



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

GABRIEL PEREIRA MAGALHÃES DE NOVAES SANTOS
JOÃO PAULO DE BARROS CHAVES SILVA

**ANÁLISE DO KM 69 DA BR-101/PE SOB O PONTO DE
VISTA DA ENGENHARIA**

RECIFE
2018

GABRIEL PEREIRA MAGALHÃES DE NOVAES SANTOS
JOÃO PAULO DE BARROS CHAVES SIILVA

**ANÁLISE DO KM 69 DA BR-101/PE SOB O PONTO DE
VISTA DA ENGENHARIA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentada à Universidade Federal de
Pernambuco como parte dos requisitos
para obtenção de grau de Engenharia
Civil.

Orientador: Prof. Maurício Renato Pina
Moreira

RECIFE
2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária: Rosineide Mesquita Gonçalves Luz / CRB4-1361 (BCTG)

S237a Santos, Gabriel Pereira Magalhães de Novaes.
Análise do km 69 da BR-101/PE sob o ponto de vista da engenharia / Gabriel Pereira Magalhães de Novaes Santos, João Paulo de Barros Chaves Silva. – Recife, 2018.

47 folhas: il., fig. tab. e gráf.

Orientador: Prof. Maurício Renato Pina Moreira.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Civil, 2018.

Inclui Referências, Apêndice e Anexo.

1. Engenharia Civil. 2. BR 101. 3. Km 69. 4. Contorno do Recife 5. Acidentes .
I. Silva, João Paulo de Barros Chaves. II. Moreira, Maurício Renato Pina (Orientador). III. Título.

624 CDD (22.ed)

UFPE/BCTG-2018/ 328



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 – Gabriel Pereira Magalhães de Novaes Santos
2 – João Paulo de Barros Chaves Silva

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Maurício Renato Pina Moreira

Examinador 1: Fernando Jordão de Vasconcelos

Examinador 2: Pâmela Roberta Gonçalves dos Santos

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Análise do Km 69 da BR-101/PE sob o ponto de vista da engenharia.

LOCAL: Recife

DATA: 07/08/2018 **HORÁRIO DE INÍCIO:** 15:00.

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: _____ (deixar 'Exame Final', quando for o caso).

1) () **aprovado(s) (nota > = 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 = < 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, 07 de Agosto de 2018

Orientador: Maurício Renato Pina Moreira

Avaliador 1: Fernando Jordão de Vasconcelos

Avaliador 2: Pâmela Roberta Gonçalves dos Santos

Candidato 1: Gabriel Pereira Magalhães de Novaes Santos

Candidato 2: João Paulo de Barros Chaves Silva

RESUMO

A BR-101 é a rodovia federal mais extensa e a principal via de transporte rodoviário do país, com cerca de 4.552,00 Km de extensão quase toda inserida no litoral brasileiro. Em Pernambuco, esta rodovia começa no extremo norte do estado na divisa com a Paraíba e termina na divisa com Alagoas, totalizando 213,90 Km de extensão. Apesar de ser um importante corredor rodoviário, a BR-101 possui um elevado índice de acidentes, tendo suas causas por diversos motivos. Dentro da faixa que corta o estado de Pernambuco, está inserido o Contorno do Recife, trecho que atravessa a região metropolitana da cidade e vai de Abreu e Lima (Km 51,6) a Jaboatão dos Guararapes (Km 82,3). Este trecho é o mais perigoso do estado, onde estão localizados cerca de metade dos acidentes que ocorrem na rodovia.

Devido a esta triste realidade, o presente trabalho de conclusão de curso se objetiva em analisar as causas dos acidentes, à título didático e amostral, em um trecho de 1 Km inserido no Contorno do Recife. O trecho em estudo é o Km 69 da BR-101 – DIV PE/PB, próximo a Universidade Federal de Pernambuco.

A análise será feita a partir dos dados estatísticos de acidentes fornecidos pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e o Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF), buscando uma correlação destes dados com as atuais condições do pavimento, da sinalização e a geometria do trecho. E assim, espera-se que os resultados obtidos contribuam na busca por soluções que reduzam o número de acidentes na rodovia.

Palavras-chave: BR-101. Km 69. Contorno do Recife. Acidentes.

ABSTRACT

The BR-101 is the most extensive federal highway and the main road transportation route in the country, with about 4,552.00 Km of extension almost all inserted in the Brazilian coast. In Pernambuco, this highway begins in the extreme north of the state on the border with Paraíba and ends on the border with Alagoas, totaling 213.90 km in length.

Despite being an important road corridor, the BR-101 has a high accident rate, and its causes are due to several reasons. Within the range that intersects the state of Pernambuco, is the Contorno of Recife, which crosses the metropolitan area of the city and runs from Abreu e Lima (Km 51,6) to Jaboatão dos Guararapes (Km 82,3). This stretch is the most dangerous of the state, where are located about half of the accidents that occur on the highway.

Due to this sad reality, the present work of course completion aims at analyzing the causes of accidents, as didactic and sample, in a stretch of 1 km inserted in the Contorno do Recife. The section under study is the Km 69 of BR-101 - DIV PE / PB, near the Federal University of Pernambuco.

The analysis will be based on the statistical data of accidents provided by the National Department of Transport Infrastructure (DNIT) and the Department of Federal Highway Police (DPRF), seeking a correlation of this data with the current conditions of pavement, signaling and geometry of the stretch. And so, it is hoped that the results obtained will contribute to the search for solutions that reduce the number of accidents on the highway.

Keywords: BR-101. Km 69. Accidents. Contorno do Recife.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rodovia BR-101	13
Figura 2 - Descrição dos acidentes no km 69 da BR-101 DIV PB/PE.....	15
Figura 3 - Retrorrefletômetro Horizontal	19
Figura 4 - Retrorrefletômetro Vertical	19
Figura 5 - Fissura Transversal	21
Figura 6 - Ficha de Inspeção	23
Figura 7 - Escala de Avaliação do ICP	25
Figura 8 - Retorno Irregular Km 69,9	32
Figura 9 - Faixas de tráfego do Km 69	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Fissura de canto.....	22
Gráfico 2 - Pequenos Reparos ($\leq 0,45\text{m}^2$).....	22
Gráfico 3 - Valor deduzível corrigido	24
Gráfico 4 - Acidentes por km da BR-101 Contorno do Recife	27
Gráfico 5 - Feridos por Km da BR-101 Contorno do Recife	27
Gráfico 6 - Mortos por Km da BR-101 Contorno do Recife.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos acidentes km 69 a km 69,9 da BR-101 DIV PB/PE - ano 2017	16
Tabela 2 - Acidentes BR-101 Contorno do Recife.....	26
Tabela 3 - Número de acidentes, feridos e mortos no Km 69 - 2005 a 2018	29
Tabela 4 - Número de acidentes por período (diurno e noturno) do Km 69	29
Tabela 5 - Número de acidentes por tipo do Km 69.....	30
Tabela 6 - Número de acidentes por causa do Km 69	31
Tabela 7 - Número de acidentes por traçado da via do Km 69	31
Tabela 8 - Cálculo do ICP Km 69: Faixa esquerda do sentido crescente.....	34
Tabela 9 - Cálculo do ICP Km 69: Faixa direita do sentido crescente.....	35
Tabela 10 - Cálculo do ICP Km 69: Faixa esquerda do sentido decrescente	36
Tabela 11 - Cálculo do ICP Km 69: Faixa direita do sentido decrescente	37
Tabela 12 - Cálculo do ICP Km 69: Sentido decrescente	38
Tabela 13 - Cálculo do ICP Km 69: Sentido crescente	39
Tabela 14 - Cálculo do ICP Km 69: Todo o trecho (ambos lados)	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	MOTIVAÇÕES, JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS	11
2.1	Motivações e Justificativas	11
2.2	Objetivos Gerais e Específicos	12
3	A BR-101	12
4	COLETA DE DADOS	14
4.1	Estatística de Acidentes	14
4.2	Geometria	17
4.3	Sinalização	18
4.4	Pavimento	19
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	25
5.1	Estatística de Acidentes	25
5.2	Geometria	31
5.3	Sinalização	33
5.4	Índice de Condição do Pavimento (ICP)	33
6	CONCLUSÕES	42
	REFERÊNCIAS	44
	APÊNDICE A – Aproximação da geometria atual BR-101 – Km 69	45
	ANEXO A – Projeto geométrico original BR-101 Contorno do Recife – Km 69	46

