



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

GUILHERME COSTA LINS BORBA

Recife, 2016

GUILHERME COSTA LINS BORBA

ANÁLISE DE ACIDENTES COM BASE EM ELEMENTOS DE ENGENHARIA DO KM-
57 DA BR-101

Trabalho de conclusão de curso, apresentado para a
obtenção da graduação em Engenharia Civil pela
Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador: Prof. Maurício Renato Pina Moreira.

Recife, 2016

Catálogo na fonte

Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

B726a Borba, Guilherme Costa Lins.

Análise de acidentes com base em elementos de engenharia do KM-57 da BR-101 / Guilherme Costa Lins Borba. - Recife: O Autor, 2016.

42 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Renato Pina Moreira.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Civil, 2016.

Inclui Referências.

1. Engenharia Civil. 2. BR-101. 3. Condições de uso das estradas. 4. Região metropolitana do Recife. 5. Índice de condição do pavimento. I. Moreira, Maurício Renato Pina. (Orientador). II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2016-44



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
ESCOLA DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO
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: 1 - GUILHERME COSTA LINS BORBA

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: PROFESSOR MAURÍCIO PINA MOREIRA

Examinador 1: FERNANDO JORDÃO DE VASCONCELOS

Examinador 2: PÂMELA ROBERTA GONÇALVES DOS SANTOS

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: ANÁLISE DE ACIDENTES
COM BASE EM ELEMENTOS DE ENGENHARIA DO KM-57 DA BR-101.

LOCAL: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - CENTRO DE
TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS (CTG) - 1º ANDAR.

DATA: 28/01/2016 HORÁRIO DE INÍCIO: 15:00 HORAS.

Em sessão pública, após exposição de cerca de 30 minutos, o
candidato foi argüido oralmente pelos membros da banca, sendo
considerado:

1) ☒ **aprovado**, pois foi demonstrado suficiência de
conhecimento e capacidade de sistematização no tema da
monografia e o texto do trabalho aceito

☒ **Sem revisões.**

☐ **Com revisões**, a serem feitas e verificadas pelo
orientador no prazo máximo de 30 dias. (o verso da folha da ata
poderá ser utilizado para pontuar revisões).

2) ☐ **reprovado.**

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

Recife, 28 de Janeiro de 2016

Orientador:

Examinador 1:

Examinador 2:

Candidato:

Agradecimentos

Sou grato a Deus e a todas as oportunidades, dificuldades e batalhas vencidas na vida, as que não consegui vencer também, pois estas me ensinaram muito, inclusive a não desistir.

Sou grato a minha família, principalmente aos meus pais, Márcia e Eduardo, meus irmãos, Pedro e Álvaro, e aos meus avós, Pedro e Dorothea, que me ensinaram os valores da vida, sempre me apoiando e aconselhando nos momentos mais difíceis, e a Clarissa Carvalho, pelo apoio e incentivo. Agradeço também aos meus amigos, tanto do colégio quanto da Universidade, além dos que a vida me deu no convívio diário. Nunca esquecerei o meu ano na Alemanha, o qual foi muito desafiador e seria muito mais se não tivesse a companhia dos meus amigos de Dresden, que em muitos momentos difíceis estiveram comigo.

Aos professores, que a sua maneira participaram da minha formação profissional, em especial ao Professor Maurício Pina, que sempre disposto me orientou neste trabalho de conclusão de curso. Aos meus amigos da Fundações Rossi, os quais me ajudaram e continuam ajudando muito no meu crescimento profissional.

Enfim, agradeço a vida, por todas as oportunidades dadas, pelas batalhas vencidas e perdidas e aquelas que ainda estão por vir. Enfim, obrigado a todos que participaram da minha formação, tanto pessoal quanto profissional.

A vida é para quem topa qualquer parada,

Não para quem para em qualquer topada.

Bob Marley

Resumo

O presente trabalho de conclusão de curso tem como finalidade a continuação da investigação das causas de acidentes na BR-101 correlacionando-as com as condições de uso das estradas, revelando a grande necessidade do monitoramento das rodovias do país, pesquisa esta, iniciada pelo Professor Maurício Pina, em 2012. Para objeto de estudo foi selecionado um trecho da parte da rodovia BR-101 na região metropolitana do Recife. Foram realizadas análises para a verificação das condições do pavimento através das normas DNIT 062/2004-PRO, a qual determina o ICP (Índice de Condição do Pavimento), também sendo analisada a condição dos pavimentos e sinalização.

Palavras Chave: BR-101. Condições de uso das estradas. Região metropolitana do Recife. Índice de condição do pavimento.

Abstract

The following work carries on the investigation of accidents caused at the interstate BR-101, connecting such episodes with the conditions of the road, hence disclosing the need of a constant surveillance of the country's highways. This study, also has the intention of continuing the research previously started by Prof. Maurício Pina in 2012. For the purpose of this work, was selected a particular section of the BR-101 on the outskirts of Recife. After gathering such section as sample, was executed pavement assessments to verify if the highway met the standards imposed on the DNIT 062/2004-PRO law, which determines the Pavement Condition Rating (or Índice de Condição de Pavimento ICP). Therefore allowing to analyse, not only the condition of the road, but also the traffic signaling.

Key-words: BR-101. Conditions of the road. Outskirts of Recife. Pavement Condition Rating.

Lista de figuras

Figura 1 - Traçado da BR-101 (Fonte: “BIT”)	12
Figura 2 - Localização do Trecho Km 57 (Fonte: Google)	15
Figura 3 - Desgaste Superficial, Km 57 da BR-101 (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	18
Figura 4 - Grande Reparo, Km 57 da BR-101 (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	19
Figura 5 - Buracos, Km57 da BR-101 (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	19
Figura 6- Valor deduzível corrigido, para pavimentos de concreto simples (Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO)	21
Figura 7 - Escala de condição do pavimento (Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO)	22
Figura 8 - Grande reparo. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	24
Figura 9 - Desgaste superficial. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	24
Figura 10 - Fissuras lineares. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	25
Figura 11 - Valor deduzível corrigido, para pavimentos de concreto simples (Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO)	26
Figura 12 - Sinalização de quilometro da rodovia (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	29
Figura 13 - Ausência de sinalização vertical no trecho. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	29
Figura 14 - Sinalização de fiscalização eletrônica. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	30
Figura 15 - Sinalização horizontal com elevado grau de desgaste, Km 57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	32
Figura 16 - Ausência de sinalização horizontal, Km 57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	32
Figura 17 - Acostamento com elevado grau de deterioração, Km 57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	34
Figura 18 - Desnível da faixa de rolagem para o acostamento e buraco no acostamento, Km57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	35
Figura 19 - Buraco no acostamento em péssimo estado de conservação, Km 57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	35

