



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

IGOR NOGUEIRA ANGELO MUNIZ

**ESTUDO DOS ACIDENTES DA BR-101: TRECHO DO CONTORNO DO
RECIFE NO KM-55**

Recife
2017

IGOR NOGUEIRA ANGELO MUNIZ

**ESTUDO DOS ACIDENTES DA BR-101: TRECHO DO CONTORNO DO
RECIFE NO KM-55**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Departamento de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Pernambuco para
obtenção do Grau de Engenheiro Civil.

Área de Concentração: Engenharia
Civil/Estradas e Transportes

Orientador: Prof. Mauricio Renato Pina
Moreira

Recife
2017

Catálogo na Fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

M966e Muniz, Igor Nogueira Angelo.
Estudo dos acidentes da BR-101: trecho do contorno do Recife no KM-55 / Igor
Nogueira Angelo Muniz. - 2017.
63 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Renato Pina Moreira.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil, 2017.
Inclui Referências.

1. Engenharia Civil. 2. BR-101. 3. Contorno do Recife. 4. Condições
de uso da rodovia. 5. Acidentes ocorridos. 6. Relação de causa e efeito.
I. Moreira, Mauricio Renato Pina. (Orientador). III. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2017-315



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

CANDIDATO(S): 1 - IGOR NOGUEIRA ANGELO MUNIZ
2 -

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: PROF. MAURICIO RENATO PINA MORGINA
Examinador 1: PROF. FERNANDO JORJÃO DE VASCONCELOS
Examinador 2: PROF. MAURICIO OLIVEIRA DE ANDRADE

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

LOCAL: SALA DO DECV / UFPE
DATA: 31/08/2017 HORÁRIO DE INÍCIO: 17:30.

Em sessão pública, após exposição de cerca de 30 minutos, o(s) candidato(s) foi (foram) arguido(s) oralmente pelos membros da banca com NOTA: 9,0 (deixar 'Exame Final', quando for o caso).

1) **aprovado(s) (nota $\geq 7,0$)**, pois foi demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema da monografia e o texto do trabalho aceito.

As revisões observadas pela banca examinadora deverão ser corrigidas e verificadas pelo orientador no prazo máximo de 30 dias (o verso da folha da ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

O trabalho com nota no seguinte intervalo, $3,0 \leq \text{nota} < 7,0$, será reapresentado, gerando-se uma nota ata; sendo o trabalho aprovado na reapresentação, o aluno será considerado **aprovado com exame final**.

2) **reprovado(s). (nota $< 3,0$)**

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca e pelo(s) candidato(s).

Recife, 31 de Agosto de 2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, e não podia ser diferente, agradeço a DEUS e às duas pessoas mais importantes que passaram pela minha vida: minha mãe-Katia Maria Nogueira da Silva- e minha avó materna-Aldecy Vasconcelos. Minha, por tudo que ela representou e representa como modelo de valores, atitudes, e sabedoria, e, especialmente, por ter sentado comigo incontáveis dias da minha infância para me ensinar e me arguir as matérias do dia até o dia em que ela notou que eu tinha desenvolvido o gosto pelo estudo e pela busca do conhecimento, me deixando livre(porém supervisionado), portanto, para desenvolver minha forma de estudo e minha responsabilidade individual. Voinha, por me prover um amor e dedicação ilimitados e incondicionais desde o dia em que nasci. Vocês estão em cada pedaço de mim!

Agradeço a minha esposa-Ketlin Helenise dos Santos Ribas-, a meu pai-João Angelo Muniz-, a meu tio-avô materno-Fernando Antônio Ribeiro de Vasconcelos- e a minha prima (tia)-Maria do Socorro Menezes Pinto- por terem me apoiado e incentivado a concluir minha graduação nesse período difícil de minha vida, apesar das adversidades.

Agradeço ao meu orientador, prof. Mauricio Renato Pina Moreira, pela paciência e disponibilidade de ajudar nesse processo de graduação.

Por fim, agradeço a todos os meus familiares e amigos (especialmente aos meus amigos Tasso Ferreira de Lima Neto e Luiz Gustavo Oliveira Pessoa de Melo por terem ajudado na fase de coleta dos dados) que, direta ou indiretamente, participaram do meu desenvolvimento até este ponto.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso constitui uma parte da macro pesquisa iniciada pelo professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Mauricio Renato Pina Moreira, no ano de 2012, a fim de relacionar as condições de uso da rodovia interestadual “BR-101”, no trecho que contorna a Região Metropolitana do Recife (“Contorno do Recife”), com a grande quantidade de acidentes ocorridos nesse trecho, segundo o “DPRF”. O objeto de estudo do presente trabalho é, portanto, o km 55 da BR-101 no estado de Pernambuco, o qual teve sua condição de uso analisada (com base nos procedimentos e parâmetros determinados pelas normas DNIT 060/2004 – PRO, DNIT 061/2004 – TER e DNIT 062/2004 – PRO) e comparada com a quantidade e com o tipo dos acidentes ocorridos (com base nas planilhas anuais de registro de acidentes feitas e abastecidas pelo Departamento da Polícia Rodoviária Federal), para estabelecer a relação de causa e efeito possível e, assim, possibilitar maior rigor na manutenção de condições mínimas que garantam a segurança nas rodovias.

Palavras Chave: BR-101. Contorno do Recife. Condições de uso da rodovia. Acidentes ocorridos. Relação de causa e efeito.

ABSTRACT

The present work is a part of the macro research initiated by the professor of the Department of Civil Engineering of the Federal University of Pernambuco, Mauricio Renato Pina Moreira, in the year 2012, in order to relate the conditions of use of the interstate highway "BR -101 ", in the section surrounding the Metropolitan Region of Recife (" Contour of Recife "), with the large number of accidents occurred in this stretch, according to the " DPRF ". The object of study of the present work is therefore the km 55 of the BR-101 in the state of Pernambuco, which had its condition of use analyzed (based on the procedures and parameters determined by the norms DNIT 060/2004 - PRO, DNIT 061 / 2004 - TER and DNIT 062/2004 - PRO) and compared to the number and type of accidents occurred (based on the annual accident record sheets made and supplied by the Department of the Federal Highway Police), to establish the cause and effect possible and, thus, make it possible to maintain more stringent conditions in order to guarantee safety on the highways.

Keywords: BR-101. Contour of the Recife. Conditions of use of the highway. Accidents occurred. Cause and effect relationship.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Percurso da BR-101. (Fonte: BIT).....	12
Figura 2 - Ilustração de placas, juntas, separação das pistas de rolamento e grande reparo. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	14
Figura 3 - Localização do km-55 da BR-101/PE. (Fonte: <i>Google Earth</i>)	15
Figura 4 - Início do km-55, visto da pista com sentido decrescente. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)	16
Figura 5 - Início do km-55, visto da pista com sentido crescente. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)	16
Figura 6 - Fim do km-55, visto da pista com sentido crescente. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)	17
Figura 7 - Ficha de Inspeção padrão (Fonte: Norma DNIT 060/2004 - PRO).....	19
Figura 8 - Desnível Pavimento-Acostamento com grau de severidade alto, em trechos do km-55 Sul-Norte. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)	23
Figura 9 - Fissuras lineares com graus de severidade baixo e médio, em placas de concreto do km-55 Sul-Norte. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)	24
Figura 10 - "Grandes Reparos" com graus de severidade baixo e médio, em placas de concreto do km-55 Sul-Norte. (Fonte: Muniz, Igor N. A.).....	25
Figura 11 - Desgaste na placa de concreto, mostrando os agregados, no km-55 Sul-Norte. (Fonte: Muniz, Igor N. A.).....	26
Figura 12 - Desnível Pavimento-Acostamento com graus de severidade alto e médio, em trechos do km-55 Norte-Sul. (Fonte: Muniz, Igor N. A.).....	28
Figura 13 - "Grandes Reparos" com graus de severidade baixo, médio e alto, em placas de concreto do km-55 Norte-Sul. (Fonte: Muniz, Igor N. A.).....	29
Figura 14 - "Desgaste Superficial" na placa de concreto, mostrando os agregados, no km-55 Norte-Sul. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)	30
Figura 15 - Escala para atribuição de conceito. (Fonte: Norma DNIT 062/2004-PRO, anexo B).....	34
Figura 16 - Ficha de inspeção com "ICP" calculado e conceito definido. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	35
Figura 17 - Placa de informação turística e falta de placa alertando para acesso a "Jardim Paulista" à direita. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	39
Figura 18 - Marcas de frenagem brusca no acesso a "Jardim Paulista". (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	39

Figura 19 - Acesso à BR-101 sentido norte-sul sem sinalização vertical alertando. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	40
Figura 20 - Placa de sinalização educativa no acostamento à esquerda da pista sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	40
Figura 21 - Placa em condição boa à esquerda e apagada à direita do km-55 sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	41
Figura 22 - Sinalização horizontal degradada no km-55 sentido sul-norte. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	42
Figura 23 - Sinalização horizontal degradada ou inexistente no km-55 sentido sul-norte. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	42
Figura 24 - Sinalização horizontal inexistente no km-55 sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	43
Figura 25 - Sinalização horizontal degradada ou inexistente no km-55 sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	43
Figura 26 - Acostamento interno BR-101/PE no km-55 sentido sul-norte. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	44
Figura 27 - Acostamento externo BR-101/PE no km-55 sentido sul-norte. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	45
Figura 28 - Acostamento interno da BR-101/PE no km-55 sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	45
Figura 29- Acostamento externo da BR-101/PE no km-55, sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	46
Figura 30 - Comparativo entre planta original e imagem de satélite atual da geometria do km-55. (Fontes: DNER e Google Earth.).....	47
Figura 31 - Planta e perfil originais do km-55. . (Fonte: DNER.).....	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Exemplo de Ábaco para obtenção do valor deduzível. (Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO, anexo A.).....	32
Gráfico 2 - Obtenção dos valores deduzíveis corrigidos. (Fonte: Norma DNIT 062/2004-PRO, anexo A)	33
Gráfico 3 - Percentual da quantidade de acidentes das “BR’s” mais violentas. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	51
Gráfico 4 - Quantidade total de acidentes das "BR's" mais violentas. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	51
Gráfico 5 - Quantidade total de acidentes com feridos graves das "BR's" mais violentas. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	52
Gráfico 6 - Quantidade total de acidentes com mortos das "BR's" mais violentas. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	52
Gráfico 7 - Densidade de acidentes das 10 piores "BR's". (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	53
Gráfico 8 - Densidade de acidentes na "BR-101". (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	54
Gráfico 9 - Percentual de acidentes, por subtrecho, do km-55. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	56
Gráfico 10 - Percentual de acidentes do km-55, por tipo. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	56
Gráfico 11 - Percentual de acidentes do km-55 sentido sul-norte, por tipo de acidente. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	58
Gráfico 12 - Percentual de acidentes do km-55 sentido sul-norte, por subtrecho. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	59
Gráfico 13 - Percentual de acidentes do km-55 sentido norte-sul, por tipo de acidente. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	60
Gráfico 14 - Percentual de acidentes do km-55 sentido norte-sul, por subtrecho. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de Defeitos do Pavimento com numeração correspondente. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)	21
Tabela 2 - Defeitos com respectivos graus de severidade e quantidades. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)	21
Tabela 3 - Defeitos com respectivos graus de severidade e quantidades. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)	27
Tabela 4 - "ICP" e conceito das amostras e do trecho. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	36
Tabela 5 - "ICP" e conceito das amostras e do trecho norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	37
Tabela 6 - Cálculo do "ICP" e atribuição de conceito do km-55. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	37
Tabela 7 - Fragmento inicial de planilha oficial do "DPRF" referente aos acidentes acontecidos no ano de 2007. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	50
Tabela 8 - Fragmento inicial de planilha oficial do "DPRF" referente aos acidentes acontecidos no ano de 2007. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	50
Tabela 9 - Quantidade e densidade de acidentes da "BR-101" nos estados cortados por ela. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	53
Tabela 10 - Distribuição de acidentes por tipo e por subtrecho do km-55. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)	55
Tabela 11 - Distribuição de acidentes por tipo e por subtrecho do km-55 sentido sul-norte. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	57
Tabela 12 - Distribuição de acidentes por tipo e por subtrecho do km-55 sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.).....	59

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	PAVIMENTO	13
2.1.	DEFINIÇÃO.....	13
2.2.	CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS	13
3.	LOCALIZAÇÃO	14
3.1.	QUILOMETRAGEM DAS RODOVIAS	14
3.2.	KM-55	15
3.2.1.	Início Do Trecho	15
3.2.2.	Fim Do Trecho	16
4.	AVALIAÇÃO DE PAVIMENTO RÍGIDO	17
4.1.	INSPEÇÃO VISUAL.....	17
4.1.1.	Definição Dos Trechos Da Rodovia	18
4.1.2.	Determinação Do Tipo De Inspeção	18
4.1.3.	Levantamento Dos Defeitos Visíveis	19
4.1.4.	Catálogo Dos Dados Coletados Na Inspeção	19
4.2.	AVALIAÇÃO OBJETIVA	20
4.2.1.	Índice De Condição Do Pavimento (Icp)	20
4.2.2.	Fases Da Avaliação Objetiva	20
4.2.2.1.	Análise Dos Dados Obtidos Em Inspeção.....	20
4.2.2.1.1.	<i>Sentido Sul-Norte</i>	21
4.2.2.1.2.	<i>Sentido Norte-Sul</i>	27
4.2.2.2.	Cálculo Dos Índices De Condição Do Pavimento (Icp's) E Atribuição De Conceitos	31
4.2.2.2.1.	<i>Trecho Sul-Norte</i>	36
4.2.2.2.2.	<i>Trecho Norte-Sul</i>	36
4.2.2.2.3.	<i>Km-55 Completo</i>	37
5.	SINALIZAÇÃO	38
5.1.	SINALIZAÇÃO VERTICAL	38
5.2.	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	41
6.	ACOSTAMENTO	44
7.	GEOMETRIA DO TRECHO	47
8.	ACIDENTES	49
8.1.	OBTENÇÃO DOS DADOS.....	49
8.2.	BR-101	50
8.3.	CONTORNO DO RECIFE	53
8.4.	KM-55	54
8.4.1.	Sentido Sul-Norte	57
8.4.2.	Sentido Norte-Sul	59
9.	CONCLUSÃO	62
	REFERÊNCIAS	63

1. INTRODUÇÃO

A BR-101 é uma rodovia federal, longitudinal do Brasil. Seu ponto inicial está localizado na cidade de Touros (Rio Grande do Norte) e o final, na cidade de São José do Norte (Rio Grande do Sul).

Entre esses dois pontos, ela atravessa doze estados brasileiros: Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em toda sua extensão ela passa por praticamente todo o litoral leste do Brasil e é denominada, oficialmente, Rodovia Governador Mário Covas.

No trecho incompleto entre Peruíbe (SP) e Garuva (SC), a BR-101 é sobreposta às rodovias BR-116 (Rodovia Régis Bittencourt) e BR-376. Esses trechos são computados na quilometragem total da rodovia pelo Ministério dos Transportes, fazendo dela a rodovia mais extensa do país.

Esta rodovia chama a atenção pelo grande contraste entre sua gigantesca importância para o país (já que ela liga os extremos norte e sul) e as péssimas condições de uso que ela apresenta ao longo de grande parte de sua extensão, especialmente na região Nordeste, onde se encontra o chamado “Contorno do Recife” (do km-51,6 ao km-82,3 da BR-101 no estado de Pernambuco). Nesse trecho, segundo os dados fornecidos pelo DPRF (Departamento da Polícia Rodoviária Federal), são encontradas as maiores taxas de acidentes por unidade de quilômetro da rodovia, o que fez surgir, portanto, a motivação para o desenvolvimento de uma pesquisa com a finalidade de investigar as possíveis relações entre essas condições da rodovia e os acidentes.

