



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CAMPUS DA UFC DE RUSSAS**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**FILIPE PEREIRA DE SOUZA FALCÃO**

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE RODOVIAS ATRAVÉS DO MÉTODO DE  
LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO**

**RUSSAS-CE**  
**2019**

FILIPE PEREIRA DE SOUZA FALCÃO

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE RODOVIAS ATRAVÉS DO MÉTODO DE  
LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao campus da UFC de Russas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof<sup>ª</sup> Ms. Camila Lima Maia

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)

---

F163a Falcão, Filipe Pereira de Souza.  
Avaliação funcional de rodovias através do método de levantamento visual contínuo / Filipe Pereira de Souza Falcão. – 2019.  
71 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia Civil, Russas, 2019.  
Orientação: Profa. Ma. Camila Lima Maia.

1. Levantamento visual contínuo . 2. Superfície do pavimento. 3. Defeitos no pavimento. 4. Pavimentação.  
I. Título.

CDD 620

---

FILIPE PEREIRA DE SOUZA FALCÃO

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE RODOVIAS ATRAVÉS DO MÉTODO DE  
LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao campus da UFC de Russas da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial para obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil.

Aprovado em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Ms. Camila Lima Maia (orientadora)

---

Prof. Dr. Esequiel Fernandes Teixeira Mesquita (UFC)

---

Prof. Dr. Otávio Rangel Oliveira e Cavalcante (UFC)

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora Me. Camila Lima Maia, pelo seu apoio incondicional, e sobretudo, por ter acreditado em meu potencial. Serei eternamente grata aos seus ensinamentos.

A todos os professores e técnicos do curso de engenharia civil que muito contribuíram em minha formação acadêmica, que através dos seus ensinamentos permitiram que eu pudesse hoje estar concluindo este trabalho.

Ao supervisor de estágio, Hélio Vasconcelos, ao Engenheiro, Filipe Ferreira, o supervisor administrativo Jonnathan Mascarenhas, e o mestre de obra, Jesus Ferreira, por todo apoio e colaboração necessário para a conclusão do estágio supervisionado.

A Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) da Universidade Federal do Ceará pelo incentivo através de concessão de bolsa de incentivo ao desporto nos anos de 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019.

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me iluminado e concedido forças, saúde e perseverança para chegar até aqui.

À minha mãe Sione Margareth Pereira de Souza por sempre estar ao meu lado nas horas mais difíceis e felizes da minha vida.

Ao meu pai Eliezer de Souza Falcão Filho por estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos Henrique Pereira de Souza Falcão e Thiciane Pereira de Souza Falcão que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, sendo essencial para concretização dos meus objetivos.

Aos meus tios e tias que estiveram junto comigo nessa jornada, os quais foram responsáveis pela concretização dos momentos mais importantes da minha vida.

À uma grande amiga Débora Flávia Barbosa Muro por estar ao meu lado nos momentos difíceis, sempre me incentivando, permitindo que eu pudesse estar concluindo este trabalho, além de estar me apoiando e sendo de fundamental importância para a concretização desse projeto.

À uma grande amiga Ana Carla da Silva Santos que foi essencial para concretização dos meus objetivos, me incentivando a cada momento e não permitindo que eu desistisse.

Aos meus queridos amigos, Igor Gomes, Kaio Magnoe Lucas Fonteles, pela amizade, pelo apoio e por sempre estarem ao meu lado, os quais foram responsáveis por trazerem momentos felizes, tornando essa caminhada mais agradável.

Aos colegas de faculdade, particularmente os amigos mais próximos, Arthur Alves, Dyckson Matheus, Francisco Hyago, Henrique Melo, Juarez Cordeiro, Marcelo Douglas, Marcelo Freires, Paulo Henrique e Renan Rocha, os quais foram responsáveis por tornar essa caminhada mais alegre e agradável.

A toda equipe de vôlei da UFC, especialmente a equipe de 2019, que de alguma forma, contribuíram para a realização desse trabalho, tornando essa jornada mais agradável.

## RESUMO

O transporte terrestre é o principal meio de transporte no Brasil, contudo é perceptível que a malha rodoviária brasileira está em sua maior parte inadequada para tráfego, aumentando assim o custo indireto sobre os produtos transportados, além de afetar a segurança, o conforto e a eficiência. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi realizar uma avaliação funcional na BR 116 e na CE 263, através de um estudo de caso em relação ao aparecimento de defeitos na superfície dessas rodovias. Para tal, a verificação do aparecimento de defeitos na superfície do pavimento foi realizada através do método de Levantamento Contínuo Visual e pode-se encontrar os Índices de Condição dos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos (ICPF), o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e o Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES). O trecho estudado na BR 116 mostra que 30% do trecho está em estado péssimo, 20% em estado ruim, 10% em estado regular, 10% em estado bom e 30% em estado ótimo, no trecho estudado na CE 263 mostra que 80% do trecho está em estado péssimo, 10% em estado ruim e 10% em estado regular. Os resultados obtidos demonstram que a malha da BR 116 e CE 263 não estão em condições de ideais de passeio, também é válido mencionar que nos trechos estudados houve divergência com os dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, no entanto, deve-se levar em consideração a subjetividade na classificação do estado de conservação das rodovias, o que pode ter lavado as divergências nos resultados.

**Palavras-chaves:** Levantamento Visual Contínuo; Defeitos de Superfície; Pavimentação.

## ABSTRACT

Land transportation is the main mode of transportation in Brazil, however it is noticeable that the brazilian road network is mostly unsuitable for traffic, resulting in the increase of the indirect cost on the transported products, as well as affecting safety, comfort and efficiency. Therefore, the objective of this study was to perform a functional assessment in BR 116 and CE 263, through a case study regarding the appearance of surface defects on these highways. For this, the verification of the appearance of defects in the pavement surface was performed using the Visual Continuous Survey method where it was possible to define the Flexible and Semi-Rigid Pavement Condition Indexes (FPCI), the Expedited Global Gravity Index (EGGI), and the Pavement Surface State Index (PSSI). The segment studied in BR 116 shows that 30% of the segment is in terrible condition, 20% in bad condition, 10% in regular condition, 10% in good condition and 30% in great condition, in the fraction studied in CE 263 shows that 80 % of the stretch is in terrible condition, 10% in bad condition and 10% in regular condition. The results show that the highway network of BR 116 and CE 263 are not in ideal ride conditions, it is also worth mentioning that in the studied stretches there was divergence with the data of the National Department of Transport Infrastructure, however, one should take into account the subjectivity in the classification of the state of conservation of the highways, which may have washed away the divergences in the results.

**Key-words:** Continuous Visual Survey; Surface Defects; Paving.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Tipos de pavimentos .....	19
Figura 2	Pavimento de concreto de cimento <i>Portland</i> .....	20
Figura 3	Pavimento flexível.....	21
Figura 4	Trinca isolada - transversal.....	23
Figura 5	Trinca isolada - longitudinal.....	23
Figura 6	Trinca interligada – tipo jacaré.....	24
Figura 7	Trinca interligada – tipo bloco.....	25
Figura 8	Afundamento de trilha de roda.....	26
Figura 9	Afundamento local.....	27
Figura 10	Ondulação.....	28
Figura 11	Escorregamento.....	29
Figura 12	Exsudação.....	30
Figura 13	Desgaste.....	31
Figura 14	Panela/buraco.....	32
Figura 15	Evolução da qualidade das rodovias públicas federais.....	35
Figura 16	Evolução da avaliação positiva das rodovias federais.....	36
Figura 17	Trecho no mapa da BR 116.....	38
Figura 18	Características da BR 116.....	38
Figura 19	Defeitos diversos em trechos da BR 116.....	39
Figura 20	Afundamento em trecho da BR 116.....	39
Figura 21	Panelas em trecho da BR 116.....	40
Figura 22	Trecho da BR 116.....	40
Figura 23	Defeitos de “Couro de Jacaré” em trecho da CE 263.....	41
Figura 24	Trecho no mapa da CE263.....	41
Figura 25	Remendos em trecho da CE 263.....	42
Figura 26	Desgaste do pavimento em trecho da CE 263.....	43
Figura 27	Trecho da CE 263.....	43
Figura 28	Remendo e Desgastes em trecho da CE 263.....	44
Figura 29	Conceitos do ICPF.....	47
Figura 30	Determinação do Índice de Gravidade.....	48
Figura 31	Pesos para Cálculo.....	48
Figura 32	Índice do Estado da Superfície do pavimento.....	49

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Evolução da qualidade das rodovias públicas federais .....	55
Gráfico 2	Evolução da avaliação positiva das rodovias públicas federais.....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características dos Segmentos da BR 116 .....	50
Tabela 2	Frequência dos Defeitos da BR116.....	51
Tabela 3	Informações Complementares.....	52
Tabela 4	Defeitos de Trincas da BR116.....	53
Tabela 5	Defeitos de Deformações da BR116.....	53
Tabela 6	Defeitos de Panelas e Remendos da BR 116.....	53
Tabela 7	Índice de Gravidade Global Expedito da BR 116.....	54
Tabela 8	Resultados do Pavimento da BR 116.....	54
Tabela 9	Características dos Segmentos da CE 263.....	56
Tabela 10	Frequência dos Defeitos da CE 263.....	56
Tabela 11	Informações Complementares da CE 263.....	57
Tabela 12	Defeitos de Trincas da CE 263.....	58
Tabela 13	Defeitos de Deformações da CE 263.....	58
Tabela 14	Defeitos de Panelas e Remendos da CE 263.....	58
Tabela 15	Índice de Gravidade Global Expedito da CE 263.....	59
Tabela 16	Resultado do Pavimento da CE263.....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNT	Confederação Nacional de Transportes
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ICPF	Índice da Condição do Pavimento Flexível
IES	Índice do Estado da Superfície do Pavimento
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
LVC	Levantamento Visual Contínuo
LVCI	Levantamento Visual Contínuo Informatizado
PETSE	Programa Emergencial de Trafegabilidade e Segurança nas Estradas
PNV	Plano Nacional de Viação
PROMAR	Programa Nacional de Manutenção Rodoviária
VMD	Volume Médio Diário

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	Índice de Gravidade Global Expedito.....	48
-----------	--	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>Problema de Pesquisa.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4.1</b>	<b><i>Objetivo Geral.....</i></b>	<b>17</b>
<b>1.4.2</b>	<b><i>Objetivos Específicos .....</i></b>	<b>17</b>
<b>1.5</b>	<b>Organização do Trabalho.....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Pavimento.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Pavimentos Flexíveis.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Segurança nas Rodovias.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>Defeitos nos Pavimentos Flexíveis.....</b>	<b>21</b>
<b>2.5</b>	<b>Manutenção de Pavimentos Asfálticos.....</b>	<b>23</b>
<b>2.6</b>	<b>Estado de Conservação das Rodovias.....</b>	<b>34</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1</b>	<b>Trechos Estudados.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.1</b>	<b><i>BR116.....</i></b>	<b>37</b>
<b>3.1.2</b>	<b><i>CE263.....</i></b>	<b>41</b>
<b>3.2</b>	<b>Levantamento Visual Contínuo.....</b>	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>BR116.....</b>	<b>47</b>
<b>4.2</b>	<b>CE263.....</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>62</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>66</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

O transporte terrestre é o principal meio de transporte de cargas e de pessoas no Brasil (CNT, 2018). Apesar da importância desse meio, a qualidade das rodovias, principalmente das rodovias federais, é classificada como de baixo conforto para rolamento, no qual são gastos de 1 a 2 bilhões de reais por ano nas rodovias, onde deveriam ser gastos cerca de 10 bilhões (BERNUCCI et al., 2006).

É de fácil percepção que mais da metade da malha rodoviária brasileira está inadequada para tráfego, mostrando assim, a falta de priorização de investimento em infraestrutura ao longo dos anos. Pode-se perceber isso através da extensão da malha pavimentada no Brasil, correspondendo a cerca de 12,3% da malha total das rodovias CNT, 2017a). Também é possível notar que a malha rodoviária além de pequena, se comparado com a importância que tem para economia, é expressivo o número de painéis e traçados com curvas perigosas (MAIA, 2013).

