



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

EDUARDO COSTA TORRES

ROBERTO MORAIS LINS JUNIOR

**ANÁLISE DAS CAUSAS DE ACIDENTE COM BASE NOS ASPECTOS DE ENGENHARIA DA VIA
NO TRECHO DO KM 81 DA BR – 101**

Recife, 2015

Catálogo na fonte

Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

T693a Torres, Eduardo Costa.

Análise das causas de acidente com base nos aspectos de engenharia da via no trecho do KM 81 da BR-101 / Eduardo Costa Torres, Roberto Morais Lins Junior. - Recife: O Autor, 2015.

43 folhas, il.

Orientador: Prof. Maurício Renato Pina.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Civil, 2015.

Inclui Referências.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

EDUARDO COSTA TORRES

ROBERTO MORAIS LINS JUNIOR

**ANÁLISE DAS CAUSAS DE ACIDENTE COM BASE NOS ASPECTOS DE ENGENHARIA DA VIA
NO TRECHO DO KM 81 DA BR – 101**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção da Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador: Prof. Maurício Renato Pina.

Recife, 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

EDUARDO COSTA TORRES
ROBERTO MORAIS LINS JUNIOR

ANÁLISE DAS CAUSAS DE ACIDENTES COM BASE NOS ASPECTOS DE ENGENHARIA DA VIA
NO TRECHO DO KM 81 DA BR – 101

BANCA EXAMINADORA

Professor Mauricio Renato Pina Moreira – (UFPE)

Presidente da Banca – Orientador

Professor Fernando Jordão Vasconcelos – (UFPE)

Membro

Professor Gustavo Leite

Membro

Recife, 2015

AGRADECIMENTOS

Somos eternamente gratos a Deus, pela vida, paciência e determinação derramada em nossas vidas ao longo do curso.

Agradecemos aos nossos familiares que nos apoiaram e sempre estiveram ao nosso lado nos momentos difíceis dessa jornada. Aos nossos professores que contribuíram a sua maneira, sempre positivamente para que atingíssemos o grau de conhecimento e a capacidade de exercer a nossa profissão a partir de hoje, em especial ao nosso professor orientador Mauricio Pina que se dispôs a nos ajudar e não nos negou sua disponibilidade em momento algum no decorrer da nossa pesquisa. Aos nossos amigos que entenderam nossa ausência muitas vezes, por entenderem as nossas dificuldades. Enfim, agradecer a tudo e a todos de forma bastante especial já que não nos faltou e não faltarão, nunca, motivos para sempre AGRADECER!

“Não ganhe o mundo e
perca a sua alma: sabedoria
vale mais que ouro e prata”

(Robert Nesta Marley)

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso pretende dar continuidade a pesquisa iniciada no ano 2012 pelo professor Maurício Pina, que por meio da investigação das causas dos acidentes na BR-101 tem o intuito de correlacioná-las com as condições de uso das estradas, conscientizando a população da necessidade real de monitoramento das condições das estradas do país, sua principal via de transporte. Através de análise estatística do número de acidentes foi selecionado um trecho da parte da rodovia em questão que corta a região metropolitana do Recife como objeto de estudo do presente trabalho de conclusão de curso. Seguindo as normas vigentes dos órgãos competentes foram realizadas análises no tocante a condição do pavimento, através da norma do DNIT 062/2004 – PRO, que determina o procedimento para obtenção do ICP (índice de condição do pavimento), índice que avalia o conforto e segurança do usuário ao trafegar na via; observou-se também os aspectos relevantes para avaliar de as condições de tráfego nas rodovias, tais como acostamento e sinalização da via.

Palavras-chave: Acidentes na BR-101, condição do pavimento da BR-101, causa de acidentes na BR-101, condição do pavimento no contorno recife.

ABSTRACT

This final paper proposes to continue the research initiated in 2012 by Professor Mauricio Pina, that through of the investigation of the causes of accidents in the BR -101 intends to correlate them with the conditions for use of the road, showing to the society the real necessity of the monitoring of the condition of roads in the country, his main transport route. Through statistical analysis of the number of accidents has selected an stretch of the highway, that has been mentioned, that cross the metropolitan region of Recife as the object of study of this work of completion. Following the standards of the relevant bodies, we analyzed the condition of the pavement were made based on standard DNIT 062/2004 – PRO, which determines the procedure for obtaining PCI (pavement condition index), an index that assesses the comfort and user safety when driving on the road, it was also observed to assess the relevant aspects of traffic conditions on highways such as: signaling, coasting and drainage of the stretch.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Traçado da BR – 101, Extensão total: 4.615 km (Fonte: “BIT”).....	13
Figura 02 – Mapa de localização do trecho estudado (Fonte: “do autor”).....	16
Figura 03 – Escala de condição do pavimento. Análise objetiva do trecho Norte/Sul.....	19
Figura 04 – Grandes reparos Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).....	20
Figura 05 – Grandes reparos Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).....	20
Figura 06 – Desgaste superficial Km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).....	20
Figura 07 – Fissuras superficiais no Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).....	21
Figura 08 – Falha na selagem das juntas Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).....	22
Figura 09 – Fissuras lineares Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).....	22
Figura 10 – Valor deduzível corrigido, para pavimentos de concreto simples (Fonte: “Norma DNIT 062/2004 – PRO”).....	24
Figura 11 – Grandes reparos km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).....	25
Figura 12 – Grandes reparos km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).....	25
Figura 13 – Desgaste superficial Km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).....	25
Figura 14 – Fissura superficial Km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).....	26
Figura 15 – Falha de selagem de juntas Km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).....	27
Figura 16 – Fissuras lineares Km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).....	27
Figura 17 – Valor deduzível corrigido, para pavimentos de concreto simples.....	29
Figura 18 – Sinalização de limite de velocidade com sinais de vandalismo no Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).....	31
Figura 19– Sinalização de limite de velocidade com sinais de vandalismo no Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).....	31
Figura 20 – Sinalização de alerta quanto ao estreitamento a esquerda no km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).....	31