1 INTRODUÇÃO

A rodovia BR-101, também conhecida como Translitorânea, é uma rodovia federal longitudinal que atravessa o país no sentido Norte-Sul por praticamente todo o litoral brasileiro. Esta rodovia enfrenta uma realidade preocupante que é o elevado número de acidentes de trânsito, sendo eles causados por diversos motivos, como as más condições do pavimento, falta de manutenção, falhas de execução e projeto, entre outros.

No presente Trabalho será analisado sob o ponto de vista da engenharia civil o Km 69,00 da rodovia BR-101/PE, trecho com 1,00 Km de extensão, na tentativa de correlacionar o grande número de acidentes que ocorrem nesse trecho com as condições presentes do pavimento e da infraestrutura rodoviária.

O estudo será feito com base nos critérios de avaliação do pavimento descritos nas normas: DNIT 061/2004: Pavimento rígido – Defeito – Terminologia e DNIT 062/2004: Pavimento rígido – Avaliação objetiva – Procedimento; e no banco de dados de acidentes de trânsito do Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF).

2 MOTIVAÇÕES, JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS

2.1 Motivações e Justificativas

Visto o grande número de acidentes que ocorrem na BR-101/PE, surge à motivação de buscar entender os fatores responsáveis por esse problema. Para isso, foi escolhido Km 69,00 da rodovia para realizar o estudo, trecho de pavimento rígido localizado dentro da faixa da BR-101 que cruza a cidade do Recife-PE e próximo a Universidade Federal de Pernambuco.

É de extrema importância o estudo em questão por impactar diretamente na integridade dos usuários da via. O sistema de transporte rodoviário não vem cumprindo com a sua função de garantir boas condições de infraestrutura para o tráfego de pessoas e mercadorias. Sendo assim, o intuito é analisar através do ponto de vista da engenharia e buscar soluções para a prevenção de acidentes.

2.2 Objetivos Gerais e Específicos

O objetivo deste trabalho é analisar as possíveis causas do elevado número de acidentes que ocorrem no Km 69,00 da BR-101/PE, trecho com 1,00 Km de extensão inserido no Contorno do Recife.

Como objetivos específicos, pode-se listar:

- Identificar possíveis fatores responsáveis pelos acidentes no trecho em questão;
- Determinar o ICP (Índice de Condição do Pavimento);
- Elaborar soluções para redução do número de acidentes.

3 A BR-101

A BR-101, também conhecida como Translitorânea, é uma rodovia federal longitudinal que atravessa o país no sentido Norte-Sul. Com seu ponto de partida localizado na cidade de Touros-RN, esta rodovia 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, até chegar ao seu ponto final na cidade de São José do Norte-RS. Considerada a espinha dorsal do Brasil por ser a mais extensa e a principal via de transporte rodoviário do país, a BR-101 possui uma extensão total de cerca de 4.552,00 Km, quase toda inserida no litoral.

Em Pernambuco, esta rodovia começa no extremo norte do estado na divisa com a Paraíba, próximo ao município de Goiana, e termina na divisa com Alagoas no município de Xexéu. O trecho analisado está inserido na parcela da rodovia que atravessa a região metropolitana do Recife que se estende do Km 51,6 (Abreu e Lima) ao Km 82,3 (Jaboatão dos Guararapes) sentido sul, conhecido como contorno urbano do Recife.

O contorno urbano que a BR-101 faz na cidade do Recife foi construído no final da década de 60, mas teve sua duplicação apenas na década de 80. Desde então, esse trecho da rodovia não sofreu grandes manutenções. Apenas recentemente no ano de 2017, o Governo do Estado de Pernambuco com recursos aprovados pelo Governo Federal deu início às obras de requalificação de 30,7 Km da rodovia.

4 COLETA DE DADOS

4.1 Estatística de Acidentes

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em parceria com o Departamento de Polícia rodoviária Federal (DPRF), do Ministério da Justiça, são responsáveis pelos dados relativos aos acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias federais sob a sua jurisdição. Ao DNIT, compete o planejamento e a execução do processamento dos dados, e para isso, conta com o apoio do DPRF para o levantamento dos dados de acidentes de trânsito em todo território nacional.

As estatísticas de acidentes nas rodovias federais constituem a melhor fonte de dados de acidentes de trânsito do país. Estes dados têm por objetivo registrar, em complemento dos números de acidentes e de vítimas, as características de todos os acidentes ocorridos. São estas informações que permitem identificar os perfis das vítimas e dos veículos envolvidos, os maiores fatores de risco e os locais concentradores de acidentes. O que é indispensável para se poder estabelecer programas adequados de redução dos acidentes.

Através do site do DNIT é possível obter a estatística de acidentes, mais precisamente na sessão de operações rodoviárias, dos anos de 2005 a 2011. Os dados são organizados de forma no qual pode-se identificar o quilômetro de ocorrência do acidente, data, hora, uso do solo (urbano ou rural), tipo do acidente, gravidade, o número de feridos e de mortos, conforme é mostrado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Descrição dos acidentes no km 69 da BR-101 DIV PB/PE

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA
COORDENAÇÃO GERAL DE OPERAÇÕES RODOVIÁRIAS

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA
DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL
COORDENAÇÃO GERAL DE OPERAÇÕES
COORDENAÇÃO DE CONTROLE OPERACIONAL

ACIDENTES POR QUILOMETRO (RESUMIDO)									
UF: PE	BR-101	Período de 01/01/2011 00:00:00 a 31/12/2011 23:59:00							
Local Km.0: DIV PB/PE									
68,8	URBANO	13:00	14/12/2011	qua	Colisão traseira	Com Ferido	1	0	
68,9	URBANO	15:00	12/03/2011	sáb	Colisão traseira	Sem Vítima	0	0	
Total de acidentes: 75		S/vítimas: 63		C/ferido: 11	C/morto: 1	n.inf: 0	Total de vítimas	15	1
KM. 69 - SENTIDO CRESCENTE									
Km	Uso do Solo	Hora	Data	Tipo do Acidente	Gravidade	Feridos	Mortos		
69,0	URBANO	09:30	03/02/2011	qui	Abalroamento no mesmo sentido	Sem Vítima	0	0	
69,0	URBANO	18:20	26/02/2011	sáb	Abalroamento no mesmo sentido	Sem Vítima	0	0	
69,0	URBANO	19:30	09/03/2011	qua	Colisão traseira	Sem Vítima	0	0	
69,0	URBANO	12:00	19/04/2011	ter	Abalroamento no mesmo sentido	Sem Vítima	0	0	
69,0	URBANO	17:15	20/04/2011	qua	Abalroamento no mesmo sentido	Sem Vítima	0	0	
69,0	URBANO	09:50	28/04/2011	qui	Colisão traseira	Sem Vítima	0	0	
69,0	URBANO	13:59	28/04/2011	qui	Colisão traseira	Sem Vítima	0	0	
69,0	URBANO	11:30	08/05/2011	dom	Queda de veículo	Com Ferido	1	0	
69,0	URBANO	15:00	05/07/2011	ter	Colisão traseira	Sem Vítima	0	0	
69,0	URBANO	14:30	23/07/2011	sáb	Colisão traseira	Com Ferido	1	0	
69,0	URBANO	22:30	24/07/2011	dom	Atropelamento	Com Ferido	2	0	
69,0	URBANO	09:00	01/08/2011	seg	Abalroamento no mesmo sentido	Sem Vítima	0	0	
69,0	URBANO	17:00	11/08/2011	qui	Colisão traseira	Com Ferido	1	0	
69,0	URBANO	10:45	13/08/2011	sáb	Abalroamento no mesmo sentido	Sem Vítima	0	0	

