema de gerência de pavimentos do DNIT. Os levantamentos foram realizados entre os meses de setembro de 2020 e janeiro de 2021.

A CGPLAN, conforme na Tabela 5, apresenta parâmetros de estados limites de qualidade do pavimento, os quais são exigidos no programa de exploração da rodovia (PER) para as rodovias regulamentadas pela agência nacional de transportes terrestres (ANTT). Esses limites foram utilizados como critérios que devem ser atendidos nas rodovias federais do estado do Ceará.

Tabela 5 – Limites máximos dos parâmetros funcionais analisados.

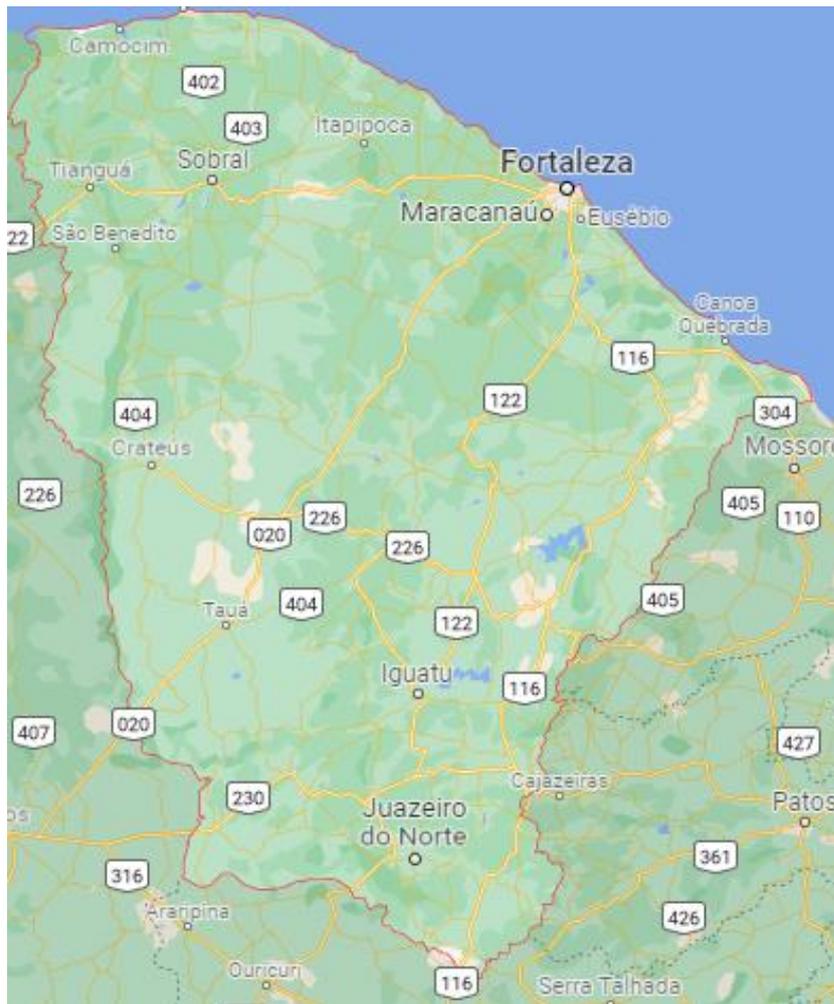
Parâmetros	Limites máximos
IRI	2,7m/km
IGG	80
Área Trincada	15%
ATR	7mm
Quantidade de painelas	0
CNT e ICS	Bom e Ótimo

Fonte: Autoria própria (2021).

O primeiro passo da pesquisa foi criar um banco de dados com os valores do IRI, ICS, IGG, trincamento e número de painelas. A partir disso, foi feita uma análise da condição

do pavimento comparando os resultados obtidos por meio de gráficos. Assim, foi possível verificar o estado da qualidade do pavimento das rodovias e a patologia predominante nos trechos. Na Figura 18 está a localização das rodovias do estado e na Tabela 6 são apresentadas as extensões das rodovias, disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Viação (SNV, 2021) e a porcentagem analisada das rodovias.

Figura 18 – Mapa das rodovias federais do Ceará.



Fonte: Google Maps (2021).

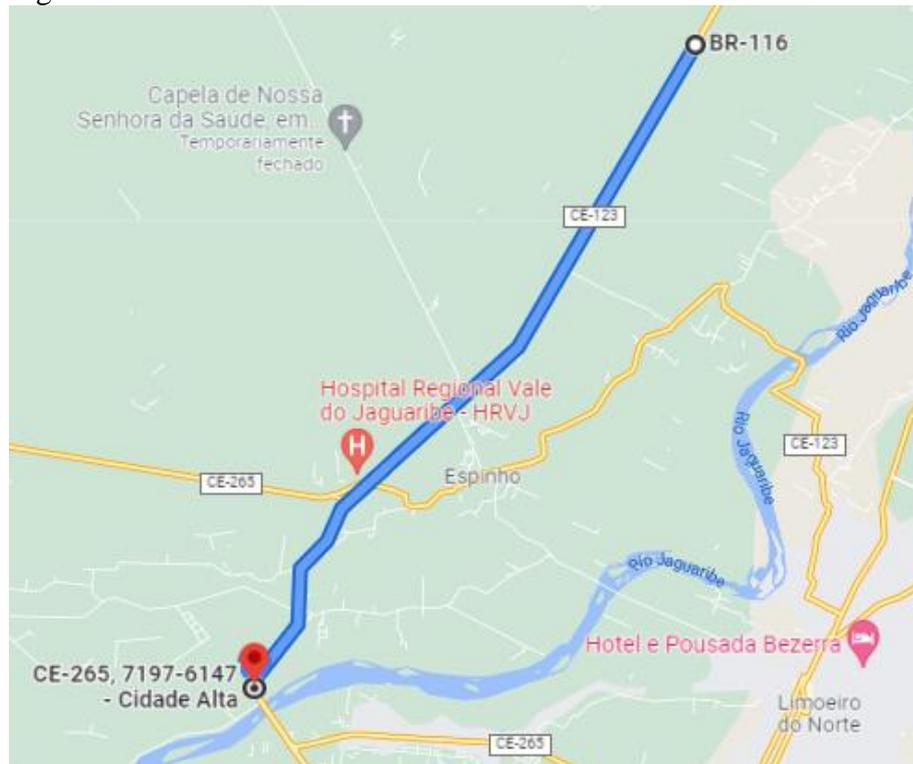
Tabela 6 – Extensão analisada em cada rodovia.

Rodovia	Extensão (km)	Extensão analisada (km)	Extensão analisada (%)
BR – 020	455,2	448	98,40%
BR – 116	548,2	548,2	100%
BR – 122	443,9	149,7	33,70%
BR - 222	348,6	348,2	99,90%
BR – 226	397,7	308	77,40%
BR – 230	242,9	115,3	47,50%
BR – 304	100,8	100,8	100%
BR – 402	301,5	126	41,80%
BR – 403	329,9	329,9	100%
BR – 404	430	33,5	7,80%
BR – 434	38	-	-
BR – 437	48,5	-	-

Fonte: SNV (2021) e DNIT (2020).