Figura 21 - Placa indicativa de destino com visibilidade comprometida pela vegetação km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).....	32
Figura 22 – Sinalização horizontal com alto grau de desgaste no km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).....	33
Figura 23 – Falta de sinalização horizontal em toda extensão do Km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).....	33
Figura 24 – Acostamento em péssimas condições de conservação no Km 81 BR – 101 (Fonte: “do autor”).....	34
Figura 25 – Acostamento em péssimas condições de conservação no Km 81 BR – 101 (Fonte: “do autor”).....	34
Figura 26 – Grande quantidade de lixo depositado nas laterais da rodovia do km 81 BR – 101 (Fonte: “do autor”).....	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Acompanhamento dos acidentes no km 81 da BR – 101 (Fonte: “do autor”).....	38
Gráfico 02 – Densidade dos acidentes registrados no km 81 da BR – 101 (Fonte: “do autor”).....	39
Gráfico 03 – Densidade dos acidentes registrados no km 81 da BR – 101 (Fonte: “do autor”).....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Tipos de defeitos (Fonte: "do autor").....	18
Tabela 02 – Quantidade de placas afetadas e grau de severidade dos defeitos encontrados.....	20
Tabela 03 – Cálculo do ICP (trecho Norte/Sul).....	23
Tabela 04 – Quantidade de placas afetadas e grau de severidade dos defeitos encontrados.....	25
Tabela 05 – Cálculo do ICP (trecho Sul/Norte).....	28
Tabela 06 – Classificação dos tipos de acidente (Fonte: "DNIT").....	37

Sumário

1.	Introdução	14
2.	Pavimento	16
2.1.	Definição de Pavimento	16
2.2.	Tipos de Pavimento	16
3.	Localização	17
4.	Avaliação de Pavimentos	18
4.1.	Índice de Condição do Pavimento (ICP):	18
4.2.	Avaliação Objetiva.....	19
4.2.1.	Análise objetiva do trecho Norte/Sul.....	21
4.2.2.	Análise objetiva do trecho Sul/Norte.....	27
5.	Sinalização	33
5.1.	Sinalização Vertical.....	33
5.2.	Sinalização horizontal.....	35
6.	Acostamento	37
7.	Acidentes.....	39
7.1.	Análise de acidentes no km 81 da BR-101	40
7.1.1.	Análise dos acidentes ocorridos no trecho Norte/Sul.....	41
7.1.2.	Análise dos acidentes ocorridos no trecho Sul/Norte.....	42
8.	Conclusão	43
9.	Referências Bibliográficas	44

1. Introdução

O transporte rodoviário no Brasil é o principal sistema logístico e tem a quarta maior rede de rodovias e estradas do mundo, totalizando uma extensão de aproximadamente 1,7 milhão de quilômetros. É responsável pelo transporte de 58% de todas as cargas movimentadas em seu território.

Sua importância se dá desde o início da república, quando os governos começaram a priorizar o transporte rodoviário, em detrimento ao transporte ferroviário e fluvial, devido ao seu baixo custo de implantação e a rapidez de sua construção.

Entretanto, com toda essa importância para o setor viário, o Brasil ainda apresenta condições insatisfatórias no que diz respeito à qualidade de suas estradas. Cerca de 30% de toda a sua extensão da malha viária está muito danificada e apenas 12% encontra-se pavimentada.

Como resultado do estado de conservação precário, as rodovias brasileiras são responsáveis por elevados índices de acidentes e mortes. Segundo o estudo do Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF), em 2010, ocorreram cerca de 180 mil acidentes nas rodovias federais policiadas. Considerando o número de ocorrências, percebe-se um crescimento médio de 8,5% ao ano, enquanto o número de mortos cresceu 7%. Foi comprovado ainda que a região do nordeste apresentou o maior número de mortos, superando o sudeste, tradicionalmente recordista neste item.

A BR – 101 é a mais extensa rodovia brasileira e liga quase todo o litoral do país no sentido Norte-Sul. Tem seu ponto inicial na cidade de Touros (Rio Grande do Norte) e o final na cidade de São José do Norte (Rio Grande do Sul). Foi construída pelo Exército brasileiro e inaugurada na década de 60, atravessa doze estados brasileiros e em toda a sua extensão recebe o nome de Rodovia Governador Mário Covas.



Figura 01 – Traçado da BR – 101, Extensão total: 4.615 km (Fonte: “BIT”).

No estado de Pernambuco, a BR – 101 tem fundamental importância para o crescimento econômico regional. Possui um trecho já duplicado que vai da divisa com o estado da Paraíba até a cidade de Palmares, na Zona da Mata. Segundo pesquisa realizada pela Confederação Nacional de Transporte (CNT) este trecho da BR – 101, no estado de Pernambuco, situa-se em terceiro colocado no ranking de periculosidade das rodovias federais segundo a quantidade de acidentes com mortos. De toda sua extensão no estado, 30,7 Km fazem parte do chamado *Contorno Recife*, que apresenta uma média de acidentes com mortos cinco vezes maior do que a nacional e ocupa a primeira posição no ranking das rodovias mais violentas do Brasil, de acordo com dados levantados pelo BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento) e a Fundação Dom Cabral.

Neste trabalho de conclusão de curso será feito uma análise da situação do pavimento no KM 81 – trecho com extensão de mil metros – através do cálculo do ICP (Índice de Condição do Pavimento), que é uma medida da condição estrutural do pavimento. E através dele encontrar uma possível justificativa para o elevado número de acidentes registrados no Contorno Recife. Itens como condições de drenagem, sinalização vertical e horizontal e características geométricas do trecho também serão analisados a fim complementar a presente pesquisa.

2. Pavimento

2.1. Definição de Pavimento

Segundo o manual de pavimentação do DNIT – 2006, o 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 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 daí 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. Tipos de Pavimento

– **Flexível:** aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Exemplo típico: pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica.

– **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 trecho em estudo é originalmente construído em sua totalidade por pavimento do tipo rígido, contendo duas faixas de rodagem em cada sentido, sendo dividido em placas de aproximadamente 6,00m de comprimento e 7,20m de largura. Ao longo do seu tempo de uso, atrelado à falta de manutenção da rodovia, fez-se uso do recapeamento de CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) como medida emergencial.

3. Localização

O trecho estudado corresponde ao quilômetro 81 da BR – 101, que faz parte do Contorno Recife e situa-se no bairro de Prazeres, Município de Jaboatão dos Guararapes. Ao longo de sua extensão observa-se a existência de grandes galpões industriais e empresas de logística, elevado fluxo de veículos (de pequeno, médio e grande porte), e ainda uma maciça presença de pontos de embarque e desembarque de usuários do sistema de transporte público.



Figura 02 – Mapa de localização do trecho estudado (Fonte: "do autor").

Avaliação de Pavimentos

Segundo 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 conseqüências da implementação de estratégias alternativas de manutenção. Estas informações são atualizadas no planejamento e projeto de serviços e gerencias de pavimentos, norteando os serviços de manutenção e restauração da rodovia.

Para 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.

Sendo assim, em inspeções de campo são avaliadas as condições funcionais, de segurança e estruturais para possibilitar a identificação das melhores medidas que de deve tomar para que o pavimento apresente condições satisfatórias de uso ao longo da sua vida útil.