O presente trabalho de conclusão de curso utilizou as normas DNIT 060/2004 – PRO, DNIT 061/2004 – TER e DNIT 062/2004 – PRO como referência para estabelecer o tipo de inspeção, os procedimentos da inspeção, identificação dos defeitos do pavimento rígido do trecho vistoriado, seus graus de severidade, catalogação dos dados coletados em campo, cálculos dos valores deduzíveis, do índice de condição do pavimento (ICP) e classificação do trecho. Também teve como referência os registros de acidentes do DPRF para investigar e comparar as diferenças na quantidade e nos tipos de acidentes do KM-55 e subtrechos, podendo, assim, verificar as possíveis relações.



Figura 1 - Percurso da BR-101. (Fonte: BIT)

2. PAVIMENTO

2.1. DEFINIÇÃO

Segundo o Manual de pavimentações do DNIT 2006, “pavimento de uma rodovia é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço considerado teoricamente como infinito - a infraestrutura ou terreno de fundação-, o qual é designado de subleito.

O subleito, limitado assim superiormente pelo pavimento, deve ser estudado e considerado até a profundidade onde atuam, de forma significativa, as cargas impostas pelo tráfego.

O pavimento, por injunções de ordem técnico-econômicas é uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e deformabilidades são colocados em contato resultando aí um elevado grau de complexidade no que diz respeito ao cálculo de tensões e deformações atuantes nas mesmas resultantes das cargas impostas pelo tráfego.”

2.2. CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS

De acordo com o Manual de pavimentação do DNIT 2006, podemos classificar os pavimentos em três tipos, são eles:

A. 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.

B. 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.

C. 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.

O km-55 da BR-101/PE (foco do nosso estudo), que integra o “Contorno do Recife”, é dividido em duas pistas de rolamento, uma no sentido norte-sul (crescente) e outra no sentido sul-norte (decrecente), separadas majoritariamente por defensas e vegetação. Cada pista contém duas faixas de rolamento formadas, cada uma, por uma

placa de concreto de 3,6 metros de largura, 6 metros de comprimento e separadas por juntas de dilatação.



Figura 2 - Ilustração de placas, juntas, separação das pistas de rolamento e grande reparo.
(Fonte: Muniz, Igor N.A.)

A quantidade de placas em cada pista de rolamento, ao longo dos 1000 metros do km-55, é de aproximadamente 332 placas, totalizando 664 placas de concreto nos dois sentidos.

Apesar de conter partes inteiramente revestidas em pavimento flexível, o trecho que constitui objeto de nosso estudo foi construído em pavimento rígido. Essas partes são, na verdade, resultado de reparos gigantes feitos ao longo do tempo.

3. LOCALIZAÇÃO

3.1. QUILOMETRAGEM DAS RODOVIAS

A quilometragem das rodovias não é cumulativa de uma unidade da federação para a outra, logo, toda vez que uma rodovia inicia dentro de uma nova unidade da federação, sua quilometragem começa novamente a ser contada a partir de zero. O sentido da quilometragem segue sempre o sentido descrito na divisão em trechos do “Plano Nacional de Viação” e, resumidamente, para o presente estudo, segue o sentido de quilometragem das rodovias longitudinais, as quais são crescentes do norte para o sul. As únicas exceções deste caso são as BR-163 e BR-174, que tem o sentido crescente do sul para o norte.

3.2. KM-55

O trecho objeto do presente estudo está localizado dentro do contorno da Região Metropolitana de Recife, que vai do km-51,6 ao km-82,3 da BR-101/PE. Ele tem início no km-55 e tem extensão de 1000 metros, indo até o início do km-56.

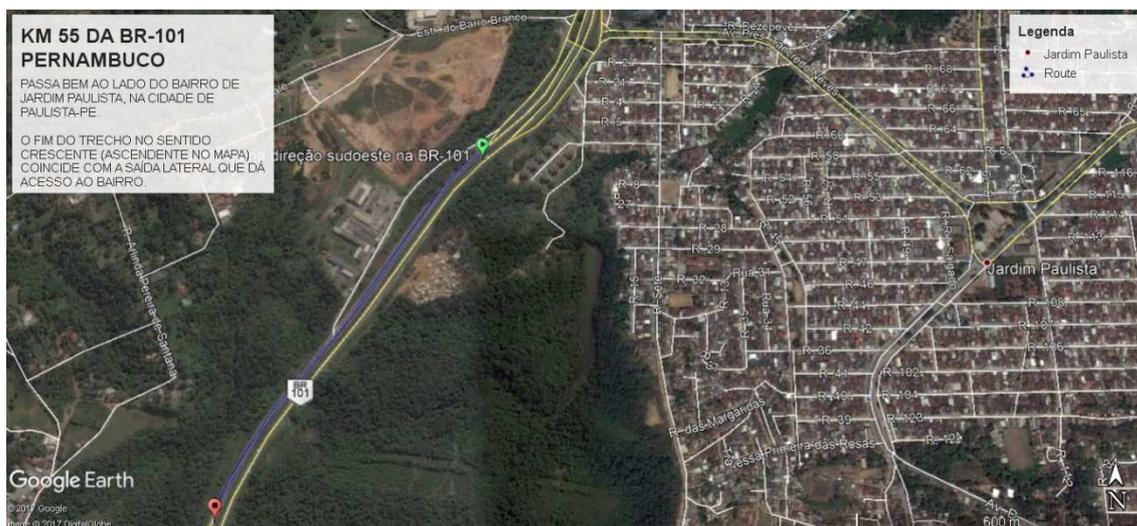


Figura 3 - Localização do km-55 da BR-101/PE. (Fonte: Google Earth)

Como não havia nenhum tipo de placa indicativa do início do km-55, foi necessário verificar a placa indicativa do km-54 e contar 1 km no contador de quilometragem do carro para definir o início, o que foi corroborado por uma verificação complementar feita na página do *Google Maps*.

Outra observação importante é que, no sentido sul-norte (decrecente), o tráfego de veículos entra no km-55 pelo final e vai até o início, pois as rodovias longitudinais têm contagem crescente no sentido norte sul, o que faz com que as imagens do mesmo ponto sejam em sentidos opostos tanto no começo quanto no fim do trecho estudado.

3.2.1. Início Do Trecho

Está situado próximo à alça que dá acesso ao bairro de Jardim Paulista, na cidade de Paulista-PE.



Figura 4 - Início do km-55, visto da pista com sentido decrescente. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)



Figura 5 - Início do km-55, visto da pista com sentido crescente. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)

3.2.2. Fim Do Trecho

O final do km-55 está situado a cerca de 300 metros do “*Kennel Club* de Pernambuco”, do motel “*Signus*” e da “*Natto Alimentos*”.

Ao contrário do início do trecho, tem uma placa indicando o início do próximo quilômetro (o km-56 e, portanto, o fim do km-55) no acostamento da pista de rolamento do sentido crescente (norte-sul). Essa placa, da mesma forma que muitas outras, não está rigorosamente localizada no início do km-56 (como se pode verificar através da

contagem dos quilômetros pelo contador do carro ou até mesmo pela página do *Google Maps*), mas está bem próxima.



Figura 6 - Fim do km-55, visto da pista com sentido crescente. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)

4. AVALIAÇÃO DE PAVIMENTO RÍGIDO

A avaliação de um pavimento rígido é feita com base nos procedimentos e parâmetros determinados pelas normas DNIT 060/2004 – PRO, DNIT 061/2004 – TER e DNIT 062/2004 – PRO e podem ser macroscopicamente resumidas em:

1. Inspeção visual e;
2. Avaliação objetiva.

4.1. INSPEÇÃO VISUAL

Com base na norma DNIT 060/2004 – PRO, podemos dizer que o procedimento de inspeção visual tem como objetivo a coleta, em campo, das informações necessárias para a posterior avaliação do pavimento no que diz respeito à segurança, ao conforto e ao escoamento do tráfego, a fim de estabelecer seu conceito final, o qual é usado para a definição de políticas de prevenção, manutenção e reparo do mesmo.

A norma DNIT 060/2004 – PRO estabelece as seguintes fases da inspeção de pavimentos rígidos:

- a) definição dos trechos da rodovia;
- b) determinação do tipo de inspeção;

- c) levantamento dos defeitos visíveis;
- d) catalogação dos dados coletados na inspeção.

4.1.1. Definição Dos Trechos Da Rodovia

Segundo a norma DNIT060/2004 – PRO, “a definição dos trechos da rodovia a serem inspecionados é da competência do engenheiro responsável pela inspeção. A escolha dos trechos deverá ser baseada em:

- a) dados sucintos de campo;
- b) informações de escritório ou do cadastro documental;
- c) indícios que mostrem a necessidade da inspeção em determinados trechos.”.

No caso específico do presente estudo, o macro trecho foi definido pelo professor da Universidade Federal de Pernambuco e seus quilômetros, distribuídos pelos alunos concluintes da graduação em Engenharia Civil.

4.1.2. Determinação Do Tipo De Inspeção

Segundo a norma DNIT 060/2004 – PRO, existem dois tipos de inspeção quanto à extensão: a inspeção em todo o trecho e a inspeção por amostragem.

A inspeção em todo o trecho é a realizada em todas as amostras de um trecho e, por ser muito dispendiosa em termos de pessoal e de tempo, só deverá ser executada no caso de rodovias de pequena extensão ou quando se tratar de estabelecimento de contratos de manutenção ou de reparos, pois, há a necessidade, neste último caso, do levantamento exato da quantidade, dos tipos e da extensão dos defeitos existentes no trecho.

Já a inspeção por amostragem é aquela em que apenas um determinado número de amostras de um trecho são inspecionadas, fazendo com que ela apresente maior economia de meios e maior rapidez.

No caso do presente estudo, foi utilizada a inspeção em todo o trecho, pois havia a grande necessidade do levantamento exato da quantidade, dos tipos e da extensão dos defeitos existentes no trecho para o fiel cálculo dos parâmetros de condição do pavimento e estabelecimento do conceito do trecho, os quais serão posteriormente relacionados com os acidentes ocorridos.

4.1.3. Levantamento Dos Defeitos Visíveis

Tomando como base a norma DNIT 060/2004 – PRO, as placas de concreto que compõem o km-55 da BR-101/PE foram identificadas e cuidadosamente inspecionadas para que fosse possível coletar as seguintes informações:

a) tipos de defeitos:

Cada defeito foi identificado e descrito, conforme a norma DNIT 061/2004-TER.

b) graus de severidade:

Cada defeito foi classificado de acordo com o seu grau de severidade, conforme Anexo E da norma DNIT 060/2004 – PRO.

c) número de placas afetadas por um determinado tipo de defeito na amostra.

4.1.4. Catalogação Dos Dados Coletados Na Inspeção

Os dados coletados na inspeção foram lançados em fichas de inspeção, as quais comportam 20 placas cada, conforme Anexo G da norma DNIT 060/2004 – PRO.

NORMA DNIT 060/2004 – PRO 18

Anexo G (normativo)

Ficha de inspeção

BR: _____ TRECHO: _____ DATA _____ Folha _____ / _____

AMOSTRA ADICIONAL? (SIM) (NÃO) AMOSTRA Nº _____ MEDIDA / PLACA (m) _____

Nº PÁGINAS : _____ Nº DE ANEXOS : _____ CHEFE DA EQUIPE : _____

ASSINATURA DO ENGº RESPONSÁVEL : _____

TIPOS DE DEFEITOS	
10	1 . Alçamento de placas
	2 . Fissura de canto
	3 . Placa dividida
	4 . Degrau de junta
9	5 . Defeito na selagem das juntas
	6 . Desnível pavimento acostamento
	7 . Fissuras lineares
8	8 . Grandes reparos
	9 . Pequenos reparos
	10 . Desgaste superficial
	11 . Bombeamento
	12 . Quebras localizadas
	13 . Passagem de nível
	14 . Rendilhado e escamação
	15 . Fissuras de retração plástica
	16 . Quebra de canto
	17 . Esborcinamento de juntas
	18 . Placa ballarina

7	TIPOS DE DEFEITOS	GRAUS DE SEVERIDADE	Nº DE PLACAS AFETADAS	% DE PLACAS AFETADAS	VALOR DEDUZÍVEL
6					
5					
4					
3					
2					
1					
	VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				
	VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				
	IPC = 100 - VDC = _____ CONCEITO _____				

_____/Anexo H

Figura 7 - Ficha de Inspeção padrão (Fonte: Norma DNIT 060/2004 - PRO)

4.2. AVALIAÇÃO OBJETIVA

Segundo a norma DNIT 062/2004–PRO, “Consiste em uma avaliação da condição estrutural do pavimento baseada na determinação do ICP "Índice de Condição do pavimento".”.

4.2.1. Índice De Condição Do Pavimento (Icp)

“Medida da condição estrutural do pavimento, capaz de fornecer ao engenheiro de pavimentação informações para a verificação das condições da rodovia e para o estabelecimento de políticas de manutenção, prevenção e de recuperação” de acordo com a norma DNIT 062/2004–PRO.

No caso específico do presente estudo, será utilizado o “ICP” para verificar a condição da rodovia e estabelecer a possível relação entre esta condição e os acidentes ocorridos nela.

4.2.2. Fases Da Avaliação Objetiva

A norma do DNIT estabelece cinco fases constituintes da avaliação objetiva dos pavimentos a fim de respaldar formalmente a execução de serviços de prevenção, manutenção e reparação dos pavimentos rígidos de concreto, no entanto, como o objetivo do presente trabalho não é o mesmo da norma, executou-se essa avaliação nas três primeiras fases, as quais são:

1. Análise dos dados obtidos em inspeção;
2. Cálculo dos Índices de Condição do Pavimento (ICP);
3. Atribuição de conceitos.

4.2.2.1. Análise Dos Dados Obtidos Em Inspeção

A análise dos dados de todas as placas do trecho km-55 da rodovia BR-101/PE, coletados em inspeção visual já anteriormente detalhada, foi realizada nos dois sentidos do trecho, contemplando, portanto, o todo.

Relacionou-se cada um dos defeitos do pavimento com um número e, cada grau de severidade com uma letra, conforme o que segue, para que fosse possível simplificar a visualização dos defeitos, seus respectivos graus de severidade e quantidades em cada sentido do trecho em estudo.

TIPOS DE DEFEITOS	
1. ALÇAMENTO DE PLACAS	11. BOMBEAMENTO
2. FISSURA DE CANTO	12. QUEBRAS LOCALIZADAS
3. PLACA DIVIDIDA	13. PASSAGEM DE NÍVEL
4. DEGRAU DE JUNTA	14. RENDILHADO E ESCAMAÇÃO
5. DEFEITO NA SELAGEM DAS JUNTAS	15. FISSURA DE RETRAÇÃO PLÁSTICA
6. DESNÍVEL PAVIMENTO-ACOSTAMENTO	16. QUEBRA DE CANTO
7. FISSURA LINEAR	17. ESBORCINAMENTO DE JUNTAS
8. GRANDES REPAROS	18. PLACA BAILARINA
9. PEQUENOS REPAROS	19. Assentamento
10. DESGASTE SUPERFICIAL	20. Buracos

Tabela 1 - Tipos de Defeitos do Pavimento com numeração correspondente. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)

Os graus de severidade aplicados, de acordo com o anexo E da norma DNIT 060/2004 – PRO, são baixo (B), médio (M) e alto (A).

4.2.2.1.1. Sentido Sul-Norte

O trecho, no sentido analisado, tem extensão de um quilômetro, sendo composto por duas faixas de 3,60m, o que totaliza uma largura de 7,20m da via. Cada placa possui, em média, um comprimento de 6,00m, totalizando 332 placas analisadas, sendo estas agrupadas em amostras (contendo 20 placas) numeradas em ordem crescente no sentido Recife-Paulista.