Os defeitos nas superfícies das rodovias, como painéis, são facilmente percebidos pelos usuários das rodovias, e ainda acarretam um elevado custo de operação de serviço de transporte por motivos de avarias em pneus, rodas e suspensão. Pois dos 103.259 km analisados, que correspondem a todas as rodovias federais pavimentadas e as principais rodovias estaduais do país, 49.898 km (48,3%) tiveram o pavimento classificado como Regular, Ruim ou Péssimo. Portanto essa condição do pavimento, decorrido da existência de desgastes, trincas, remendos, afundamentos e painéis, compromete a durabilidade dos componentes veiculares, eleva o consumo de combustível e aumenta o tempo de deslocamento (CNT, 2017b). Esses defeitos são devidos a má qualidade dos materiais empregados no revestimento, o não atendimento dos parâmetros de capacidade de carga dos pavimentos flexíveis, entre outros (CNT, 2018).

Vale observar que a principal deficiência dos pavimentos, no período de 2004 até 2016, foi o desgaste, em que o percentual de trechos desgastados foi de 13%, em 2004, e de 49%, em 2016. Portanto, o bom desempenho do motorista nas rodovias está ligado, também, de forma direta as condições e as características viárias, no qual, a má qualidade das rodovias, como painéis e ondulações, contribui para a instabilidade dos veículos, facilitando a perda do controle dos mesmos, afetando o grau de conforto e segurança (CNT, 2018).

Nesse sentido, o objetivo deste estudo é realizar uma avaliação funcional da malha rodoviária através de um estudo de caso de rodovias federais e estaduais em relação aos aparecimentos de defeitos de superfície.

## **1.2 Problema de Pesquisa**

Estudos da Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2017b), relatam que para manter o bom nível de qualidade de um pavimento, são necessárias algumas medidas como intervenções de restaurações. Ainda assim, alguns programas de intervenções de restaurações, como o Programa Emergencial de Trafegabilidade e Segurança nas Estradas (PETSE) em 2006, no qual foram alvos de inúmeras críticas, inclusive pelo TCU (Tribunal de Contas da União) quanto à pouca qualidade e durabilidade das intervenções realizadas, além disso a extensão em percentual de afundamentos, ondulações e panelas em 2005 foi de pouco mais de 8%, enquanto em 2006 foi de quase 10%, e em 2007, o Programa Nacional de Manutenção Rodoviária (PROMAR), em que foi detectado percentual de mais de 13% de extensão de afundamentos, ondulações e panelas. Portanto, não foi possível obter uma relação desses programas com resultados positivos da avaliação das condições das rodovias federais (CNT, 2017a).

Dados da Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2017a), apontam que 48,3% dos trechos das rodovias avaliadas pela CNT apresentam classificação Regular, Ruim ou Péssima, enquanto 51,7% apresentam sinalização com algum tipo de deficiência e 77,9% apresentam inadequações na geometria da via.

Com isso, é notório que a diminuição da qualidade dos pavimentos traz enormes transtornos para o custo operacional do transporte rodoviário, além disso, reduzem o desempenho dos veículos e trazem impactos ambientais indesejáveis. Estudos da Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2017a) apontam que um pavimento inadequado pode elevar o custo operacional do transporte rodoviário em até 91,5%. Além do aumento no custo operacional do transporte, a existência de trechos com panelas, curvas perigosas e deficiente sinalização podem afetar a dirigibilidade do condutor, potencializando a ocorrência de acidentes.

Sendo assim, se faz necessário o levantamento dos defeitos de superfície em pavimentos flexíveis no estado do Ceará, de modo a propor futuras intervenções.



### **1.3 Justificativa**

É notória a predominância do modal rodoviário no Brasil, tanto para o transporte de carga quanto de passageiros, o que torna fundamental a preservação do estado funcional e operacional das rodovias. Apesar da importância e predominância desse modal, pode-se notar o descaso ou até mesmo a falta de controle de qualidade de determinadas rodovias, evidenciando uma má gestão dos pavimentos e uma deficiente manutenção, afetando negativamente alguns parâmetros, como, o conforto, a eficiência e a segurança de passageiros e carga.

Sendo assim, a importância desse estudo se caracteriza por expor, por meio de um estudo de caso, o estado de conservação de rodovias federais e estaduais no Ceará, prevendo assim manutenções periódicas corretivas e preventivas, com o objetivo de melhorar os parâmetros de conforto, segurança e eficiência para os usuários. A existência de rodovias danificadas, além de impactar na eficiência, trazendo custos operacionais extras, também é um causador de acidentes, influenciando diretamente na segurança da rodovia e no conforto.

### **1.4 Objetivos**

#### ***1.4.1 Objetivo Geral***

Realizar uma avaliação funcional da malha rodoviária através de um estudo de caso de rodovias federais e estaduais, BR-116 (trecho 149 km ao 159 km) e CE-265 (trecho 1 km ao 10 km), em relação aos aparecimentos de defeitos de superfície.

#### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

- Realizar uma análise detalhada sobre o aparecimento de defeitos de superfície nos pavimentos da malha viária nacional, através de dados de pesquisas rodoviárias;
- Realizar levantamentos de defeitos de superfície em dois trechos na região de estudo: BR-116 e CE-263;
- Realizar a avaliação funcional dos dois trechos estudados (BR-116 e CE-263);
- Prever, para os dois trechos estudados (BR-116 e CE-263), estratégias de manutenções corretivas e preventiva.

## **1.5 Organização do Trabalho**

Capítulo 1 é constituído por uma contextualização em que é abordado o tema sobre a qualidade das rodovias. Posteriormente, a problemática dos transtornos em que a malha rodoviária pode trazer. Por fim, são mostradas as justificativas para realizar esse estudo, e os objetivos gerais e específicos relacionados ao tema.

Capítulo 2 é formado pela revisão de literatura no qual é realizado um embasamento sobre o estudo em que será abordado ao longo do trabalho, tratando de forma bem objetiva as definições.

Capítulo 3 trata dos materiais que serão utilizados, os métodos empregados e as formas de análises para chegar a uma determinada conclusão.

Capítulo 4 mostra os resultados a respeito da avaliação funcional da BR-116 e CE-263 e apresenta discussões diante do resultado obtido.

Capítulo 5 é constituído por considerações finais em que é exposto o ponto de vista do autor. Em seguida, são realizadas recomendações para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

É importante salientar que o trabalho apresentado é um estudo realizado na BR 116 e na CE 263, em que é abordado temas que envolvem o seu estado de conservação.

Portanto, os temas mais importantes a serem abordados serão os seguintes: pavimentos, pavimentos flexíveis, segurança nas rodovias, defeitos nos pavimentos, manutenção dos pavimentos e estado de conservação das rodovias.

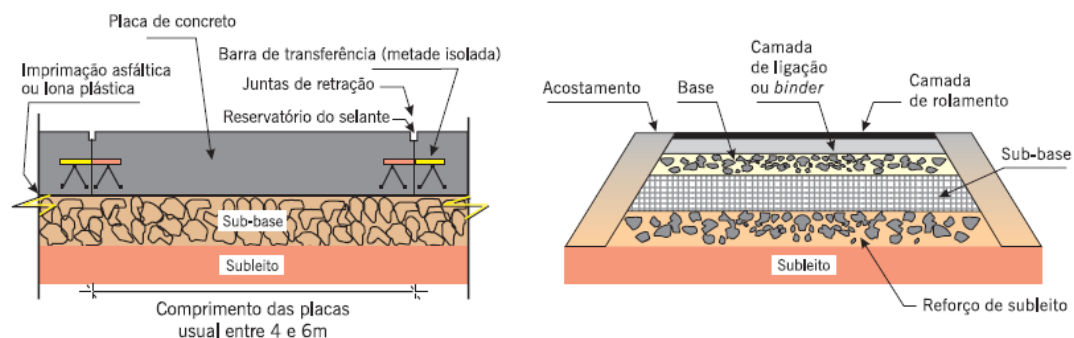
### 2.1 Pavimento

O pavimento é definido como um conjunto de camadas de espessuras finitas, e têm como principal função suportar cargas diversas, como cargas do tráfego e o clima, com o intuito de propiciar melhores condições de rolamento, conforto, economia e segurança (BERNUCCI et al, 2008).

Balbo (2007) define pavimento como estruturas capazes de suportar os esforços decorrentes da ação do tráfego e da situação climática, sempre buscando minimizar os custos.

Existem dois tipos de pavimentos conhecidos, os pavimentos flexíveis e os pavimentos rígidos ou pavimentos de concreto-cimento (Figura 1). Como os pavimentos flexíveis têm uma fundamental importância no estudo apresentado, foi abordado um tópico específico desse tipo de pavimento.

Figura 1 – Tipos de pavimentos



Fonte: Bernucci *et al.* (2008).

Portanto, os pavimentos conhecidos como pavimentos rígidos, que atualmente tem ocorrido uma tendência de ser denominado como pavimentos de concreto de cimento *Portland*, são aqueles em que o revestimento é uma placa de concreto de cimento *Portland*

(Figura 2). Nesses pavimentos, a espessura do revestimento é obtida através da resistência à flexão das placas de concreto e das camadas abaixo do revestimento.

Figura 2 – Pavimento de concreto de cimento Portland



Fonte: Google imagens (2019).

## 2.2 Pavimentos flexíveis

De acordo com Bernucci *et al* (2008), os pavimentos flexíveis que também são conhecidos como pavimentos asfálticos são aqueles em que seu revestimento é constituído basicamente por agregado e ligante, podendo ter, pelo menos, quatro camadas: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito (Figura 3). De acordo com Balbo (2007) pavimentos flexíveis quando recebem uma determinada carga, essa carga impõe nessa estrutura um campo de tensões muito concentrado.

Figura 3 – Pavimento flexível



Fonte: Bernucci *et al.* (2008).

### 2.3 Segurança nas rodovias

Segundo a pesquisa da Confederação Nacional de Transportes (CNT) (2018), no Brasil a taxa de pavimentação na malha rodoviária é muito baixa, trazendo assim, falta de segurança nessas vias. Existem métodos e procedimentos que visam identificar trechos críticos ou segmentos críticos, esses métodos podem ser divididos em dois grandes grupos: os métodos “*a posteriori*” que utilizam registros de acidentes ocorridos em um determinado tempo, e existem os métodos “*a priori*” que não se baseiam em acidentes já ocorridos, mas sim em fatores que podem estar relacionados a ocorrência dos acidentes (DNIT, 2006b).

Segundo Confederação Nacional de Transportes (CNT) (2018a), o aumento da frota de veículos somado a falta de qualidade da infraestrutura existente, potencializam o número de acidentes e óbitos. Além disso, a insegurança nas rodovias do Brasil está diretamente ligada a falta de investimentos em infraestrutura.

### 2.4 Defeitos nos pavimentos flexíveis

- FENDA

DNIT 005/2003, afirma que qualquer pavimento que apresentar algum tipo de descontinuidade na superfície do pavimento é chamado de fenda. Porém, existem diversas formas de fendas:

➤ FISSURA

De acordo com DNIT 005/2003, a fissura é uma fenda de largura capilar e seu posicionamento pode estar situado de forma oblíqua, de forma transversal e de forma longitudinal ao eixo da via. Além disso, a fissura só pode ser notada com vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m.

➤ TRINCA

De acordo com DNIT 005/2003, a trinca tem uma abertura superior a fissura, também é fácil notar a trinca a vista desarmada. No entanto, existem dois tipos de trincas:

**Trincas isoladas:** existem três tipos de trincas isoladas; transversal, longitudinal e de retração. A trinca transversal apresenta direção ortogonal ao eixo da via, Figura 4, as trincas de comprimento até 100 cm, são chamadas de trincas transversais curtas, e quando a extensão for superior a 100 cm, são chamadas de trincas transversais longas. Trincas em que sua predominância fica situada paralelo ao eixo da via, são as chamadas trincas longitudinais, Figura 5, essas trincas de comprimento até 100 cm, são chamadas de trincas longitudinais curtas, e as trincas longitudinais superiores a 100 cm, são chamadas de trincas longitudinais longas. Também existem as trincas isoladas de retração, essas trincas não estão associadas aos fenômenos de fadiga, e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento.