3.1. Índice de Condição do Pavimento (ICP):

O grau de deterioração do pavimento foi avaliado mediante levantamento de defeitos superficiais por meio de inspeção visual de acordo com que preconiza a NORMA DNIT 062/2004 PRO. Esta norma define e fixa os procedimentos que devem ser adotados para a avaliação objetiva de pavimentos rígidos, quanto ao conforto e suavidade ao rolamento. Descreve as condições gerais e específicas para a avaliação, para o calculo do índice de correção do pavimento – ICP, e para a forma de atribuição dos Conceitos de Pavimento.

O ICP é uma 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.

Segundo a norma DNIT, existem dois tipos de inspeção, a inspeção em todo o trecho e a inspeção por amostragem. Em geral, o tipo de inspeção utilizado é determinado de acordo com a extensão do trecho a ser analisado. Devido a sua pequena extensão, foi escolhida para esse caso a inspeção em todo o trecho.

A avaliação dos dados obtidos na inspeção de trechos de uma rodovia, conjugada com a análise das informações do cadastro documental dessa rodovia, possibilita que se determine a condição estrutural e o comportamento da pavimentação rígida dos trechos, bem como as prováveis causas de defeitos.

3.2. Avaliação Objetiva

As seguintes fases constam da avaliação objetiva de pavimentos rígidos aplicadas ao trecho do Km 81 da BR 101:

- a) Na primeira fase, as placas foram identificadas e numeradas nos dois sentidos da rodovia e em seguida, os defeitos estabelecidos por norma (DNIT 061/2004 – TER) foram mapeados e quantificados em função do tipo, extensão e severidade;
- b) Na segunda fase, os defeitos foram devidamente agrupados e processados, se fazendo uso de ábacos e tabelas prescritos no anexo A da norma, a fim de que se calculasse o ICP do trecho NORTE/SUL, em seguida do trecho SUL/NORTE e, por último, o trecho por inteiro que compreende os dois sentidos do km 81 da BR – 101.
- c) Na terceira e última fase, atribui-se um conceito baseado na escala de avaliação do pavimento presente no anexo B da norma. (Vide Figura 03)

A NORMA DNIT 061/2004 – TER estabelece termos técnicos rodoviários referentes a defeitos (anomalias observadas no pavimento, decorrente de problemas na fundação, de má execução ou do uso) nos pavimentos rígidos.

Os possíveis defeitos do pavimento foram numerados de 1 a 20 e dispostos a seguir segundo a norma:

Tipos de defeitos	
1 – Alçamento das placas	11 – Bombeamento
2 – Fissura de canto	12 – Quebras localizadas
3 – Placa dividida	13 – Passagem de nível
4 – Escalonamento ou degrau nas juntas	14 – Fissuras superficiais
5 – Falha na selagem das juntas	15 – Fissuras de retração plástica
6 – Desnível pavimento – acostamento	16 – Esborcinamento ou quebra de canto
7 – Fissuras lineares	17 – Esborcinamento de juntas
8 – Grandes reparos	18 – Placa “bailarina”
9 – Pequenos reparos	19 – Assentamento
10 – Desgaste superficial	20 – Buracos

Tabela 01 – Tipos de defeitos (Fonte: “do autor”).

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

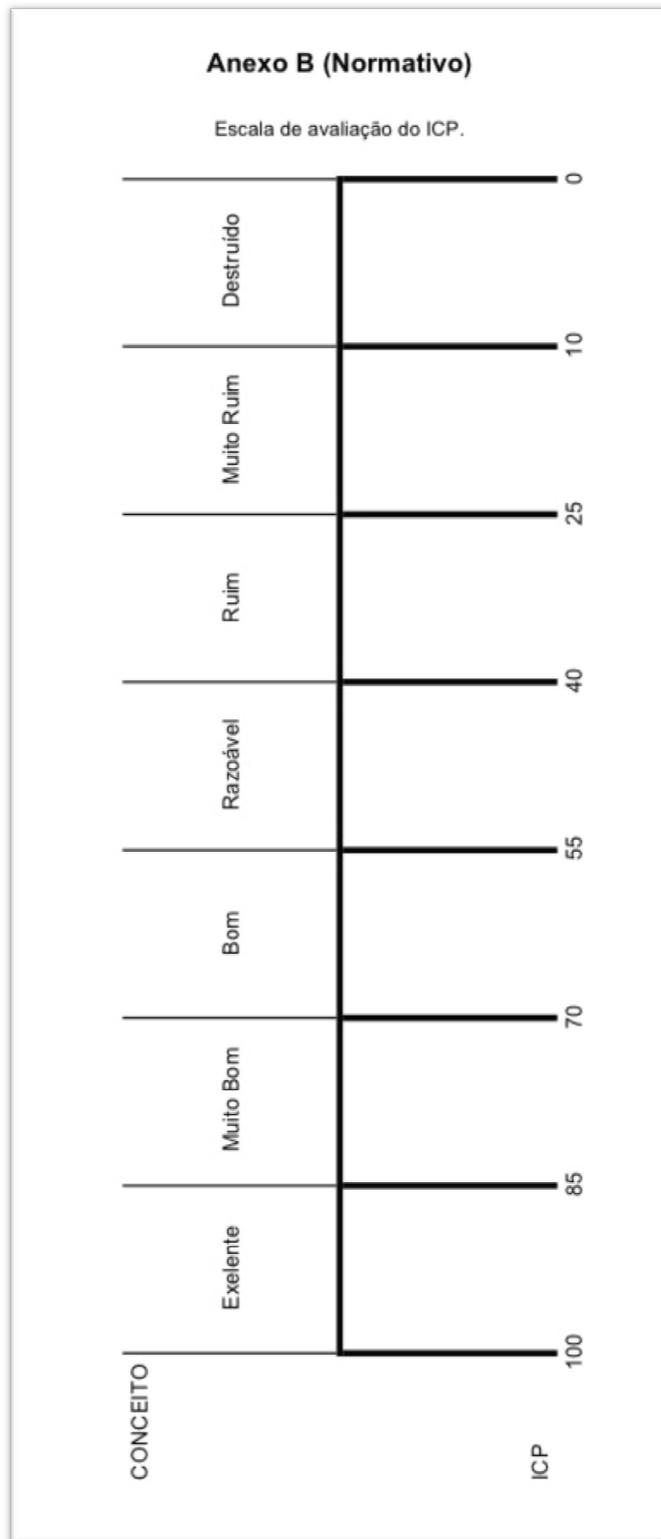


Figura 03 – Escala de condição do pavimento.
Análise objetiva do trecho Norte/Sul

3.2.1. Análise objetiva do trecho Norte/Sul

Este trecho tem uma extensão de um quilômetro e é composto por duas faixas de 3,60m cada, totalizando 7,20m de largura. Cada placa tem comprimento aproximado de 6,00m, sendo assim, 334 o número total de placas analisadas. A numeração das placas seguiu a ordem crescente, no sentido Jaboatão-Cabo.