Lista de gráficos

Gráfico 1 - Quantitativo de acidentes do Km 57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.) 38

Gráfico 2 - Distribuição dos tipos de acidentes registrados no Km57 da BR-101, Trecho Norte/Sul. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)..... 39

Gráfico 3 - Distribuição dos tipos de acidentes registrados no Km57 da BR-101, Trecho Sul/Norte. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)..... 40

Lista de tabelas

Tabela 1 - Tipos de defeitos (Borba, Guilherme C. L.).....	17
Tabela 2 - Quantidade e Grau de Severidade dos defeitos encontrados no trecho Norte/Sul (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	18
Tabela 3 - Cálculo do ICP, Trecho Norte/Sul (Fonte: Borba, Guilherme C. L.).....	20
Tabela 4 - Quantidade e Grau de Severidade dos defeitos encontrados no trecho Norte/Sul (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)	23
Tabela 5 - Cálculo do ICP, Trecho Sul/Norte (Fonte: Borba, Guilherme C. L.).....	26
Tabela 6 - Classificação dos tipos de acidente. (Fonte: DNIT).....	37

Sumário

1. Introdução	12
2. Pavimento	13
2.1. Definição	13
2.2. Classificação de pavimentos.....	13
3. Localização	15
4. Avaliação de pavimentos.....	15
4.1 Índice de condição do pavimento (ICP)	16
4.2. Avaliação objetiva	16
4.2.1. Avaliação do trecho Norte/Sul	17
4.2.1.1. Processamento de dados	19
4.2.2. Avaliação do trecho Sul/Norte	22
4.2.2.1. Processamento de dados	25
5. Sinalização.....	27
5.1. Sinalização Vertical.....	28
5.2. Sinalização Horizontal:.....	30
6. Acostamento	32
7. Geometria da Via.....	36
8.1. Análise de acidentes no km 57 da BR 101	37
8.1.1. Acidentes ocorridos no trecho Norte/Sul	38
8.1.2. Acidentes ocorridos no trecho Sul/Norte	39
9. Conclusão	41
Referências	42

1. Introdução

Segundo o ministério dos transportes “Transporte rodoviário é o realizado sobre rodas nas vias de rodagem pavimentadas ou não para transporte de mercadorias e pessoas, sendo na maioria das vezes realizados por veículos automotores (ônibus, caminhões, veículos de passeio, etc.).” sendo este o meio de transporte mais utilizado no Brasil, com um montante de 58% das cargas transportadas no território nacional.

A preferência, desde o início da república pelo transporte rodoviário se deu pelo seu baixo custo de implantação, desviando os esforços da implantação de outros modais de transporte como o ferroviário e o hidroviário.

Mesmo com todo o esforço do país na implantação do modal rodoviário, o Brasil possui condições de suas rodovias não satisfatórias, possuindo apenas 12% de sua extensão rodoviária pavimentada, além de grande parte desta malha pavimentada em mau estado de conservação (cerca de 30%).

Através de levantamento do Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF), os números de acidentes, assim como o de mortes nas rodovias brasileiras crescem a cada ano, sendo o aumento destes índices mais notável na região nordeste.

A BR-101 é uma rodovia no sentido longitudinal do território brasileiro a qual tem seu ponto inicial no município de Touros no Rio Grande do Norte e seu fim no município de São José do Norte no Rio Grande do Sul. A rodovia corta o território de 12 estados brasileiros e em toda a sua extensão é oficialmente denominada “Rodovia Mário Covas”.

No presente trabalho de conclusão de curso será realizado uma análise das condições da rodovia no Km 57 (trecho de mil metros) através do cálculo do ICP (Índice de Condição do



Figura 1 - Traçado da BR-101 (Fonte: “BIT”)

Pavimento), o qual é um método de medida de condição estrutural do pavimento, além da análise visual do acostamento e da sinalização do trecho.

O fato que incentiva a elaboração deste estudo é a importância da rodovia para a economia do estado, unido com o resultado de uma pesquisa da Confederação Nacional de Transporte (CNT) mostra que o trecho de aproximadamente 30km que faz parte do chamado *Contorno Recife*, o qual apresenta uma média de acidentes com morte cinco vezes maior que a média nacional, ocupando assim o primeiro lugar no ranking de rodovia mais violenta do Brasil, de acordo com os dados divulgados pelo BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento) e a Fundação Dom Cabral.

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 infra-estrutura ou terreno de fundação, a qual é designada 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 colocadas em contato resultando ai um elevado grau de complexidade no que respeita ao cálculo de tensões e deformações e atuantes nas mesmas resultantes das cargas impostas pelo tráfego.”

2.2. Classificação de pavimentos

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

- 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.

No trecho em estudo, temos originalmente uma rodovia de pavimento rígido em sua totalidade, sendo constituído por duas faixas de rolagem em cada sentido (Norte-Sul e Sul-Norte), sendo constituída cada faixa de rolagem por placas de concreto de dimensões aproximadas de 3,60m de largura por 6,00m de comprimento, constituindo uma via com 7,20m de largura. Ao longo do tempo, devido ao desgaste do uso normal, intempéries e falta de manutenção e conservação, houve um desgaste elevado e como medida emergencial foi utilizado reparos com o recapeamento com CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente).

3. Localização

O trecho em estudo é localizado no km 57 da BR – 101, a qual faz parte do trecho da região metropolitana no Recife (RMR), no bairro da Guabiraba, o qual possui vários galpões industriais além de parte do escoamento de produção do porto de SUAPE, da fábrica da JEEP em Goiana, e interligação das cidades da RMR, possuindo um elevado fluxo de veículos de pequeno, médio e grande porte, além de vários pontos de embarque e desembarque de passageiros de transporte público.