Figura 4 – Trinca isolada - transversal



Fonte: DNIT (2003),

Figura 5 – Trinca isolada - longitudinal



Fonte: DNIT (2003)

**Trincas interligadas:** existem dois tipos de trincas interligadas; trinca tipo “Couro de Jacaré” e a trinca tipo “Bloco”. Trinca tipo “Couro de Jacaré”, são trincas interligadas que se assemelham com aspecto de couro de jacaré, essas trincas não têm direções preferenciais, Figura 6. A trinca tipo “Bloco” são trincas interligadas que se assemelham a configuração de blocos com lados bem definidos, Figura 7. Os dois tipos de trinca interligadas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.

Figura 6 – Trinca interligada – tipo jacaré



Fonte: DNIT (2003).



Figura 7 – Trinca interligada – tipo bloco



Fonte: DNIT (2003).

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (2006<sup>a</sup>), os revestimentos betuminosos tendem a trincar por causa de ações combinadas do tráfego e do meio ambiente. A trinca é um defeito que causa o enfraquecimento estrutural, pois as trincas causam a entrada da água, e uma vez iniciado, a tendência da trinca é aumentar até causar uma provável desintegração do pavimento.

- AFUNDAMENTO

De acordo com DNIT 005/2003, o afundamento é caracterizado pela deformação da superfície do pavimento, podendo, ou não, ser acompanhada pelo soerguimento do pavimento. Existem dois tipos de afundamento:

- AFUNDAMENTO PLÁSTICO

De acordo com DNIT 005/2003, é quando ocorre fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento, também seguida de soerguimento. Quando esse tipo de afundamento

ocorre em uma extensão de até 6 m, é chamado de afundamento plástico local, quando ocorre afundamento plástico superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda, é chamado de afundamento plástico da trilha de roda, Figura 8.

Figura 8 – Afundamento de trilha de roda



Fonte: DNIT (2003).

#### ➤ AFUNDAMENTO DE CONSOLIDAÇÃO

Segundo DNIT 005/2003, o afundamento de consolidação ocorre quando existe uma consolidação diferencial de uma ou mais camadas de pavimentos, e não está acompanhada de solevamento. Quando esse tipo de afundamento ocorre em uma extensão de até 6 m, é chamado de afundamento de consolidação local, Figura 9, quando ocorre ao longo da trilha de roda e sua extensão for superior a 6 m, se chama afundamento de consolidação da trilha de roda.

Figura 9 – Afundamento local



Fonte: DNIT (2003).

Segundo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006a), as deformações permanentes são causadoras de alguns acréscimos na irregularidade longitudinal, trazendo dificuldades na dinâmica das cargas, na qualidade de rolamento e aumento no custo operacional dos veículos.

- **ONDULAÇÕES OU CORRUGAÇÕES**

Segundo DNIT 005/2003, são caracterizadas por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento, Figura 10.

Figura 10 – Ondulação



Fonte: DNIT (2003).

- **ESCORREGAMENTO**

Segundo DNIT 005/2003, o escorregamento é o deslocamento do revestimento em relação a camada de baixo, causando o aparecimento de fendas em forma de meia-lua, Figura 11.

Figura 11 – Escorregamento



Fonte: DNIT (2003).

- EXSUDAÇÃO

Segundo DNIT 005/2003, é quando ocorre o excesso de ligante betuminoso, causando a migração desse excesso para o revestimento, Figura 12.

Figura 12 – Exsudação



Fonte: DNIT (2003).

- DESGASTE

Segundo DNIT 005/2003, ocorre pelo arranchamento excessivo dos agregados do pavimento, causados por aspereza superficial do revestimento e por esforços tangenciais causados pelo tráfego, Figura 13.

Figura 13 – Desgaste



Fonte: DNIT (2003).

Como dito por Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006a), a desagregação ou desgaste ocorre pela perda do agregado superficial devido a fratura mecânica do filme ligante ou pela perda de adesão entre o ligante e o agregado. O desgaste começa a ocorrer quando a viscosidade do ligante cai significativamente devido à evaporação dos óleos mais leves do cimento asfáltico. O tráfego pode causar fraturas do filme ligante, pois eles atraem ou retiram o agregado para fora da matriz pela combinação de esforços horizontais e de sucção na área de contato dos pneus.

- **PANELA OU BURACO**

De acordo com DNIT 005/2003, são cavidades que se formam não por apenas uma causa, pode ser por falta de aderência entre camadas, causando o deslocamento das camadas, mas também pode ser por outros fatores. Essas cavidades podem alcançar camadas inferiores provocando a desagregação dessas camadas, Figura 14.

Figura 14 – Painela/buraco



Fonte: DNIT (2003).

- REMENDO

Segundo DNIT 005/2003, são painelas preenchidas com uma ou mais camadas de pavimento. Existem alguns tipos de remendos:

- REMENDO PROFUNDO

Segundo DNIT 005/2003, ocorre a substituição do revestimento, e pode ser que ocorra a substituição de mais camadas. É comum o seu formato ser retangular.

- REMENDO SUPERFICIAL

De acordo com DNIT 005/2003, existe apenas uma correção, em área localizada, com camada betuminosa.



## 2.5 Manutenção de pavimentos asfáltico

Existe uma complexidade elevada para definir de forma simples o significado de manutenção e suas vertentes. O processo de manutenção dos pavimentos é definido pelo DNIT, como a execução de um conjunto de intervenções, cuja a finalidade é deixar o pavimento permanentemente dotado de adequados atributos de natureza estrutural e de natureza funcional, ou seja, manter os pavimentos em níveis pelo menos desejáveis e/ou admissíveis. Portanto, manutenção do pavimento corresponde a intervenções contínuas compreendendo um processo sistemático, de acordo com determinadas conformidades, com o intuito de oferecer ao usuário, um tráfego econômico, confortável e seguro (DNIT, 2006a).

Para explorar o conceito de manutenção rodoviária, tem que entender sobre conservação, restauração, melhoramento, complementação e modificações. Sendo assim, de acordo com DNIT (2006a):

- **Conservação:** é um conjunto de operações destinadas a manter as características técnicas e operacionais da rodovia até que tais se tornem antieconômicas.
- **Conservação Corretiva Rotineira:** é o conjunto de operações de conservação realizado com o objetivo de reparar ou sanar um defeito.
- **Conservação Preventiva Periódica:** é o conjunto de operações de conservação realizado com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de defeito.
- **Conservação de Emergência:** é o conjunto de operações destinado a corrigir defeitos surgidos de modo repentino, ocasionando restrições ao tráfego e/ou sérios riscos aos usuários.
- **Restauração:** é o conjunto de operações destinado a restabelecer o perfeito funcionamento da rodovia, mantidas as características técnicas originais de projeto, exceto quanto à estrutura do pavimento que levará em conta novas cargas incidentes.
- **Melhoramento:** é o conjunto de operações que acrescentam às rodovias características novas, ou modifica as características existentes.
- **Complementação:** são os melhoramentos que acrescentam condições técnicas não existentes após a construção da rodovia.
- **Modificações:** São os melhoramentos que alteram características existentes na rodovia levando-a a um nível superior de utilização.

De acordo com o DNIT (2006a), a conservação dos pavimentos pode ser definida como intervenções realizadas com o objetivo de preservar o pavimento nas condições originalmente construídas ou no estado posteriormente restaurado.

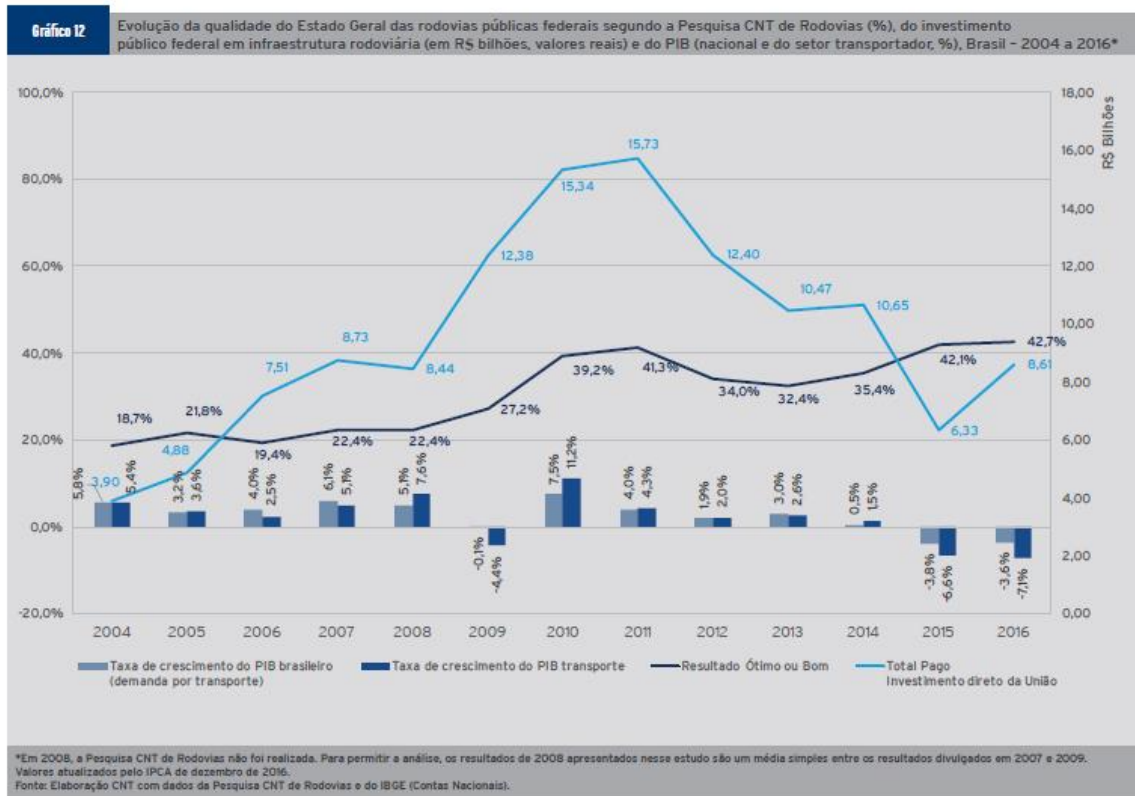
A conservação de rodovia tem o objetivo de prolongar a vida útil das rodovias, reduzir os custos de operação dos veículos e contribuir para que as rodovias se mantenham permanentemente abertas ao tráfego e permitir uma maior regularidade, pontualidade e segurança aos serviços de transportes.

## **2.6 Estado de Conservação das Rodovias**

A Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2017b), realizou um estudo em que mostra a evolução das rodovias no Brasil do período de 2004 até 2016, e demonstra que as malhas brasileiras melhoraram em 24 pontos percentuais nesse período de 12 anos, no qual a porcentagem de rodovias com classificadas em ótimo ou bom, passou de 18,7% em 2004 para 42,7% em 2016. Apesar disso, nesse mesmo período, 57,3% das rodovias públicas se encontram em condição inadequada.

É importante ressaltar que a qualidade da malha brasileira está diretamente ligada aos investimentos federais em infraestrutura rodoviária, como pode-se perceber na Figura 15. Como exemplo, no período em que ocorreu o maior investimento na infraestrutura rodoviária, 15,73 bilhões de reais, a porcentagem de rodovias com classificação ótima ou boa, era de 41,3%, em 2011, enquanto o investimento em infraestrutura rodoviária, em 2004, foi de 3,90 bilhões de reais, a porcentagem de rodovias com classificação ótima ou boa era de 18,7%, demonstrando a influência direta do investimento (CNT, 2017b).