DEFEITOS																															
1			2			3			4			5			6			7			8			9			10				
B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	M	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	-
0	0	0	3	1	0	0	0	1	1	9	3	0	-	69	55	27	104	60	6	89	83	17	73	2	0	0	121				
0			4			2			12			0	151			170			189			75						121			
11			12			13			14			15			16			17			18			19			20				
B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	-	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	-
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0			1			0			0			1	0			3			0			0			0			0			

Tabela 2 - Defeitos com respectivos graus de severidade e quantidades. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)

Como é possível constatar, os defeitos mais presentes no sentido Sul-Norte são:

1. O “Desnível Pavimento-Acostamento”, representado pelo número 6, acomete 45,48% das placas;
2. A “Fissura Linear”, representada pelo número 7, acomete 51,20% das placas;
3. O “Grande Reparo”, representado pelo número 8, acomete 56,93% das placas;
4. O “Desgaste Superficial”, representado pelo número 10, acomete 36,45% das placas.

Segundo a norma DNIT 061/2004-TER, “Desnível Pavimento-Acostamento é o degrau formado entre o acostamento e a borda do pavimento, geralmente acompanhado de uma separação dessas bordas”.

Especial atenção deve ser dada aos desníveis com grau de severidade alto (A), pois podem causar acidentes graves.

Segundo a norma DNIT 061/2004-TER, “Fissuras lineares” são “fissuras que atingem toda a espessura da placa de concreto, dividindo-a em duas ou três partes. Quando as fissuras dividem a placa em quatro ou mais partes, o defeito é denominado de “placa dividida”.”.

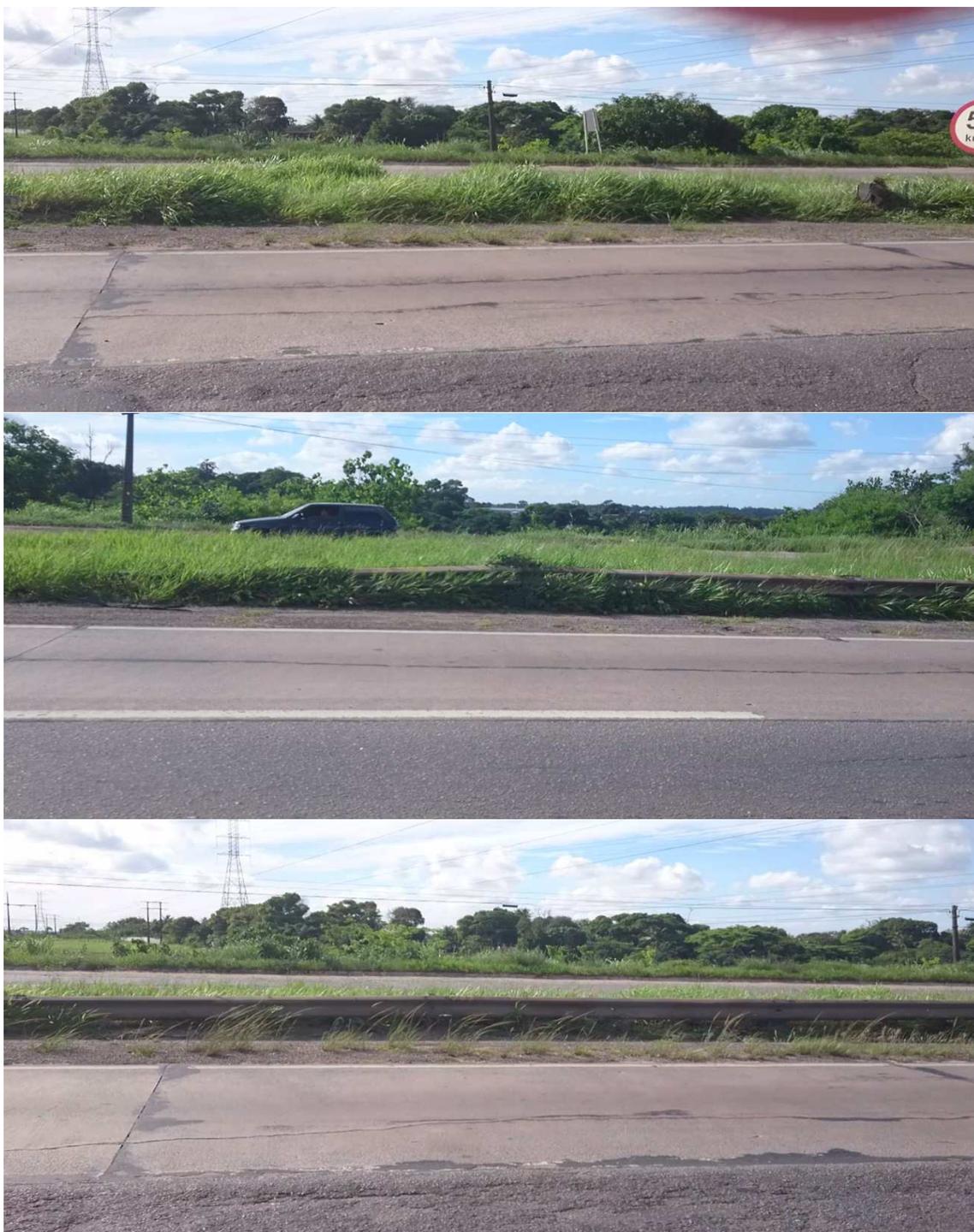


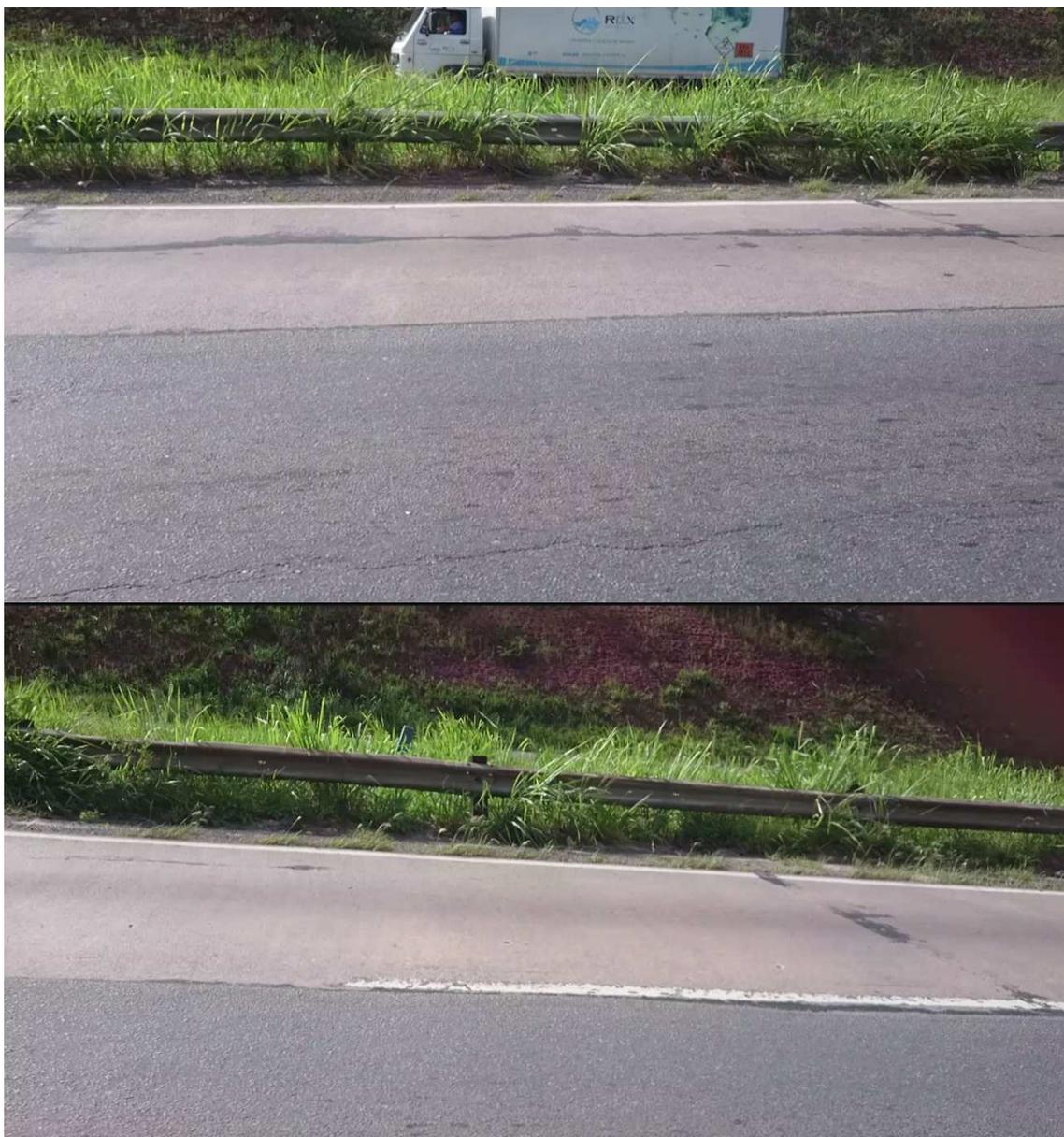
Figura 9 - Fissuras lineares com graus de severidade baixo e médio, em placas de concreto do km-55 Sul-Norte. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)

Segundo a norma DNIT 061/2004-TER, “entende-se como ‘grande reparo’ uma área de pavimento original maior que 0,45m², que foi removida e posteriormente preenchida com um material de enchimento.”.



Figura 10 - "Grandes Reparos" com graus de severidade baixo e médio, em placas de concreto do km-55 Sul-Norte. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)

Segundo a norma DNIT 061/2004-TER, “caracteriza-se ‘desgaste superficial’ pelo deslocamento de argamassa superficial, fazendo com que os agregados aflorem na superfície do pavimento e com o tempo fiquem com a superfície polida.”.



**Figura 11 - Desgaste na placa de concreto, mostrando os agregados, no km-55 Sul-Norte.
(Fonte: Muniz, Igor N. A.)**

4.2.2.1.2. Sentido Norte-Sul

O trecho analisado tem extensão de um quilômetro, sendo composto por duas faixas de 3,60m, o que totaliza uma largura de 7,20m da via. Cada placa possui, em média, um comprimento de 6,00m, totalizando 332 placas analisadas, sendo estas agrupadas em amostras numeradas em ordem crescente no sentido Paulista-Recife.

DEFEITOS - SENTIDO NORTE-SUL									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B M A	B M A	B M A	B M A	M	B M A	B M A	B M A	B M A	-
0 0 0	1 0 0	0 1 0	1 1 1	-	64 43 34	17 1 0	92 110 1	12 28 3	183
0	1	1	3	-	141	18	203	43	183
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-	B M A	B M A	B M A	-	B M A	B M A	B M A	B M A	-
1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 3 - Defeitos com respectivos graus de severidade e quantidades. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)

Como é possível constatar, os defeitos mais presentes no sentido Sul-Norte são:

1. O “Desnível Pavimento-Acostamento”, representado pelo número 6, acomete 42,47% das placas;
2. O “Grande Reparo”, representado pelo número 8, acomete 61,14% das placas;
3. O “Desgaste Superficial”, representado pelo número 10, acomete 55,12% das placas.

Segundo a norma DNIT 061/2004-TER, “Desnível Pavimento-Acostamento é o degrau formado entre o acostamento e a borda do pavimento, geralmente acompanhado de uma separação dessas bordas”.

Especial atenção deve ser dada aos desníveis com grau de severidade alto (A), pois podem causar acidentes graves.



Figura 12 - Desnível Pavimento-Acostamento com graus de severidade alto e médio, em trechos do km-55 Norte-Sul. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)

Segundo a norma DNIT 061/2004-TER, “entende-se como ‘grande reparo’ uma área de pavimento original maior que 0,45m², que foi removida e posteriormente preenchida com um material de enchimento.”.



Figura 13 - "Grandes Reparos" com graus de severidade baixo, médio e alto, em placas de concreto do km-55 Norte-Sul. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)

Segundo a norma DNIT 061/2004-TER, “caracteriza-se ‘desgaste superficial’ pelo deslocamento de argamassa superficial, fazendo com que os agregados aflorem na superfície do pavimento e com o tempo fiquem com a superfície polida.”.



Figura 14 - "Desgaste Superficial" na placa de concreto, mostrando os agregados, no km-55 Norte-Sul. (Fonte: Muniz, Igor N. A.)

4.2.2.2. Cálculo Dos Índices De Condição Do Pavimento (Icp's) E Atribuição De Conceitos

O cálculo dos “ICP's” e atribuição dos conceitos são de fundamental importância no processo de avaliação dos pavimentos rígidos, pois é ele quem transforma a interpretação das condições do pavimento de subjetiva e individual para uma forma objetiva referenciada em norma.

A norma DNIT 062/2004 – PRO é que estabelece o procedimento para esse cálculo e para a atribuição de conceitos, portanto, é com base nela que se pôde resumir o processo da seguinte forma:

1. Tendo em vista que, nessa fase da avaliação, já se contava com todas as fichas de inspeção das amostras preenchidas e com a contagem dos defeitos (com cada grau contado separadamente) feitas, calculou-se o percentual das placas atingidas por cada um dos defeitos em relação ao total de placas de cada amostra;
2. Utilizando-se dos ábacos constantes do anexo A da referida norma, e tendo os valores percentuais de cada defeito em relação à sua amostra, foram encontrados os valores deduzíveis dos mesmos;
3. Foram somados todos esses valores deduzíveis encontrados na amostra, resultando no valor deduzível total;
4. Valendo-se do ábaco existente no fim do anexo A da mesma norma, calculou-se o valor deduzível corrigido (VDC) da amostra, sem esquecer de levar em conta o “fator q” explicado no citado anexo;
5. De posse desse valor deduzível corrigido (VDC) da amostra, o valor do ICP foi calculado por $ICP=100-VDC$.
6. Por fim, estabeleceu-se o conceito de cada uma das amostras através da tabela de classificação existente no anexo B e repetiu-se o processo pra cada amostra.