(FONTE: DNIT)

A partir do ano de 2012, os dados podem ser obtidos através do site do DPRF. Na sessão de dados abertos, se têm acesso aos acidentes agrupados por ocorrências dos anos de 2007 a 2018 (janeiro a abril) de todas as rodovias federais. Os dados fornecidos pela DPRF além das informações que constam nas tabelas do DNIT, também especificam a causa do acidente, sentido da via (crescente ou decrescente), as condições meteorológicas, tipo da pista (simples, dupla ou múltipla), traçado da via (curva, reta, rotatória, cruzamento e etc.), as coordenadas do local do acidente, o número de veículos envolvidos, o número de pessoas envolvidas; e além do número total de feridos e mortos, os envolvidos são classificados em: feridos leves, feridos graves, ilesos e ignorados. A Tabela 1 a seguir foi extraída a partir das tabelas fornecidas pelo DPRF, onde estão exemplificadas as informações descritas acima para o trecho em estudo, Km 69 da BR-101 DIV PB/PE no ano de 2017.

Tabela 1 - Descrição dos acidentes km 69 a km 69,9 da BR-101 DIV PB/PE - ano 2017

data inversa	horario	uf	br	km	municipio	causa acidente	tipo acidente	classificacao acidente	sentido via	condicao meteorologica	tipo pista	tracado via	pessoas	mortos	feridos leves	feridos graves	ileso	ignorados	feridos	veiculos	latitude	longitude
03/01/2017	22:00:00	PE	101	69,8	RECIFE	Mal Súbito	Colisão com objeto estático	Com Vítimas Feridas	Decrescente	Nublado	Dupla	Viaduto	1	0	1	0	0	0	1	1	-8.066.045	-34.943.328
31/01/2017	10:55:00	PE	101	69,8	RECIFE	Não guardar distância de segurança	Colisão traseira	Com Vítimas Feridas	Crescente	Céu Claro	Dupla	Reta	2	0	0	1	1	0	1	2	-806.454.634	-3.494.420.528
07/02/2017	08:10:00	PE	101	69,9	RECIFE	Não guardar distância de segurança	Colisão traseira	Com Vítimas Feridas	Decrescente	Sol	Dupla	Reta	2	0	1	0	1	0	1	2	-807.853	-34.942.915
20/02/2017	07:30:00	PE	101	69,6	RECIFE	Não guardar distância de segurança	Colisão traseira	Com Vítimas Feridas	Crescente	Céu Claro	Dupla	Reta	2	0	1	0	1	0	1	2	-8.064.989	-34.943.937
24/02/2017	03:55:00	PE	101	69,1	RECIFE	Ingestão de Alcool	Colisão com objeto estático	Com Vítimas Feridas	Crescente	Céu Claro	Múltipla	Reta	1	0	1	0	0	1	1	1	-8.063.911	-34.944.567
26/02/2017	16:10:00	PE	101	69,3	RECIFE	Velocidade Incompatível	Saída de leito carroçável	Sem Vítimas	Decrescente	Sol	Dupla	Reta	2	0	0	0	2	0	0	1	-8.061.882	-34.944.862
18/02/2017	13:59:00	PE	101	69	RECIFE	Fenômenos da Natureza	Danos eventuais	Sem Vítimas	Decrescente	Sol	Dupla	Reta	1	0	0	0	1	0	0	1	-8.063.983	-34.944.477
13/03/2017	18:25:00	PE	101	69	RECIFE	Falta de Atenção à Condução	Colisão traseira	Com Vítimas Feridas	Decrescente	Céu Claro	Dupla	Reta	3	0	1	0	2	0	1	3	-8.067.113	-34.941.748
02/04/2017	07:05:00	PE	101	69	RECIFE	Pista Escorregadia	Saída de leito carroçável	Com Vítimas Feridas	Crescente	Chuva	Múltipla	Reta	1	0	1	0	0	0	1	1	-80.592.615	-3.494.626.254
07/04/2017	14:50:00	PE	101	69	RECIFE	Velocidade Incompatível	Colisão traseira	Com Vítimas Feridas	Crescente	Céu Claro	Dupla	Reta	2	0	0	1	1	0	1	2	-8.054.012	-34.946.488
23/04/2017	19:45:00	PE	101	69,5	RECIFE	Ingestão de Alcool	Colisão com objeto estático	Com Vítimas Feridas	Crescente	Nublado	Dupla	Reta	2	0	2	0	0	0	2	1	-806.374	-3.494.438
20/05/2017	14:50:00	PE	101	69	RECIFE	Falta de Atenção à Condução	Colisão lateral	Com Vítimas Feridas	Crescente	Céu Claro	Dupla	Reta	2	0	1	0	1	0	1	2	-8.056.688	-34.946.588
24/05/2017	18:00:00	PE	101	69	RECIFE	Defeito Mecânico no Veículo	Incêndio	Sem Vítimas	Decrescente	Nublado	Dupla	Reta	1	0	0	0	1	0	0	1	-8.055.486	-34.946.296
27/05/2017	14:50:00	PE	101	69,1	RECIFE	Não guardar distância de segurança	Colisão traseira	Sem Vítimas	Crescente	Céu Claro	Dupla	Reta	4	0	0	0	4	0	0	4	-8.065.983	-34.940.698
27/05/2017	20:32:00	PE	101	69,5	RECIFE	Ingestão de Alcool	Queda de ocupante de veículo	Com Vítimas Feridas	Crescente	Chuva	Múltipla	Reta	1	0	1	0	0	0	1	1	-8.063.888	-34.944.625
16/06/2017	16:30:00	PE	101	69,9	RECIFE	Não guardar distância de segurança	Colisão traseira	Com Vítimas Feridas	Decrescente	Céu Claro	Dupla	Reta	5	0	1	0	4	0	1	4	-8.066.847	-34.943.131
01/07/2017	21:05:00	PE	101	69	RECIFE	Falta de Atenção à Condução	Colisão com objeto em movimento	Com Vítimas Feridas	Crescente	Nublado	Múltipla	Reta	3	0	0	1	2	0	1	2	-8.063.894	-34.944.435
03/07/2017	05:55:00	PE	101	69,9	RECIFE	Pista Escorregadia	Colisão traseira	Sem Vítimas	Crescente	Chuva	Dupla	Reta	2	0	0	0	2	0	0	2	-8.067.001	-34.943.272
10/07/2017	16:00:00	PE	101	69,2	RECIFE	Defeito Mecânico no Veículo	Colisão com objeto em movimento	Sem Vítimas	Decrescente	Nublado	Dupla	Reta	2	0	0	0	2	0	0	2	-8.061.727	-34.944.823
11/08/2017	09:20:00	PE	101	69	RECIFE	Defeito na Via	Colisão lateral	Com Vítimas Feridas	Decrescente	Céu Claro	Dupla	Reta	3	0	2	0	1	0	2	2	-8.059.809	-34.945.868
22/08/2017	22:50:00	PE	101	69	RECIFE	Não guardar distância de segurança	Colisão traseira	Sem Vítimas	Crescente	Chuva	Simples	Reta	2	0	0	0	2	0	0	2	-806.612.635	-349.448.303
25/08/2017	00:10:00	PE	101	69,7	RECIFE	Velocidade Incompatível	Colisão traseira	Sem Vítimas	Crescente	Nublado	Simples	Reta	3	0	0	0	3	0	0	2	-8.065.472	-34.943.828
30/08/2017	06:10:00	PE	101	69,5	RECIFE	Falta de Atenção à Condução	Colisão transversal	Com Vítimas Feridas	Crescente	Céu Claro	Múltipla	Interseção de vias	2	0	2	0	0	0	2	2	-806.378	-349.446
30/08/2017	09:45:00	PE	101	69	RECIFE	Falta de Atenção à Condução	Colisão transversal	Sem Vítimas	Crescente	Céu Claro	Múltipla	Reta	3	0	0	0	3	0	0	3	-806.200.134	-3.494.524.336
06/09/2017	08:57:00	PE	101	69	RECIFE	Falta de Atenção à Condução	Colisão transversal	Com Vítimas Feridas	Crescente	Céu Claro	Simples	Interseção de vias	3	0	0	1	2	0	1	3	-806.371.064	-3.494.457.817
12/09/2017	10:35:00	PE	101	69,1	RECIFE	Falta de Atenção à Condução	Colisão traseira	Sem Vítimas	Decrescente	Nublado	Dupla	Reta	2	0	0	0	2	0	0	2	-8.066.337	-34.942.301
12/09/2017	21:30:00	PE	101	69,7	RECIFE	Falta de Atenção à Condução	Colisão lateral	Com Vítimas Feridas	Crescente	Chuva	Múltipla	Curva	2	0	1	0	0	1	1	2	-806.469.228	-3.494.425.917
15/09/2017	13:30:00	PE	101	69	RECIFE	Falta de Atenção à Condução	Engavetamento	Sem Vítimas	Decrescente	Céu Claro	Múltipla	Reta	3	0	0	0	3	0	0	3	-8.061.622	-34.944.875
28/09/2017	20:50:00	PE	101	69,9	RECIFE	Defeito na Via	Queda de ocupante de veículo	Com Vítimas Feridas	Decrescente	Céu Claro	Dupla	Reta	1	0	1	0	0	0	1	1	-806.717	-34.942.824
09/10/2017	11:10:00	PE	101	69	RECIFE	Defeito na Via	Tombamento	Com Vítimas Feridas	Crescente	Sol	Dupla	Reta	2	0	1	0	1	0	1	2	-8.060.338	-34.945.884
09/10/2017	13:15:00	PE	101	69,2	RECIFE	Falta de Atenção à Condução	Queda de ocupante de veículo	Com Vítimas Feridas	Decrescente	Céu Claro	Dupla	Reta	1	0	1	0	0	0	1	1	-8.060.888	-3.494.553
19/10/2017	06:45:00	PE	101	69,9	RECIFE	Defeito na Via	Tombamento	Com Vítimas Feridas	Decrescente	Sol	Dupla	Reta	2	0	1	0	1	0	1	1	-8.066.928	-34.942.861
19/10/2017	19:05:00	PE	101	69,6	RECIFE	Mal Súbito	Colisão frontal	Com Vítimas Feridas	Crescente	Céu Claro	Dupla	Não Informado	3	0	0	1	2	0	1	3	-806.432.857	-3.494.253.242
17/12/2017	23:25:00	PE	101	69	RECIFE	Falta de Atenção do Pedestre	Atropelamento de Pedestre	Com Vítimas Feridas	Crescente	Céu Claro	Dupla	Reta	3	0	2	1	0	0	3	1	-806.721.795	-3.494.480.342