A metodologia do estudo de caso consistiu na aplicação do levantamento visual contínuo no trecho próximo da cidade de Limoeiro do Norte da BR-116, conforme as Figuras 18, 19 e 20. Foi escolhida essa região devido à proximidade ao Hospital Regional Vale do Jaguaribe, tendo em vista que é um local com alta demanda de tráfego e, por isso, há a necessidade de uma boa qualidade no pavimento.

Figura 19 – Trecho avaliado.



Fonte: Google Maps (2021).

Figura 20 – Presença de remendos no trecho.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 21 – Presença de panela no trecho.



Fonte: Autoria própria (2021).

O levantamento foi executado por uma equipe de dois técnicos, sem incluir o motorista, que trafegou pelo pavimento avaliado no período da tarde, sendo analisado em apenas um sentido, visto que a rodovia é de pista simples. O veículo manteve-se a uma velocidade média de, aproximadamente, 40 km/h.

Para a realização do levantamento foi preenchido o formulário do Anexo A com as seguintes informações:

- Código do PNV;
- Extensão do PNV;
- Extensão executada do levantamento;
- UNIT;
- Início e fim do PNV;
- Marcos de referência do PNV se houver – MR N° (início e fim);
- N° Pista/lado – Deve ser preenchido com “1” no caso de pista simples e com “2” no caso de pista dupla;
- D – Pista do lado direito (acrécimo de quilometragem);
- E – Pista do lado esquerdo (decrécimo de quilometragem);
- Data do levantamento (mês/ano).

Além de dados observados do pavimento, como:

- N° do segmento – Número sequencial do segmento dentro do trecho;

- Odômetro (início e fim) – Quilometragem indicada no odômetro do veículo no início e fim do segmento;
- Quilômetro (início e fim) – Quilometragem da rodovia (segundo o PNV) no início e fim do segmento, calculada a partir da equivalência entre o odômetro do veículo e o marco quilométrico do PNV anterior mais próximo;
- Extensão – Comprimento do segmento;
- Frequência dos defeitos – Registrado o código “A”, “M” ou “B” conforme a estimativa da qualidade e da porcentagem de ocorrência do defeito. No caso de não ocorrência de um determinado defeito, deve-se deixar em branco.

A partir disso, e com as informações dispostas no tópico 2.6.4 deste trabalho, foi calculado o ICPF e o IES. Os resultados foram colocados no quadro resumo contido no Anexo C para cada quilômetro avaliado. O IGGE foi calculado utilizando o formulário do Anexo B e, de forma análoga, os resultados colocados no quadro resumo do Anexo C.

4 RESULTADOS

4.1 Análise do histórico das rodovias

A CNT de Rodovias realiza uma análise da malha rodoviária pavimentada do Brasil, apresentando as condições das rodovias anualmente, com dados de 2005 a 2019, com exceção do ano de 2008. A Tabela 7 apresenta os dados da qualidade do pavimento do Ceará.

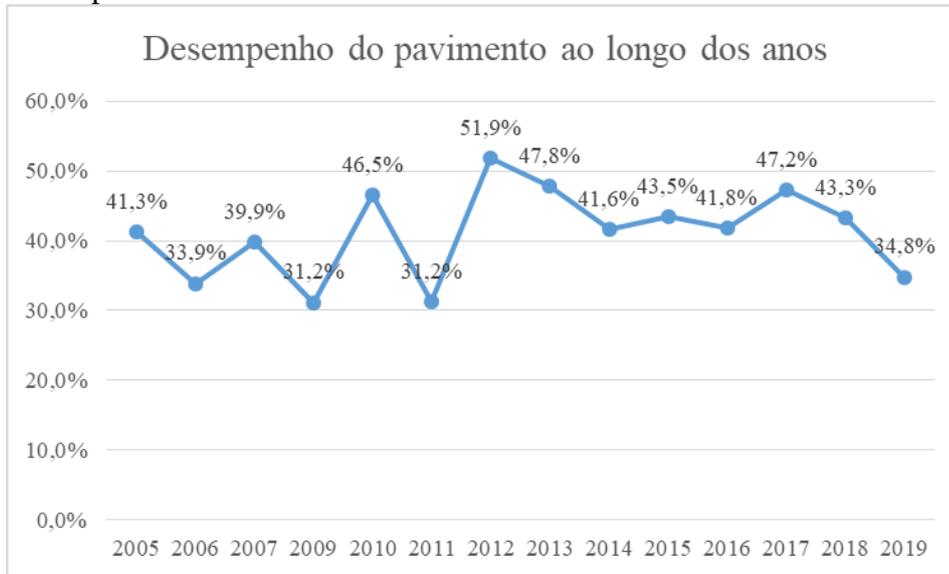
Tabela 7 – Dados da qualidade do pavimento no estado do Ceará.

Ano	Ótimo	Bom	Regular
2005	30,40%	10,80%	25,50%
2006	28,80%	5,00%	47,40%
2007	34,70%	5,20%	40,10%
2008	-	-	-
2009	27,20%	4,00%	43,10%
2010	42,40%	4,10%	41,00%
2011	25,30%	5,90%	43,20%
2012	44,60%	7,30%	35,90%
2013	44,70%	3,10%	34,10%
2014	39,60%	2,00%	46,50%
2015	42,30%	1,20%	43,70%
2016	39,30%	2,60%	47,20%
2017	42,20%	5,00%	36,70%
2018	31,50%	11,80%	39,00%
2019	26,00%	8,80%	46,00%

Fonte: CNT (2019).

A partir desses dados, foi utilizado como aceitável uma qualidade boa e ótima para analisar o desempenho do pavimento ao longo dos anos, conforme o Gráfico 1. Pode-se observar que o pavimento apresentou oscilações entre os anos de 2005 a 2012, sendo este último com os melhores resultados. Além disso, é importante destacar que nos anos de 2017 a 2019 houve uma redução na qualidade do pavimento, voltando a um estado de rodovia semelhante ao ano de 2006.

Gráfico 1 – Porcentagem do pavimento no estado do Ceará com bom desempenho.

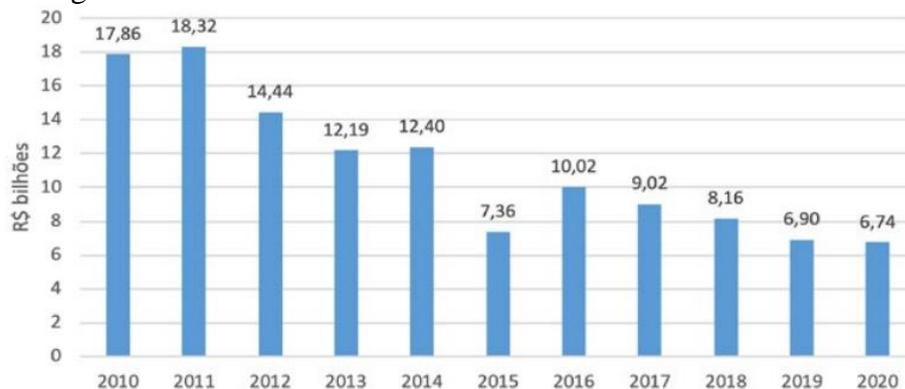


Fonte: Autoria própria (2021).