Os defeitos foram levantados por meio de inspeção visual *in loco* e dispostos em uma planilha para auxílio do cálculo do ICP. Como mostra a planilha abaixo, para cada tipo de defeito descrito há uma caracterização segundo seu grau de severidade e a quantidade de placas afetadas.

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	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	20	13	6	0	0	0	7	4	3	141	12	77	3	1	0	0	72	28
1			1			1			1			39			0			14			230			4			100		

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	1	0	0	0	18	1	0	0	72	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
0			1			0			19			100			0			0			0			1			2		

Tabela 02 – Quantidade de placas afetadas e grau de severidade dos defeitos encontrados.

Constatou-se que os defeitos encontrados mais incidentes foram de grandes reparos (cerca de 69% das placas), desgastes superficiais (cerca de 30% das placas) e fissuras de retração plástica (cerca de 30% das placas) e a faixa da esquerda apresenta mais problemas em relação a faixa da direita, que contém cerca de 90% de sua extensão total coberta por CBUQ.

“Entende-se como “grande reparo” uma área do pavimento original maior que 0,45m², que foi removida e posteriormente preenchida com material de enchimento”. De todas as placas que apresentaram grandes reparos, foram enquadradas como 42% com baixo grau de severidade, 4% com médio grau de severidade e 23% com alto grau de severidade.



Figura 04 e 05 – Grandes reparos Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).

“Caracteriza-se pelo descolamento da argamassa superficial, fazendo com que os agregados aflorem na superfície do pavimento, e com o tempo fiquem com a sua superfície polida.” Para este tipo de defeito, não há atribuição do grau de severidade.



Figura 06 – Desgaste superficial no Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).

“São fissuras pouco profundas (superficiais), de pequena abertura (inferior a 0,5mm) e de comprimento limitado. Sua incidência costuma ser aleatória e elas se desenvolvem formando ângulo de 45 a 60° com o eixo longitudinal da placa.” Para este tipo de defeito, não há atribuição do grau de severidade.



Figura 07 – Fissuras superficiais no Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).

Os defeitos encontrados em menor escala são de falhas na selagem da junta (cerca de 12% das placas), fissuras superficiais (cerca de 6% das placas), fissuras lineares (cerca de 5% das placas) e pequenos reparos (atingindo apenas 1% das placas).



Figura 08 – Falha na selagem das juntas Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).



Figura 09 – Fissuras lineares Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).

Processamento de dados

A partir do grau de severidade e do percentual de placas afetadas por determinado defeito é possível obter os valores deduzíveis destes defeitos nas curvas Densidade x Valor Deduzível, que constam no anexo A da norma DNIT 062/2004-PRO, conforme ilustrado tabela a seguir.

Trecho Norte/Sul					
Tipo de Defeito Encontrado		Grau de severidade	Nº de placas afetadas	Densidade %	Valor Deduzível
1	Alçamento de placas	A	1	0,30	0
2	Fissura de canto	B	1	0,30	0
3	Placa dividida	M	1	0,30	0
4	Escalonamento	M	1	0,30	0
5	Falha na selagem das juntas	B	20	5,99	2
		M	13	3,89	4
		A	6	1,80	8
7	Fissuras lineares	B	7	2,10	1
		M	4	1,20	1
		A	3	0,90	2
8	Grandes reparos ($A > 0,45m^2$)	B	141	42,22	15
		M	12	3,59	2
		A	77	23,05	32
9	Pequenos reparos ($A \leq 0,45m^2$)	B	3	0,90	0
		M	1	0,30	0
10	Desgaste superficial	-	100	29,94	5
12	Quebras Localizadas	A	1	0,30	0
14	Rendilhado e escamação	B	18	5,39	2
		M	1	0,30	0
15	Fissuras de retração plástica	-	100	29,94	3
19	Assentamento	B	1	0,30	0
20	Buracos	B	2	0,60	0
VALOR DEDUZÍVEL TOTAL					77
VALORES DEDUZÍVEIS SUPERIORES A 5 (q)					3
VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)					48
ICP = 100 - VDC =		52	CONCEITO		RAZOÁVEL

Tabela 03 – Cálculo do ICP (trecho Norte/Sul).

O valor deduzível corrigido (VDC) é função do valor deduzível total e do número de valores deduzíveis para cada defeito superiores a 5 (cinco), para encontrar o VDC foi utilizado o gráfico o item 7 do anexo A da norma DNIT 062/2004-PRO, reproduzido na figura abaixo.

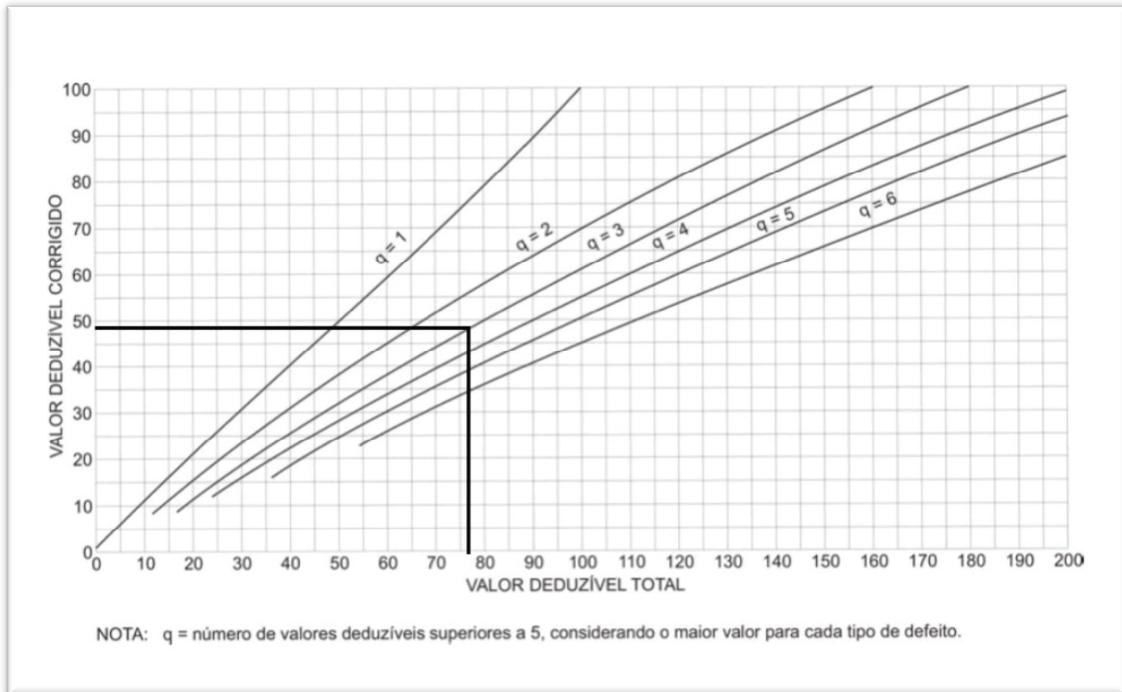


Figura 10 – Valor deduzível corrigido, para pavimentos de concreto simples (Fonte: “Norma DNIT 062/2004 – PRO”).