(FONTE: DPRF)

Em ambas as fontes utilizadas para a obtenção da estatística de acidentes de trânsito (DNIT e DPRF), os tipos de acidentes seguem a classificação do DNIT que os divide em 14 categorias. As categorias são: colisão traseira, saída de pista, abalroamento lateral mesmo sentido, abalroamento lateral sentido oposto, abalroamento transversal, choque com objeto fixo, atropelamento, atropelamento de animal, capotagem, tombamento, colisão frontal, atropelamento e fuga, choque com veículo estacionado e outros tipos.

Os dados referentes aos tipos de acidentes e a gravidade dos mesmos são essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa, pois servirão como base para estudar as condições nas quais os acidentes ocorrem. E assim, serão comparadas as frequências de acidentes por Km da BR-101 inseridos no trecho contorno do Recife para se determinar qual o segmento mais crítico e analisada a influência das condições do pavimento no número de acidentes que ocorrem na rodovia.

4.2 Geometria

Para uma análise da geometria do trecho em estudo (Km 69), foi necessária a obtenção do projeto geométrico original da Rodovia BR-101 Contorno do Recife (Anexo A), o qual é datado de 1975. Este projeto foi fornecido pelo Professor Maurício Pina que o conseguiu junto à empresa responsável pelo projeto na época, ASTEP.

Em posse das informações da geometria original da rodovia, será feita uma análise comparativa com a geometria atual da pista para verificar as intervenções que seu traçado sofreu ao longo dos anos. Para isso, fez-se uso das imagens via satélite do software *Google Earth*, que proporciona dados atualizados do trecho.

Ainda em relação a geometria do trecho, será também analisada as interseções para se identificar se as mesmas ainda se mantêm desde o projeto original. Também se fez o uso das imagens do *Google Earth* para avaliar se as interseções estão de acordo com o Manual de Projeto de Interseções IPR-718. Além disso, através da visita de campo ao trecho em estudo, foram observadas as condições das interseções e seu uso. E se há incidência de interseções irregulares como retornos que cortam o canteiro central de forma irregular, o que pode ser fator causador de acidentes.

4.3 Sinalização

A sinalização rodoviária é composta por sinais em placas e painéis, marcas viárias e dispositivos auxiliares, com a finalidade de ordenar, advertir e orientar os seus usuários. Conforme é estabelecido no Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT (IPR-743, 2010), a sinalização deve conquistar a atenção e a confiança do usuário, permitindo-lhe ainda um tempo de reação adequado. Este objetivo se dá pelo uso de sinais e marcas em dimensões e locais apropriados.

A sinalização é dividida em dois tipos, vertical e horizontal. Sinalização vertical é 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. Já a sinalização horizontal é 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.

A maneira mais correta para avaliar a sinalização é verificar se a mesma está de acordo com a norma vigente e se a retrorrefletância da pintura atende aos padrões estabelecidos. Porém, devido a indisponibilidade do equipamento necessário para aferir a retrorrefletância das pinturas, que se chama Retrorrefletômetro (Figura 3 e Figura 4), a metodologia utilizada para avaliar a sinalização horizontal e vertical foi a inspeção visual. Através da visita de campo ao trecho em questão e com o auxílio do *Google Earth*, foi verificado a existência dos dispositivos de sinalização, pinturas e placas, e suas integridades.

Figura 3 - Retrorefletômetro Horizontal



(FONTE: Easylux)

Figura 4 - Retrorefletômetro Vertical



(FONTE: Easylux)

4.4 Pavimento

Para avaliar as condições do pavimento do trecho em estudo, utilizou-se do Índice de Condição do Pavimento (ICP). Este método foi desenvolvido pelo Exército Americano (U.S Army Construction Engineering Research Laboratory – CERL) e adaptado pelo DNIT para o Brasil através da Norma 062/2004 – Pavimento Rígido – Avaliação Objetiva – Procedimento.