Como podemos observar na Figura 21, de acordo com os dados da CNT (2021), os recursos disponibilizados para obras nas rodovias federais do Brasil sofreram uma redução nos últimos anos, caindo de 10,02 bilhões em 2016 para 6,74 bilhões em 2020. Estas reduções no investimento são umas das causas da perda de desempenho apresentado pelo gráfico anterior, visto que as rodovias analisadas pela CNT são, em geral, federais.

Fato que pode ser observado no ano de 2019, que obteve um péssimo resultado de desempenho, valor próximo de 2006, e também foi o que apresentou um dos menores investimentos nos últimos 10 anos.

Figura 22 – Investimentos do Governo Federal em rodovias.

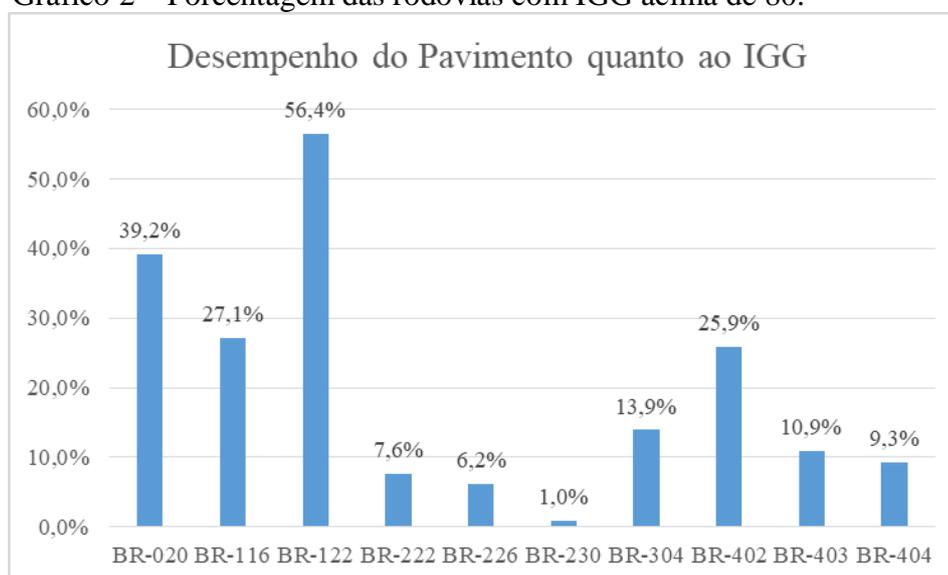


Fonte: CNT (2021).

4.2 Análise dos dados do DNIT

A análise do IGG das rodovias foi feita a partir dos dados coletados e foi verificado o percentual destas que estão acima do valor de 80. A partir disso, constatou-se que a BR-122 possui o pior resultado entre as rodovias, com aproximadamente 56,4% acima do limite, apresentado no Gráfico 2. Ademais, é importante destacar as BR-020, BR-402 e BR-116, as quais também possuem um IGG elevado. Segundo esse tipo de análise, cerca de 540,9 km (21,57%) da malha rodoviária federal do estado apresentam qualidade inferior ao recomendado.

Gráfico 2 – Porcentagem das rodovias com IGG acima de 80.

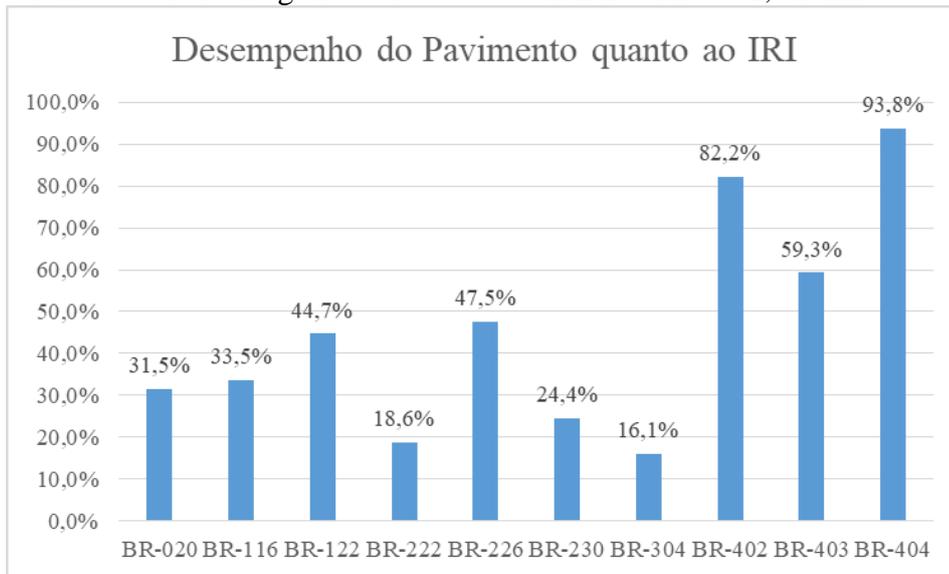


Fonte: Autoria própria (2021).

Para a análise da irregularidade longitudinal foi feita a porcentagem da rodovia acima de 2,7 m/km. Com isso, observa-se no Gráfico 3 que as rodovias com menores confortos de rolamento foram as BR-403, BR-402 e BR-404, com valores de 59,3%, 82,2% e 93,8%, respectivamente, de sua extensão analisada acima do limite aceitável. Essas rodovias apresentam um estado crítico, pois possuem um IRI elevado em mais da metade de seus trechos. Além dessas, as BR-122 e BR-226 também devem ter uma atenção quanto a esse conforto, visto que também estão próximas ao seu estado crítico. De acordo com os dados analisados, aproximadamente 977,6 km (39%) das rodovias do estado estão com IRI acima do recomendado.

Por isso, é recomendado que seja feita uma recuperação no pavimento desses trechos, que, segundo o programa de requalificação de vias de porto alegre (2020), o mais indicado é o processo de recapeamento asfáltico.