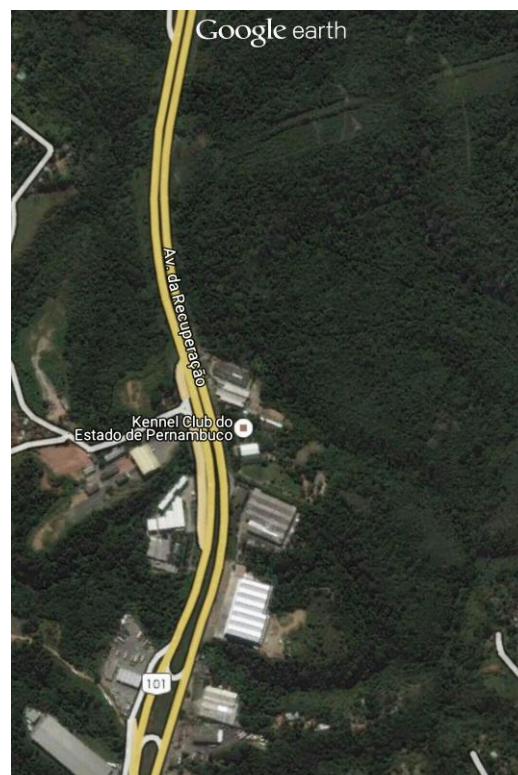


Figura 2 - Localização do Trecho Km 57 (Fonte: Google)

4. Avaliação de pavimentos

Segundo GONTIJO et al. (1994) a avaliação de pavimentos deve ter como principal objetivo fornecer dados para a execução acertada de intervenções corretivas na sua estrutura, quando se fizer necessário, promovendo o restabelecimento das características de conforto, segurança e economia aos usuários das rodovias. Varias atividades podem ser efetuadas para proporcionar tal estado, podendo variar entre simples operações de manutenção corretiva até a situação mais extrema, que seria a reconstrução total do pavimento. O conjunto de medidas a serem tomadas é função do conhecimento do estado em que o pavimento se encontra. Este diagnóstico é realizado com base em uma serie de parâmetros que definem o comportamento do pavimento.

Para SHAHIN (1994) a avaliação de um pavimento compreende um conjunto de atividades destinadas à obtenção de dados, informações e parâmetros que permitam diagnosticar os problemas e interpretar o desempenho apresentado pelo pavimento, de modo a se poder detectar suas necessidades atuais e futuras de manutenção e se prever as consequências da implementação de estratégias alternativas de manutenção. Estas

informações são atualizadas no planejamento e projeto de serviços e gerências de pavimentos, norteando os serviços de manutenção e restauração da rodovia.

Desta forma, em campo são inspecionadas e avaliadas as condições estruturais, de segurança e funcionais do pavimento, identificando as melhores medidas cabíveis a serem tomadas para que tal pavimento obtenha condições satisfatórias de uso durante sua vida útil.

4.1 Índice de condição do pavimento (ICP)

O nível de deterioração do pavimento foi realizado por meio do levantamento dos defeitos superficiais visuais de acordo com a NORMA DNIT 062/2004 PRO. Tal norma define os procedimentos para a avaliação objetiva dos pavimentos rígidos, quanto a suavidade e conforto de rolamento. Esta também descreve as condições de avaliação para o índice de condição do pavimento - ICP, e quanto a forma de atribuição dos Conceitos do Pavimento.

Segundo o DER - SP o ICP é a medida da condição funcional do pavimento, capaz de fornecer ao técnico 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, existem dois tipos de inspeção, a realizada em todo o trecho ou por amostragem. Como o trecho em análise possui pequena extensão, foi escolhida a inspeção em todo o trecho.

Com a avaliação dos dados obtidos em campo, confrontando com a análise das informações do cadastro documental da rodovia, possibilita a determinação da condição estrutural e o comportamento do pavimento nos trechos, bem como as possíveis causas dos defeitos.

4.2. Avaliação objetiva

Nas seguintes fases constam da avaliação objetiva das placas de pavimento rígido no trecho do KM 57 da BR 101:

1. as placas foram identificadas e numeradas nos dois sentidos da rodovia e os defeitos estabelecidos na norma (DNIT 061/2004 - TER), foram mapeados e quantificados em função do tipo, severidade e extensão.
2. os defeitos foram devidamente agrupados e processados, com o auxílio de ábacos e tabelas prescritos no anexo A da norma supracitada, a fim de calcular

o ICP do trecho NORTE/SUL, em seguida do trecho SUL/NORTE e, por ultimo, o trecho por inteiro que compreende os dois sentidos do km 57 da BR 101.

3. atribui-se um conceito baseado na escala de avaliação do pavimento presente no anexo B da norma.

A NORMA DNIT 061/2004 - TER estabelece os termos técnicos rodoviários referentes aos defeitos (anomalias observadas na superfície do pavimento decorrentes de problemas na fundação, de má execução ou do uso) nos pavimentos rígidos.

Os possíveis defeitos do pavimento foram dispostos a seguir segundo a norma:

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 nas juntas	14	Fissuras superficiais
5	Falha na selagem das juntas	15	Fissuras de retração plástica
6	Desnível pavimento-acostamento	16	Esborcimento ou quebra de canto
7	Fissuras lineares	17	Esborcimento de juntas
8	Grandes reparos	18	Placa bailarina
9	Pequenos reparos	19	Assentamento
10	Desgaste superficial	20	Buracos

Tabela 1 - Tipos de defeitos (Borba, Guilherme C. L.)

O grau de severidade aplicado também estabelecido pelo anexo E da norma é classificado como baixo (B), médio (M) e alto (A).

4.2.1. Avaliação do trecho Norte/Sul

O trecho analisado tem uma extensão de um quilômetro sendo composto por duas faixas de 3,60m, totalizando uma largura de 7,20m da via. Cada placa possui em média um comprimento de 6,00m, totalizando 334 placas analisadas, sendo estas numeradas em ordem crescente no sentido Paulista-Recife.

A análise dos defeitos foi realizada *in loco* por inspeção visual e estes dispostos em uma planilha para cálculo do ICP. De acordo com a tabela abaixo, cada defeito corresponde a um número e possui uma caracterização segundo o grau de severidade e a quantidade de placas afetadas no trecho.

DEFEITOS																													
1			2			3			4			5			6			7			8			9			10		
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	2	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15	0	0	0	19	0	18	20	7	0	0	0	63	166	0
0			2			0			0			15			15			19			45			0			229		

DEFEITOS																													
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4
0			0			0			0			0			0			0			0			0			9		

Tabela 2 - Quantidade e Grau de Severidade dos defeitos encontrados no trecho Norte/Sul (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

O defeito mais recorrente foi o desgaste superficial (acometendo cerca de 70% das placas) e grandes reparos (cerca de 13% das placas), porém a faixa da direita apresenta buracos de média e alta severidade.