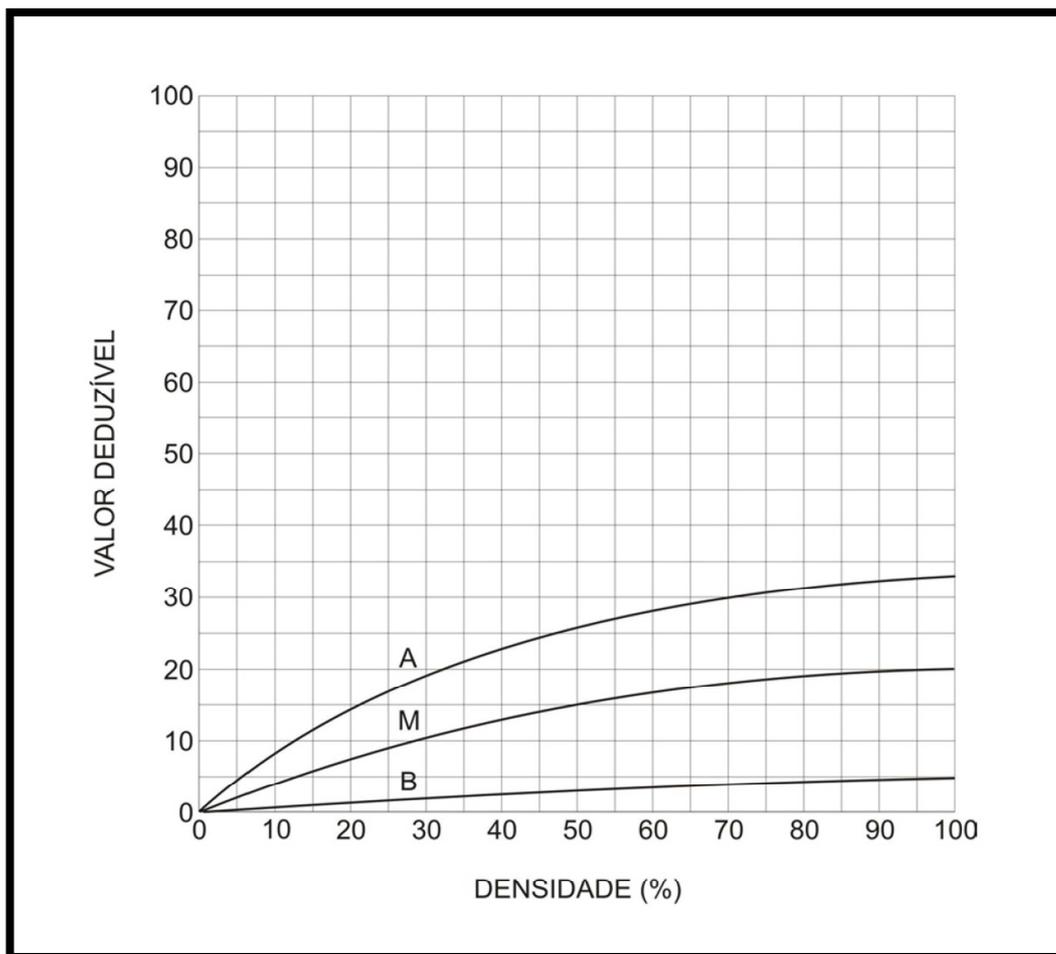
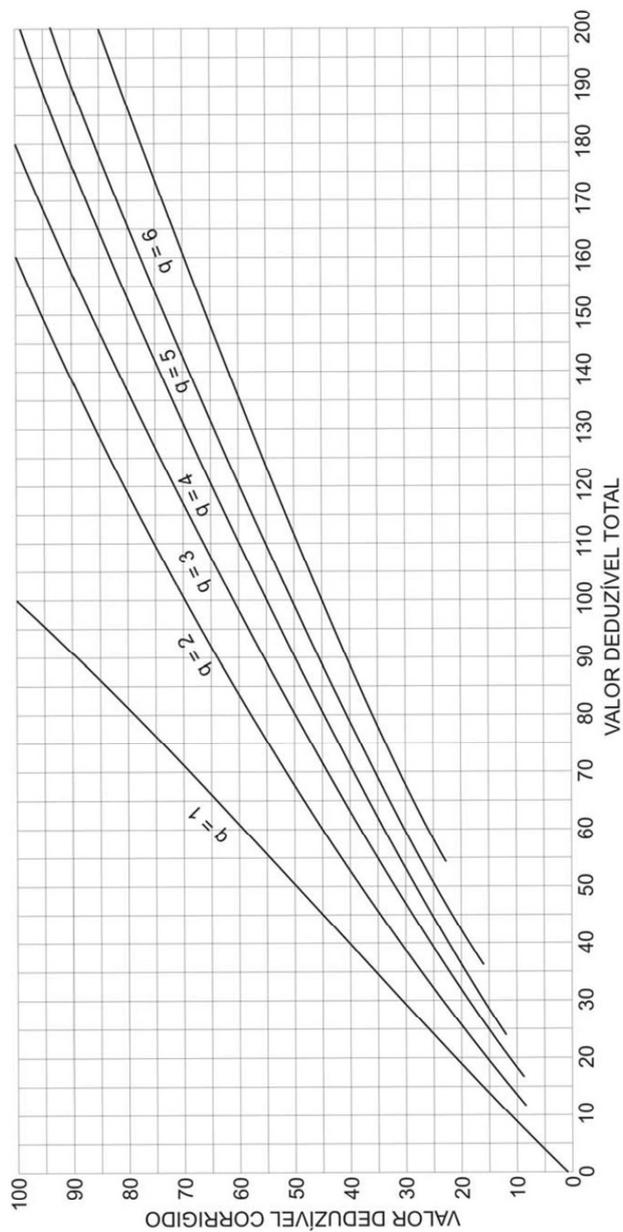


Gráfico 1 - Exemplo de Ábaco para obtenção do valor deduzível. (Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO, anexo A.)

7 Valor deduzível corrigido, para pavimentos de concreto simples



Fonte: CERL (1979)

/Anexo B

NOTA: q = número de valores deduzíveis superiores a 5, considerando o maior valor para cada tipo de defeito.

Gráfico 2 - Obtenção dos valores deduzíveis corrigidos. (Fonte: Norma DNIT 062/2004-PRO, anexo A)

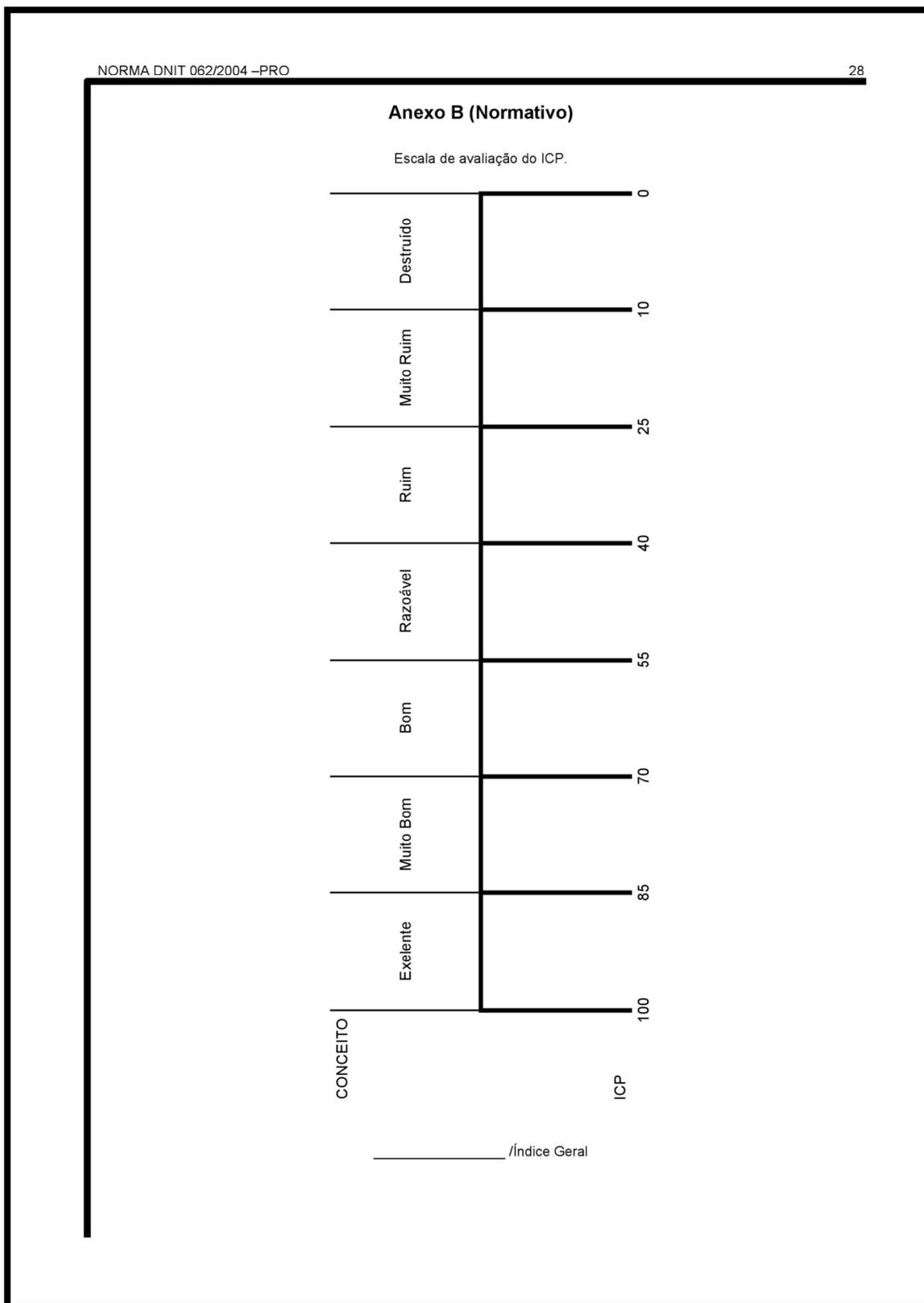


Figura 15 - Escala para atribuição de conceito. (Fonte: Norma DNIT 062/2004-PRO, anexo B)

FICHA DE INSPEÇÃO						
PAVIMENTO : RODOVIA BR-101		TRECHO : KM 55 SENTIDO NORTE-SUL		DATA :		
AMOSTRA ADICIONAL : NÃO		AMOSTRA Nº : 10		MEDIDA DA PLACA (m) : 3,6 x 6,0		
Nº DE PÁGINAS :		Nº DE ANEXOS :		CHEFE DA EQUIPE :		
ASSINATURA DO ENGENHEIRO RESPONSÁVEL :						
DEFEITO(S) DA PLACA			TIPOS DE DEFEITOS			
	PLACA EXTERNA	PLACA INTERNA		1. ALÇAMENTO DE PLACAS	10. DESGASTE SUPERFICIAL	
				2. FISSURA DE CANTO	11. BOMBEAMENTO	
				3. PLACA DIVIDIDA	12. QUEBRAS LOCALIZADAS	
				4. DEGRAU DE JUNTA	13. PASSAGEM DE NÍVEL	
				5. DEFEITO NA SELAGEM DAS JUNTAS	14. RENDILHADO E ESCAMAÇÃO	
				6. DESNÍVEL PAVIMENTO-ACOSTAMENTO	15. FISSURA DE RETRAÇÃO PLÁSTICA	
				7. FISSURA LINEAR	16. QUEBRA DE CANTO	
				8. GRANDES REPAROS	17. ESBORCINAMENTO DE JUNTAS	
				9. PEQUENOS REPAROS	18. PLACA BAILARINA	
				TIPOS DE DEFEITOS	GRAUS DE SEVERIDADE	
					Nº DE PLACAS AFETADAS	
					% DE PLACAS AFETADAS	
					VALOR DEDUZÍVEL	
91	8M	9M; 10				
92	6M; 8B	5B; 9M; 10				
93	6A; 8B	8M; 10	3	M	1	
			5	M	5	
			6	M	4	
			6	A	20	
			6	A	25	
			8	B	25	
94	6M; 8B	5B; 8M; 10	8	M	7	
			8	M	35	
			9	M	10	
			10		12	
95	6A; 10	5M; 6M; 8M; 10				
96	6A; 10	5B; 8M; 10				
97	3M	5B; 8B; 10				
98	6A; 8M	5B; 10				
99	6A; 8M	5M; 10				
			VALOR DEDUZÍVEL TOTAL			83
100	6M; 8B	5M; 10	VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO			47
			ICP = 100 - VDC =	53	CONCEITO = RAZOÁVEL	

Figura 16 - Ficha de inspeção com "ICP" calculado e conceito definido. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

4.2.2.2.1. Trecho Sul-Norte

Segundo a norma DNIT 062/2004 – PRO, em seu anexo A, “Se o tipo de inspeção utilizado for "Inspeção em todo o trecho", valor do ICP do trecho será a média aritmética dos valores dos ICP obtidos para as amostras.”.

ICP E CONCEITO - SENTIDO SUL-NORTE																	
AMOSTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ICP	37	39	42	47	31	52	37	31	44	43	43	58	58	53	50	62	-
ICP DO TRECHO =												45,44					
CONCEITO DO TRECHO =												RAZOÁVEL					

Tabela 4 - "ICP" e conceito das amostras e do trecho. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

O valor do “ICP” e o conceito atribuído ao trecho sentido sul-norte do km-55 refletem bem a situação estrutural do pavimento verificada “in loco”, já que foram vistas quantidades grandes de defeitos com alta influência na diminuição do índice de condição do pavimento, como os “desníveis pavimento-acostamento” com grau de severidade alto, as “fissuras lineares” em geral, os “grandes reparos” com grau de severidade médio e alto, etc, o que pode ser ratificado pelo item 4.2.2.1.1 do presente trabalho.

Chamou atenção as fissuras lineares encontradas nas placas internas da pista de rolamento, pois elas quase chegam a atingir todo o trecho, o que pode sugerir um defeito estrutural oriundo do subleito (camada de fundação). Em algumas placas, foi constatado o defeito “placa dividida” com grau de severidade médio e alto, o que fortalece muito o indício de defeito estrutural, segundo a norma.

Outra provável explicação para essa condição é o grande tráfego de veículos com cargas pesadas (na esmagadora maioria das vezes, acima do limite de carga permitido para a via) vindos das regiões sul e sudeste (mais desenvolvidas) do país, o que tem grande influência na degradação do pavimento.

4.2.2.2.2. Trecho Norte-Sul

Segundo a norma DNIT 062/2004 – PRO, em seu anexo A, “Se o tipo de inspeção utilizado for "Inspeção em todo o trecho", valor do ICP do trecho será a média aritmética dos valores dos ICP obtidos para as amostras.”.

ICP E CONCEITO - SENTIDO NORTE-SUL																	
AMOSTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ICP	78	69	61	54	55	50	50	48	47	53	56	68	76	72	62	59	-
ICP DO TRECHO =												59,88					
CONCEITO DO TRECHO =												BOM					

Tabela 5 - "ICP" e conceito das amostras e do trecho norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

O que pôde ser visto “in loco” coincide com o valor do índice de condição do pavimento calculado e com o conceito atribuído, pois havia, na pista do km-55 norte-sul, predominantemente o defeito “desgaste superficial” (não tem grande impacto na condição estrutural) e o defeito “grande reparo” com graus de severidade baixo e médio (menor impacto no ICP), além dos “desníveis pavimento-acostamento”, como comprova o item 4.2.2.1.2 do presente trabalho.

O “ICP” e a classificação do trecho não foram melhores por conta da condição deplorável do acostamento, refletida em parte pela grande quantidade de “desníveis pavimento-acostamento” com graus de severidade médio e alto.

4.2.2.2.3. *Km-55 Completo*

O valor do “ICP” total foi obtido por meio do cálculo da média dos “ICP’s” dos trechos sentido norte-sul e sul-norte.

ICP E CONCEITO - TRECHO COMPLETO	
ICP =	52,65625
CONCEITO =	RAZOÁVEL

Tabela 6 - Cálculo do "ICP" e atribuição de conceito do km-55. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

O resultado está totalmente de acordo, pois se tem um sentido do km-55 com classificação “razoável” bem próxima de ser “ruim”, e outro sentido do km-55 com classificação “bom” próxima de ser “razoável”, como pode ser verificado na “escala de atribuição de conceitos”, figura 18, no item 4.2.2.2 do presente trabalho.

5. SINALIZAÇÃO

Segundo o Manual de Sinalização Rodoviária - DNIT “a sinalização permanente, composta em especial por sinais em placas e painéis, marcas viárias e dispositivos auxiliares, constitui-se num sistema de dispositivos fixos de controle de tráfego que, ao serem implantados nas rodovias, ordenam, advertem e orientam os seus usuários.

De modo geral, a sinalização deve conquistar a atenção e a confiança do usuário, permitindo-lhe ainda um tempo de reação adequado. A conquista deste objetivo se dá pelo uso de sinais e marcas em dimensões e locais apropriados e a escolha das dimensões e locais adequados depende, por sua vez, de um conjunto de fatores que compõem o ambiente rodoviário como, por exemplo:

- A. Características físicas da rodovia (pista simples, pista dupla, número de faixas de tráfego etc.);
- B. Velocidade operacional da rodovia;
- C. Características da região atravessada pela rodovia (região plana, ondulada ou montanhosa);
- D. Tipo e intensidade de ocupação lateral da via (uso do solo urbano ou rural).

Assim, pode-se afirmar que o processo de oferecimento de uma sinalização adequada aos usuários das rodovias envolve os seguintes aspectos:

- a. Projetos;
- b. Implantação;
- c. Operação;
- d. Manutenção;
- e. Materiais.”