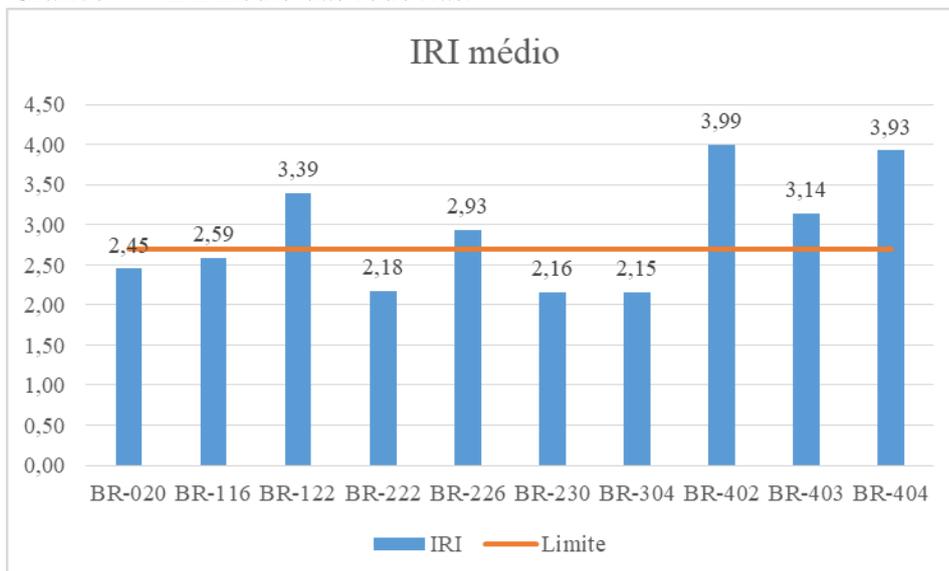
Gráfico 3 – Porcentagem das rodovias com IRI acima de 2,7m/km.



Fonte: Autoria própria (2021).

Além disso, analisando o IRI médio, pode-se perceber que metade das rodovias apresentam resultados muito superiores ao limite recomendado, com um destaque para as BR-122, BR-402, BR-403 e BR-404, as quais possuem um valor médio superior a 3 m/km, conforme no Gráfico 4.

Gráfico 4 – IRI médio das rodovias.



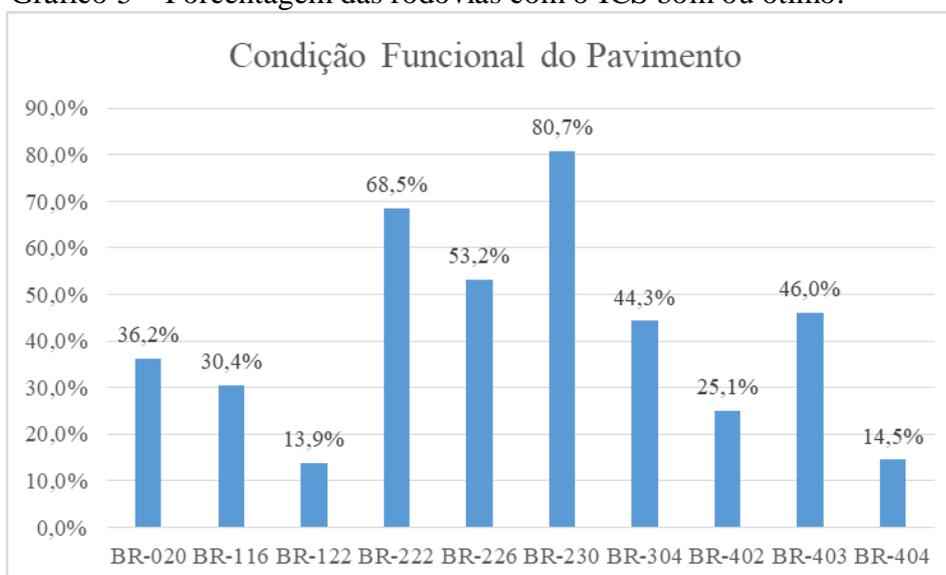
Fonte: Autoria própria (2021).

Na análise da condição funcional do pavimento foi considerado ICS bom ou ótimo como resultados satisfatórios. A partir desses valores, pode-se perceber que 70% das rodovias

analisadas possuem resultados abaixo do recomendado, visto que apenas 3 delas possuem mais da metade de sua extensão com uma boa condição da superfície.

Os piores resultados foram nas BR-402, BR-404 e BR-122 com 25,1%, 14,5% e 13,9%, respectivamente, de suas extensões dentro do limite proposto. Dessa forma, é importante que seja feita uma manutenção corretiva em todo o estado, dando maior celeridade nas rodovias citadas anteriormente. O Gráfico 5 apresenta a porcentagem do ICS dentro do limite em cada rodovia.

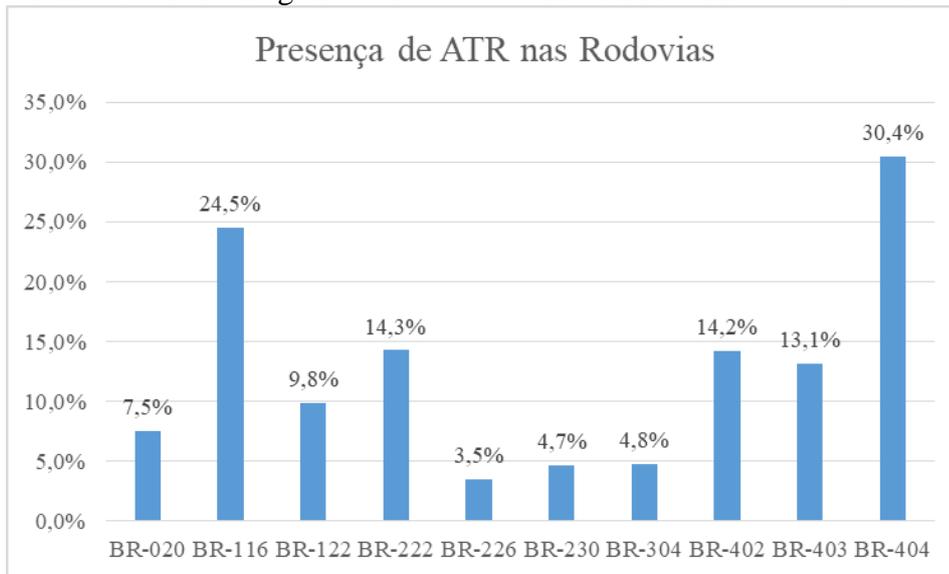
Gráfico 5 – Porcentagem das rodovias com o ICS bom ou ótimo.



Fonte: Autoria própria (2021).

Referente ao afundamento de trilha de roda superior a 7mm, as rodovias do estado do Ceará apresentaram, em sua maioria, bons resultados, sendo metade delas com mais de 90% da extensão analisada dentro do limite. Os piores resultados foram encontrados nas BR-116 e BR-404 com 24,5% e 30,4%, respectivamente, de suas extensões analisadas com um ATR acima do recomendado. O Gráfico 6 apresenta a porcentagem de cada via em condições insatisfatórias.