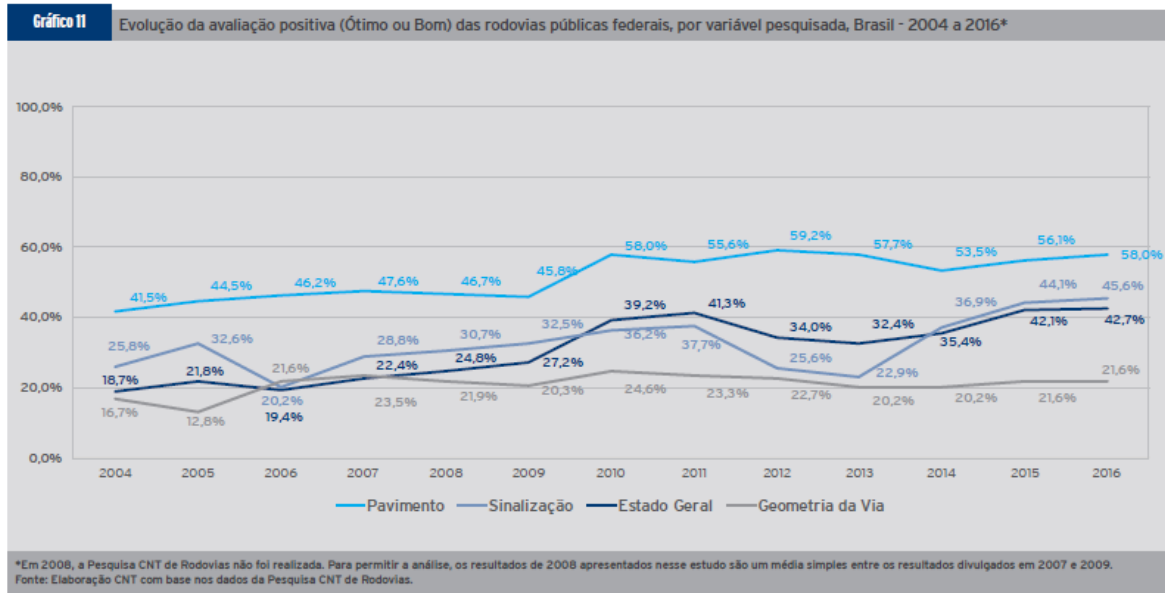
Figura 15 – Evolução da qualidade das rodovias públicas federais



Fonte: CNT (2017b).

É possível identificar o estado de conservação das rodovias avaliando três diferentes características: pavimento, sinalização e geometria da via. De acordo com os dados obtidos pela CNT (2017b), a geometria da via é a característica em que teve a pior evolução na malha rodoviária brasileira, passando de 16,7% de avaliação positiva, em 2004, para 21,6%, em 2016. Portanto, 78,4% das rodovias brasileiras estão inadequadas, comprometendo o desempenho do transporte e a segurança dos condutores. Já o pavimento, comparado a geometria, teve um desempenho melhor, passando de 41,5% de rodovias com avaliação positiva em 2004, para 58% em 2016. Por último, a sinalização foi o que demonstrou melhor resultado, no período de 2004 para 2016, passando de 25,8%, com avaliação positiva, em 2004, para 45,6% em 2016. Isso ocorre pelo fato do governo federal ter adotado a partir de 2014, o Programa de Segurança e Sinalização Rodoviária (BR-Legal), obtendo o melhor resultado em 2016 (Figura 16).

Figura 16 – Evolução da avaliação positiva das rodovias federais



Fonte: CNT (2017b).

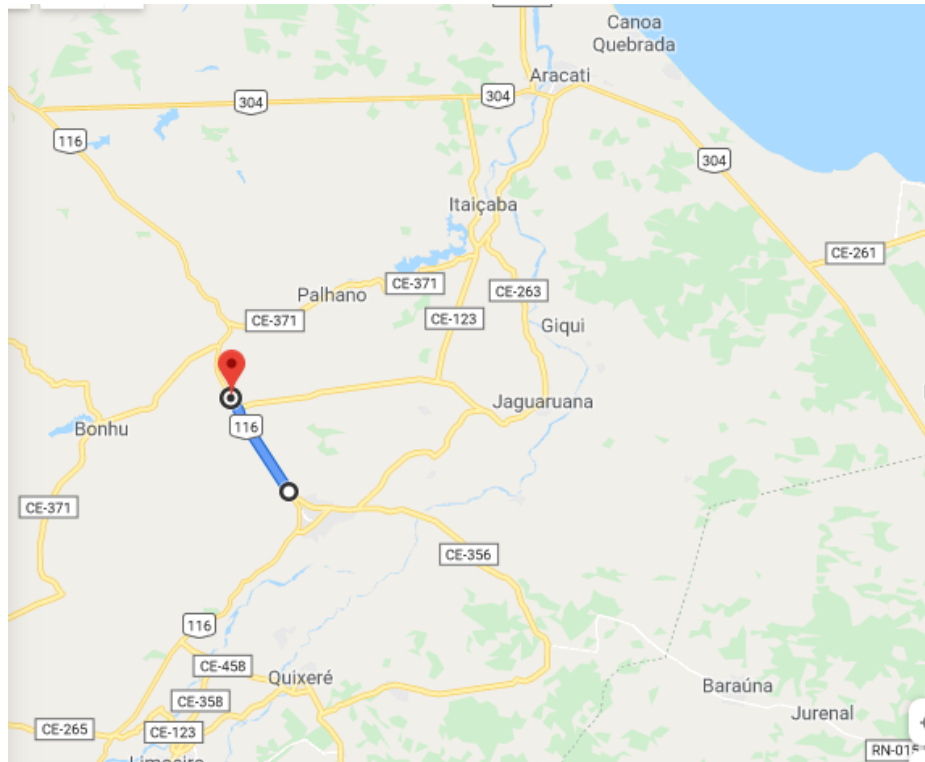
### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Trechos Estudados**

##### **3.1.1 BR 116**


A BR 116 é conhecida como uma das rodovias mais perigosas do país e isso ocorre pela grande quantidade de caminhões e veículos trafegando nessa rodovia. Ela se inicia no município de Fortaleza, estado do Ceará, e termina em Jaguarão, estado do Rio Grande do Sul, e é considerada uma das principais rodovias do Brasil, com aproximadamente 4998,6 km de extensão sendo a maior rodovia do Brasil (Figura 18). A BR 116 passa por 10 estados, ligando cidades importantes como Fortaleza, Porto Alegre, Curitiba, São Paulo e Rio de Janeiro. No estado do Ceará, a BR 116 passa pelos municípios de Eusébio, Aquiraz, Itaitinga, Horizonte, Pacajus, Chorozinho, Morada Nova, Russas, Limoeiro do Norte, Tabuleiro do Norte, São João do Jaguaribe, Alto Santo, Iracema, Jaguaribara, Jaguaribe, Icó, Baixio, Lavras da Mangabeira e Ipaumirim, Barro Milagres, Abaiara, Brejo Santo, Porteiras e Jati. O trecho da BR 116 que foi escolhido para ser estudado fica no município de Russas, sendo especificamente no quilômetro 149 até o quilômetro 159, Figura 17 e é importante ressaltar que o trecho estudado não é duplicado, porém é pavimentado. As figuras 19, 20, 21, 22, 23 e 24 apresentam o trecho da BR 116 escolhido para esse estudo.

Figura 17 – Trecho no mapa da BR 116



Fonte: Google Maps (2019).

Figura 18 – Características da BR 116

<b>BR - 116</b>			
<b>Pontos de Passagem</b>		Fortaleza - Russas - Jaguaribe - Salgueiro - Canudos - Feira de Santana - Vitória da Conquista - Teófilo Otoni - Muriaé - Leopoldina - Além - Paraíba - Teresópolis - Entroncamento com a BR-493 - Entroncamento com a BR-040 - Rio de Janeiro - Barra Mansa - Lorena - São Paulo - Registro - Curitiba - Lajes - Porto Alegre - Pelotas - Jaguarão	
<b>UF</b>		BA;CE;MG;PB;PE;PR;RJ;RS;SC;SP	
<b>Situação da Rodovia (km)</b>	<b>Pavimentada</b>	3551,8	
	<b>Não pavimentada</b>	1,30	
	<b>Duplicada</b>	1.019,20	
	<b>Em Obra</b>	298,20	
	<b>Planejada</b>	128,10	
<b>Extensão Total (km)</b>		4.998,60	
<b>Extensão Coincidente (km)</b>		39,60	
<b>Concessão</b>			
<b>Concessionária</b>	<b>Trecho</b>	<b>Extensão</b>	
	Rio de Janeiro - São Paulo; Rio de Janeiro - Teresópolis - Além Paraíba; Polo de Pelotas; Curitiba - Div. SC/RS; Curitiba - Palhoça; São Paulo - Curitiba (Régis Bittencourt); Div. MG/RJ - Salvador - Acesso à Base Naval de Aratu	402,00 ; 142,50 ; 457,30 ; 412,70 ; 405,90 ; 401,60 ; 680,60	

Fonte: MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (2019).

Figura 19 – Defeitos diversos em trechos da BR 116



Fonte: Autoria Própria (2019).

Figura 20 – Afundamento em trecho da BR 116



Fonte: Autoria Própria (2019).

Figura 21 – Painéis em trecho da BR 116



Fonte: Autoria Própria (2019).

Figura 22 – Trecho da BR 116



Fonte: Autoria Própria (2019).



Figura 23 – Defeito de “Couro de Jacaré” BR 116

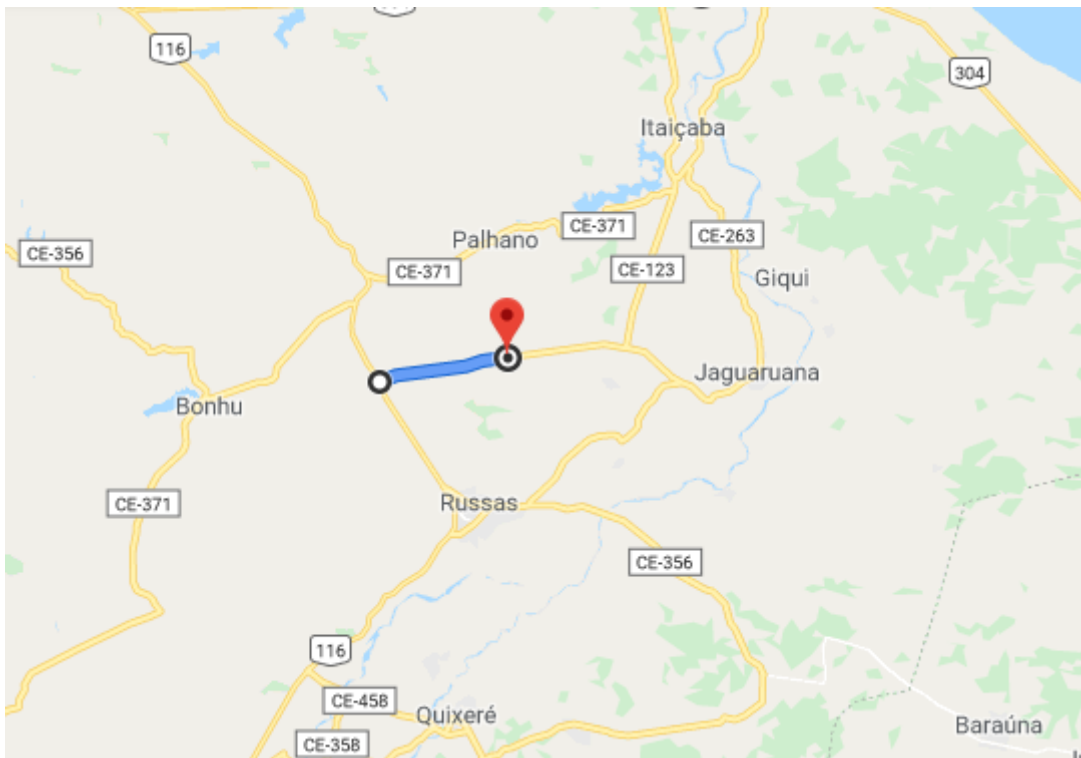


Fonte: Autoria Própria (2019).