5.1. SINALIZAÇÃO VERTICAL

De acordo com o Manual de Sinalização Rodoviária -DNIT “a sinalização viária estabelecida através de comunicação visual, por meio de placas, painéis ou dispositivos auxiliares, situados na posição vertical, implantados à margem da via ou suspensos sobre ela, tem como finalidade: a regulamentação do uso da via, a advertência para situações potencialmente perigosas ou problemáticas, do ponto de vista operacional, o fornecimento de indicações, orientações e informações aos usuários, além do fornecimento de mensagens educativas. Para que a sinalização vertical seja efetiva, devem ser considerados os seguintes fatores para os seus dispositivos:

- A. Posicionamento dentro do campo visual do usuário;
- B. Legibilidade das mensagens e símbolos;
- C. Mensagens simples e claras;
- D. Padronização.”

No tocante à sinalização vertical encontrada no km-55, foi verificada uma placa indicativa de velocidade no acostamento esquerdo da pista de rolamento sentido sul-norte e outra suspensa acima da via com informação turística. Chamou atenção a falta de uma placa informando a existência de um acesso ao bairro de “Jardim Paulista”, acesso esse que fica imediatamente após uma curva à direita e tem uma mudança de declividade grande em relação à rodovia principal. Temos aí um grande potencial de acidentes, pois, além do condutor menos informado frear bruscamente (depois de uma curva) para entrar à direita ele ainda pode perder o controle do veículo por conta da mudança brusca da declividade no acesso, fatos estes que podem ser ratificados pela presença de marcas de pneus no revestimento.



Figura 17 - Placa de informação turística e falta de placa alertando para acesso a "Jardim Paulista" à direita. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)



Figura 18 - Marcas de frenagem brusca no acesso a "Jardim Paulista". (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

No sentido norte-sul do km-55, foi verificada a presença de uma placa educativa e uma de localização no acostamento esquerdo, além de uma placa toda apagada no acostamento direito. Chamou atenção a falta de sinalização vertical alertando para um acesso à “BR-101” ao lado direito, no início do trecho norte-sul do km-55, e para uma saída à direita no fim.



Figura 19 - Acesso à BR-101 sentido norte-sul sem sinalização vertical alertando. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)



Figura 20 - Placa de sinalização educativa no acostamento à esquerda da pista sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)



Figura 21 - Placa em condição boa à esquerda e apagada à direita do km-55 sentido nortesul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

5.2. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Ainda segundo o Manual de Sinalização Rodoviária – DNIT, “define-se a sinalização rodoviária horizontal como o conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento de uma rodovia, de acordo com um projeto desenvolvido, para propiciar condições adequadas de segurança e conforto aos usuários. Para a sinalização horizontal proporcionar segurança e conforto aos usuários deve cumprir as seguintes funções:

- Ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- Orientar os deslocamentos dos veículos, em função das condições de geometria da via (traçado em planta e perfil longitudinal), dos obstáculos e de impedâncias decorrentes de travessias urbanas e áreas ambientais;
- Complementar e enfatizar as mensagens transmitidas pela sinalização vertical indicativa, de regulamentação e de advertência;
- Regular os casos previstos no Código de Trânsito Brasileiro, mesmo na ausência de placas de sinalização vertical, em especial a proibição de ultrapassagem (Artigo 203, inciso V);
- Transmitir mensagens claras e simples;
- Possibilitar tempo adequado para uma ação correspondente; e
- Atender a uma real necessidade.

Apesar de sua durabilidade ser comprometida pela ação das condições climáticas e do desgaste provocado pelo tráfego, a sinalização horizontal tem a vantagem de transmitir informações e advertências aos motoristas, sem que estes desviem sua atenção da rodovia.

Outro aspecto de extrema importância a ser ressaltado é a função orientadora da sinalização horizontal para o tráfego noturno, fornecendo aos usuários a delimitação das faixas de rolamento, sem as quais se torna difícil visualizar a própria pista da rodovia,

razão pela qual segmentos novos de pista ou recapeamentos jamais devem ser liberados ao tráfego, sem que tenha sido neles antes implementada a sinalização horizontal.”.

No km-55 sentido sul-norte, foi possível verificar uma condição melhor da sinalização horizontal comparada à do sentido norte-sul, já que foi percebida boa quantidade de placas com as marcações existentes, apesar de muito degradadas e inadequadas às exigências da norma.



Figura 22 - Sinalização horizontal degradada no km-55 sentido sul-norte. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

Apesar de melhor, esse sentido também apresentou muita inexistência de sinalização horizontal, principalmente nos “Grandes Reparos”.



Figura 23 - Sinalização horizontal degradada ou inexistente no km-55 sentido sul-norte. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

Chamou atenção a inexistência completa de sinalização horizontal nas placas externas da pista de rolamento sentido norte-sul, tanto no meio da pista, quanto próximo ao acostamento. Nas placas internas, próximo do acostamento interno, pode-se verificar sinalização existente, porém degradada.



Figura 24 - Sinalização horizontal inexistente no km-55 sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)



Figura 25 - Sinalização horizontal degradada ou inexistente no km-55 sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

6. ACOSTAMENTO

Segundo a NORMA DNIT 151/2010 – ES, “acostamentos são faixas laterais, construídas em ambos os lados da rodovia ou de um só lado, destinadas a:

- a) aumentar a segurança da rodovia;
- b) propiciar uma área de parada, eventualmente, em caso de emergência, e para trânsito de veículos fora das faixas de tráfego, quando necessário;
- c) aumentar a capacidade da rodovia.”.

Segundo DNER (1999), a largura considerada ideal para acostamentos de uma rodovia seria aquela capaz de abrigar um veículo de projeto e uma pessoa trabalhando ao seu lado, restando ainda uma largura de segurança até a pista.

Um estudo técnico apontado pela Polícia Rodoviária Federal concluiu que a falta de acostamento ou acostamentos em más condições de conservação em uma rodovia pode representar um acréscimo de 28% no índice de acidentes.

Na BR-101/PE km-55, de maneira geral, foram encontrados acostamentos em condições ruins com muitas partes totalmente degradadas intercaladas por outras em condições razoáveis.

No geral, o sentido sul-norte do km-55 apresentou acostamentos em melhores condições que o sentido oposto. Seu acostamento interno apresenta condições boas, enquanto o externo intercala partes razoáveis com outras muito precárias e perigosas.



Figura 26 - Acostamento interno BR-101/PE no km-55 sentido sul-norte. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)



Figura 27 - Acostamento externo BR-101/PE no km-55 sentido sul-norte. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

Já no sentido norte-sul do km-55, foram encontrados um acostamento interno em condições razoáveis e o externo totalmente degradado ou em más condições. É importante ressaltar o perigo adicional que isto pode representar para o acontecimento e a gravidade dos acidentes.



Figura 28 - Acostamento interno da BR-101/PE no km-55 sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)



Figura 29- Acostamento externo da BR-101/PE no km-55, sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

7. GEOMETRIA DO TRECHO

Com base na comparação entre a planta original e uma imagem de satélite obtida através do programa “*Google Earth*”, pôde-se perceber que a geometria do trecho não sofreu nenhuma modificação representativa no tocante à pista principal, entretanto ficou clara a adição de um acesso ao bairro de “Jardim Paulista” na lateral do sentido sul-norte e de um acesso para quem vem de “Jardim Paulista” entrar na “BR-101” sentido norte-sul.



Figura 30 - Comparativo entre planta original e imagem de satélite atual da geometria do km-55. (Fontes: DNER e Google Earth.)

Embora esses acessos laterais não estejam situados dentro do quilômetro estudado, eles estão muito próximos do início, em ambos os sentidos. Junte-se a isso o fato deles estarem localizados imediatamente após uma curva que inicia o km-55 e o fato de não haver sinalização alertando, e tem-se um grande potencial causador dos acidentes registrados no início do quilômetro estudado.

Pôde-se perceber ainda que o maior greide (inclinação da pista) encontrado (5%) está dentro do limite para a classe da BR e, embora possa causar retenção de fluxo no sentido ascendente, não contribui para a quantidade de acidentes.

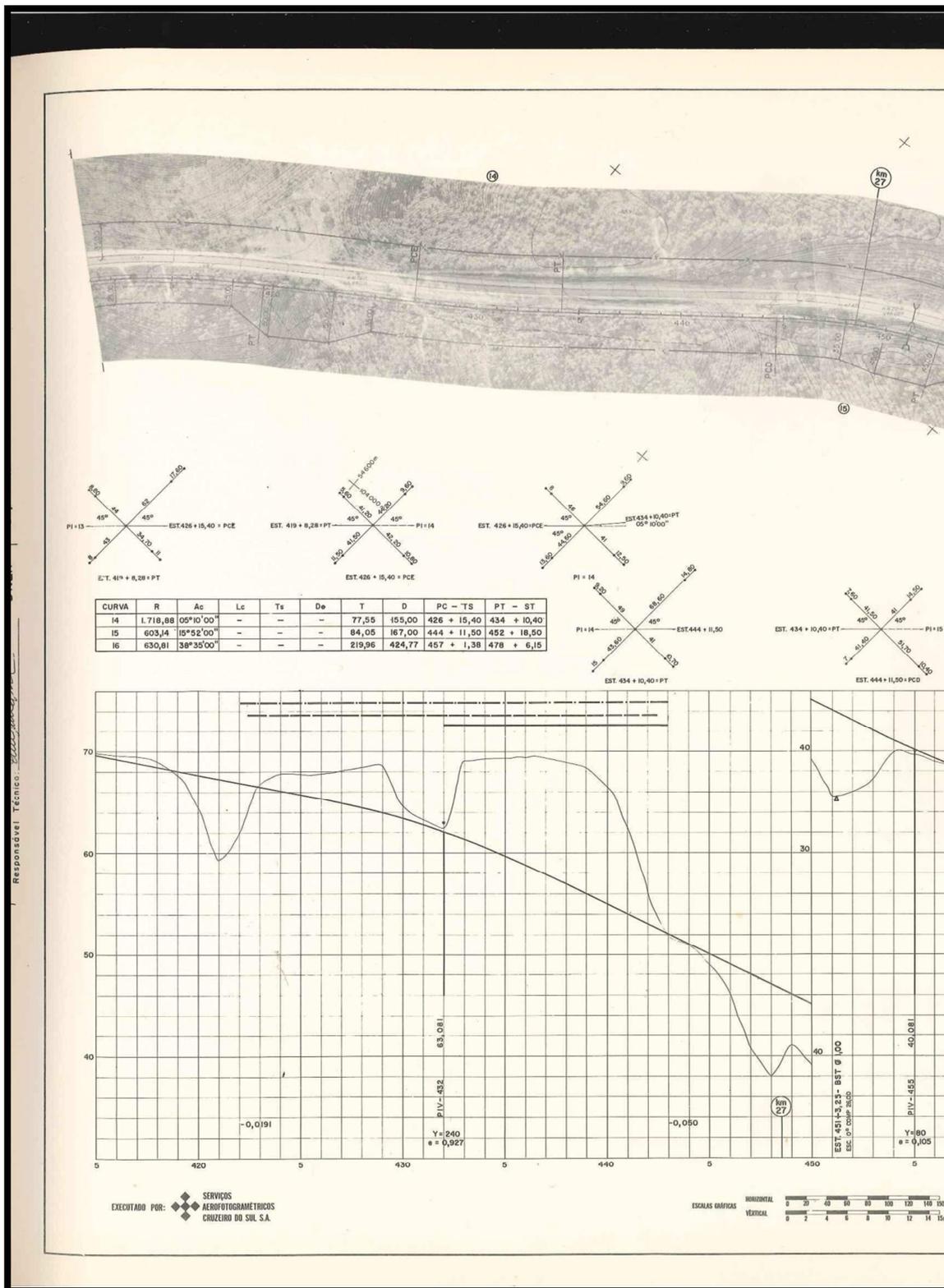


Figura 31 - Planta e perfil originais do km-55. . (Fonte: DNER.)

8. ACIDENTES

De acordo com o DNIT, “o acidente de trânsito é uma ocorrência que afeta diretamente o cidadão, porquanto a esse são impingidos aspectos relacionados com a morte, com a incapacitação física, perdas materiais, podendo provocar sérios comprometimentos de cunho psicológico, muitas vezes de difícil superação.

Como forma de enfrentar tão complexa situação, são empregadas três abordagens, que envolvem:

- 1) a educação, no sentido de instruir os usuários quanto às formas adequadas e seguras de utilização das vias públicas;
- 2) a engenharia, no sentido de, por um lado, prover o sistema viário de elementos tais que possibilitem a movimentação de veículos e pessoas com fluidez, conforto e segurança, e, por outro, aprimorar a segurança e desempenho dos veículos automotores; e,
- 3) a aplicação das leis, mormente no tocante ao código de trânsito.

Em face das características das condicionantes que envolvem as ocorrências de acidentes de trânsito, a adoção de melhorias de segurança, seja por qualquer dos enfoques referidos ou mesmo por combinações dos mesmos, necessita sempre ser avaliada duas vezes (estágios anterior e posterior à adoção), visando conhecer sua eficácia e economicidade. Daí a importância das estatísticas e das pesquisas médico-hospitalares como elemento de suporte ao conhecimento das reais consequências dos acidentes sobre as condições físicas de suas vítimas.”.

Segundo a Pesquisa *CNT de Rodovias* em 2011 “os acidentes rodoviários constituem um dos maiores problemas sociais e econômicos do Brasil. Esses são uma das maiores causas de mortes do país, e a origem de grande perda material e produtiva para a sociedade. Os prejuízos econômicos gerados possuem efeitos superiores aos imediatamente percebidos, trazendo impactos indiretos como à quebra da cadeia logística, perda de produção, custos ambientais e judiciais.”.

8.1. OBTENÇÃO DOS DADOS

Os acidentes de trânsito nas rodovias federais começaram a ser registrados a partir do ano 2005, mas o DNIT os considera representativos a partir de 2007.

A partir do ano de 2011, todos os registros de acidentes passaram a ser de responsabilidade do “Departamento de Polícia Rodoviária Federal” (“DPRF”), que os compila em planilhas anuais e as disponibiliza no seu site oficial, para consulta.