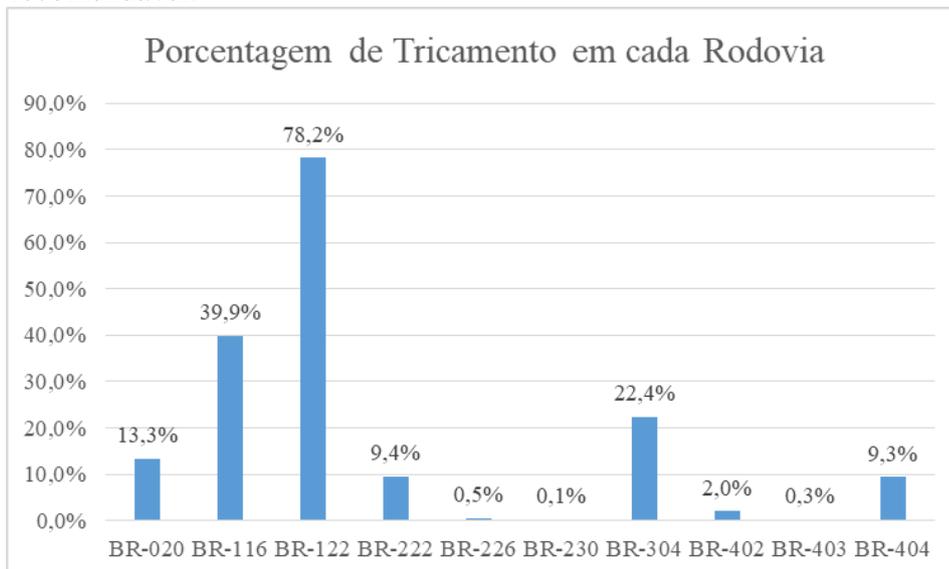
Gráfico 6 – Porcentagem das rodovias com o ATR acima do aceitável.



Fonte: Autoria própria (2021).

O trincamento das rodovias está diretamente ligado a problemas estruturais no pavimento, sendo causado por fadiga, envelhecimento ou reflexão. O Gráfico 7 apresenta os resultados referentes à porcentagem das rodovias com a área trincada superior a 15%.

Gráfico 7 – Porcentagem das rodovias com área trincada acima do limite recomendável.



Fonte: Autoria própria (2021).

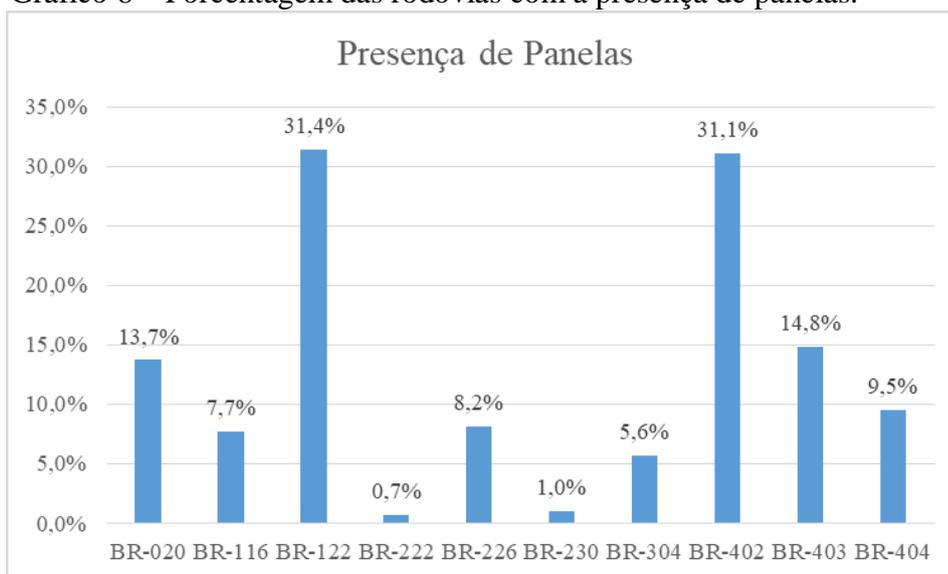
Os resultados apresentados pela análise mostraram que a BR-122 possui um estado crítico, com 78,2% de sua extensão acima do limite. As BR-116 e BR-304 também

apresentaram baixos desempenhos, com 39,9% e 22,4%, respectivamente. Já as outras rodovias obtiveram resultados melhores, com menos de 15% dos trechos abaixo do recomendado.

Panelas ou covas surgem com a evolução de outras patologias, como fendas, desgastes, afundamentos e falta de aderência entre camadas, formando um buraco ou cavidade no revestimento, suscetível a passar para a base (PINTO, 2003), por isso, esse tipo de patologia afeta bastante o conforto do usuário. A água da chuva é um fator agravante, pois ela infiltra pelas trincas superficiais do pavimento, que resulta no aumento da degradação do revestimento.

Referente à presença de panelas nas rodovias, foi constatado que as BR-122 e BR-404 são as que possuem a maior incidência dessa patologia, com 31,4% e 31,1%, respectivamente, de suas extensões analisadas com esse tipo de defeito. O Gráfico 8 mostra os resultados em cada rodovia.

Gráfico 8 – Porcentagem das rodovias com a presença de panelas.



Fonte: Autoria própria (2021).

Portanto, pode-se concluir que, entre os defeitos analisados, o trincamento está na maior parcela dos trechos, com cerca de 18% da extensão total das rodovias no estado do Ceará com esse tipo de patologia, seguido do afundamento de trilha de roda (13%). Como esses defeitos foram os mais presentes nas rodovias analisadas, conclui-se que é necessário que haja uma atenção maior quanto à situação estrutural do pavimento no estado do Ceará. Além disso, a rodovia com o maior estado de degradação foi a BR-122, com o IRI médio, IGG e área trincada bastante elevados, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultados da análise da BR-122.

Parâmetros	Valor
IRI médio	3,4 m/km
ATR médio	4,3 mm
IGG médio	127,16
Quantidade de painelas	36,8 un/km

Fonte: Autoria própria (2021).

4.3 Análise dos dados obtidos pelo levantamento visual contínuo na BR-116

Para a realização do levantamento em campo, foi detalhado o trecho da rodovia da BR 116, indicando 10 segmentos estudados, em que cada segmento corresponde à extensão de 1 km. Além disso, foi realizado o controle da extensão do segmento através da quilometragem da rodovia e pela verificação do odômetro do carro utilizado no levantamento, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Caracterização dos segmentos.

N do Segmento	Odômetro/Km		Extensão
	Início	Fim	
1	1580/183	1581/184	1 km
2	1581/184	1582/185	1 km
3	1582/185	1583/186	1 km
4	1583/186	1584/187	1 km
5	1584/187	1585/188	1 km
6	1585/188	1586/189	1 km
7	1586/189	1587/190	1 km
8	1587/190	1588/191	1 km
9	1588/191	1589/192	1 km
10	1589/192	1590/193	1 km

Fonte: Autoria própria (2021).

Após a determinação dos segmentos, foi realizado o levantamento visual contínuo, identificando os defeitos apresentados na rodovia. Importante destacar que os defeitos sem ocorrência em um determinado trecho foram deixados em branco, como indicado na norma. Na Tabela 10 estão dispostas as frequências dos defeitos observados pelos técnicos.

Tabela 10 – Frequência dos defeitos.