### **3.1.2 CE 263**

A CE 263 é uma rodovia estadual em que tem como principais pontos de passagens, a CE 123, a BR 116, e a CE 356. O trecho estudado foi realizado a partir do entroncamento entre BR 116 e a CE 263, e se estendeu por 10 quilômetros, Figura 24. As figuras 25, 26, 27 e 28, apresentam o trecho da CE 263 utilizado nesta pesquisa.

Figura 24 – Trecho no mapa da CE 263



Fonte: Google Maps (2019).

Figura 25 – Remendos em trecho da CE 263



Fonte: Aatoria Própria (2019).

Figura 26 – Desgastes do pavimento em trecho da CE 263



Fonte: Aatoria Própria (2019).

Figura 27 – Trecho da CE 263



Fonte: Aatoria Própria (2019).

Figura 28 – Remendos e Desgastes em trecho da CE 263



Fonte: Autoria Própria (2019).

### 3.2 Levantamento Visual Contínuo

A verificação do aparecimento de defeitos de superfície nos dois trechos de rodovias estudados (BR-116 e CE-263) foi realizado utilizando o levantamento visual contínuo do pavimento (LVC), normatizado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, DNIT 008/2003 – PRO, e para isso foi necessária uma equipe constituída de 2 técnicos, sem incluir o motorista do veículo. O veículo utilizado para levantamento, manteve-se a uma velocidade média de aproximadamente 40 km/h. Também foi necessário que o veículo percorresse a rodovia em apenas um sentido, pelo fato da rodovia ser de pista simples.

Antes de realizar o levantamento foi preenchido o formulário do Apêndice A.

Neste formulário consta as seguintes indicações:

- 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);
- VMD – Volume Médio Diário do Tráfego nos dois sentidos;

- N° Pista/lado – Deve ser preenchido com “1” no caso de pista simples e com “2” no caso de pista dupla. Como o levantamento foi realizado em pista simples, a execução do levantamento ocorreu em um único sentido levando-se em consideração, simultaneamente, as duas faixas de rolamento.

O registro do lado da pista foi feito de acordo com o seguinte critério:

- D - Pista do lado direito (crescimento da quilometragem);
- E - Pista do lado esquerdo (decréscimo da quilometragem);
- Mês/Ano - Data do levantamento.

Além disso, também observou-se alguns dados do pavimento:

- N° do seg - O número sequencial do segmento dentro de um trecho;
- Odômetro (Início e Fim) - A quilometragem indicada no odômetro do veículo no início e fim do segmento;
- Quilômetro - A quilometragem da rodovia (referenciado ao PNV) onde começa e termina o segmento, calculada a partir da equivalência entre o odômetro do veículo e o marco quilométrico do PNV anterior mais próximo. Como complemento da amarração, foi anotado também, a quilometragem de pontos fixos notáveis tais como: pontes, viadutos, entroncamentos, entre outros. Utilizando-se para outros esclarecimentos a coluna de observações.
- Extensão: Comprimento do segmento;
- Frequência de defeitos: Foi registrado o código “A”, “M” ou “B” conforme a estimativa de qualidade e da porcentagem de ocorrência do defeito avaliada pela Tabela 1. No caso de não ocorrência de um determinado defeito foi deixado em branco;
- ICPF: Assinalado somente o valor do “Índice da Condição do Pavimento Flexível”, o qual foi estimado com base na avaliação visual do pavimento, classificando a superfície do segmento segundo os conceitos mostrados na Tabela 2, tendo em vista a aplicabilidade das medidas de manutenção determinadas pelo profissional avaliador. A precisão do valor do índice estimado será de aproximadamente 0,5.
- INF. COMPLEMENTARES – Informado o tipo de revestimento – REV, a espessura de revestimento – ESP, a idade original do pavimento (idade do pavimento) – ORIG e a avaliação subjetiva de sua vida restante se possível – REST.

Também foi anotado qualquer fato relevante não previsto nos demais campos do formulário, como por exemplo: obras em andamento, trechos urbanos, obras de arte, entre

outros. Além disso, as determinações dos valores das trincas, deformações, panelas e remendos foram feitas pela equipe técnica, excetuando o motorista, sem sair do veículo, avaliando visualmente as dimensões e tipos dos defeitos.

O levantamento foi realizado de forma que a extensão mínima, do pavimento avaliado, fosse de 1 km e a máxima de 6 km. Porém, como recomendado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), o levantamento foi realizado com 1 km de extensão, pois não existia a certeza da homogeneidade do pavimento(DNIT 008/2003 – PRO), normalmente isso ocorre em pavimentos com excelentes condições. O levantamento foi realizado ao final de cada quilômetro percorrido no trecho PNV, e como não houve mudanças bruscas no estado de conservação e no tipo de revestimento, o levantamento não pôde ser feito com trechos menores que 1 km, pois não estava dentro dos casos especiais do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte(DNIT 008/2003 – PRO).

Após o levantamento, foram realizados os seguintes cálculos para descobrir o nível de qualidade da pista:

Índice de condição dos pavimentos Flexíveis e semi-rígidos – ICPF (Figura 29).

Figura 29 – 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 "panelas" e remendos pouco freqüentes 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: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2003).

O cálculo do ICPF foi feito mediante o cálculo da média dos índices contidos no formulário do levantamento (Apêndice A e D) analisado por dois avaliadores.

Os resultados dos cálculos do ICPF foram colocados no Quadro Resumo (Apêndice C e F) para cada quilômetro avaliado ou para cada subtrecho homogêneo selecionado.

Índice de Gravidade Global Expedito – IGGE (Figuras 30 e 31).

Figura 30 – Determinação do Índice de Gravidade

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

Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2003).

Figura 31 – 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: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2003).

Para o cálculo do IGGE foi feito a média dos dados contidos no formulário do levantamento (Apêndice B e E), coletados por dois avaliadores utilizando a equação 1.

$$IGGE = (Pt \times Ft) + (Poap \times Foap) + (Ppr \times Fpr) \text{ (Eq. 1)}$$

Onde:

Ft, Pt = Frequência e peso do conjunto de trincas t;

Foap, Poap = Frequência e peso do conjunto deformações;

Fpr, Ppr = Frequência (quantidade por km) e peso do conjunto de painéis e remendos.

Índice do estado da superfície do pavimento – IES (Figura 32).



Figura 32 – 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: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2003).

O IES, cujos valores estão compreendidos de 0 a 10 foi avaliado em função do ICPF e do IGGE calculados, constituindo uma síntese destes dois índices.

Os valores do IES combinado ao código e o conceito atribuídos ao estado da superfície do pavimento foram determinados de acordo com a Tabela 4. Os resultados obtidos foram colocados no Quadro Resumo (Apêndice C e F) para cada quilômetro ou para cada subtrecho homogêneo avaliado.

O resultado obtido do levantamento condiz no preenchimento do Quadro Resumo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 BR 116

Os resultados obtidos através do levantamento podem ser observados através das seguintes análises em campo:

Para a realização do levantamento em campo, foi detalhado o trecho da rodovia da BR 116, indicando 10 segmentos estudados, em que cada segmento estudado corresponde a extensão de 1 km e também foi verificado, no veículo utilizado para o levantamento, o odômetro de início e fim de cada segmento, além disso foi realizado o controle da extensão do segmento através da quilometragem da rodovia, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Características dos Segmentos da BR 116

N DO SEGMENTO	SEGMENTO		EXT*
	ODÔMETRO/KM		
	INÍCIO	FIM	
1	28004/149	28005/150	1 Km
2	28005/150	28006/151	1 Km
3	28006/151	28007/152	1 Km
4	28007/152	28008/153	1 Km
5	28008/153	28009/154	1 Km
6	28009/154	28010/155	1 Km
7	28010/155	28011/156	1 Km
8	28011/156	28012/157	1 Km
9	28012/157	28013/158	1 Km
10	28013/158	28014/159	1 Km

Fonte: Autoria Própria (2019).

\*EXT = Extensão.

Posteriormente, com a identificação do segmento, foi realizado o Levantamento Visual Contínuo (LVC), para identificar a frequência dos defeitos, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Frequência dos Defeitos da BR 116

N DO SEGMENTO	FREQUÊNCIA DOS DEFEITOS (A, M, B, OU S)							OUTROS DEFEITOS		
	<sup>1</sup> P	TRINCAS			<sup>5</sup> R	DEFORMAÇÕES		<sup>8</sup> D	<sup>9</sup> EX	<sup>10</sup> E
		<sup>2</sup> TR	<sup>3</sup> TJ	<sup>4</sup> TB		<sup>6</sup> AF	<sup>7</sup> O			
1	A	A	A	B	B	M	M	B	B	B
2	A	A	A	B	M	B	M	M	B	B
3	A	M	A	B	B	B	A	B	B	B
4	A	M	M	B	B	B	M	M	B	B
5	A	A	A	B	B	B	B	M	B	B
6	A	B	M	B	B	B	B	A	B	B
7	B	B	B	B	B	B	B	A	B	B
8	B	B	B	B	B	B	B	A	M	B
9	B	B	B	B	B	B	B	A	M	B
10	B	B	B	B	B	B	B	A	M	B

Fonte: Autoria Própria (2019).

<sup>1</sup>P = Panela;

<sup>2</sup>TR = Trinca Isolada;

<sup>3</sup>TJ= Trinca Couro de Jacaré;

<sup>4</sup>TB = Trinca em Bloco;

<sup>5</sup>R = Remendo;

<sup>6</sup>AF = Afundamento;

<sup>7</sup>O = Ondulações;

<sup>8</sup>D = Desgaste do Pavimento;

<sup>9</sup>EX = Exsudação;

<sup>10</sup>E = Escorregamento do revestimento betuminoso.

De acordo com a Tabela 2, é possível perceber que os primeiros 6 segmentos apresentaram uma alta frequência ao aparecimento de defeitos do tipo panela e trincas, apresentando também outros defeitos, como deformações, mostrando que os primeiros 6 segmentos analisados no trecho da BR 116 estavam em pior estado de conservação. Os quatro últimos segmentos apresentaram uma baixa frequência desses defeitos, evidenciando um estado de conservação melhor nessa parte do trecho analisado, porém, em relação ao defeito do tipo desgaste, os segmentos 6 a 10 apresentaram uma alta frequência desse tipo de defeito de superfície.

A partir da frequência dos defeitos, pôde-se realizar a identificação do Índice de Condições do Pavimento Flexível (ICPF), fazendo a média dos índices feitos por dois técnicos, também algumas informações complementares, conforme pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Informações Complementares da BR 116

## INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

N DO SEGMENTO	ICPF	REV
1	2	Asfáltico
2	1	Asfáltico
3	1	Asfáltico
4	1	Asfáltico
5	2	Asfáltico
6	2	Asfáltico
7	3	Asfáltico
8	4	Asfáltico
9	4	Asfáltico
10	4	Asfáltico

Fonte: Aatoria Própria (2019).

Da tabela 3 é possível perceber que os 6 primeiros segmentos do trecho da BR 116 analisados apresentaram ICPF entre 1 e 2, e, de acordo com a Figura 27, o ICPF entre 1 e 2 significa um trecho em estado ruim, necessitando de recapeamento com correções prévias, podendo ser usado para tal, os remendos superficiais ou profundos. Os 4 últimos segmentos apresentaram ICPF entre 3 e 4, mostrando que o trecho em questão apresentou estado bom, necessitando apenas de aplicação de lama asfáltica.

Após o Levantamento Visual Contínuo (LVC), foi realizado o cálculo do Índice de Gravidade Global Expedito. As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam os procedimentos e dados necessários para o cálculo do IGGE, apresentado na tabela 7.