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.” Este sendo o defeito que mais acomete as placas do trecho em estudo.”

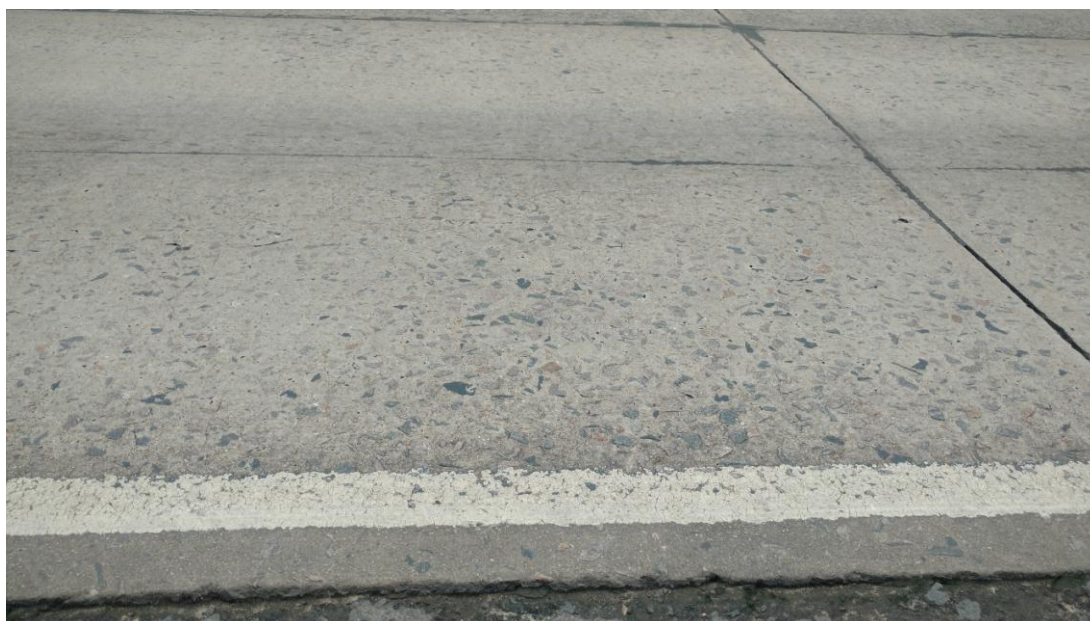


Figura 3 - Desgaste Superficial, Km 57 da BR-101 (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

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 4 - Grande Reparo, Km 57 da BR-101 (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

Segundo a norma DNIT 061/2004-TER “ buracos são reentrâncias côncavas observadas na superfície da placa, provocadas pela perda de concreto no local, apresentando área e profundidade bem definidas.”



Figura 5 - Buracos, Km57 da BR-101 (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

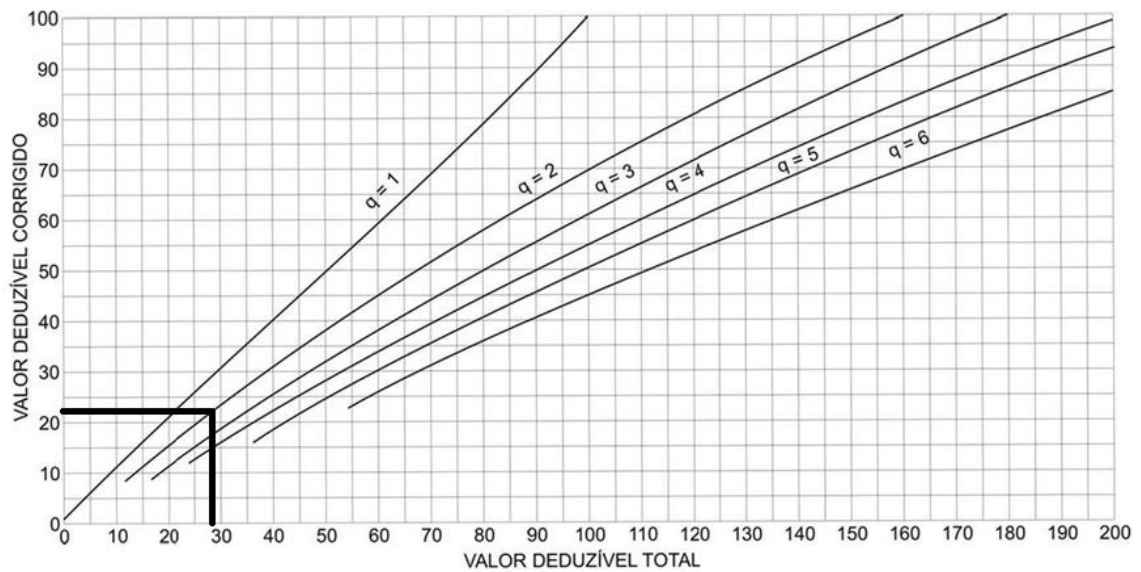
4.2.1.1. Processamento de dados

O anexo A da norma DNIT 062/2004-PRO permite obter os valores deduzíveis a partir do grau de severidade e do percentual de placas afetadas através de curvas DensidadeXValor Deduzível, conforme tabela a seguir:

Trecho Norte/Sul					
Tipo de defeito encontrado		Grau de severidade	Nº de placas afetadas	Densidade %	Valor deduzível
2	Fissura de canto	M	2	0,60	1
5	Falha na selagem das juntas	B	30	8,98	2
6	Desnível pavimento-acostamento	B	15	4,49	0
7	Fissuras lineares	M	19	5,69	5
8	Grandes reparos (A > 0,45m²)	B	18	5,39	3
		M	20	5,99	8
10	Desgaste superficial	-	199	59,58	9
20	Buraco	M	5	1,50	0
		A	4	1,20	0
VALOR DEDUZÍVEL TOTAL					28
VALORES DEDUZÍVEIS SUPERIORES A 5 (q)					2
VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)					23
ICP = 100 - VDC = 77			CONCEITO MUITO BOM		

Tabela 3 - Cálculo do ICP, Trecho Norte/Sul (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

O valor deduzível corrigido (VDC) e a quantidade de valores deduzíveis para cada defeito superiores a 5 (cinco) é o que define o Índice de condição do pavimento, segundo o gráfico do item 7 do anexo A da norma DNIT/2004-PRO.