Cada acidente é registrado com uma série de características como: data, dia, hora, unidade da federação, “BR”, município, quilômetro, sentido da via, fase do dia, condição climática, tipo de pista, traçado da pista, tipo de acidente, causa do acidente,

ano, quantidade de pessoas envolvidas, de mortos, de feridos leves, de feridos graves, de ileso, de ignorados e de veículos envolvidos.

id	data_inversa	dia_semana	horario	uf	br	km	municipio	causa_acidente	tipo_acidente
10	11/06/2007	Segunda	15:30:00	MG	381	623.2	OLIVEIRA	Falta de atenção	Colisão frontal
10	11/06/2007	Segunda	15:30:00	MG	381	623.2	OLIVEIRA	Falta de atenção	Colisão frontal
1032898	13/08/2007	Segunda	14:25:00	MG	40	585.5	ITABIRITO	Outras	Saída de Pista
1051130	12/02/2007	Segunda	02:10:00	MA	135	11	SAO LUIS	Animais na Pista	Atropelamento de animal
1066824	20/11/2007	Terça	05:30:00	CE	222	30.8	CAUCAIA	Defeito mecânico em veículo	Capotamento
1069918	16/12/2007	Domingo	17:40:00	MA	230	14	BARAO DE GRAJAU	Outras	Capotamento
1070971	05/03/2007	Segunda	08:10:00	PR	277	584.4	CASCAVEL	Outras	Colisão lateral
1137914	12/08/2007	Domingo	22:30:00	ES	101	2.4	SERRA	Outras	Atropelamento de pessoa
1179288	04/02/2007	Domingo	20:30:00	MG	251	326.2	SALINAS	Outras	Saída de Pista
1254853	22/11/2007	Quinta	21:10:00	MG	40	44.1	PARACATU	Outras	Saída de Pista
1333766	17/07/2007	Terça	14:00:00	GO	70	372	MONTE CLAROS DE GOIAS	Falta de atenção	Colisão lateral
173714	01/01/2007	Segunda	00:03:00	RJ	116	305.5	RESENDE	Animais na Pista	Atropelamento de animal
173715	01/01/2007	Segunda	00:50:00	RJ	101	321.5	NITEROI	Não guardar distância de segurança	Colisão traseira
173720	01/01/2007	Segunda	01:45:00	RS	158	311.7	ITAARA	Não guardar distância de segurança	Colisão traseira
173726	01/01/2007	Segunda	00:50:00	MG	116	574.9	MANHUACU	Animais na Pista	Atropelamento de animal
173730	01/01/2007	Segunda	00:05:00	MG	116	532.1	CARATINGA	Velocidade incompatível	Saída de Pista
173734	01/01/2007	Segunda	02:00:00	MG	381	212.5	BELO ORIENTE	Falta de atenção	Colisão Transversal
173737	01/01/2007	Segunda	02:00:00	SP	116	550.8	BARRA DO TURVO	Outras	Tombamento
173739	01/01/2007	Segunda	02:30:00	SP	116	147.9	SAO JOSE DOS CAMPOS	Defeito mecânico em veículo	Colisão lateral
173740	01/01/2007	Segunda	00:40:00	MG	40	637	CONSELHEIRO LAFAIETE	Animais na Pista	Atropelamento de animal
173741	01/01/2007	Segunda	03:20:00	RJ	116	167	SAO JOAO DE MERITI	Outras	Colisão com objeto fixo
173742	01/01/2007	Segunda	02:20:00	MG	381	936.4	EXTREMA	Outras	Atropelamento de pessoa
173743	01/01/2007	Segunda	02:55:00	RJ	40	119	DUQUE DE CAXIAS	Velocidade incompatível	Colisão traseira
173746	01/01/2007	Segunda	02:20:00	RN	101	75	EXTREMOZ	Falta de atenção	Saída de Pista

Tabela 7 - Fragmento inicial de planilha oficial do "DPRF" referente aos acidentes acontecidos no ano de 2007. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

classificacao_acidente	fase_dia	sentido_via	condicao_meteorologica	tipo_pista	tracado_via	uso_solo	ano	pessoas	mortos	feridos_leves	feridos_graves	ileso	ignorados	feridos	veiculos
(null)	Pleno dia	Decrescente	Ceu Claro	Dupla	Reta	Rural	2007	9	0	4	0	5	0	4	6
(null)	Pleno dia	Decrescente	Chuva	Dupla	Reta	Rural	2007	9	0	4	0	5	0	4	6
Com Vítimas Feridas	Pleno dia	Crescente	Ceu Claro	Simplex	Reta	Rural	2007	3	0	0	1	2	0	1	1
Com Vítimas Fatais	Plena noite	Crescente	Ceu Claro	Simplex	Reta	Urbano	2007	5	2	2	1	0	0	3	1
Com Vítimas Feridas	Amanhecer	Decrescente	Ceu Claro	Dupla	Reta	Rural	2007	1	0	1	0	0	0	1	1
Com Vítimas Feridas	Anoitecer	Crescente	Chuva	Simplex	Curva	Rural	2007	1	0	0	1	0	0	1	1
Sem Vítimas	Pleno dia	Crescente	Ceu Claro	Simplex	Curva	Urbano	2007	2	0	0	0	2	0	0	2
Com Vítimas Feridas	Plena noite	Crescente	Ceu Claro	Múltipla	Reta	Urbano	2007	2	0	0	1	1	0	1	1
Com Vítimas Feridas	Plena noite	Decrescente	Chuva	Simplex	Curva	Rural	2007	3	0	2	0	1	0	2	1
Com Vítimas Feridas	Plena noite	Crescente	Nublado	Simplex	Reta	Urbano	2007	3	0	3	0	0	0	3	1
Com Vítimas Feridas	Pleno dia	Crescente	Ceu Claro	Simplex	Reta	Rural	2007	2	0	0	1	1	0	1	2
Sem Vítimas	Plena noite	Crescente	Chuva	Dupla	Reta	Urbano	2007	1	0	0	0	1	0	0	1
Sem Vítimas	Plena noite	Decrescente	Chuva	Dupla	Reta	Urbano	2007	2	0	0	0	2	0	0	2
Sem Vítimas	Plena noite	Decrescente	Ceu Claro	Simplex	Reta	Urbano	2007	4	0	0	0	4	0	0	4
Sem Vítimas	Plena noite	Crescente	Nublado	Simplex	Reta	Rural	2007	2	0	0	0	2	0	0	1
Sem Vítimas	Plena noite	Crescente	Nublado	Simplex	Curva	Rural	2007	1	0	0	0	1	0	0	1
Com Vítimas Feridas	Plena noite	Decrescente	Nublado	Simplex	Reta	Rural	2007	2	0	0	1	1	0	1	2
Sem Vítimas	Plena noite	Crescente	Chuva	Simplex	Curva	Rural	2007	1	0	0	0	1	0	0	1
Sem Vítimas	Plena noite	Crescente	Chuva	Dupla	Reta	Urbano	2007	2	0	0	0	2	0	0	2
Com Vítimas Feridas	Plena noite	Crescente	Chuva	Simplex	Reta	Rural	2007	1	0	1	0	0	0	1	1
Sem Vítimas	Plena noite	Decrescente	Chuva	Simplex	Reta	Urbano	2007	1	0	0	0	1	0	0	1
Com Vítimas Fatais	Plena noite	Decrescente	Chuva	Dupla	Reta	Rural	2007	2	1	0	0	1	0	0	1
Com Vítimas Feridas	Plena noite	Decrescente	Chuva	Múltipla	Reta	Urbano	2007	2	0	1	0	1	0	1	2
Sem Vítimas	Plena noite	Crescente	Ceu Claro	Simplex	Cruzamento	Rural	2007	1	0	0	0	1	0	0	1

Tabela 8 - Fragmento inicial de planilha oficial do "DPRF" referente aos acidentes acontecidos no ano de 2007. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

Partindo dessas planilhas, foram retirados todos os registros de acidentes para o presente estudo.

8.2. BR-101

Após serem contados todos os acidentes de todas as “BR’s” dentro do período entre o ano de 2007 e o último dia do mês de Março do ano de 2017, o que resultou num total de 1.584.142 acidentes registrados, pôde-se perceber que as 33 “BR’s” mais violentas concentram cerca de 90% de todos os acidentes registrados e, dentre estas, as 10 primeiras ficam com 64% do total geral.

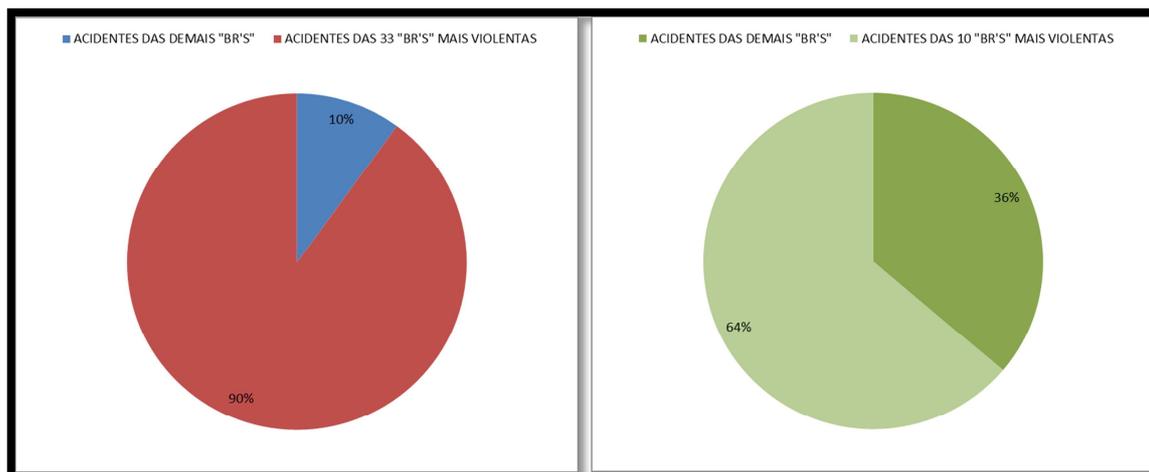


Gráfico 3 - Percentual da quantidade de acidentes das “BR’s” mais violentas. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

No grupo das 10 mais violentas, a “BR-101” (levando-se em consideração a extensão e os acidentes dos trechos onde há sobreposição com a “BR-116” e a “BR-376”) é a que apresenta o maior número de acidentes, acidentes com feridos graves e acidentes com mortos, fato este que fortalece a sua escolha para o presente estudo.

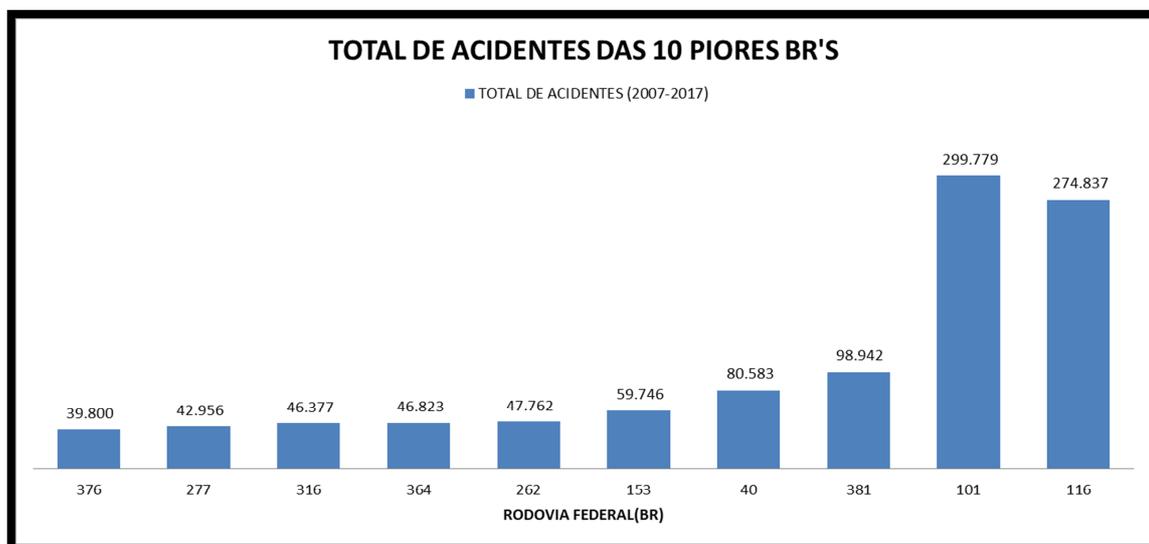


Gráfico 4 - Quantidade total de acidentes das "BR's" mais violentas. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

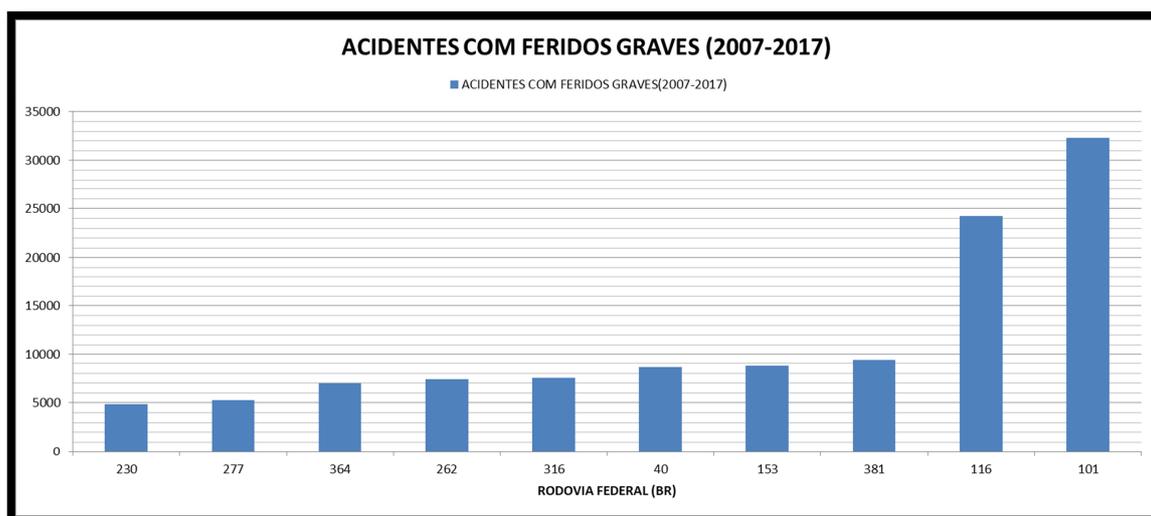


Gráfico 5 - Quantidade total de acidentes com feridos graves das "BR's" mais violentas. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

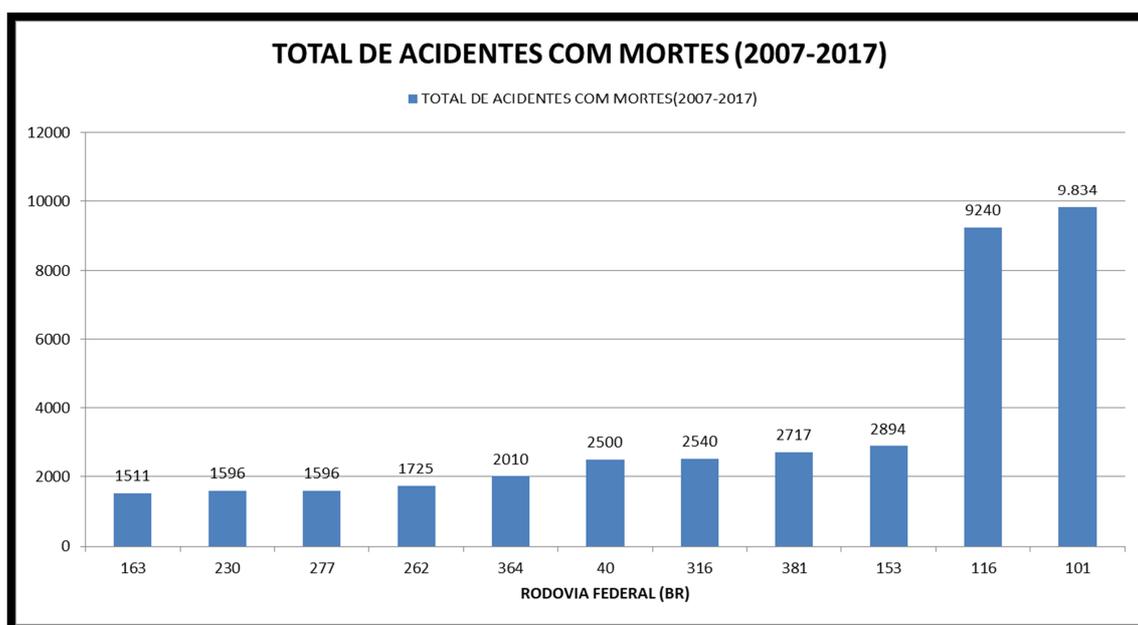


Gráfico 6 - Quantidade total de acidentes com mortos das "BR's" mais violentas. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

A taxa de acidentes por unidade de quilômetro apresentada pela “BR-101” foi de 62,82, o que a coloca na quarta posição entre as piores, entretanto, em alguns estados cortados por ela, suas taxas são bem maiores que essa média. Os trechos situados nos estados de Santa Catarina e Pernambuco (os dois piores), apresentaram taxas de acidente por quilômetro de 178,65 e 126,04 respectivamente, o que supera em muito as maiores taxas entre as “BR’s” mais violentas, que são 83,78 da “BR-381” e 75,09 da “BR-376”.