Tabela 4 – Defeitos de Trincas da BR 116

Nº DO SEGMENTO	TRINCAS			
	Ft (%)*	GRAVIDADE	Pt	Ft x Pt
1	80	3	0,45	6,75
2	86	3	0,30	3,00
3	72	3	0,30	3,00
4	40	2	0,45	15,75
5	70	3	0,45	6,75
6	35	2	0,30	1,50
7	10	1	0,30	3,00
8	10	1	0,30	3,00
9	5	1	0,30	3,00
10	15	1	0,30	1,50

Fonte: Autoria Própria (2019).

\*Ft, Pt = Frequência e peso do conjunto de trincas t.

Tabela 5 – Defeitos de Deformações da BR 116

Nº DO SEGMENTO	DEFORMAÇÕES			
	Foap (%)*	GRAVIDADE	Poap	Foap x Poap
1	10	1	0,60	6,00
2	30	1	0,70	21,00
3	20	1	0,70	14,00
4	15	1	0,70	10,50
5	10	1	0,60	6,00
6	20	1	0,70	14,00
7	10	1	0,60	6,00
8	10	1	0,60	6,00
9	10	1	0,60	6,00
10	5	1	0,70	10,50

Fonte: Autoria Própria (2019).

\*Foap, Poap = Frequência e peso do conjunto de deformações.

Tabela 6 – Defeitos de Painéis e Remendos da BR 116

Nº DO SEGMENTO	PAINEL + REMENDO			
	Fpr (nº)*	GRAVIDADE	Ppr	Fpr x Ppr
1	25	3	1,00	25,00
2	43	3	1,00	43,00
3	32	3	1,00	32,00
4	21	3	1,00	21,00
5	6	3	1,00	6,00
6	8	3	1,00	8,00
7	1	1	0,70	0,70
8	0	1	0,70	0,00
9	2	1	0,70	1,40
10	2	1	0,70	1,40

Fonte: Autoria Própria (2019).

\*Fpr, Ppr = Frequência (quantidade por km) e peso do conjunto de painéis e remendos.

Tabela 7 – Índice de Gravidade Global Expedito da BR 116

Nº DO SEGMENTO	IGGE = (Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr)
1	83,00
2	119,90
3	92,80
4	49,50
5	57,50
6	37,75
7	9,70
8	9,00
9	8,90
10	16,40

Fonte: Autoria Própria (2019).

O cálculo do Índice de Gravidade Global Expedito é realizado para cada segmento, e o seu índice é obtido através da soma das influências dos defeitos contidos nas tabelas 4, 5 e 6.

Em seguida, são apresentados os resultados obtidos pelo levantamento na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultados do Pavimento da BR 116

N DO SEGMENTO	¹ICPF	²IGGE	RESULTADO		
			³IES VALOR	CÓDIGO	CONCEITO
1	2	83,00	8	E	PÉSSIMO
2	1	119,90	10	E	PÉSSIMO
3	1	92,80	10	E	PÉSSIMO
4	1	49,50	5	D	RUIM
5	2	57,50	5	D	RUIM
6	2	37,75	3	C	REGULAR
7	3	9,70	1	B	BOM
8	4	9,00	0	A	ÓTIMO
9	4	8,90	0	A	ÓTIMO
10	4	16,40	0	A	ÓTIMO

Fonte: Autoria Própria (2019).

¹ICPF = Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis;

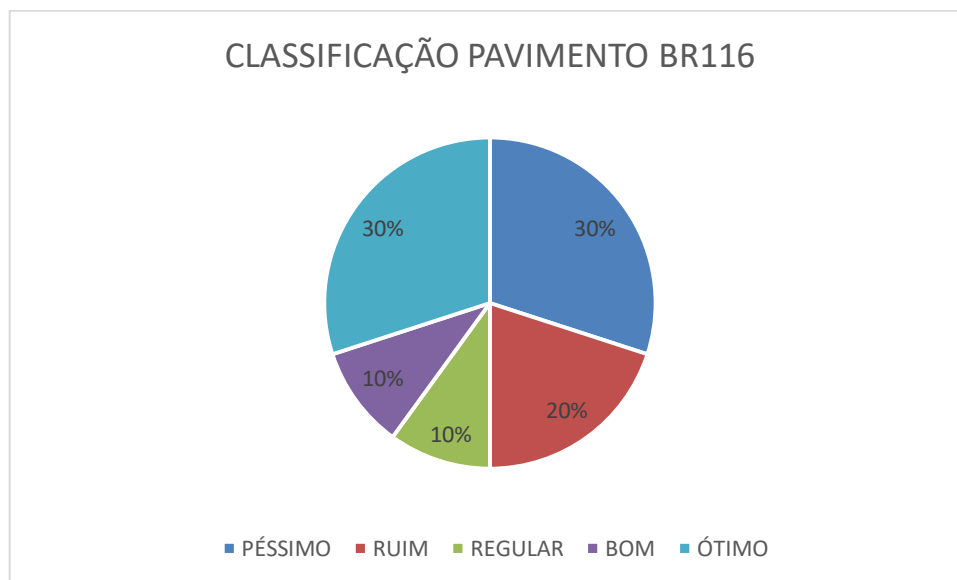
²IGGE = Índice de Gravidade Global Expedito;

³IES = Índice do Estado da Superfície.

A partir dos dados calculados para o ICPF e o IGGE é possível classificar o estado de conservação da rodovia estudada (BR 116), conforme apresentado na tabela 14. Dessa tabela pode-se observar que os 5 primeiros segmentos do trecho da BR 116 analisado estão em estado péssimo a ruim. Um segmento apresentou conceito regular, e os demais estão em bom ou ótimo estado de conservação. Sendo assim, os primeiros 5 segmentos analisados necessitam de intervenções para correção dos defeitos de superfície, de modo a proporcionar aos usuários melhores condições de conforto, segurança e menores custos operacionais.

O gráfico 1 apresenta a classificação do pavimento da BR 116, no trecho analisado, conforme seu estado de conservação.

Gráfico 1 – Classificação do Pavimento da BR 116



Fonte: Autoria Própria (2019).

#### **4.2 CE 263**

Os resultados obtidos através do levantamento podem ser observados através das seguintes análises em campo:

Para a realização do levantamento em campo, foi detalhado o trecho da rodovia CE 263, indicando 10 segmentos estudados, em que cada segmento corresponde a extensão de 1 km e também foi verificado no veículo utilizado para o levantamento, o odômetro de início e fim de cada segmento, conforme Tabela 9.

Tabela 9 – Características dos Segmentos da CE 263

N DO SEGMENTO	SEGMENTO		EXT*
	ODÔMETRO/KM INÍCIO	FIM	
1	28023	28024	1 Km
2	28024	28025	1 Km
3	28025	28026	1 Km
4	28026	28027	1 Km
5	28027	28028	1 Km
6	28028	28029	1 Km
7	28029	28030	1 Km
8	28030	28031	1 Km
9	28031	28032	1 Km
10	28032	28033	1 Km

Fonte: Autoria Própria (2019).

\*EXT = Extensão.

Posteriormente, com a identificação do segmento, foi realizado o Levantamento Visual Contínuo (LVC), para identificar a frequência dos defeitos, conforme Tabela 10.

Tabela 10 – Frequência dos Defeitos da CE 263

N° DO SEGMENTO	FREQUÊNCIA DOS DEFEITOS (A, M, B, OU S)									
	<sup>1</sup> P	TRINCAS			<sup>5</sup> R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS		
	<sup>2</sup> TR	<sup>3</sup> TJ	<sup>4</sup> TB		<sup>6</sup> AF	<sup>7</sup> O	<sup>8</sup> D	<sup>9</sup> EX	<sup>10</sup> E	
1	A	M	M	B	A	M	B	A	B	B
2	A	B	B	B	A	B	B	A	B	B
3	A	M	B	B	A	B	B	A	B	B
4	A	B	B	B	A	B	B	A	B	B
5	A	B	B	B	A	B	B	A	B	B
6	A	B	B	B	A	B	B	A	B	B
7	A	B	B	B	A	B	B	A	B	B
8	A	B	B	B	A	B	B	A	B	B
9	A	B	B	B	A	B	B	A	B	B
10	A	B	B	B	A	B	B	A	B	B

Fonte: Autoria Própria (2019).

<sup>1</sup>P = Panela;

<sup>2</sup>TR = Trinca Isolada;

<sup>3</sup>TJ= Trinca Couro de Jacaré;

<sup>4</sup>TB = Trinca em Bloco;

<sup>5</sup>R = Remendo;

<sup>6</sup>AF = Afundamento;

<sup>7</sup>O = Ondulações;



<sup>8</sup>D = Desgaste do Pavimento;

<sup>9</sup>EX = Exsudação;

<sup>10</sup>E = Escorregamento do revestimento betuminoso.

Analisando a Tabela 10 é possível perceber que todos os segmentos apresentaram uma alta frequência de defeitos do tipo panela, remendo e desgaste. Os outros defeitos apresentaram baixa ou média frequência em todos os segmentos.

A partir da frequência dos defeitos, pôde-se realizar a identificação do Índice de Condições (ICPF) fazendo a média dos índices feitos por dois técnicos, e também algumas informações complementares, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Informações Complementares da CE 263

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES		
N DO SEGMENTO	ICPF	REV
1	1	Asfáltico
2	2,5	Asfáltico
3	0,5	Asfáltico
4	1	Asfáltico
5	1	Asfáltico
6	0,5	Asfáltico
7	2,5	Asfáltico
8	3	Asfáltico
9	2	Asfáltico
10	3	Asfáltico

Fonte: Aatoria Própria (2019).

Da tabela 13 é possível observar que os segmentos 1, 4, 5 e 6 apresentam ICPF entre 0 e 1, o que classifica um trecho péssimo, sendo necessária a sua reconstrução. Os demais trechos apresentam ICPF entre 2 e 3, o que classifica o trecho como regular, necessitando de correções de pontos localizados ou recapeamento.

Após o Levantamento Visual Contínuo (LVC), foi feito o cálculo do Índice de Gravidade Global Expedido. As Tabelas 12, 13 e 14 apresentam os dados e procedimentos para o cálculo do IGGE, apresentado na Tabela 15.

Tabela 12 – Defeitos de Trincas da CE 263

N DO SEGMENTO	TRINCAS			
	Ft (%)*	GRAVIDADE	Pt	Ft x Pt
1	15	2	0,45	6,75
2	10	1	0,30	3,00
3	10	1	0,30	3,00
4	35	2	0,45	15,75
5	15	2	0,45	6,75
6	5	1	0,30	1,50
7	10	1	0,30	3,00
8	10	1	0,30	3,00
9	10	1	0,30	3,00
10	5	1	0,30	1,50

Fonte: Autoria Própria (2019).

\*Ft, Pt = Frequência e peso do conjunto de trincas t.

Tabela 13 – Defeitos de Deformações da CE 263

N DO SEGMENTO	DEFORMAÇÕES			
	Foap (%)*	GRAVIDADE	Poap	Foap x Poap
1	10	1	0,60	6,00
2	10	1	0,60	6,00
3	20	2	0,70	14,00
4	15	2	0,70	10,50
5	20	2	0,70	14,00
6	20	2	0,70	14,00
7	10	1	0,60	6,00
8	5	1	0,60	3,00
9	10	1	0,60	6,00
10	5	1	0,60	3,00

Fonte: Autoria Própria (2019).

\*Foap, Poap = Frequência e peso do conjunto de deformações.

Tabela 14 – Defeitos de Painéis e Remendos da CE 263

N DO SEGMENTO	PAINEL + REMENDO			
	Fpr (n°)*	GRAVIDADE	Ppr	Fpr x Ppr
1	60	3	1,00	60,00
2	82	3	1,00	82,00
3	200	3	1,00	200,00
4	156	3	1,00	156,00
5	147	3	1,00	147,00
6	188	3	1,00	188,00
7	70	3	1,00	70,00
8	55	3	1,00	55,00
9	67	3	1,00	67,00
10	36	3	1,00	36,00

Fonte: Autoria Própria (2019).