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

Figura 6- Valor deduzível corrigido, para pavimentos de concreto simples (Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO)

O ICP é definido pela subtração de 100 pelo valor do ICP ($ICP = 100 - VDC$), tendo um valor de 77. Desta forma, o valor do ICP obtido para o trecho Norte/Sul foi classificado como “muito bom”, como mostra a figura 7, estando de acordo com o observado na inspeção visual.

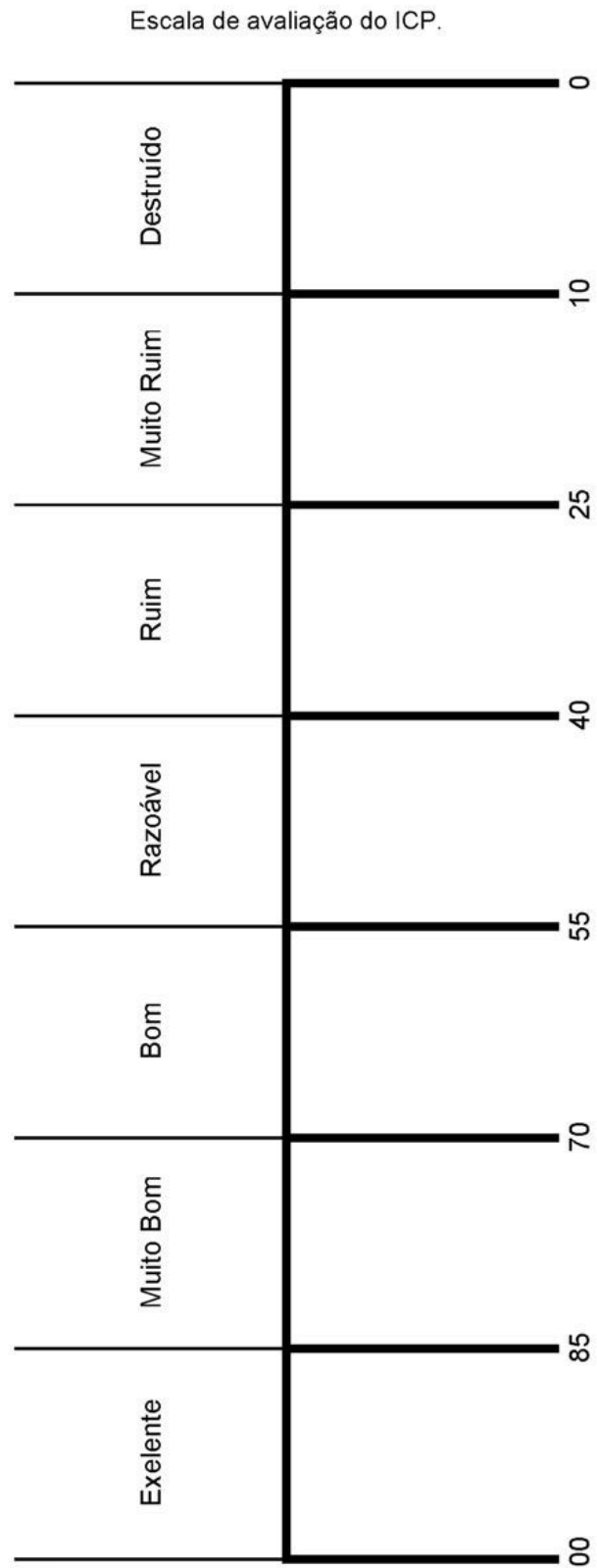


Figura 7 - Escala de condição do pavimento (Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO)

4.2.2. Avaliação do trecho Sul/Norte

O trecho analisado tem uma extensão de um quilômetro sendo composto por duas faixas de 3,60m, totalizando uma largura de 7,20m da via. Cada placa possui em média um comprimento de 6,00m, totalizando 334 placas analisadas, sendo estas numeradas em ordem crescente no sentido Recife-Paulista.

A análise dos defeitos foi realizada *in loco* por inspeção visual e estes dispostos em uma planilha para cálculo do ICP. De acordo com a tabela abaixo, cada defeito corresponde a um número e possui uma caracterização segundo o grau de severidade e a quantidade de placas afetadas no trecho.

DEFEITOS																							
1			2			3			4			5			6			7			8		
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	0	0	0	0	9	0	0	4	13	0	0	0	0	0	0	35	23	170	0	0
0			0			9			4			13			0			58			170		

DEFEITOS																							
11			12			13			14			15			16			17			18		
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	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0			6			0			0			0			1			0			0		

Tabela 4 - Quantidade e Grau de Severidade dos defeitos encontrados no trecho Norte/Sul (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

O defeito mais recorrente foi o de grandes reparos (acometendo cerca de 51% das placas), desgaste superficial (cerca de 40% das placas) e fissuras lineares (cerca de 17% das placas), a faixa da direita apresenta quase toda a sua extensão (cerca de 85%) de cobertura de CBUQ.

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



Figura 8 - Grande reparo. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

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 9 - Desgaste superficial. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

Ainda segundo a norma DNIT 061/2004-TER:

“Fissuras lineares são aquelas que atingem toda a espessura da placa, dividindo-a em duas ou três partes.

Como fissuras lineares enquadram-se:

- a. Fissuras transversais que ocorrem na direção da placa, perpendicularmente ao eixo longitudinal do pavimento;
- b. Fissuras longitudinais que ocorrem na direção do comprimento da placa, paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento;
- c. Fissuras diagonais, que são fissuras inclinadas que interceptam as juntas do pavimento a uma distância maior que a metade do comprimento dessas juntas ou bordas.”