O valor do ICP para esse trecho foi obtido subtraindo de 100 o valor de VDC. Com base nesse valor, o pavimento do trecho Norte/Sul foi classificado como razoável. Esse conceito reflete o que foi constatado durante a inspeção visual.

3.2.2. Análise objetiva do trecho Sul/Norte

Este trecho tem uma extensão de um quilômetro e é composto por duas faixas de 3,60m cada, totalizando 7,20m de largura. Cada placa tem comprimento aproximado de 6,00m, sendo assim, 334 o número total de placas analisadas. A numeração das placas seguiu a ordem crescente, no sentido Jaboatão-Recife.

Os defeitos foram levantados por meio de inspeção visual *in loco* e dispostos em uma planilha para auxílio do cálculo do ICP. Como mostra a planilha abaixo, para cada tipo de defeito descrito há uma caracterização segundo seu grau de severidade e a quantidade de placas afetadas.

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	B	M	A
1	2	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	8	5	2	0	0	0	8	14	12	188	12	111	3	0	0	0	33	11			
4			0			2			1			15			0			34			311			3			44					

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	B	M	A
0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	33	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	5	3
0			0			0			10			44			0			0			0			0			17					

Tabela 04 – Quantidade de placas afetadas e grau de severidade dos defeitos encontrados.

Constatou-se que os defeitos encontrados mais incidentes foram grandes reparos (cerca de 93% das placas), desgastes superficiais (cerca de 13% das placas) e fissuras de retração plásticas (cerca de 13% das placas). E a faixa da direita apresenta mais problemas em relação a faixa da esquerda, que contem cerca de 94% de sua total extensão coberta por CBUQ.

“Entende-se como “grande reparo” uma área do pavimento original maior que 0,45m², que foi removida e posteriormente preenchida com material de enchimento”. De todas as placas que apresentaram grandes reparos, foram enquadradas como 42% com baixo grau de severidade, 4% com médio grau de severidade e 23% com alto grau de severidade.



Figura 11 e 12 – Grandes reparos km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).

“Caracteriza-se pelo descolamento da argamassa superficial, fazendo com que os agregados aflorem na superfície do pavimento, e com o tempo fiquem com a sua superfície polida.” Para este tipo de defeito, não há atribuição do grau de severidade.



Figura 13 – Desgaste superficial Km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).

“São fissuras pouco profundas (superficiais), de pequena abertura (inferior a 0,5mm) e de comprimento limitado. Sua incidência costuma ser aleatória e elas se desenvolvem formando ângulo de 45 a 60° com o eixo longitudinal da placa.” Para este tipo de defeito, não há atribuição do grau de severidade.



Figura 14 – Fissura superficial Km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).

Os defeitos encontrados em menor escala são fissuras lineares (cerca de 10% das placas), buracos (cerca de 5% das placas), falhas nas selagens das juntas (cerca de 5% das placas), fissuras superficiais (cerca de 3% das placas) e alçamentos de placas (cerca de 1% das placas).



Figura 15 – Falha de selagem de juntas Km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).



Figura 16 – Fissuras lineares Km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).

Processamento de dados

A partir do grau de severidade e do percentual de placas afetadas por determinado defeito é possível obter os valores deduzíveis destes defeitos nas curvas Densidade x Valor Deduzível, que constam no anexo A da norma DNIT 062/2004-PRO, conforme ilustrado tabela a seguir.

Cálculo do ICP					
Tipo de Defeito Encontrado		Grau de severidade	Nº de placas afetadas	Densidade %	Valor Deduzível
1	Alçamento de placas	B	1	0,30	0
		M	2	0,60	0
		A	1	0,30	0
3	Placa dividida	B	2	0,60	1
4	Escalonamento	B	1	0,30	0
5	Falha na selagem das juntas	B	8	2,40	2
		M	5	1,50	4
		A	2	0,60	8
7	Fissuras lineares	B	8	2,40	2
		M	14	4,19	3
		A	12	3,59	8
8	Grandes reparos ($A > 0,45m^2$)	B	188	56,29	20
		M	12	3,59	3
		A	111	33,23	40
9	Pequenos reparos ($A \leq 0,45m^2$)	B	3	0,90	0
10	Desgaste superficial	-	44	13,17	2
14	Rendilhado e escamação	B	9	2,69	1
		M	1	0,30	1
15	Fissuras de retração plástica	-	44	13,17	0
20	Buracos	B	9	2,69	0
		M	5	1,50	0
		A	3	0,90	0
VALOR DEDUZÍVEL TOTAL					95
VALORES DEDUZÍVEIS SUPERIORES A 5 (q)					4
VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)					52
ICP = 100 - VDC =		48	CONCEITO	RAZOÁVEL	

Tabela 05 – Cálculo do ICP (trecho Sul/Norte).

O valor deduzível corrigido (VDC) é função do valor deduzível total e do número de valores deduzíveis para cada defeito superiores a 5 (cinco), para encontrar o VDC foi utilizado o gráfico o item 7 do anexo A da norma DNIT 062/2004-PRO, reproduzido na figura abaixo.