\*Fpr, Ppr = Frequência (quantidade por km) e peso do conjunto de painéis e remendos.

Tabela 15 – Índice de Gravidade Global Expedito da CE 263

N DO SEGMENTO	IGGE = (Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr)
1	72,75
2	91,00
3	217,00
4	182,25
5	167,75
6	203,50
7	79,00
8	61,00
9	76,00
10	40,50

Fonte: Autoria Própria (2019).

O cálculo do Índice de Gravidade Global Expedito é realizado para cada segmento, e o seu índice é obtido através da soma das influências dos defeitos contidos nas tabelas 12, 13 e 14.

Em seguida, são apresentados os resultados obtidos pelo levantamento na Tabela 16.

Tabela 16 – Resultados do Pavimento da CE 263.

N DO SEGMENTO	RESULTADO			<sup>3</sup> IES	
	<sup>1</sup> ICPF	<sup>2</sup> IGGE	VALOR	CÓDIGO	CONCEITO
1	1	72,75	8	E	PÉSSIMO
2	2,5	91,00	10	E	PÉSSIMO
3	0,5	217,00	10	E	PÉSSIMO
4	1	182,25	10	E	PÉSSIMO
5	1	167,75	10	E	PÉSSIMO
6	0,5	203,50	10	E	PÉSSIMO
7	2,5	79,00	8	E	PÉSSIMO
8	3	61,00	7	D	RUIM
9	2	76,00	8	E	PÉSSIMO
10	3	40,50	4	C	REGULAR

Fonte: Autoria Própria (2019).

<sup>1</sup>ICPF = Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis;

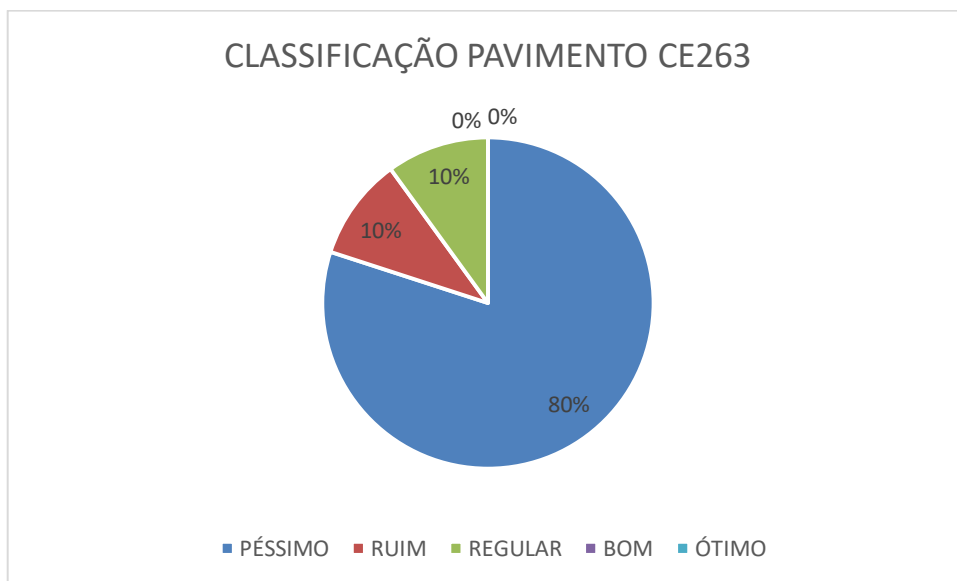
<sup>2</sup>IGGE = Índice de Gravidade Global Expedito;

<sup>3</sup>IES = Índice do Estado da Superfície.

De acordo com a Tabela 16 pode-se observar que quase todo o trecho analisado da CE 263 apresentou estado péssimo, com um segmento apresentando conceito ruim e um segmento apresentando conceito regular. Sendo assim, o trecho estudado necessita de medidas corretivas sérias e urgentes para proporcionar aos usuários o conforto ao rolamento, segurança ao tráfego e menores custos operacionais.

A classificação do pavimento, atribuído através dos resultados do pavimento, do trecho da CE 263 analisado pelo método LVC está apresentado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Classificação do pavimento da CE 263



Fonte: Autoria Própria (2019).

A classificação da qualidade da superfície do pavimento negativa dos trechos estudados está relacionada diretamente com o número de panelas e remendos. Esses defeitos na superfície dos pavimentos influenciam no conforto e segurança dos motoristas, e com base nos resultados obtidos, a probabilidade de ocorrer acidentes nesses trechos é alta.

Na BR 116 houve muitas ocorrências de trincas isoladas e trincas de couro de jacaré nos primeiros quilômetros analisados, porém, a partir do quilômetro 156 o índice de trincas passou a ter um valor bastante reduzido. Também pôde-se notar que essa rodovia teve uma baixa influência de deformações em todo o percurso avaliado, a exceção de alguns trechos pontuais. No entanto, as principais características que afetam a dirigibilidade, o conforto e a segurança, que são as panelas e remendos, obtiveram resultados não satisfatórios durante 60% do trecho. O total de panelas e remendos na BR 116 chegam a cerca de 140 nos

10 quilômetros estudados, portanto, apresentando uma média de 14 panelas e remendos por quilômetro.

Além disso, os indicadores avaliados de acordo com o número de defeitos também ficaram muito abaixo do ideal. Por exemplo, o Índice da Condição do Pavimento Flexível (ICPF) teve variação de 1 a 3 nos 7 primeiros segmentos da BR 116, só passando a ter uma avaliação positiva a partir do segmento 8. Também pôde-se notar que o Índice do Estado da Superfície (IES), baseado no ICPF e no IGGE, foi classificado em péssimo em 3 segmentos.

No caso da CE 263 também existem muitos pontos em que o seu estado de conservação deixa a desejar. Os dados do levantamento mostram que o fator determinante para o mau estado de conservação da rodovia, corresponde ao número elevado de panelas e remendos, chegando a ter cerca de 200 panelas e remendos em um determinado segmento. Além disso, existe uma alta frequência de desgaste em todo o trecho, contrastando com a quantidade de trincas e deformações em que é bastante reduzida a frequência desses defeitos, sendo um fator pouco determinante para a avaliação negativa do pavimento.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia demonstra avanços significativos nos estudos de pavimentos, e de fato deve-se atrelar mecanismos que tragam uma maior precisão nos estudos. Com isso, o levantamento realizado de acordo com a norma do DNIT 008/2003 – PRO, apesar de não demonstrar de forma exata a condição da superfície do pavimento, esse método se aproxima da realidade. Contudo, existem métodos mais avançados que fornecem um cenário em que demonstra condições da superfície do pavimento mais realista do que o método normatizado do DNIT 008/2003.

Com os resultados obtidos é possível relatar que a situação das rodovias federais e estaduais não estão em condições ideais de passeio. Vale ressaltar que o levantamento contínuo visual na BR 116, a maior rodovia do Brasil, mostrou que de 10 quilômetros analisados, metade estão classificadas em situação péssima ou ruim.

Como visto no estudo, a qualidade das rodovias está relacionada ao investimento em infraestrutura viária. Como a maior porcentagem de fluxo de cargas é realizada pela malha rodoviária, então os custos indiretos que incidem nos produtos estão ligados também as condições da malha, devendo-se existir uma atenção elevada para as rodovias.

Também é importante destacar que os defeitos na BR 116 e CE 263, são frequentes em sua extensão, interferindo na trafegabilidade dessas estradas que são muito importantes para o estado do Ceará.

Seria importante um aprofundamento nessas rodovias, buscando atrelar técnicas mais eficazes e mais precisas no levantamento, como o Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI) utilizando o método de varredura e seria interessante a realização de um estudo comparativo entre os dois métodos, com o intuito de saber o quão diferente podem ser esses resultados.

Ademais, as contribuições desse trabalho são no sentido de demonstrar os defeitos de superfícies existentes em rodovias importantes no estado do Ceará e propor medidas corretivas desses defeitos. No trecho da BR 116 é necessário realizar operações de remendos visto a grande quantidade de painéis encontrados nesse pavimento, e, ainda, aplicação de lama asfáltica, visto o desgaste superficial e o aparecimento de trincas. Já para o trecho da CE 263, como apresentou um estado de conservação pior do que a BR 116, é necessário realizar nesse pavimento a reconstrução de alguns segmentos, tendo em vista os defeitos generalizados, além das operações de correções de pontos localizados (aplicação de remendos).

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, Tiago Silveira de Andrade et al. Avaliação funcional e operacional de rodovias federais brasileiras. *In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET*, 32., 2018, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: Anpet, 2018. p. 1374 – 1385.
- BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica**: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- BELARMINO, José Aurimar. **Estudo dos acidentes de trânsito na rodovia RN093**. 2017. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro: Petrobras; Abeda, 2008.
- COELHO, Marcos Greyson Alves. **Avaliação funcional e estrutural de pavimento flexível**: estudo de caso Rodovia BA 160 no sub-trecho Ibotirama, povoado de Volta das Pedras. 2009. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2009.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Acidentes rodoviários e a infraestrutura**. Brasília: CNT, 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte rodoviário**: desempenho do setor, infraestrutura e investimentos. Brasília. CNT, 2017.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte rodoviário**: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram? Brasília: CNT, 2017.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER 704/100**: manual de reabilitação de pavimentos asfálticos. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES;  
DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. **Anuário Estatístico das Rodovias Federais**: acidentes de trânsito e ações de enfrentamento ao crime. Brasil: DNIT; DPRF, 2010.
- 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: IPR, 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: IPR, 2003.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 710/2005**: manual de conservação rodoviária. 2 ed. Rio de Janeiro: IPR, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 741/2010**: manual de projeto e práticas operacionais para segurança nas rodovias. Rio de Janeiro: IPR, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 745**: manual de gerência de pavimentos. Rio de Janeiro: IPR, 2011.

ESPÍNDOLA, Aline Calheiros et al. Avaliação funcional da rodovia BR-104/AL – trecho urbano da cidade de Maceió/AL. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 32., 2018, Gramado. **Anais [...]**. Gramado:Anpet, 2018. p. 1398 – 1409.

FONSECA, Natália Braga da; LIMA, Clariana Alda Coelho de; COSTA, Gessyca Menezes. Análise do controle de qualidade da pavimentação da via de interligação entre as avenidas augusto franco e gasoduto, em Aracaju/SE. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 32., 2018, Gramado. **Anais[...]**. Gramado: Anpet, 2018. p. 1386 – 1397.

GOUVEA, Maria Aparecida; TOLEDO, Geraldo Luciano; RODRIGUES FILHO, Lino Nogueira. A avaliação da qualidade de serviços das rodovias do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, v. 8, n. 20, p.34-44, 2006.

KAMIGASHIMA, Jefferson; RAUTA, Leonardo. Sistema para coleta e disponibilização de dados de potenciais buracos em rodovias. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, Câmpus Gaspar, v. 12, n. 30, p.78-90, 2018.

MEDEIROS, Rafaela de Sousa et al. Avaliação das condições de conservação de pavimentos, drenagem e calçadas em vias da cidade de João Pessoa. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 32., 2018, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: Anpet, 2018. p. 1297 - 1308.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL et al. **Anuário Estatístico de Segurança Rodoviária**: 2010-2017. Brasil: MTPA, 2017.

MOREIRA, Marcelo Rasga et al. Mortalidade por acidentes de transporte de trânsito em adolescentes e jovens, Brasil, 1996-2015: cumprimos o ODS 3.6? **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 23, n. 9, p.2785-2796, set. 2018.

MOTTA, Nothon; MARTINS, Janete Rosa. Responsabilidade civil do Estado nos acidentes automobilísticos causados por buraco, valeta ou desnivelamento da rodovia. **Revista Direito e Justiça - Reflexões Sociojurídicas**, Erechim - Rs, n. 11, p.121-141, 2008.