Figura 10 - Fissuras lineares. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

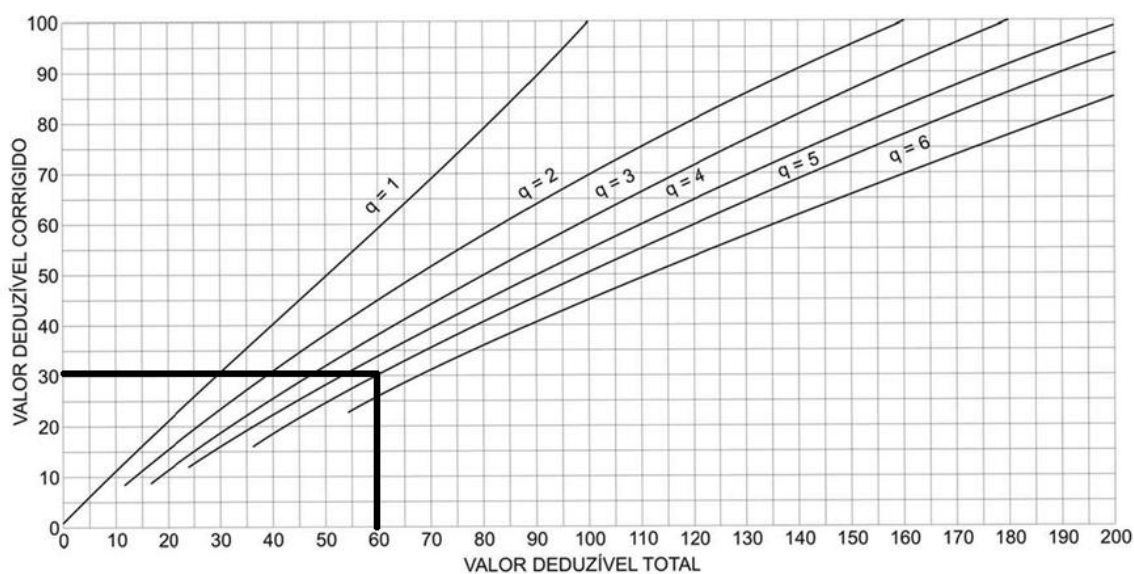
4.2.2.1. Processamento de dados

O anexo A da norma DNIT 062/2004-PRO permite obter os valores deduzíveis a partir do grau de severidade e do percentual de placas afetadas através de curvas DensidadeXValor Deduzível, conforme tabela a seguir:

Trecho Sul/Norte					
Tipo de defeito encontrado		Grau de severidade	Nº de placas afetadas	Densidade %	Valor deduzível
3	Placa dividida	A	9	2,69	9
4	Escalonamento ou degrau nas juntas	A	4	1,20	3
5	Falha na selagem das juntas	B	13	3,89	2
7	Fissuras lineares	M	35	10,48	8
		A	23	6,89	13
8	Grandes reparos (A > 0,45m²)	B	170	50,90	17
10	Desgaste superficial	-	134	40,12	6
12	Quebras localizadas	B	6	1,80	2
16	Quebra de canto	M	1	0,30	0
20	Buraco	B	9	2,69	0
VALOR DEDUZÍVEL TOTAL					60
VALORES DEDUZÍVEIS SUPERIORES A 5 (q)					5
VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)					30
ICP = 100 - VDC = 70			CONCEITO <u>MUITO BOM</u>		

Tabela 5 - Cálculo do ICP, Trecho Sul/Norte (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

O valor deduzível corrigido (VDC) e a quantidade de valores deduzíveis para cada defeito superiores a 5 (cinco) é o que define o Índice de condição do pavimento, segundo o gráfico do item 7 do anexo A da norma DNIT/2004-PRO.



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

Figura 11 - Valor deduzível corrigido, para pavimentos de concreto simples (Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO)

O ICP é definido pela subtração de 100 pelo valor do ICP ($ICP = 100 - VDC$), tendo um valor de 70. Desta forma, o valor do ICP obtido para o trecho Sul/Norte foi classificado como “muito bom”, estando de acordo com o observado na inspeção visual.

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 km 57 da BR-101 nota-se a ausência de sinalização vertical no sentido Sul/Norte, exceto pela placa de sinalização do km em questão. No sentido Norte/Sul, tem-se sinalização apenas de fiscalização eletrônica que se localiza ao final do trecho e de retorno , o qual esta localizada no meio do trecho em questão, mesmo assim com algumas delas parcialmente encobertas pela vegetação. Não foi verificada sinalização de curvas, dentre outras.



Figura 12 - Sinalização de quilometro da rodovia (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)



Figura 13 - Ausência de sinalização vertical no trecho. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)



Figura 14 - Sinalização de fiscalização eletrônica. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

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;

- Regularizar 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 57 da BR-101, em ambos os sentidos da via, observa-se a ausência quase total de sinalização horizontal e, quando da presença deste tipo de sinalização, nota-se o alto grau de deterioração da mesma, devido a falta de manutenção. A ausência da sinalização horizontal torna o uso da via mais perigoso, principalmente durante a noite e nos dias chuvosos, onde a iluminação é prejudicada.



Figura 15 - Sinalização horizontal com elevado grau de desgaste, Km 57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)



Figura 16 - Ausência de sinalização horizontal, Km 57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

6. Acostamento

Os acostamentos de uma rodovia consistem na faixa adjacente à pista principal que apresenta basicamente as seguintes funções: acomodar veículos estacionados em caso de emergência e proteger as camadas dos pavimentos da pista. Adicionalmente, a presença de acostamentos proporciona um aumento da segurança viária, já que aumenta a área de escape para veículos errantes, afasta a área de rolamento de obstruções laterais à rodovia, tais como

barreiras, defensas e sinalizações, ampliam as distancias de visibilidade em trechos de seção em corte e ainda promovem maior espaço para operações de manutenção.

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.

No km 57 da BR-101 observa-se, quando da presença de acostamento, o péssimo estado de conservação do mesmo, com problemas de drenagem, buracos, e desnivelamento em relação à via, tornando o acostamento praticamente inutilizável.



Figura 17 - Acostamento com elevado grau de deterioração, Km 57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)



Figura 18 - Desnível da faixa de rolagem para o acostamento e buraco no acostamento, Km57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)



Figura 19 - Buraco no acostamento em péssimo estado de conservação, Km 57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

7. Geometria da Via

Segundo o projeto geométrico da rodovia, a curva inserida no trecho (curva 10) possui um raio de 286,53m possuindo um ângulo de $50^{\circ}01'20''$. A curva existente no trecho, como pode ser visto na magnitude do seu raio, é uma curva que está dentro da faixa da norma para o projeto de estradas e rodagens do Ministério do Transporte, o qual indica um valor mínimo de 200m, não tendo influencia nos acidentes. Neste trecho, a via não apresenta elevações, sendo um trecho plano, o que não influencia na perda de campo de visão ou alguma outra causa que influencie acidentes.