A Norma define e fixa os procedimentos que devem ser adotados para a avaliação objetiva de pavimentos rígidos, tipo do pavimento encontrado no trecho em estudo, quanto ao conforto e suavidade ao rolamento. São descritas as condições gerais e específicas para a avaliação, cálculo do ICP e atribuição dos conceitos do pavimento (Excelente, Muito Bom, Bom, Razoável, Ruim, Muito Ruim e Destruído).

Conforme é definido na Norma DNIT 062/2004, o Índice de Condição do Pavimento é uma medida do estado estrutural do pavimento, capaz de fornecer as informações para a verificação das condições da rodovia e para o estabelecimento de políticas de manutenção, prevenção e recuperação.

Para a determinação do ICP, podemos dividir este processo em 3 fases:

a) Inspeção do trecho:

A primeira etapa para determinar o ICP é a inspeção do trecho da rodovia. Nesta, são registrados todos os defeitos presentes no pavimento por placa de concreto seguindo as terminologias estabelecidas na Norma DNIT 061/2004 – Pavimento Rígido – Defeitos – Terminologia.

A Norma DNIT 061/2004 define os termos técnicos empregados para caracterizar os defeitos que ocorrem nos pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland. Defeitos são anomalias observadas no pavimento, decorrente de problemas de fundação, má execução ou do uso do pavimento. Estes defeitos são classificados em 20 tipos: alçamento de placas, fissura de canto, placa dividida, escalonamento ou degrau nas juntas, falha na selagem das juntas, desnível pavimento – acostamento, fissuras lineares, grandes reparos, pequenos reparos, desgaste superficial, bombeamento, quebras localizadas, passagem de nível, fissuras superficiais (rendilhado) e escamação, fissuras de retração plástica, esborcinamento ou quebra de canto, esborcinamento de juntas, placa “bailarina”, assentamento e buracos

Além do tipo do defeito encontrado, é necessário determinar o grau de severidade deste defeito. Os graus são classificados pela maneira como o defeito afeta no conforto de rolamento, eles são:

- Baixo (B): defeito com baixo desconforto de rolamento, não sendo necessário o usuário desviar do defeito ou reduzir a velocidade;

- Médio (M): defeito com médio desconforto de rolamento, mas sem causar prejuízo ao tráfego da via;
- Alto (A): defeito com alto desconforto no rolamento, causando desvios e/ou redução de velocidade por parte dos usuários, e precisando de reparos imediatos.

Figura 5 - Fissura Transversal



(FONTE: Norma DNIT 061/2004)

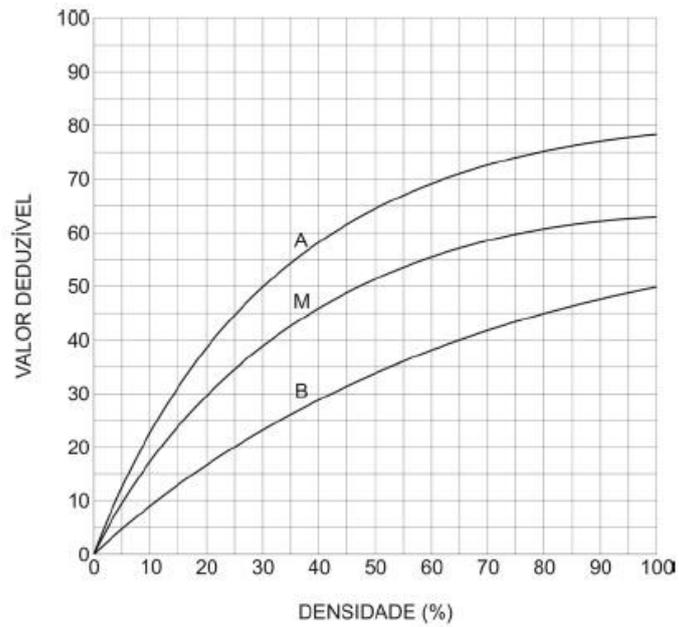
b) Cálculo dos Índices de Condição do Pavimento:

Após o levantamento dos defeitos existentes por placa de concreto e de determinados seus graus de severidade, é calculado o ICP nas informações contidas na Ficha de Inspeção. A Ficha de Inspeção segue o modelo estabelecido na Norma DNIT 062/2004 (Figura 6), e nesta são registrados os tipos de defeitos que ocorrem naquela amostra (geralmente 10 placas por faixa de rolamento); os graus de severidades; o número de placas afetadas por determinado defeito; a porcentagem de placas afetadas em relação ao número total de placas; o valor deduzível por tipo de defeito; valor deduzível total; o valor deduzível corrigido; o ICP e o conceito.

O valor do ICP de uma amostra é dado por 100 subtraído do Valor Deduzível Corrigido, onde 100 corresponde ao valor máximo (conceito igual a Excelente) quando não há nenhum defeito visível na amostra. Os valores deduzíveis são em função dos graus de severidade dos defeitos e de suas densidades (porcentagem de placas afetadas), e são

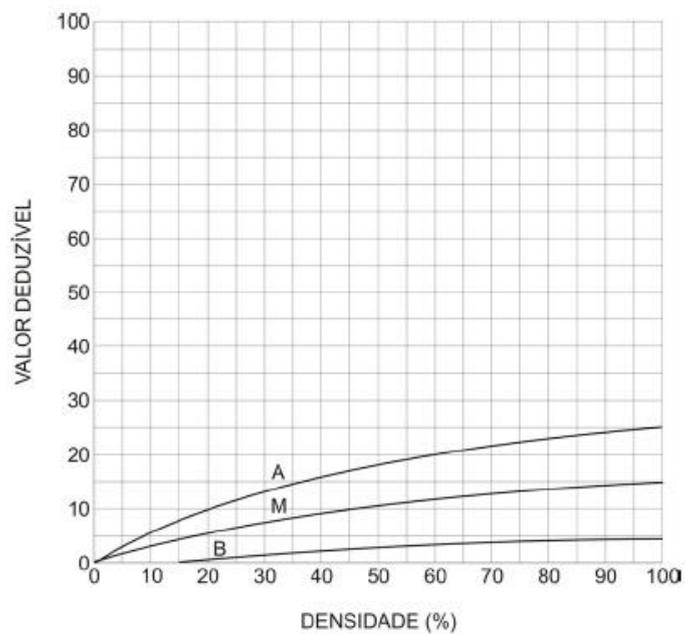
obtidos de acordo com suas respectivas “curvas” estabelecidas no Item 6 do Anexo A da Norma em questão. O Gráfico 1 e o Gráfico 2 a seguir são exemplos destas curvas para determinação de valores deduzíveis dos defeitos.

Gráfico 1 - Fissura de canto



(FONTE: Norma DNIT 062/2004)

Gráfico 2 - Pequenos Reparos ($\leq 0,45\text{m}^2$)



(FONTE: Norma DNIT 062/2004)

Figura 6 - Ficha de Inspeção

NORMA DNIT 062/2004 – PRO 6

5 Ficha de inspeção - exemplo

PAVIMENTO : RODOVIA SP - 41 TRECHO: 1 (Km 20 - Km 22) DATA 10 / 10 / 80
 AMOSTRA ADICIONAL? (SIM) (NÃO) AMOSTRA Nº --- MEDIDA / PLACA (m) 3,8 X 6,0
 Nº PÁGINAS : 3 Nº DE ANEXOS : 4 CHEFE DA EQUIPE : FAUSTO
 ASSINATURA DO ENGº RESPONSÁVEL : J. C. F.