Frequência dos defeitos (A, M ou B)								
N do Segmento	Panelas	Trincas isoladas	Remendo	Afundamento	Desgaste	Ondulação	Escorregamento	Exsudação
1	M	M	B	-	A	B	-	-
2	A	A	-	B	A	-	-	-
3	A	A	M	B	A	-	B	-
4	A	A	M	B	A	-	-	B
5	A	A	A	B	M	B	-	A
6	A	A	A	M	A	-	B	A
7	M	M	A	M	A	M	-	B
8	M	M	A	B	-	M	-	-
9	M	M	A	B	-	M	-	-
10	A	M	A	B	B	B	-	B

Fonte: Autoria própria (2021).

Diante desses resultados, pode-se observar que os principais tipos de patologia encontrados foram panelas, trincas, remendos e desgaste, os quais apresentaram uma elevada frequência em pelo menos 50% do trecho analisado. Ademais, o afundamento foi um defeito que teve uma grande intensidade apesar da baixa frequência no trajeto.

O Hospital Regional Vale do Jaguaribe fica, aproximadamente, entre os segmentos 7 e 8, trechos que obtiveram altos índices de remendos e trincas, além de outras patologias. Por isso, recomenda-se que seja feita uma manutenção em torno desses segmentos.

Com a frequência dos defeitos dos trechos, o ICPF foi estimado com base na avaliação visual do pavimento (Tabela 11), classificando a superfície do segmento segundo os conceitos da Figura 14, tendo em vista a aplicabilidade das medidas de manutenção determinadas pelos avaliadores.

Tabela 11 – Valores do ICPF.

N do Segmento	ICPF
1	3
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	1
8	1
9	2
10	2

Fonte: Autoria própria (2021).

Pode-se observar que o trecho, de maneira geral, está em um estado ruim de conservação, pois apresentou muitos resultados com ICPF entre 1 e 2, exceto no primeiro segmento. Assim, é necessário que haja um recapeamento com correções prévias em grande parte de sua extensão.

Posteriormente, foi feito o cálculo do Índice de Gravidade Global Expedito seguindo os passos apresentados no tópico 2.6.4 deste trabalho. Na Tabela 12, estão os cálculos e pesos para a determinação do IGGE para os 10 segmentos.

Tabela 12 – Valor do IGGE em cada segmento.

N do Segmento	Trincas			Deformações			Remendos+Painéis			IGGE
	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (n°)	Ppr	Fpr x Ppr	
1	20	0,45	9	5	0,6	3	4	0,8	3,2	15,2
2	50	0,65	32,5	30	0,6	18	5	0,8	4	54,5
3	55	0,65	35,75	30	0,6	18	8	1	8	61,8
4	55	0,65	35,75	20	0,6	12	10	1	10	57,8
5	50	0,65	32,5	30	0,6	18	14	1	14	64,5
6	50	0,65	32,5	35	0,7	24,5	15	1	15	72,0
7	30	0,45	13,5	40	0,7	28	30	1	30	71,5
8	30	0,45	13,5	30	0,7	21	15	1	15	49,5
9	30	0,45	13,5	30	0,7	21	9	1	9	43,5
10	15	0,45	6,75	20	0,6	12	12	1	12	30,8

Fonte: Autoria própria (2021).

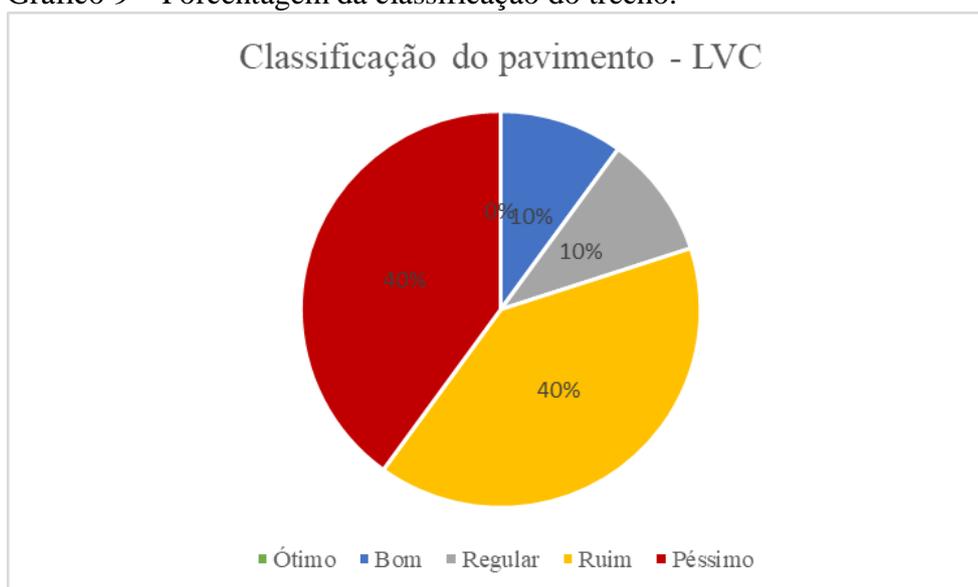
Após a determinação dos valores do ICPF e do IGGE foi feita a avaliação do estado de conservação do pavimento do trecho estudado, conforme apresentado na Tabela 13. Por fim, o Gráfico 9 apresenta a classificação do pavimento do trecho analisado pelo método do levantamento visual contínuo.

Tabela 13 – Índice do estado da superfície do pavimento em cada segmento.

N do Segmento	ICPF	IGGE	IES		
			Valor	Código	Conceito
1	3	15,2	1	B	Bom
2	2	54,5	5	D	Ruim
3	2	61,8	8	E	Péssimo
4	2	57,8	5	D	Ruim
5	2	64,5	8	E	Péssimo
6	2	72,0	8	E	Péssimo
7	1	71,5	8	E	Péssimo
8	1	49,5	5	D	Ruim
9	2	43,5	5	D	Ruim
10	2	30,8	3	C	Regular

Fonte: Autoria própria (2021).

Gráfico 9 – Porcentagem da classificação do trecho.