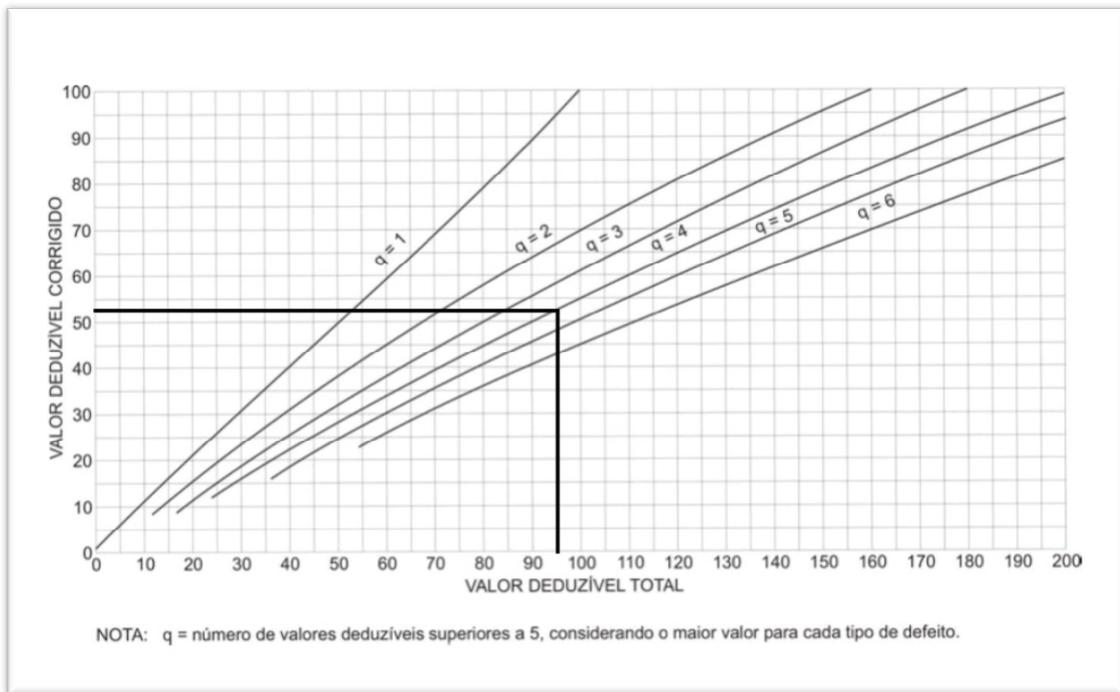


Figura 17 – Valor deduzível corrigido, para pavimentos de concreto simples.

O valor do ICP para esse trecho foi obtido subtraindo de 100 o valor de VDC. Com base nesse valor, o pavimento do trecho Norte/Sul foi classificado como razoável. Esse conceito reflete o que foi constatado durante a inspeção visual.

4. Sinalização

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 isso depende, por sua vez, de um conjunto de fatores que compõem o ambiente rodoviário como, por exemplo:

- Características físicas da rodovia (pista simples, pista dupla, número de faixas de tráfego etc.);
- Velocidade operacional da rodovia;
- Características da região atravessada pela rodovia (região plana, ondulada ou montanhosa);
- 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.

4.1. Sinalização Vertical

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:

- Posicionamento dentro do campo visual do usuário;
- Legibilidade das mensagens e símbolos;
- Mensagens simples e claras;
- Padronização.

No trecho do km 81 da BR-101 constatam-se, por inspeção visual, que algumas placas de sinalização vertical com indicações do limite de velocidade no trecho encontram-se deterioradas, com marcas de vandalismo enquanto que outras aparecem quase encobertas pela vegetação local.

Existe ainda a sinalização de alerta ao usuário quanto ao estreitamento de pista à esquerda no final do trecho, indicando que a frente há uma redução de duas para uma faixa apenas e posterior união com outra rodovia.

As placas verticais aéreas indicativas dos destinos próximos estão em bom estado de conservação e visibilidade.



Figura 18 e 19 – Sinalização de limite de velocidade com sinais de vandalismo no Km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).



Figura 20 – Sinalização de alerta quanto ao estreitamento a esquerda no km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).



Figura 21 - Placa indicativa de destino com visibilidade comprometida pela vegetação km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).

4.2. Sinalização horizontal

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;
- Regulamentar 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 trecho em estudo, verifica-se a ausência total de sinalização horizontal na via que pode ser atribuída ao desgaste do material e a falta de manutenção das mesmas. Fato esse, que eleva o grau de periculosidade da via no que diz respeito a acidentes de trânsito, sobretudo no período noturno.



Figura 22 – Sinalização horizontal com alto grau de desgaste no km 81 BR – 101 sentido Norte/Sul (Fonte: “do autor”).



Figura 23 – Falta de sinalização horizontal em toda extensão do Km 81 BR – 101 sentido Sul/Norte (Fonte: “do autor”).

5. Acostamento

Os acostamentos exercem funções importantes em uma rodovia, tanto em relações à melhoria das condições operacionais tais como a capacidade e a segurança viárias, quanto ao desempenho dos pavimentos protegendo a estrutura da pista principal, melhorando as condições de drenagem e transferência de cargas.

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 distâncias 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 trecho do Km 81 da BR-101 percebem-se, nos trechos em que há acostamento, a extrema falta de conservação, apresentando problemas de drenagem, presença de buracos e desnivelamentos, vegetação alta, descarrego irregular de lixo e entulhos e, ainda, veículos que fazem uso do acostamento para estacionar.

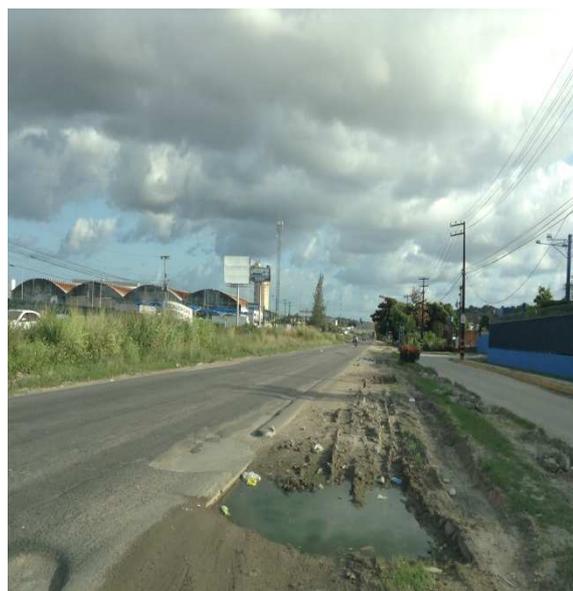
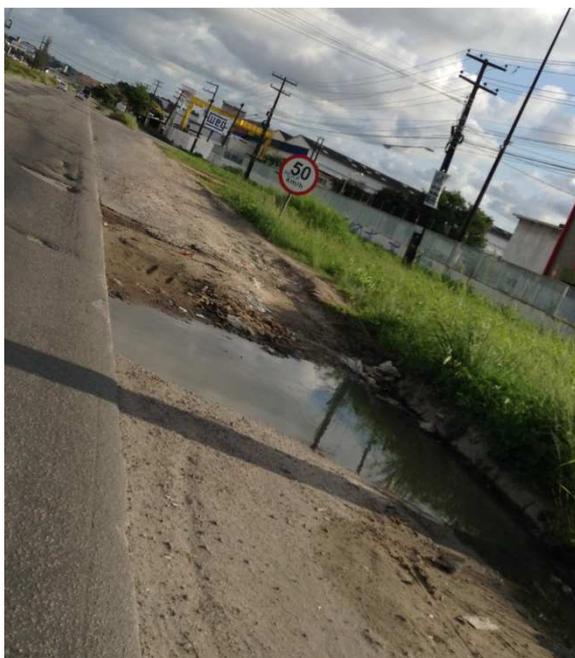


Figura 24 e 25 – Acostamento em péssimas condições de conservação no Km 81 BR – 101 (Fonte: “do autor”).