				TIPOS DE DEFEITOS (VER DNIT 061/2004 - TER)				
10	10	15		1 . Alçamento de placas	10 . Desgaste superficial			
9	10			2 . Fissura de canto	11 . Bombeamento			
8	10			3 . Placa dividida	12 . Quebras localizadas			
7	1B 13 M 10	1 B 13 M		4 . Degrau de junta	13 . Passagem de nível			
6	1B 13 M 2 A 10	1 B 13 M		5 . Defeito na selagem das juntas	14 . Rendilhado e escamação			
5	11 2 B 10	11		6 . Desnível pavimento-acostamento	15 . Fissuras de retração plástica			
4	2 B 10			7 . Fissuras lineares	16 . Quebra de canto			
3	2 A 10			8 . Grandes reparos	17 . Esborcinamento de juntas			
2	10	15		9 . Pequenos reparos	18 . Placa bailarina			
1	18 B 10							
				TIPOS DE DEFEITOS	GRAUS DE SEVERIDADE	Nº DE PLACAS AFETADAS	% DE PLACAS AFETADAS ¹	VALOR DEDUZÍVEL
				5	M	10	50	4
				10		10	50	8
				11		2	10	6
				15		2	10	-
				1	B	4	20	15
				2	B	2	10	10
				2	A	2	10	23
				13	M	4	20	29
				18	B	1	5	2
				VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				97
				VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC) ²				48
				IPC = 100 - VDC = <u>52</u> CONCEITO <u>RAZOÁVEL</u> ³				

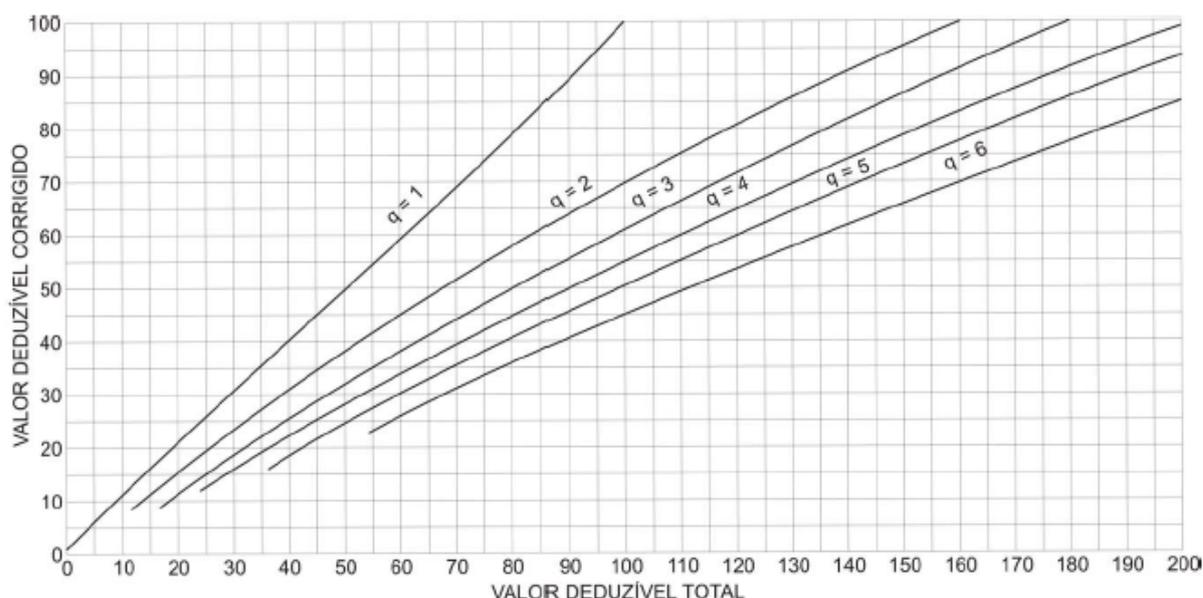
1 2 3 4

(1) Calculada em relação ao número total de placas da amostra, que de preferência, deve ser igual a 20.
 (2) O fator "q" refere-se ao número de valores dedutíveis, correspondente à cada tipo de defeito, maior que 5. No exemplo em questão, o valor de "q" é igual a 6.

(FONTE: Norma DNIT 062/2004)

Para encontrar o Valor Deduzível Corrigido (VDC) é necessário ter em posse o valor "q", que corresponde ao número de valores deduzíveis superiores a 5. Em seguida, entra-se com este valor e com o Valor Deduzível Total, somatório dos valores deduzíveis, em um gráfico (Gráfico 3) para se obter o VDC. Por fim, subtrai-se de 100 o valor encontrado e está determinado o ICP da amostra.

Gráfico 3 - Valor deduzível corrigido



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

(FONTE: Norma DNIT 062/2004)

Em resumo, o cálculo do ICP obedece ao seguinte modelo matemático:

$$ICP = 100 - \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{m_i} A(T_i, S_j, D_{ij}) F(t, q)$$

em que:

ICP = Índice de Condição do Pavimento;

A = valor deduzível, dependente do tipo do defeito (T_i), do grau de severidade (S_j) e da densidade de defeitos (D_{ij});

i = contador para tipos de defeitos;

j = contador para graus de severidade;

p = número total de placas defeituosas;

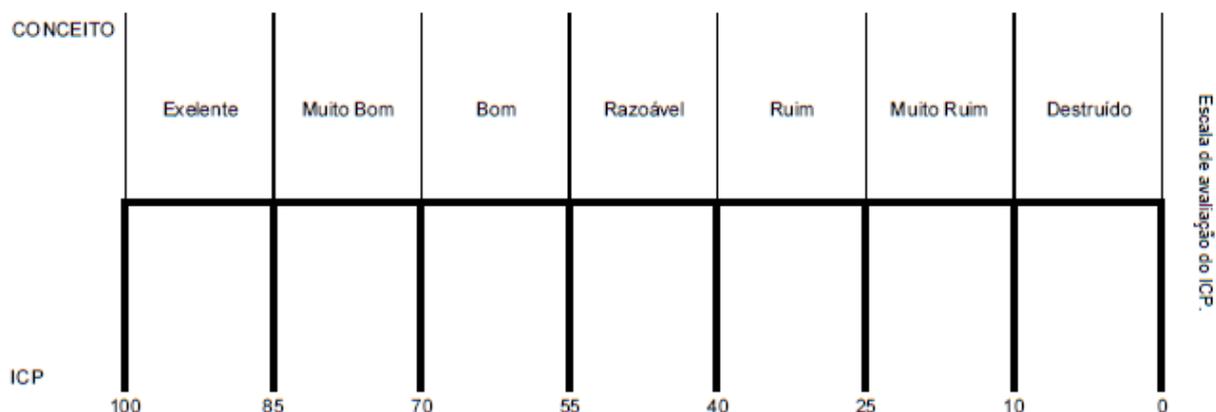
m_i = número de graus de severidade para o tipo de defeito;

F(t,q) = uma função de ajustamento para defeitos múltiplos que varia com o valor deduzível somado (t) e o número de deduções (q).

c) Atribuição de conceitos:

Diante do valor do ICP, basta apenas atribuir o conceito ao trecho seguindo a Escala de Avaliação (Figura 7) que se encontra no Anexo B da Norma DNIT 062/2004. As faixas de valores do ICP são: Destruído, ICP entre 0 (zero) e 10 (dez); Muito Ruim, ICP entre 10 (dez) e 25 (vinte e cinco); Ruim, ICP entre 25 (vinte e cinco) e 40 (quarenta); Razoável, ICP entre 40 (quarenta) e 55 (cinquenta e cinco); Bom, ICP entre 55 (cinquenta e cinco) e 70 (setenta); Muito Bom, ICP entre 70 (setenta) e 85 (oitenta e cinco); e Excelente, ICP entre 85 (oitenta e cinco) e 100 (cem).