8. Acidentes

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.”

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 a 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.

O DNIT utiliza uma classificação de acidentes detalhada para as rodovias e os denominam da seguinte forma:

Tipos de acidentes
Abalroamento lateral no mesmo sentido
Abalroamento lateral no sentido oposto
Abalroamento transversal
Capotagem
Choque com objeto fixo
Choque com veículo estacionado
Colisão frontal
Colisão traseira
Saída de pista
Tombamento
Atropelamento
Atropelamento de animal
Atropelamento e fuga
Outros tipos

Tabela 6 - Classificação dos tipos de acidente. (Fonte: DNIT)

8.1. Análise de acidentes no km 57 da BR 101

Com as estatísticas levantadas pelo DNIT, que contem em seu arquivo o quantitativo de acidentes em toda a extensão da BR 101 no período de 2005 a 2011, foi realizado um estudo de acompanhamento de acidentes.

Este banco de dados fornecido pelo DNIT é alimentado pelos registros do Departamento de Polícia Rodoviária Federal - DPRF, para as rodovias federais sob jurisdição do DNIT.

Um gráfico foi alimentado com os dados do levantamento do DNIT no trecho do km 57 da BR 101, mostrando o comportamento de acidentes em cada ano.

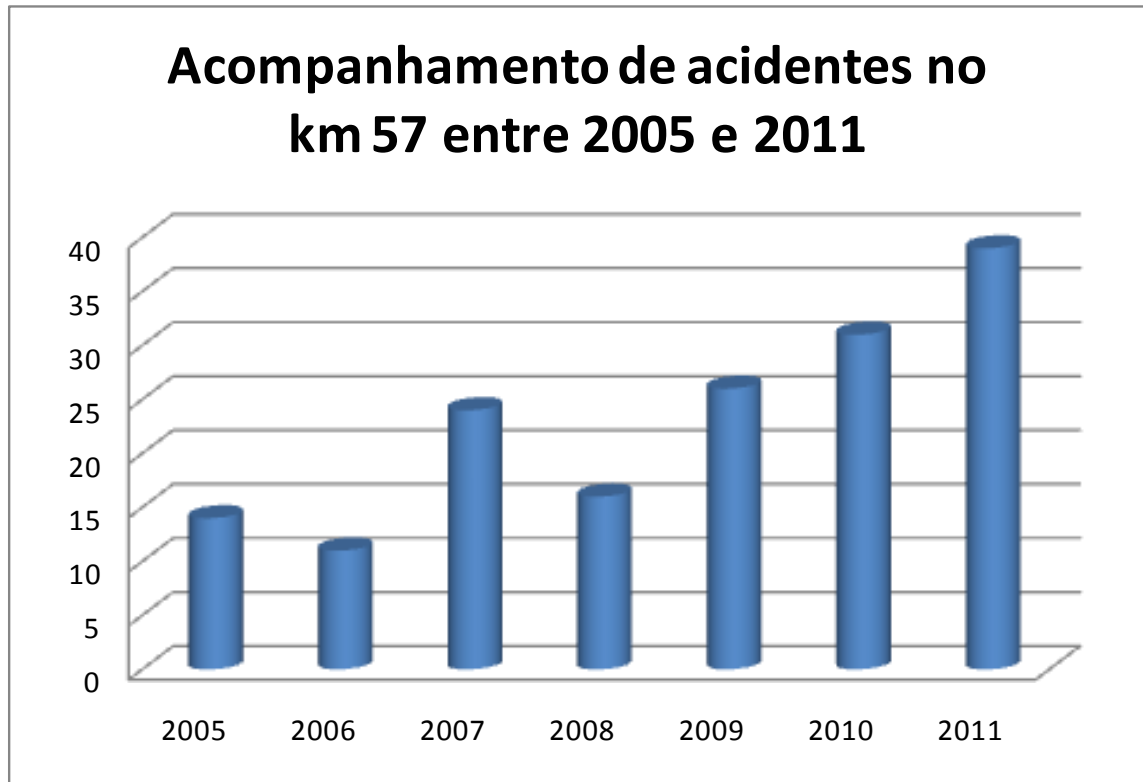


Gráfico 1 - Quantitativo de acidentes do Km 57 da BR-101. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

8.1.1. Acidentes ocorridos no trecho Norte/Sul

Na análise dos acidentes pelos dados do DNIT foi constatado que o mais ocorrido foi o de colisão Traseira (37% dos acidentes), abalroamento no mesmo sentido (18% dos acidentes) e abalroamento transversal (12% dos acidentes). Com menor incidência ainda temos capotagem, colisão frontal, atropelamento, saída de pista, choque com objeto fixo e outros tipos, conforme ilustrado no gráfico seguinte:

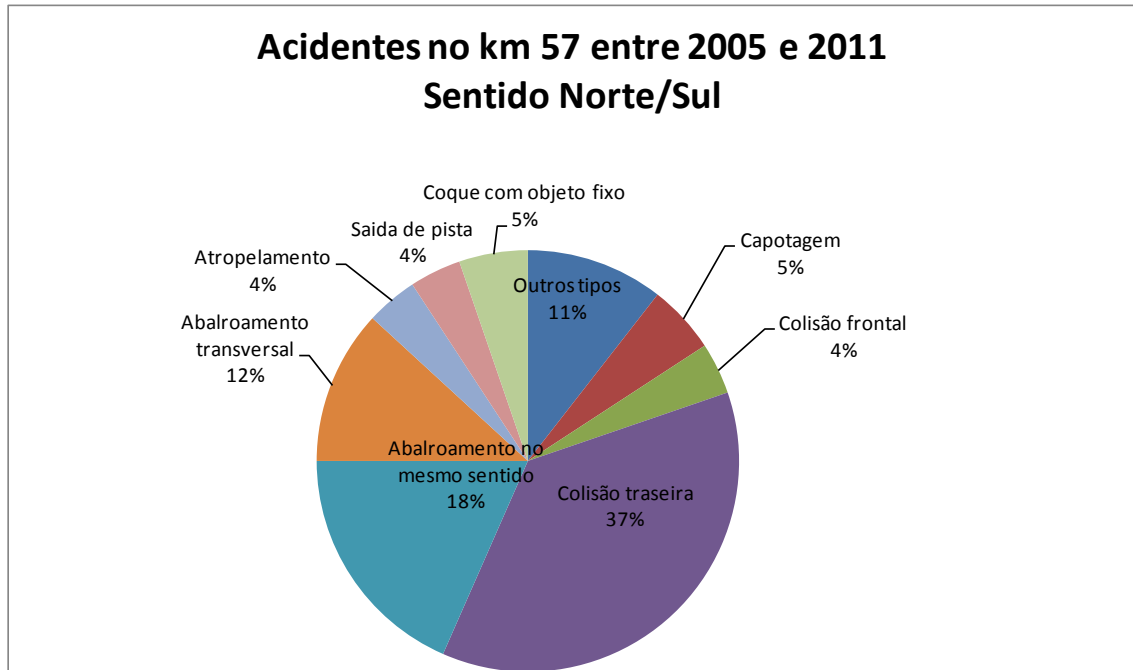


Gráfico 2 - Distribuição dos tipos de acidentes registrados no Km57 da BR-101, Trecho Norte/Sul. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

8.1.2. Acidentes ocorridos no trecho Sul/Norte

Análise dos acidentes pelos dados do DNIT foi constatado que o mais ocorrido foi o de colisão traseira (48% dos acidentes), abalroamento no mesmo sentido (19% dos acidentes) e saída de pista (9% dos acidentes). Com menor incidência ainda temos abalroamento transversal, atropelamento capotagem e colisão frontal, conforme ilustrado no gráfico seguinte:

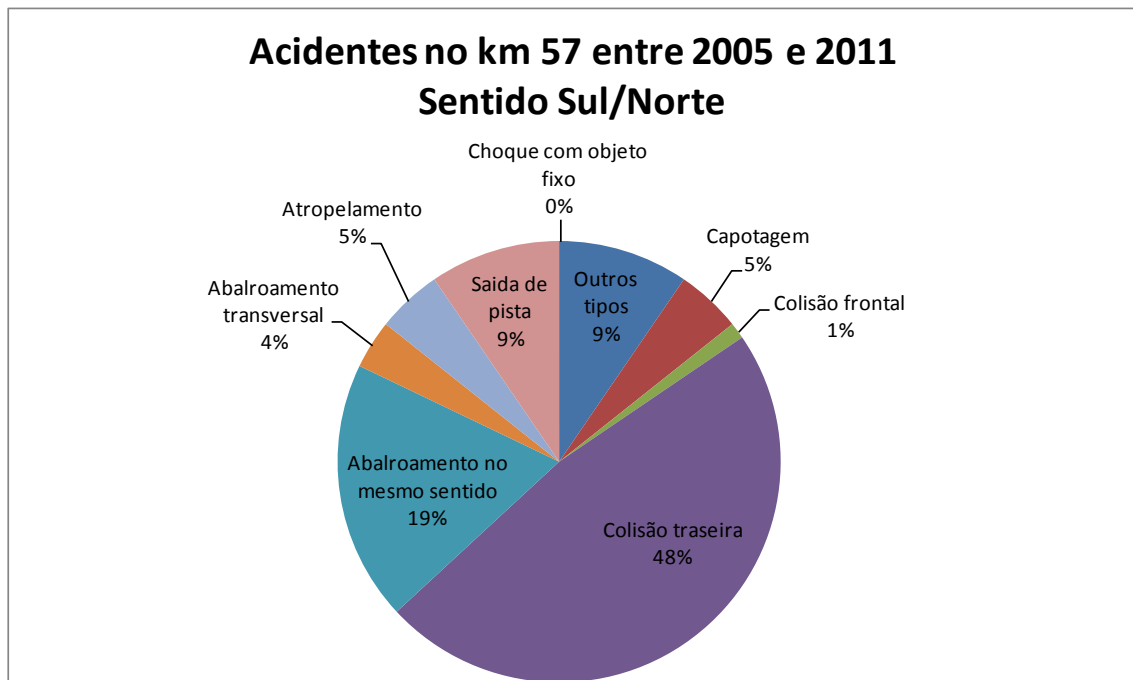


Gráfico 3 - Distribuição dos tipos de acidentes registrados no Km57 da BR-101, Trecho Sul/Norte. (Fonte: Borba, Guilherme C. L.)

9. Conclusão

Por meio dos dados apresentados no presente estudo, concluí-se que além dos fatores humanos (Imprudência, imperícia e negligência), existem outros fatores colaboram para o crescimento do número de acidentes na BR-101 no trecho do *Contorno Recife*. Neste trecho, onde há um elevado fluxo de veículos de carga além de veículos de passeio ficou evidente que a manutenção da rodovia não possui a atenção necessária das autoridades responsáveis, sendo evidenciado na ausência e no mau estado de conservação da sinalização e do acostamento, o qual possui uma péssima condição, além de alguns problemas na própria estrutura do pavimento.

Embora o cálculo do ICP tenha classificado os trechos como “muito bom”, observa-se uma porcentagem alarmante de “colisão traseira”, acidente normalmente provocado pela presença de problemas estruturais no pavimento, os quais forçam os condutores a realizarem manobras arriscadas.

O problema que ressalta aos olhos dos usuários da rodovia seria uma intervenção não paliativa como se é normalmente realizada, sendo necessária a retirada de todo o material deteriorado para a sua reconstrução. A maior dificuldade para a execução desta alternativa é o fluxo elevado de veículos, sendo esta a única via para muitos usuários. A reconstrução do pavimento deve ser realizada nos trechos necessários além de melhorias no acostamento e uma revitalização na sinalização, esta apresentando um péssimo estado de conservação.

Referências

Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID – Ilustrações do traçado da BR-101;

Banco de Informação e Mapas de Transportes – BIT- Estatísticas de acidentes;

Departamento de Estradas e Rodagens de São Paulo - DER-SP;

Fundação Dom Cabral – Estatísticas de acidentes;

Norma do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT 061/2004 TER: Pavimento Rígido – Defeitos – Terminologia;

Norma do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT 061/2004 PRO: Pavimento Rígido – Inspeção Visual – Procedimento;

Norma do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT 062/2004 PRO: Pavimento Rígido – Avaliação Objetiva – Procedimento;

Manual de Pavimentos Rígidos – DNIT - 2005;

Manual de sinalização rodoviária do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT, 3ª edição, 2010;

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