QUANTIDADE E DENSIDADE DE ACIDENTES POR ESTADO NA BR-101			
UF	QUANTIDADE(UNID.)	EXTENSÃO(KM)	DENSIDADE(UNID./KM)
RN	18.311	178,00	102,87
PB	6.261	128,00	48,91
PE	26.973	214,00	126,04
AL	6.211	251,00	24,75
SE	8.919	206,00	43,30
BA	23.900	957,00	24,97
ES	44.992	462,00	97,39
RJ	49.079	599,00	81,93
SP	11.035	566,00	19,50
PR	17.168	169,90	101,05
SC	83.091	465,10	178,65
RS	3.839	420,00	9,14
TOTAL=	299.779	4.616,00	

Tabela 9 - Quantidade e densidade de acidentes da "BR-101" nos estados cortados por ela.
(Fonte: Muniz, Igor N.A.)

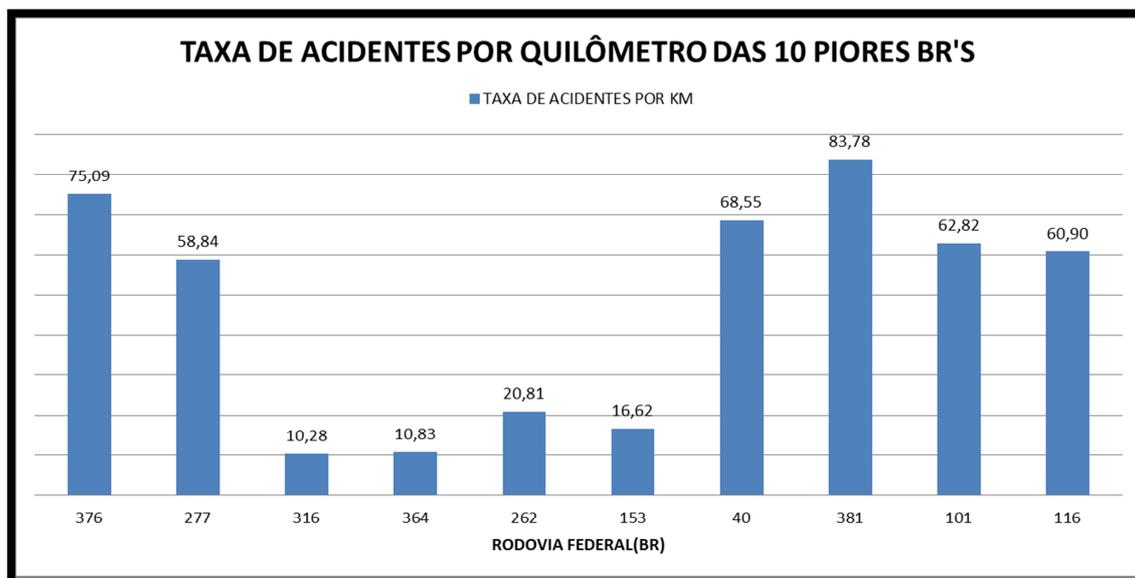


Gráfico 7 - Densidade de acidentes das 10 piores "BR's". (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

8.3. CONTORNO DO RECIFE

A "BR-101", no trecho que corta o perímetro urbano do Grande Recife, tem uma média de acidentes com morte quase cinco vezes maior do que a nacional e ocupa a primeira posição no ranking das rodovias mais violentas do Brasil. É o que mostra a pesquisa do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e da fundação Dom Cabral. As estatísticas revelam que, entre 2005 e 2009, o trecho entre os quilômetros 51

e 100 foi o mais perigoso do País, registrando 5,7 acidentes com morte a cada mil veículos que circulam por dia. A média nacional é de 1,2 acidentes.

Com base na análise dos dados dos acidentes contidos nas planilhas fornecidas pela “DPRF”, pôde-se verificar uma discrepância muito grande entre o “Contorno do Recife” e os demais trechos da “BR-101” no estado de Pernambuco, no que se refere à quantidade de acidentes e à densidade de acidentes por quilômetro.

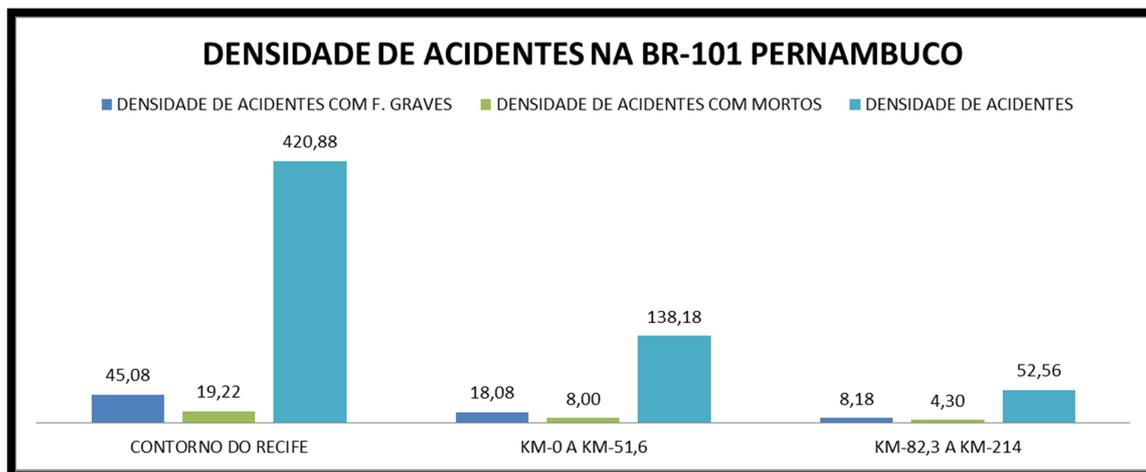


Gráfico 8 - Densidade de acidentes na "BR-101". (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

Quando comparada às taxas de acidentes por quilômetro da “BR-101” nos outros estados e às taxas encontradas nas demais “BR’s”, a densidade de acidentes do trecho que corta o perímetro urbano do “Grande Recife” traz novamente essa grande disparidade de valores, o que realça o constatado na pesquisa do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e da fundação Dom Cabral.

Como forma de ilustração, pode-se comparar a densidade de acidentes do “Contorno do Recife”, 420,88 acidentes por quilômetro, com a taxa da “BR-381” (BR com maior valor – 83,78) e veremos que uma é cerca de cinco vezes maior que a outra, da mesma forma que na pesquisa supracitada.

Tudo isso só reforça o quão vital é o estudo do trecho objeto do presente trabalho, já que este faz parte do já mencionado contorno do Recife.

8.4. KM-55

Tomando como fonte as planilhas de cadastro de acidentes referentes aos anos de 2007 até março de 2017, as quais são fornecidas pelo Departamento de Polícia Rodoviária Federal, foram construídas planilhas onde constam os acidentes ocorridos no período citado, no km-55 da BR-101/PE.

Os acidentes foram dispostos por subtrecho de ocorrência e por tipo, para melhor visualização de suas localizações e de suas características.

Os subtrechos considerados foram criados dividindo-se o km-55 em 10 partes iguais, portanto tendo extensão de 100 metros cada. Já os tipos de acidentes considerados foram os da classificação de acidentes do “DNIT”.

ACIDENTES DO KM-55											
TIPO DE ACIDENTE	TRECHO KM-55										TOTAL POR ACIDENTE
	55,00	55,10	55,20	55,30	55,40	55,50	55,60	55,70	55,80	55,90	
Abalroamento transversal	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
Abalroamento no mesmo sentido	14	0	2	2	1	1	0	1	1	2	24
Abalroamento em sentido oposto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colisão frontal	7	0	0	0	0	1	0	0	2	0	10
Colisão traseira	26	1	2	2	2	8	1	3	0	0	45
Atropelamento	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Atropelamento de animal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tombamento	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	5
Choque com objeto fixo	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Saída de pista	11	1	0	1	0	2	0	1	1	0	17
Queda de veículo	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5
Capotagem	7	0	0	0	0	1	2	0	0	0	10
Choque com veículo estacionado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros tipos	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
TOTAL POR TRECHO	77	4	4	7	4	15	3	6	5	3	

Tabela 10 - Distribuição de acidentes por tipo e por subtrecho do km-55. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

Em relação ao subtrecho, chama atenção a grande concentração de acidentes nos primeiros 100 metros do quilômetro estudado (corresponde a 60% do total), o que pode estar relacionado ao fato dos agentes de trânsito, muitas vezes, não especificarem o local exato do sinistro, colocando apenas o quilômetro onde ocorreu.

Outra provável causa é que, no início do “km-55”, existe uma saída da “BR-101” para o bairro de “Jardim Paulista”, no sentido decrescente, e um acesso à mesma, no sentido crescente, ambos situados no fim de curvas suaves, porém muito mal sinalizadas. Tal fato pode ser corroborado por ter-se a maioria dos acidentes desse subtrecho constituídos por “Abalroamentos no mesmo sentido”, “Colisões traseiras”, “Saídas de pista” e “Capotagens”, os quais são tipos de acidentes muito comuns em pistas com muitos obstáculos e curvas mal sinalizadas e com acessos bruscos. Nesse tipo de situação os condutores são forçados a frenagens bruscas, as quais tendem a resultar em colisões traseiras, saídas de pista e até capotagens (especialmente em curvas com acessos apresentando diferenças de declividade em relação à pista principal e com acostamento destruído).

O outro subtrecho que merece algum destaque é o do quilômetro 55,50, o qual detém 12% dos acidentes.

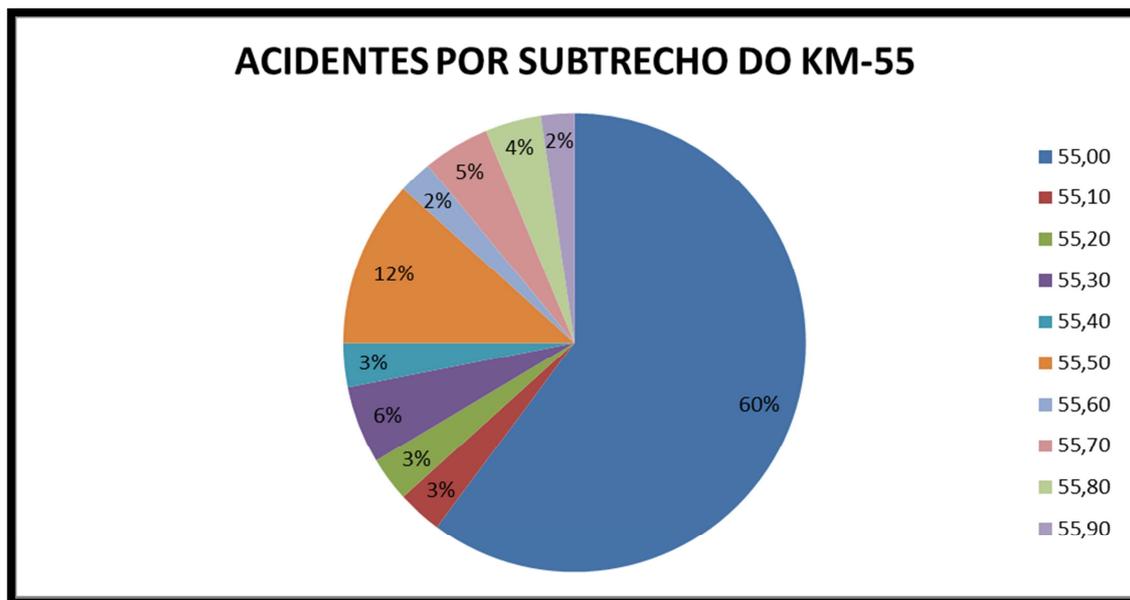


Gráfico 9 - Percentual de acidentes, por subtrecho, do km-55. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

Pode-se destacar, em relação à distribuição dos acidentes do km-55 por tipos, que “Abalroamento no mesmo sentido”, “Colisão traseira”, “Saída de pista”, “Capotagem” e “Colisão frontal” foram os principais tipos de acidentes encontrados, com suas respectivas representações percentuais sendo 19%, 35%, 13%, 8% E 8%.

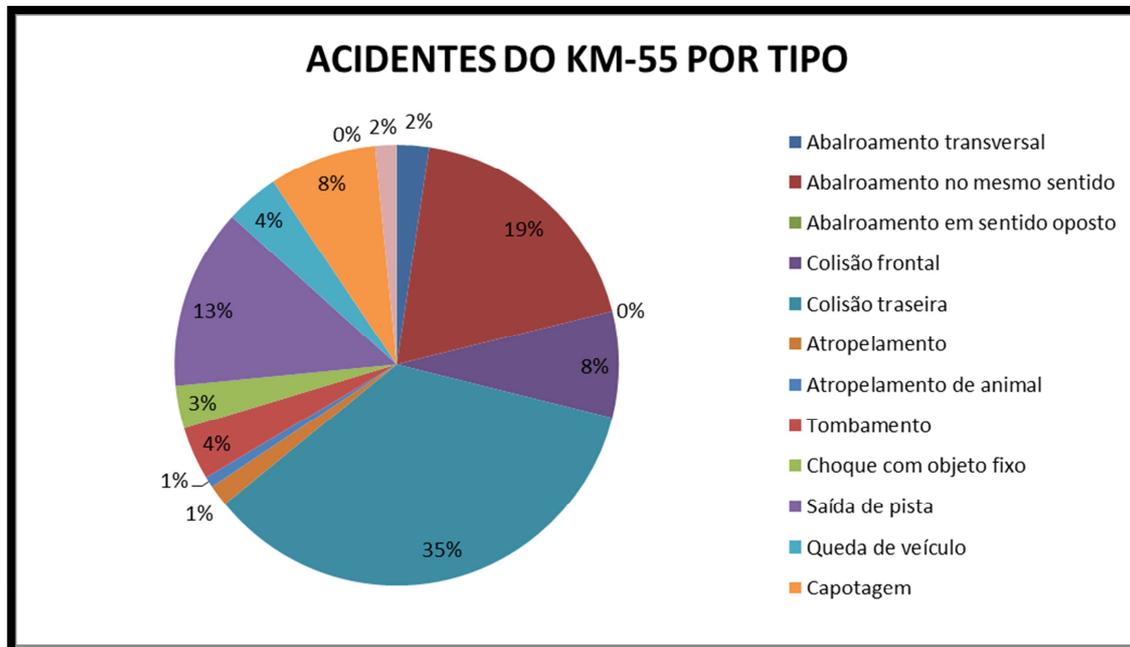


Gráfico 10 - Percentual de acidentes do km-55, por tipo. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

8.4.1. Sentido Sul-Norte

Após análise dos dados do “DPRF”, foi construída planilha onde constam os acidentes ocorridos no km-55 sentido sul-norte da BR-101 em Pernambuco, dispostos por tipo de acidente e por subtrecho de ocorrência.

ACIDENTES DO KM-55 - SENTIDO DECRESCENTE											
TIPO DE ACIDENTE	TRECHO KM-55										TOTAL POR ACIDENTE
	55,00	55,10	55,20	55,30	55,40	55,50	55,60	55,70	55,80	55,90	
Abalroamento transversal	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Abalroamento no mesmo sentido	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	7
Abalroamento em sentido oposto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colisão frontal	7	0	0	0	0	0	0	0	2	0	9
Colisão traseira	11	0	0	0	1	4	0	1	0	0	17
Atropelamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atropelamento de animal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tombamento	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Choque com objeto fixo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Saída de pista	9	1	0	1	0	1	0	0	0	0	12
Queda de veículo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Capotagem	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7
Choque com veículo estacionado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros tipos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL POR TRECHO	42	2	1	3	1	5	1	1	2	1	

Tabela 11 - Distribuição de acidentes por tipo e por subtrecho do km-55 sentido sul-norte.
(Fonte: Muniz, Igor N.A.)