Figura 26 – Grande quantidade de lixo depositado nas laterais da rodovia do km 81 BR – 101 (Fonte: “do autor”).

6. Acidentes

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, é o que mostra a Pesquisa CNT de Rodovias 2011.

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 descuido dos condutores é atestado pela Polícia Rodoviária Federal (PRF) como principal motivo para os sinistros. Os motoristas são responsáveis por 90% dos acidentes. Ultrapassagens malfeitas, falta de atenção, excesso de velocidade e manobras arriscadas são apontadas como os principais fatores para a alta taxa de acidentes. A má conservação das estradas ocupa uma posição inferior, com apenas 3%.

Colisão, abalroamento, tombamento, capotagem, atropelamento, choque com objeto fixo, são os tipos de acidentes adotados pelo DENATRAN para descrever os acidentes e classificá-los. O DNIT utiliza uma classificação mais detalhada para os acidentes nas rodovias, e os denominam como mostra a tabela a seguir:

Tipos de acidentes
Abalroamento lateral mesmo sentido
Abalroamento lateral sentido oposto
Abalroamento transversal
Atropelamento
Atropelamento de animal
Atropelamento e fuga
Capotagem
Choque com objeto fixo
Choque com veículo estacionado
Colisão frontal
Colisão traseira
Outros tipos
Saída de pista
Tombamento

Tabela 06 – Classificação dos tipos de acidente (Fonte: “DNIT”).

6.1. Análise de acidentes no km 81 da BR-101

Fez-se de estudo para este item, as estatísticas de acidentes levantadas pelo DNIT, que continha em seu arquivo números dos acidentes ocorridos em toda a BR-101 no período de 2005 a 2011. A fim de aprofundar a análise, computaram-se apenas os dados referentes ao trecho em questão.

O banco de dados de acidentes de trânsito do DNIT é formado tomando-se por base os registros efetuados pelo Departamento de Polícia Rodoviária Federal - DPRF, nas rodovias federais sob jurisdição do DNIT. Em seguida esses dados são associados às características das rodovias em que ocorreram do tráfego e dos veículos.

De posse desses dados, foi elaborado um gráfico que o comportamento dos acidentes ocorridos no trecho entre o período supracitado.

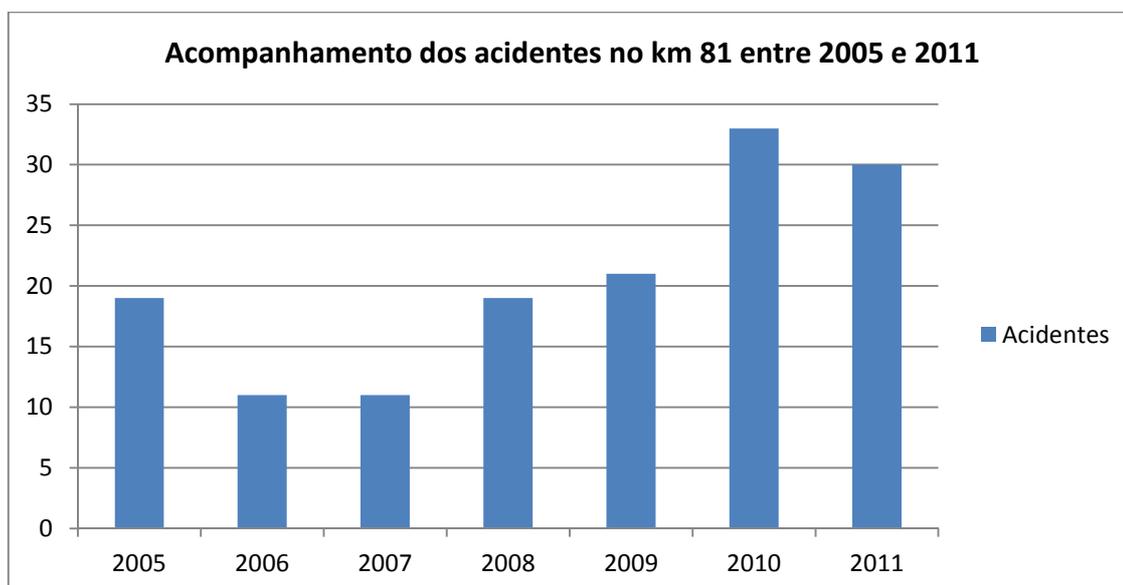


Gráfico 01 – Acompanhamento dos acidentes no km 81 da BR – 101 (Fonte: “do autor”).

6.1.1. Análise dos acidentes ocorridos no trecho Norte/Sul

Analisando separadamente o trecho constatou-se que os acidentes mais ocorridos são abalroamento no mesmo sentido (34% dos acidentes) e colisão traseira (31% dos acidentes). Encontram-se ainda em menores incidências abalroamento transversal, queda de veículo, atropelamento, saída de pista e outros tipos. Como mostrado no gráfico abaixo:

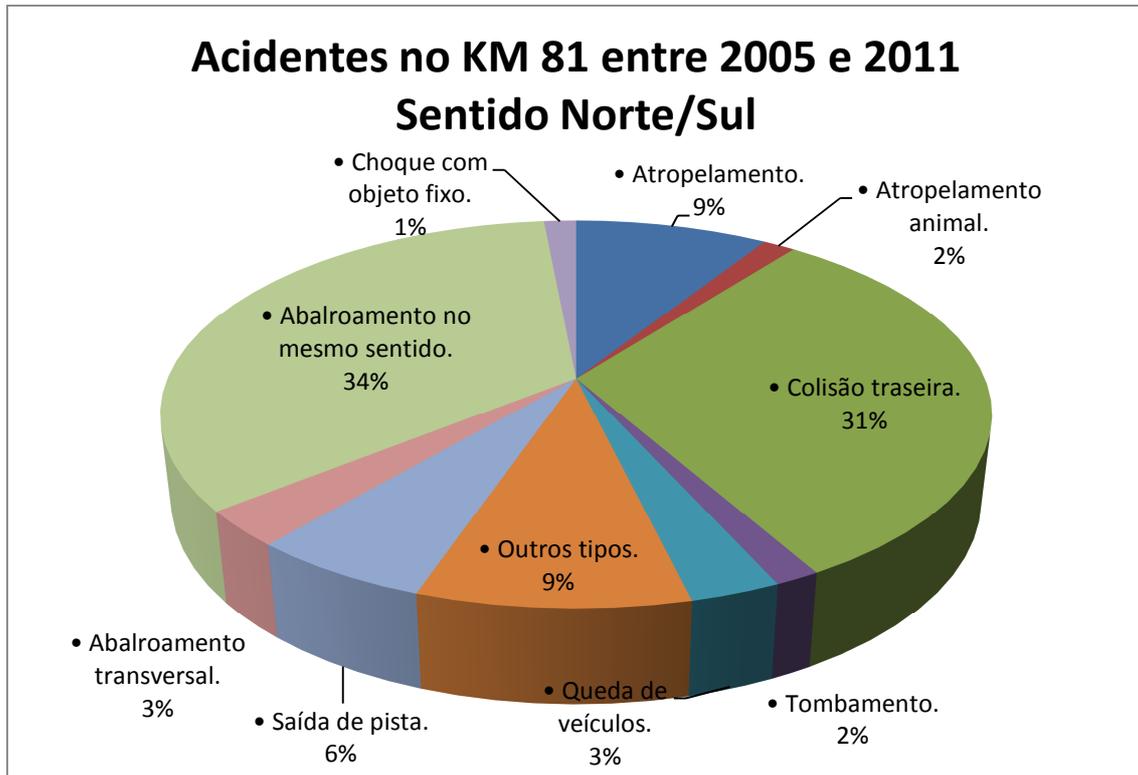


Gráfico 02 – Densidade dos acidentes registrados no km 81 da BR – 101 (Fonte: “do autor”).

6.1.2. Análise dos acidentes ocorridos no trecho Sul/Norte

Analisando separadamente o trecho constatou-se que os acidentes mais ocorridos são colisão traseira (43% dos acidentes) e abalroamento no mesmo sentido (26% dos acidentes). Encontram-se ainda em menores incidências atropelamento, atropelamento animal, capotagem e outros tipos. Como mostrado no gráfico abaixo:

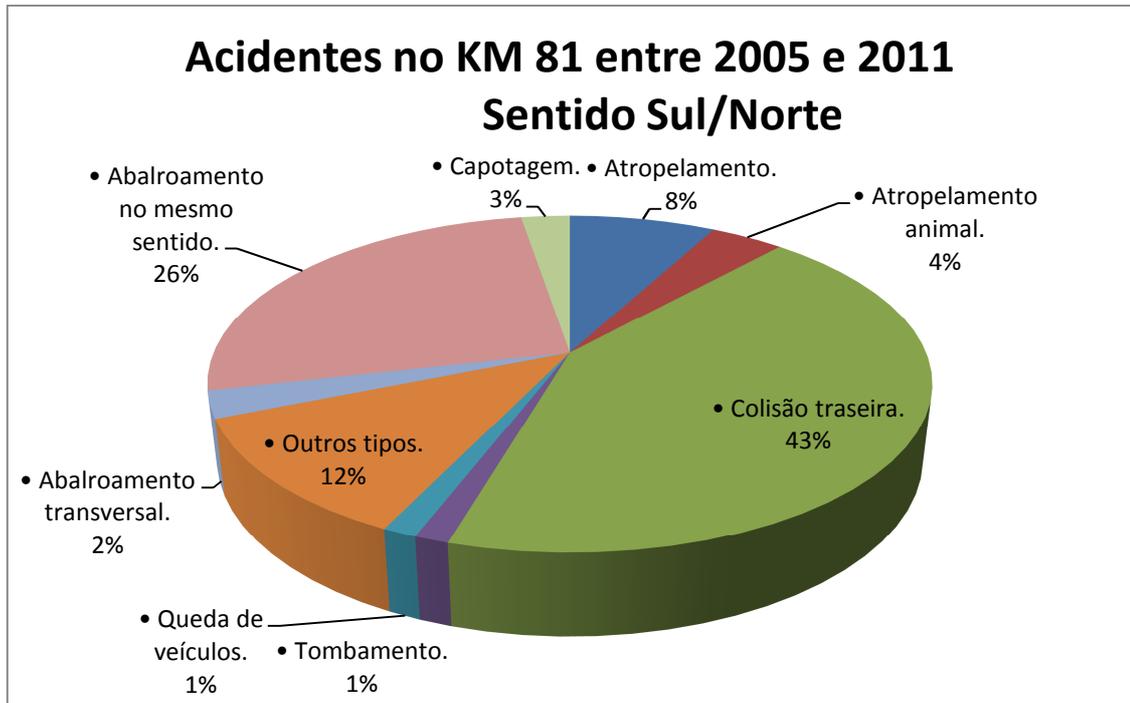


Gráfico 03 – Densidade dos acidentes registrados no km 81 da BR – 101 (Fonte: "do autor").

7. Conclusão

Em virtude dos termos apresentados, pode-se concluir que além dos fatores humanos – imprudência, imperícia e negligência – outros elementos entram em evidência como possíveis percussores do crescimento do número de acidentes na BR – 101. Especialmente no trecho do contorno recife, onde se constata um elevado fluxo de veículos pesados (muitos que por sua vez trafegam com excesso de peso por eixo, o que não é fiscalizado) e um aumento considerável na frota de veículos leves devido ao avanço da urbanização em torno da BR.

Na questão da manutenção da rodovia, ficou mais do que claro que esse item ainda encontra-se pouco abrangido: placas de sinalização mal posicionadas e em mau estado de conservação; e acostamento em péssima condição estrutural (nos pequenos trechos que ainda é possível observá-lo).

As estatísticas levantadas pelo DNIT corroboram a condição em que se encontra rodovia, embora os cálculos do ICP tenham a classificado como apenas “razoável”, vê-se uma grande ocorrência de “abalroamento transversal no mesmo sentido” e “colisão traseira”: acidentes que são evidenciados pela má condição do pavimento.

O problema é visível a todos que trafegam diariamente nesta rodovia, contudo, uma possível solução está em uma intervenção completa de retirada do material deteriorado para sua posterior reconstrução. Entretanto, esbarra em uma extrema dificuldade executiva devido ao intenso fluxo de veículos que por ali seguem.

8. Referências Bibliográficas

<http://www.antp.org.br/website/noticias/show.asp?npgCode=F51BBA0C-C2C1-4FDE-8FF9-B990F28F67B6>.

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

DNIT 061/2004 PRO: Pavimento Rígido – Inspeção Visual – Procedimento.

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

Yuri, F.H. (2013). “Método de avaliação de pavimentos aeroportuários, aplicação a um aeródromo militar”. Dissertação para obtenção da graduação em Engenheiro Civil.

Manual de Pavimentos Rígidos. DNIT. 2005.

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