PUGLIERO, Fernando. **Avaliação do estado de superfície de pavimentos**. Disponível em: <http://docplayer.com.br/42697334-Avaliacao-do-estado-de-superficie-de-pavimentos-rodovias-iii-upf-prof-fernando-pugliero.html>. Acesso em: 22 jul. 2019.

SANTOS, Ana Carolina Silverio dos; FONTENELE, Heliana Barbosa. Desenvolvimento de um índice simplificado de priorização para a manutenção de vias urbanas. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 32., 2018, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: Anpet, 2018. p. 1222 – 1225.



TRICHÊS, Glicério et al. Avaliação do desempenho de pavimentos com revestimento em camada singular e em camadas integradas. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 32., 2018, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: Anpet, 2018. p. 1242 – 1253.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA O LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO BR116

**Anexo B (normativo)**

Formulário para o levantamento visual contínuo

UF							Foto			
UNIT							de			
Ext. PAV	499860	Ext. EXEC	10Km	UNIT			Nº POSTALADO	1/0	MES ANO	Junho/2019
Cap. PAV	BR 116						Compr. do Pav.	-		
Cap. PAV							Compr. do Acostamento	-		
Início	149 Km						MR Nº	149 Km		
Fim	159 Km						MR Nº	159 Km		
							VMD	-		

SEGMENTO		FREQUENCIA DE DEFEITOS (A M.R. (12.5))										INF. COMPLEMENTARES		OBSERVAÇÕES
ICOMETHORM	Ext. P	TRINCAS			DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			REV	ESP	IDADE		
		TR	TJ	TB	AF	O	D	EX	E			ORIG	REST	
INICIO	FM													
28004	28005	149	150	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28005	28006	150	151	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28006	28007	151	152	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28007	28008	152	153	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28008	28009	153	154	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28009	28010	154	155	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28010	28011	155	156	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28011	28012	156	157	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28012	28013	157	158	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28013	28014	158	159	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

AF - Alveamento	D - Desgaste do Pavimento	REST - Idade da última restauração
O - Orlações	EX - Exsudação	REV - Tipo de Revestimento
E - Escorregamento do investimento bituminoso	R - Remeios	ESP - Espessura do Investimento
ICPF - Índice de Condições	MR - Marco Rodoviário	ORIG - Idade do Pav. Original

Assinatura: *[Handwritten Signature]*

Anexo C

Fonte: Autoria Própria (2019).

## APÊNDICE B – CÁLCULO DO IGGE BR116

Anexo C (normativo)													
Cálculo do IGGE													
MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)										Folha ( de 1	
Código PNV_ 0734*		Exc. PNV_ 4398,60		UNIT _____		Nº PISTA/LADO_ 2/0		MÊS/ANO_ 01/2019					
Largura da Pista _____													
Largura do Acostamento _____													
Trecho do PNV		Início_ 149 Km				MR Nº_ 149 Km							
		Fim_ 159 Km				VMD _____				MR Nº_ 159 Km			
SEGMENTO			TRINCAS				DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(F <sub>tr</sub> × P <sub>tr</sub> ) +
Nº do seg	Km Início	Km Fim	Extensão	F <sub>tr</sub> %	P <sub>tr</sub>	F <sub>tr</sub> x P <sub>tr</sub>	F <sub>des</sub> %	P <sub>des</sub>	F <sub>des</sub> x P <sub>des</sub>	F <sub>re</sub> m <sup>2</sup>	P <sub>re</sub>	F <sub>re</sub> x P <sub>re</sub>	(F <sub>tr</sub> × P <sub>tr</sub> ) + (F <sub>des</sub> × P <sub>des</sub> ) + F <sub>re</sub> IGGE
1	149	150	1 Km	80	0,45	6,75	10	0,60	6,00	25	1,00	25,00	83,00
2	150	151	1 Km	86	0,30	3,00	30	0,20	23,00	143	1,00	43,00	149,00
3	151	152	1 Km	72	0,30	3,00	20	0,70	24,00	32	1,00	32,00	97,80
4	152	153	1 Km	40	0,45	18,75	15	0,70	10,50	22	1,00	22,00	49,50
5	153	154	1 Km	70	0,45	6,75	10	0,60	6,00	6	1,00	6,00	52,50
6	154	155	1 Km	35	0,70	1,50	70	0,70	34,00	8	1,00	8,00	32,75
7	155	156	1 Km	10	0,30	3,00	10	0,60	6,00	1	0,70	0,70	9,70
8	156	157	1 Km	10	0,30	3,00	10	0,60	6,00	0	0,70	0,00	9,00
9	157	158	1 Km	5	0,70	3,00	10	0,60	6,00	2	0,70	1,40	8,90
10	158	159	1 Km	15	0,30	4,50	5	0,70	10,50	2	0,70	1,40	16,40

(Anexo D)

Fonte: Autoria Própria (2019).

### APÊNDICE C – QUADRO RESUMO BR116

**Anexo D (normativo)**

Quadro resumo

MT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS							Folha
DNIT	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTRUID							de
								1

Código PNV: BR 116 Ext. PNV: 499,20 UNIT: - Nº PISTALADO: 2/0 MÊS/ANO: Julho/2019  
 Início: 149 Km MR Nº: 142  
 Trecho do PNV: Fin: 159 Km VMD: - MR Nº: 159

Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					OBSERVAÇÕES
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			
						Valor	Cód.	Condição	
1	149	150	1 Km	2	83,00	8	E	Péssimo	
2	150	151	1 Km	3	149,90	10	E	Péssimo	
3	151	152	1 Km	1	97,30	10	E	Péssimo	
4	152	153	1 Km	1	49,50	5	D	Ruim	
5	153	154	1 Km	2	52,50	5	D	Ruim	
6	154	155	1 Km	2	32,25	3	C	Regular	
7	155	156	1 Km	3	9,20	1	B	Bom	
8	156	157	1 Km	4	9,00	0	A	Bom	
9	157	158	1 Km	4	8,90	0	A	Bom	
10	158	159	1 Km	4	16,40	0	A	Bom	

ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis  
 IGGE - Índice de Gravidade Global Expedido  
 IES - Índice do Estado da Superfície  
 \_\_\_\_\_ Índice geral

Fonte: Autoria Própria (2019).

APÊNDICE D – FORMULÁRIO PARA O LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO CE 263

SA DHT 008/2003 – PRO

### Anexo B (normativo)

Formulário para o levantamento visual contínuo

TÍT.							Folha	4
DNIT							de	1
Ext. PAV	Ext. EXEC	20 Km	UNIT	—	Nº INSTALADO	1/20	MES/ANO	09/14/2014
Indic. PAV	CC 263						Largura de Pista	—
Indic. de PAV	Piso						Largura de Acostamento	—
	1 Km						MR Nº	1 Km
	Fin						VMD	MR Nº
	1 Km							1 Km

L	K	M	FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B ou S)										INF. COMPLEMENTARES				OBSERVAÇÕES	
			TRINÇAS			DEFORMAÇÕES			OUTROS DEFEITOS				REV	ESP	IDADE			
			TR	TJ	TB	AF	O	D	EX	E	F	TRID			REST			
1	28023	28024	1	A	B	C	A	B	C	D	E	F						
2	28024	28025	1	A	B	C	A	B	C	D	E	F						
3	28025	28026	1	A	B	C	A	B	C	D	E	F						
4	28026	28027	1	A	B	C	A	B	C	D	E	F						
5	28027	28028	1	A	B	C	A	B	C	D	E	F						
6	28028	28029	1	A	B	C	A	B	C	D	E	F						
7	28029	28030	1	A	B	C	A	B	C	D	E	F						
8	28030	28031	1	A	B	C	A	B	C	D	E	F						
9	28031	28032	1	A	B	C	A	B	C	D	E	F						
10	28032	28033	1	A	B	C	A	B	C	D	E	F						

AF – Afundamento     
 D – Desgaste do Pavimento     
 REST – Modelo de última restauração

O – Ondulações     
 EX – Exatidão     
 REV – Tipo de Revestimento

E – Escoamento do investimento betuminoso     
 R – Remendo     
 ESP – Espessura do Revestimento

ICPF – Índice de Condições     
 MR – Marca Restolida     
 TRID – Modelo do Pav. Original

/Anexo C

Fonte: Autoria Própria (2019).

APÊNDICE E – CÁLCULO DO IGGE CE 263

**Anexo C (normativo)**

Cálculo do IGGE

MT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS										Folha
DNT	IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPÉDITO (CÁLCULO)										de
											1

Código PNV CE 263 Ext. PNV \_\_\_\_\_ UNIT \_\_\_\_\_ Nº PISTALADO 1/0 MÊSANO 5/10/2019

Largura da Pista \_\_\_\_\_

Largura do Acoçamento \_\_\_\_\_

Trecho do PNV Início 1 Km MR Nº 1 Km

Fim 11 Km VMD \_\_\_\_\_ MR Nº 11 Km

Nº do Seg	SEGMENTO			TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(F <sub>tr</sub> x P <sub>tr</sub> ) + (F <sub>de</sub> x P <sub>de</sub> ) = IGGE
	Km Início	Km Fim	Extensão	F <sub>tr</sub> %	P <sub>tr</sub>	F <sub>tr</sub> x P <sub>tr</sub>	F <sub>de</sub> %	P <sub>de</sub>	F <sub>de</sub> x P <sub>de</sub>	F <sub>re</sub> m²	P <sub>re</sub>	F <sub>re</sub> x P <sub>re</sub>	
1	1	2	1 Km	15	0,45	6,75	10	0,60	6,00	60	1,00	60,00	72,75
2	2	3	1 Km	10	0,30	3,00	10	0,60	6,00	82	1,00	82,00	91,00
3	3	4	1 Km	10	0,30	3,00	20	0,70	14,00	200	1,00	209,00	217,00
4	4	5	1 Km	35	0,45	15,75	15	0,70	10,50	156	1,00	186,00	182,25
5	5	6	1 Km	15	0,45	6,75	20	0,70	14,00	147	1,00	147,00	167,75
6	6	7	1 Km	5	0,30	1,50	20	0,70	14,00	186	1,00	186,00	203,50
7	7	8	1 Km	10	0,30	3,00	10	0,60	6,00	70	1,00	70,00	79,00
8	8	9	1 Km	10	0,30	3,00	5	0,60	3,00	55	1,00	55,00	63,00
9	9	10	1 Km	10	0,30	3,00	10	0,60	6,00	67	1,00	67,00	76,00
10	10	11	1 Km	5	0,30	1,50	5	0,60	3,00	36	1,00	36,00	40,50

Anexo D

Fonte: Autoria Própria (2019).

## APÊNDICE F – QUADRO RESUMO CE263

Anexo D (normativo)									
Quadro resumo									
MT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS								Folha
DNT	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO								de
Código PNV <u>CE 263</u> Ext. PNV _____ UNIT _____ Nº PISTALADO <u>1/D</u> MÊS/ANO <u>Seto/2019</u> Início <u>1 Km</u> MR Nº <u>1 Km</u> Tracço do PNV Fim <u>11 Km</u> VMD _____ MR Nº <u>11/1 Km</u>									
Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES
						Valor	Cod.	Condição	
1	1	2	1 Km	1	77,75	8	E	Péssimo	
2	2	3	1 Km	2	91,00	10	E	Péssimo	
3	3	4	1 Km	0	752,00	10	E	Péssimo	
4	4	5	1 Km	1	152,75	10	E	Péssimo	
5	5	6	1 Km	1	167,75	10	E	Péssimo	
6	6	7	1 Km	0	20350	10	E	Péssimo	
7	7	8	1 Km	2	79,00	8	E	Péssimo	
8	8	9	1 Km	3	61,00	7	D	Bom	
9	9	10	1 Km	2	76,00	6	E	Péssimo	
10	10	11	1 Km	3	40,50	4	C	Regular	

ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis  
 IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito  
 IES - Índice do Estado da Superfície

\_\_\_\_\_ Índice geral

Fonte: Autoria Própria (2019).