Após a análise da tabela acima, foi constatado que os tipos de acidentes mais ocorridos foram “Colisão frontal” (15%), “Colisão traseira” (29%) e “Saída de pista” (20%). Com menor incidência, mas ainda bastante representativos, ainda temos “Abalroamento no mesmo sentido” (12%) e “Capotagem” (12%), conforme ilustrado no gráfico seguinte:

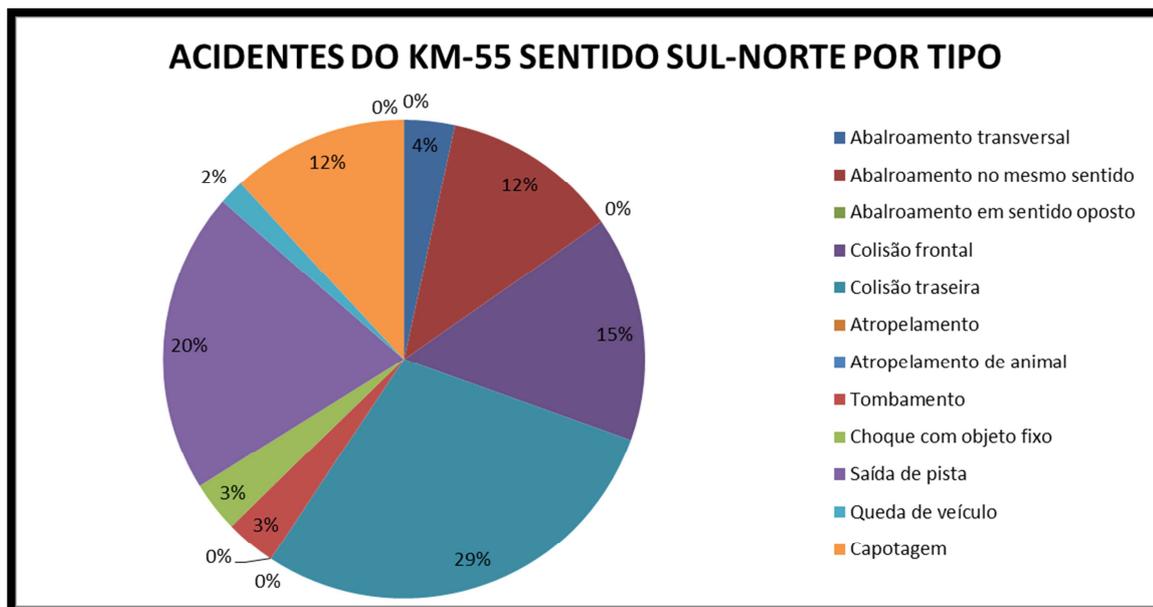


Gráfico 11 - Percentual de acidentes do km-55 sentido sul-norte, por tipo de acidente.
(Fonte: Muniz, Igor N.A.)

Em relação aos subtrechos, chama atenção novamente a grande concentração de acidentes nos primeiros 100 metros (corresponde a 71% do total), o que pode estar relacionado ao fato dos agentes de trânsito, muitas vezes, não especificarem o local exato do sinistro, colocando apenas o quilômetro onde ocorreu.

Outra provável causa é que no início do “km-55 sentido sul-norte” temos uma saída da “BR-101” para o bairro de “Jardim Paulista”, logo após uma curva sem nenhuma sinalização para alertar, o que pode estar causando frenagens bruscas e acidentes.

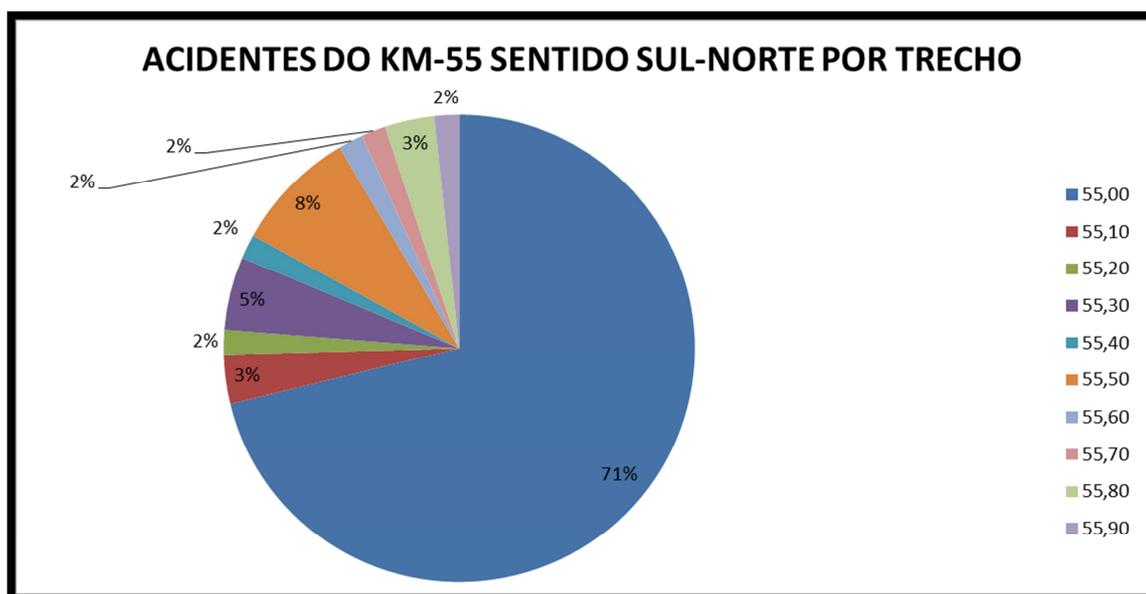


Gráfico 12 - Percentual de acidentes do km-55 sentido sul-norte, por subtrecho. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

8.4.2. Sentido Norte-Sul

Após análise dos dados do “DPRF”, foi construída planilha onde constam os acidentes ocorridos no km-55 sentido norte-sul da BR-101 em Pernambuco, dispostos por tipo de acidente e por subtrecho de ocorrência.

ACIDENTES DO KM-55 - SENTIDO CRESCENTE											
TIPO DE ACIDENTE	TRECHO KM-55										TOTAL POR ACIDENTE
	55,00	55,10	55,20	55,30	55,40	55,50	55,60	55,70	55,80	55,90	
Abalroamento transversal	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Abalroamento no mesmo sentido	9	0	1	1	1	1	0	1	1	2	17
Abalroamento em sentido oposto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colisão frontal	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Colisão traseira	15	1	2	2	1	4	1	2	0	0	28
Atropelamento	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Atropelamento de animal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tombamento	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
Choque com objeto fixo	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Saída de pista	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	5
Queda de veículo	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Capotagem	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
Choque com veículo estacionado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros tipos	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
TOTAL POR TRECHO	35	2	3	4	3	10	2	5	3	2	

Tabela 12 - Distribuição de acidentes por tipo e por subtrecho do km-55 sentido norte-sul. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

Após a análise da tabela acima, foi constatado que os tipos de acidentes mais ocorridos foram “Abalroamento no mesmo sentido” (25%) e “Colisão traseira” (41%). Com menor incidência ainda temos “Saída de pista” (7%) e “Queda de veículo” (6%), conforme ilustrado no gráfico seguinte:

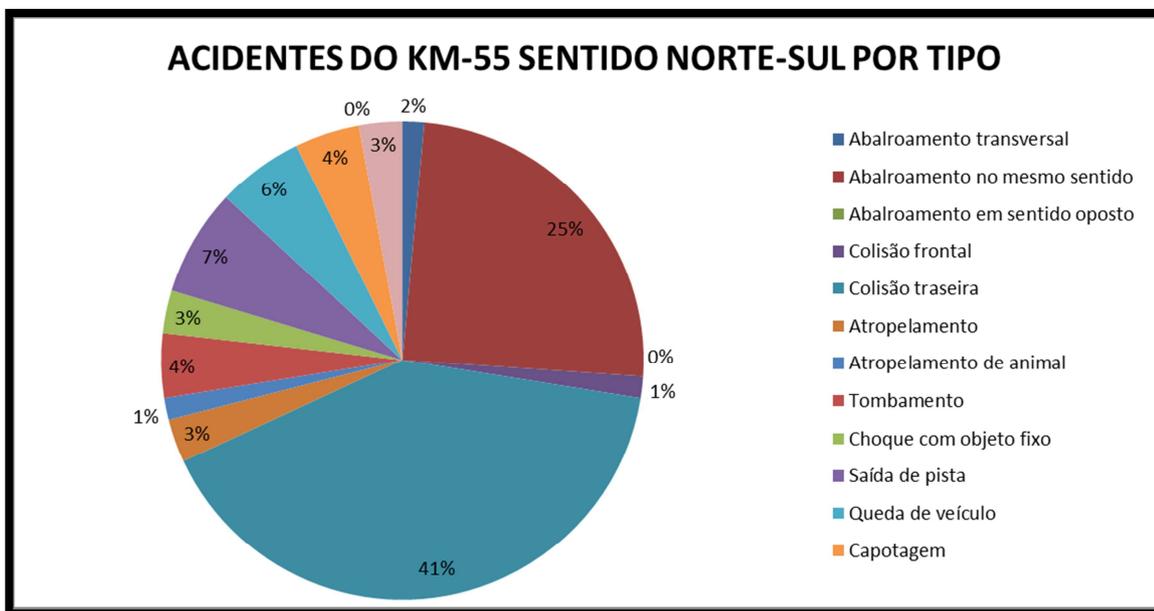


Gráfico 13 - Percentual de acidentes do km-55 sentido norte-sul, por tipo de acidente.
(Fonte: Muniz, Igor N.A.)

Em relação aos subtrechos, chama atenção novamente a grande concentração de acidentes nos primeiros 100 metros (corresponde a 51% do total), o que pode estar relacionado ao fato dos agentes de trânsito, muitas vezes, não especificarem o local exato do sinistro, colocando apenas o quilômetro onde ocorreu.

Outra provável causa é que no início do “km-55 sentido norte-sul” temos uma entrada para a “BR-101” logo após uma curva, sem nenhuma sinalização alertando, o que pode estar causando frenagens bruscas e acidentes, em consequência.

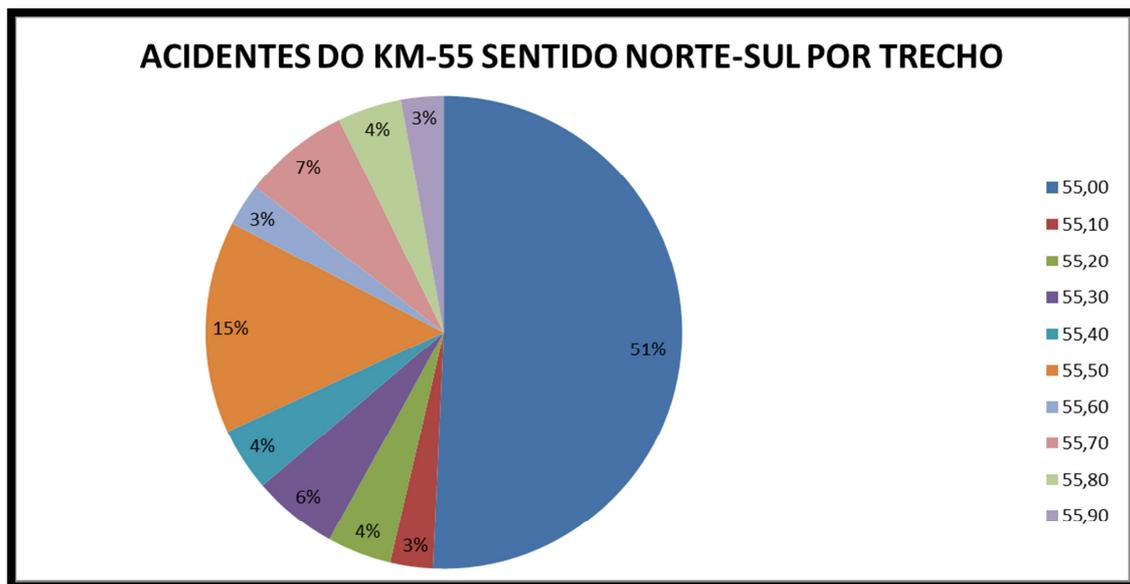


Gráfico 14 - Percentual de acidentes do km-55 sentido norte-sul, por subtrecho. (Fonte: Muniz, Igor N.A.)

9. CONCLUSÃO

Com base em tudo que foi apresentado no presente trabalho, pôde-se concluir, antes de tudo, que o km-55 da “BR-101/PE” se encontra em más condições de uso, como sugere sua classificação pelo índice de condição do pavimento (item 4.2.2.2.3) e ainda as condições precaríssimas dos acostamentos (item 6) e da sinalização (item 5).

Isto sugere que as autoridades competentes não tomaram as medidas de prevenção, manutenção e reparo devidas, as substituindo por medidas paliativas, que maquiam o problema em vez de solucioná-lo, como sinaliza a existência, no sentido sul-norte, de muitas “Fissuras Lineares” com grau de severidade alto (defeito estrutural que precisa de troca da placa) ao lado de inúmeros “Grandes Reparos” feitos para cobrir defeitos (item 4.2.2.1.1).

Chamou atenção a esmagadora concentração dos acidentes no início dos trechos, em ambos os sentidos, o que mostra claramente se tratar de um erro dos agentes rodoviários responsáveis pelos registros dos sinistros. Tal fato impossibilitou a comparação adequada na categoria subtrechos, porém os primeiros subtrechos de cada sentido, por estarem em igualdade, puderam ser comparados.

A análise mostrou uma diferença significativa entre a concentração de acidentes nos subtrechos iniciais de cada sentido da rodovia (71% no sentido sul-norte contra 51% no norte-sul - itens 8.4.1 e 8.4.2), o que sinaliza uma relação direta com as condições de uso de cada um, já que os “ICP’s” das primeiras amostras do sentido sul-norte estão todos abaixo de 40 (conceito “Ruim” ou inferior – item 4.2.2.1) enquanto os das primeiras amostras do sentido norte-sul estão todos acima de 60 (conceito “Bom” ou superior – item 4.2.2.2).

Ficou clara, através do presente estudo, a predominância dos tipos de defeitos “Desnível pavimento acostamento”, “Fissuras lineares”, “Grande reparo” e “Desgaste superficial. Os três primeiros muitas vezes se tornam obstáculos na pista e forçam os condutores a manobras bruscas para evitá-los, causando assim acidentes ligados à reação de quem vem atrás ou ao lado, como “Colisões traseiras”, “Abalroamentos no mesmo sentido” e “Saídas de Pista”. A predominância desses tipos de acidentes como os que mais ocorreram no km-55, em ambos os sentidos, (itens 8.4, 8.4.1 e 8.4.2) reforça e fortalece, portanto, a relação entre a presença de defeitos no pavimento e a ocorrência de acidentes.

REFERÊNCIAS

DNIT 060/2004 PRO: Pavimento Rígido – Inspeção Visual – Procedimento.

DNIT 061/2004 TER: Pavimento Rígido – Defeitos – Terminologia.

DNIT 062/2004 PRO: Pavimento Rígido – Avaliação Objetiva – Procedimento.

DNIT 151/2010 – ES: Pavimentação – Acostamentos – Especificação de serviço.

Manual de pavimentações, DNIT, 2006.

Manual de Pavimentos Rígidos, DNIT, 2005.

Manual de sinalização rodoviária DNIT, 3ª edição, 2010.

Aplicativos *Google Earth* e *Google Maps*.

Fundação Dom Cabral.

DER-PE.

DER-SP.

Norma para projeto das estradas de rodagem – Ministério dos Transportes.

BIT – Banco de Informação e Mapas de Transportes.

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento.

CNT – Confederação Nacional do Transporte.