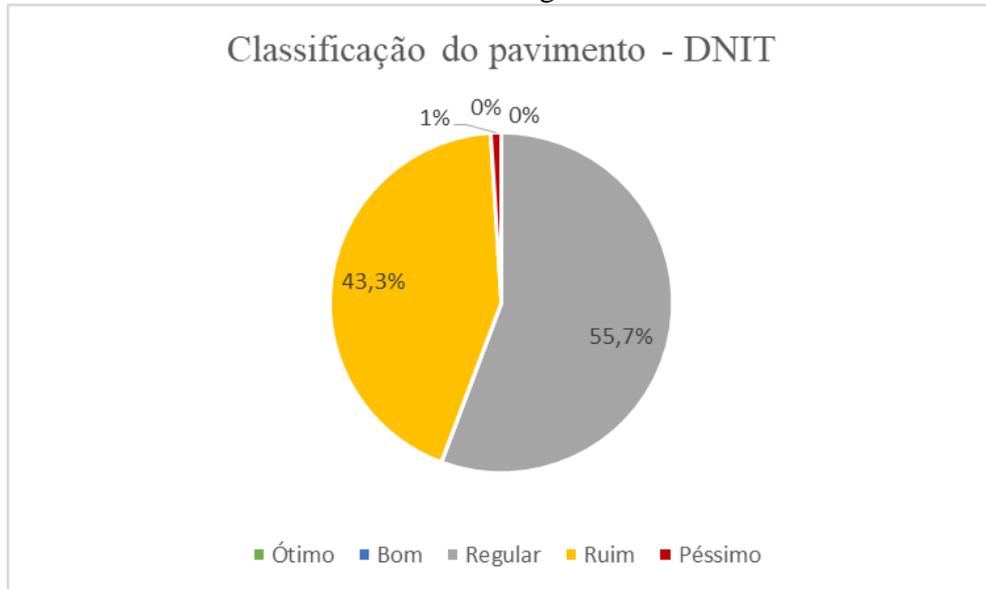


Fonte: Autoria própria (2021).

A partir desses resultados, observa-se que o pavimento analisado apresenta baixo desempenho, com um estado ruim ou péssimo em 80% dos segmentos. Ademais, as panelas e remendos, principais patologias que afetam a dirigibilidade, obtiveram resultados não satisfatórios na metade dos segmentos, com um total de cerca de 122 nos 10 quilômetros estudados, portanto, apresentando uma média de 12 panelas e remendos por quilômetro. Visto isso, é recomendado que sejam feitas correções no pavimento, a fim de proporcionar um melhor conforto e segurança aos usuários, além de menores custos nas operações de trajeto.

Além disso, com o objetivo de analisar a mudança do desempenho do pavimento do trecho em estudo, o Gráfico 10 apresenta os resultados do Índice de Condição do Pavimento executado pelo levantamento do DNIT em janeiro de 2021.

Gráfico 10 – ICS do trecho da BR-116 segundo o DNIT.



Fonte: Autoria própria (2021).

Comparando os valores dos Gráficos 9 e 10, pode-se concluir que o pavimento sofreu uma grande redução de desempenho em quase 12 meses de funcionamento, saindo de 1% de estado péssimo para 40% e 55,7% em estado regular para cerca de 10%, resultados que reforçam a necessidade de intervenções no pavimento analisado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil possui o modal rodoviário como o seu principal meio de transportes de cargas e, como foi apresentado no estudo, o desempenho do pavimento está relacionado ao investimento realizado na infraestrutura das rodovias, bem como, a qualidade de projeto e de execução dos pavimentos. Assim, os custos indiretos dos produtos estão ligados também as condições das rodovias, por isso, tem-se uma preocupação maior quanto ao estado de conservação da malha rodoviária.

O presente trabalho fez-se importante por analisar as rodovias federais do estado do Ceará por meio dos dados dispostos pelo DNIT e CNT, além de fazer uma avaliação superficial do pavimento em um trecho da BR-116.

O método do levantamento visual contínuo apresentou algumas dificuldades, pois os remendos e as panelas são classificados por simples contagem, contudo, os demais defeitos são contabilizados por área de influência, a qual fica a cargo do observador estipular esta medida. Outro fator importante é a influência da opinião do técnico sobre a condição do pavimento, visto que, no método não há meios comparativos ou gabarito para auxiliar na análise. Além disso, o levantamento efetuado na BR 116, a maior rodovia do Brasil, mostrou que dos 10 quilômetros analisados, mais da metade estão classificadas em situação péssima ou ruim.

Com os resultados obtidos, é possível relatar que a situação das rodovias federais no Ceará não estão em condições ideais para o uso, visto que, a maioria das rodovias do estado estão com o índice da condição da superfície inferior ao aconselhável em mais de 50% de seus percursos.

Importante destacar que, dos defeitos analisados, o trincamento e o afundamento de trilha de roda são os que possuem as maiores incidências, salientando a necessidade de uma maior atenção quanto à situação estrutural do pavimento no estado do Ceará.

Sugere-se, assim, para trabalhos futuros uma análise mais focada no sistema estrutural dos pavimentos do estado do Ceará, apresentando os trechos e rodovias mais críticos. Além disso, fazer um estudo das condições da sinalização e da geometria das vias e suas influências para a ocorrência de acidentes.

REFERÊNCIAS

- ADADA, Lucas Bach. **Programa de integração e capacitação** – DER/ 2008.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro, 2008.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, CNT. **Pesquisa CNT de rodovias**. 2019. 238 p. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br>. Acesso em 28 jun. 2021.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, CNT. **Acidentes rodoviários e a infraestrutura - íntegra**. 2018. Brasília. 140 p. Disponível em: <https://cnt.org.br/acidentes-rodoviarios-infraestrutura>. Acesso em 04 jul. 2021.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, CNT. **Painel CNT de consultas dinâmicas dos acidentes rodoviários**. 2020. 167 p. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/painel-acidente>. Acesso em 04 jul. 2021.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, CNT. **Planilha de Classificação do Pavimento por Região e Unidade da Federação segundo ano - 2005 - 2019 (km)**. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2020/Rodoviario/1-3-1-2-/Condi%C3%A7%C3%A3o-das-rodovias---Pesquisa-CNT-de-Rodovias>. Acesso em 16 nov. 2021.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, CNT. **Investimentos da união e das concessionárias em infraestrutura de transporte**. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/investimento-transporte-vem-caindo>. Acesso em 18 nov. 2021.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, CNT. **Conheça os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias**. 2018. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principais-defeitos-pavimento>. Acesso em 8 dez. 2021.
- DEPARTAMENTO DA POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL, DPRF. **Estatísticas recentes de acidentes nas rodovias federais do Ceará, de 2007 a 2016**. Disponível em: http://vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_estaduais/estatisticas_de_acidentes_no_ceara/acidentes_nas_rodovias_federais_do_ceara/estatisticas_recentes_de_acidentes_nas_rodovias_federais_do_ceara_de_2007_a_2016. Acesso em 04 jul. 2021.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, DNIT. **Manual de gerência de pavimentos**. Rio de Janeiro. 2011. 189 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais>. Acesso em 28 jun. 2021.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, DNIT. **Terminologias rodoviárias usualmente utilizadas**. 2007. 17 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/rodovias/rodovias-federais/terminologias-rodoviarias/terminologias-rodoviarias-versao-11.1.pdf>. Acesso em 28 jun. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, DNIT. **Manual de pavimentação**. 2006. Rio de Janeiro. 278 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais>. Acesso em 01 out. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, DNIT. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**. 2006. Rio de Janeiro. 313 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais>. Acesso em 05 out. 2021.

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

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

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, Fernando José Pugliero. **O diagnóstico e a manutenção dos pavimentos**. Passo Fundo, 1999.

INSTITUTO DA MOBILIDADE E DOS TRANSPORTES, IMT. **Directivas para a concepção de pavimentos - Critérios de dimensionamento**. 2021. 20 p. Disponível em: <https://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/InfraestruturasRodoviaras/InovacaoNormalizacao/Paginas/DivulgacaoTecnica.aspx>. Acesso em 03 out. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, IPEA. **Custos dos acidentes de trânsito no Brasil: estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do IPEA sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias**. Brasília. 2020. 26 p. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2565.pdf. Acesso em 04 jul. 2021.

HAAS, Ralph; HUDSON, W. Ronald; ZANIEWSKI, John P. **Gestão de pavimentos modernos**. 1994.

PINTO, Joana Isabel Batista Rua. **Caracterização superficial de pavimentos rodoviários**. 2003. 261 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2003. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/11100>. Acesso em: 25 nov. 2021.

SILVA, Marcelo Corrêa da. **Avaliação funcional e estrutural das vias asfaltadas do campus da UFV**. Viçosa, 2006. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/3810>. Acesso em 05 out. 2021.

SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO, SNV. **Extensão das rodovias nacionais**. Versão 202110A. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/atlas-e-mapas/pnv-e-snv>. Acesso em 02 nov. 2021.

VIEIRA, Suyanne Alves et al. Análise comparativa de metodologias de avaliação de pavimentos através do IGG e PCI. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 20-30, 2016.

ANEXO A – FORMULÁRIO PARA O LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

NORMA DNIT 008/2003 – PRO 8

Anexo B (normativo)

Formulário para o levantamento visual contínuo

MT											Folha						
DNIT											de						
Código PNV	Ext. PNV		Ext. EXEC		10 Km UNIT		Nº PISTA/LADO		1/10		MÊS/ANO		12/2021				
	Largura da Pista: _____																
Trecho do PNV	Largura do Acostamento: _____										MR Nº		183				
	Início		183														
Fim		193										VMD		MR Nº		193	

Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			DEFOR-MAÇÕES					OUTROS DEFEITOS		INF.COMPLEMENTARES				OBSERVAÇÕES	
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB	AF	O	D	EX	E	REV	ESP	IDADE					
															ORIG	REST				
1	1580	1581	1 km	M	M			B	-	B	A	-	-							
	183	184																		
2	1581	1582	1 km	A	A				-	B	-	A	-	-						
	184	185																		
3	1582	1583	1 km	A	A			M	B	-	A	-	B							
	185	186																		
4	1583	1584	1 km	A	A			M	B	-	A	B	-							
	186	187																		
5	1584	1585	1 km	A	A			A	B	B	M	A	-							
	187	188																		
6	1585	1586	1 km	A	A			A	M	-	A	A	B							
	188	189																		
7	1586	1587	1 km	M	M			A	M	M	A	B	-							
	189	190																		
8	1587	1588	1 km	M	M			A	B	M	-	-	-							
	190	191																		
9	1588	1589	1 km	M	M			A	B	M	-	-	-							
	191	192																		
10	1589	1590	1 km	A	M			A	B	B	B	B	-							
	192	193																		

P – Painela	AF – Afundamento	D – Desgaste do Pavimento	REST – Idade da última restauração	Avaliadores _____ _____
TR – Trinca Isolada	O – Ondulações	EX – Exsudação	REV – Tipo de Revestimento	
TJ – Trinca Couro de Jacaré	E – Escorregamento do revestimento betuminoso	R – Remendo	ESP – Espessura do Revestimento	
TB – Trinca em Bloco	ICPF – Índice de Condições	MR – Marco Rodoviário	ORIG – Idade do Pav. Original	

_____/Anexo C

Fonte: Autoria própria (2021).

ANEXO B – CÁLCULO DO IGGE

NORMA DNIT 008/2003 – PRO

9

Anexo C (normativo)

MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)											Folha de	
Código PNV <u>BR 116</u>		Ext. PNV _____		UNIT _____		Nº PISTALADO <u>110</u>		MÊS/ANO <u>12/2021</u>						
Largura da Pista: _____														
Largura do Acostamento: _____														
Trecho do PNV		Início <u>183</u>			Fim <u>193</u>		VMD _____		MR Nº <u>183</u>		MR Nº <u>193</u>			
Nº do Seg	SEGMENTO			TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(F _i x P _i) +	
	Km Início	Km Fim	Extensão	F _t %	P _t	F _i x P _i	F _{exp} %	P _{exp}	F _{exp} x P _{exp}	F _{pr} nº	P _{pr}	F _{pr} x P _{pr}	(F _{exp} x P _{exp}) + (F _{pr} x P _{pr}) = IGGE	
1	183	184	1 km	20	0,45	9	5	0,6	3	4	0,8	3,2	15,2	
2	184	185	1 km	50	0,65	32,5	30	0,6	18	5	0,8	4	54,5	
3	185	186	1 km	55	0,65	35,75	30	0,6	18	8	1	8	61,8	
4	186	187	1 km	55	0,65	35,75	20	0,6	12	10	1	10	57,8	
5	187	188	1 km	50	0,65	32,5	30	0,6	18	14	1	14	64,5	
6	188	189	1 km	50	0,65	32,5	35	0,7	24,5	15	1	15	72	
7	189	190	1 km	30	0,45	13,5	40	0,7	28	30	1	30	71,5	
8	190	191	1 km	30	0,45	13,5	30	0,7	21	15	1	15	48,5	
9	191	192	1 km	30	0,45	13,5	30	0,7	21	9	1	9	43,5	
10	192	193	1 km	15	0,45	6,75	20	0,6	12	12	1	12	30,8	

/Anexo D

Fonte: Autoria própria (2021).

ANEXO C – QUADRO RESUMO

10

NORMA DNIT 008/2003 – PRO

Anexo D (normativo)

Quadro resumo

MT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS								Folha
DNIT	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO								de
Código PNV <u>BR 116</u>		Ext. PNV _____		UNIT _____		Nº PISTALADO <u>1/2</u>		MÊS/ANO <u>12/2021</u>	
Início <u>183</u>		Fim _____		VMD _____		MR Nº <u>183</u>			
Trecho do PNV		Fim <u>193</u>		VMD _____		MR Nº <u>193</u>			

Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					OBSERVAÇÕES
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			
						Valor	Cód.	Conceito	
1	183	184	1 km	3	15,2	1	B	Bom	
2	184	185	1 km	2	54,5	5	D	Ruim	
3	185	186	1 km	2	61,8	8	E	Péssimo	
4	186	187	1 km	2	57,8	5	D	Ruim	
5	187	188	1 km	2	64,5	8	E	Péssimo	
6	188	189	1 km	2	72	8	E	Péssimo	
7	189	190	1 km	1	71,5	8	E	Péssimo	
8	190	191	1 km	1	49,5	5	D	Ruim	
9	191	192	1 km	2	43,5	5	D	Ruim	
10	192	193	1 km	2	30,8	3	C	Regular	

ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis

IGGE - Índice de Gravidade Global Expedido

IES - Índice do Estado da Superfície

_____ /Índice geral

Fonte: Autoria própria (2021).