Figura 7 - Escala de Avaliação do ICP



(FONTE: Norma DNIT 062/2004)

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Estatística de Acidentes

Com os dados obtidos através dos sites do DNIT e do DPRF, foi possível identificar diversos fatores que podem ser responsáveis pelo elevado número de acidentes que ocorrem no trecho do Km 69. As estatísticas dos acidentes dos anos de 2005 e 2006 foram obtidas através do site do DNIT e as dos anos de 2007 a abril de 2018 foram obtidas através do site do DPRF.

Primeiramente foi feito o estudo comparativo do número total de acidentes que ocorreram em cada quilômetro do Contorno do Recife (Km 51,6 ao Km 82,3) de 2005 a abril de 2018. Obtendo também o número total de feridos e vítimas fatais. A tabela abaixo ilustra tais números:

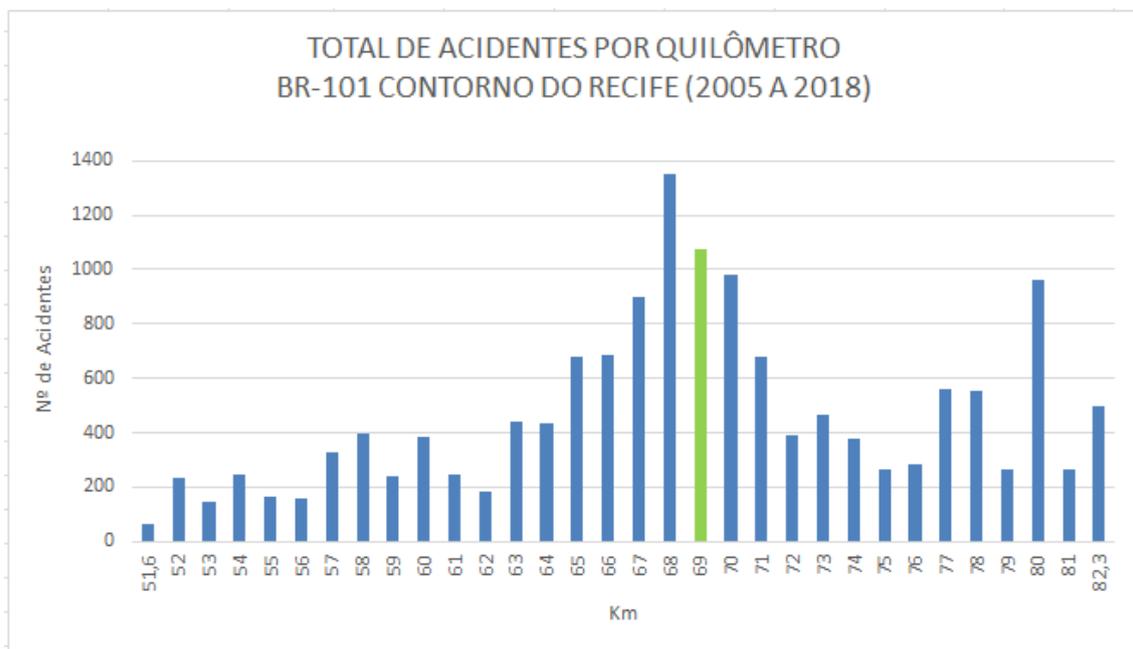
Tabela 2 - Acidentes BR-101 Contorno do Recife

BR-101: Contorno do Recife			
Km	Total		
	Acidentes	Feridos	Mortos
51,6	63	29	6
52	236	111	6
53	144	92	12
54	249	128	19
55	165	90	6
56	159	61	7
57	328	158	6
58	397	205	7
59	239	124	6
60	384	183	12
61	249	98	2
62	186	81	5
63	443	148	9
64	433	155	11
65	679	211	18
66	683	211	12
67	898	297	12
68	1349	397	13
69	1075	456	11
70	983	486	32
71	682	250	12
72	388	123	8
73	468	188	8
74	376	157	11
75	265	118	8
76	282	127	4
77	558	276	11
78	551	228	7
79	268	121	6
80	962	230	11
81	262	85	11
82,3	499	115	10

(FONTE: Os autores)

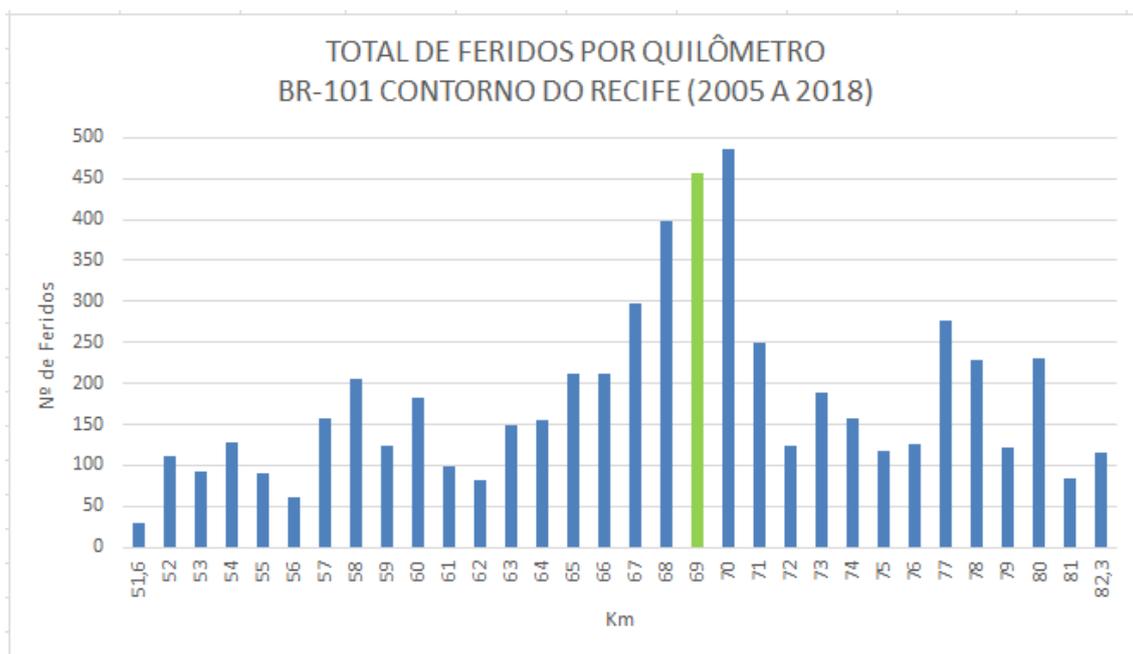
Com estes números, foi possível gerar gráficos que demonstram quais quilômetros merecem maior atenção:

Gráfico 4 - Acidentes por km da BR-101 Contorno do Recife



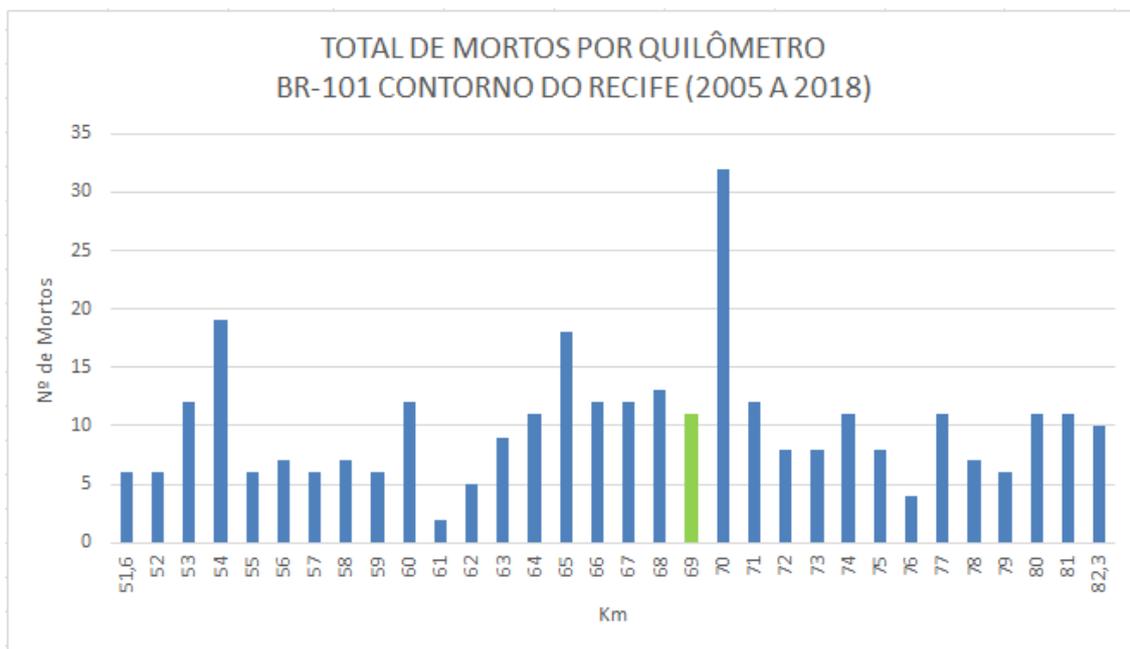
(FONTE: Os autores)

Gráfico 5 - Feridos por Km da BR-101 Contorno do Recife



(FONTE: Os autores)

Gráfico 6 - Mortos por Km da BR-101 Contorno do Recife



(FONTE: Os autores)

Observando o Gráfico 4 acima, percebe-se que os quilômetros 67, 68, 69, 70 e 80 apresentam um elevado número de acidentes, sendo o Km 69 o segundo trecho com maior número de acidentes. Em relação ao número de feridos (Gráfico 5) os quilômetros 68, 69 e 70 são os mais alarmantes. E no quesito vítimas fatais (Gráfico 6), os quilômetros 54, 65 e 70 são os mais críticos.

A partir desse levantamento, o estudo foi direcionado para o Km 69. Foram analisados os acidentes em relação ao sentido da rodovia (crescente ou decrescente), período de ocorrência (diurno ou noturno), o tipo de acidente, o traçado do trecho e as causas dos acidentes. As tabelas abaixo apresentam estes resultados, respectivamente:

Tabela 3 - Número de acidentes, feridos e mortos no Km 69 - 2005 a 2018

BR-101: Km 69									
Ano	Sentido Crescente			Sentido Decrescente			Ambos Lados		
	Acidentes	Feridos	Mortos	Acidentes	Feridos	Mortos	Acidentes	Feridos	Mortos
2005	24	10	0	22	9	0	46	19	0
2006	19	8	0	29	12	2	48	20	2
2007	28	15	1	33	14	0	61	29	1
2008	36	19	1	48	10	1	84	29	2
2009	23	19	1	60	14	0	83	33	1
2010	54	28	1	88	21	0	142	49	1
2011	51	26	1	50	12	0	101	38	1
2012	43	18	0	48	18	0	91	36	0
2013	51	24	0	71	14	0	122	38	0
2014	61	33	0	69	16	1	130	49	1
2015	39	29	1	33	10	0	72	39	1
2016	30	26	1	19	12	0	49	38	1
2017	20	19	0	14	9	0	34	28	0
2018	9	8	0	3	3	0	12	11	0
TOTAL	488	282	7	587	174	4	1075	456	11

(FONTE: Os autores)

Embora o sentido decrescente tenha o maior número de acidentes, o sentido crescente da rodovia é o que apresenta maior severidade, apresentando maior número de feridos e vítimas fatais.

Tabela 4 - Número de acidentes por período (diurno e noturno) do Km 69

BR-101: Km 69					
Ano	Sentido Crescente		Sentido Decrescente		Total
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno	
2005	23	1	13	9	46
2006	15	4	22	7	48
2007	20	8	19	14	61
2008	28	8	29	19	84
2009	17	6	37	23	83
2010	34	20	53	35	142
2011	36	15	33	17	101
2012	28	15	27	21	91
2013	40	11	50	21	122
2014	35	26	50	19	130
2015	27	12	23	10	72
2016	23	7	14	5	49
2017	11	9	9	5	34
2018	4	5	1	2	12

(FONTE: Os autores)

O sentido decrescente da rodovia é o que apresenta maior número de acidentes tanto no período diurno (com luminosidade natural – 05 às 17 h), quanto no período noturno (sem luminosidade natural – 18 as 04h). Em geral, a maioria dos acidentes ocorrem no período diurno, devido provavelmente ao maior volume de tráfego.

Tabela 5 - Número de acidentes por tipo do Km 69

BR-101: Km 69			
Tipo de acidente	Sentido		Total
	Crescente	Decrescente	
Atropelamento (Pedreste/Animal)	20	11	31
Colisão Traseira	145	205	350
Colisão Frontal	4	1	5
Colisão Lateral (Abalroamento longitudinal)	143	235	378
Colisão Transversal (Abalroamento transversal)	31	20	51
Colisão com objeto fixo (Choque)	13	19	32
Capotamento	10	9	19
Tombamento	9	9	18
Saída da pista	28	18	46
Queda (Motociclita / Bicicleta / Veículo)	32	26	58
Colisão com objeto móvel	3	4	7
Colisão com bicicleta	23	6	29
Danos Eventuais	5	1	6
Incêndio	1	2	3
Derramamento de carga	4	0	4
Engavetamento	0	1	1
Outros	17	20	37

(FONTE: Os autores)

Dentre os diversos tipos de acidentes, os mais frequentes no Km 69 são as colisões traseiras e laterais, ambas com maior ocorrência no sentido decrescente da rodovia. Estes tipos de colisões são mais comuns em trechos de tráfego intenso, onde há obstruções na via ou o pavimento se encontra em más condições, onde o motorista é obrigado a frear ou mudar de direção bruscamente.

Tabela 6 - Número de acidentes por causa do Km 69

BR-101: Km 69			
Causa do acidente	Sentido		Total
	Crescente	Decrescente	
Falta de atenção	196	270	466
Defeito na via	25	32	57
Defeito mecânico no veículo	9	16	25
Desobediência à sinalização	13	4	17
Velocidade incompatível	15	6	21
Ultrapassagem indevida	10	6	16

(FONTE: Os autores)

A causa mais comum de acidente é a falta de atenção do motorista, isso faz com que ocorra frenagens inesperadas, ocorrendo assim as colisões. Os defeitos na via aparecem como sendo a segunda maior causa de acidentes no trecho, mas quantitativamente seu valor não é tão expressivo se comparado com a principal causa que é a falta de atenção.

Tabela 7 - Número de acidentes por traçado da via do Km 69

BR-101: Km 69			
Traçado	Sentido		Total
	Crescente	Decrescente	
Reta	376	470	846
Curva	53	51	104
Cruzamento/ Interseção	11	3	14

(FONTE: Os autores)

Analisando o número de acidentes de acordo com o traçado da via em que ocorrem, pode-se perceber que a grande maioria dos acidentes acontecem em segmentos em reta e no sentido decrescente. O que pode significar que o trecho apresenta certa regularidade e curvas pouco sinuosas.

5.2 Geometria

A geometria do trecho em análise, Km 69, sofreu algumas alterações desde o seu projeto original. Foi feita uma comparação entre o traçado do projeto original, Anexo A, e o traçado atual através das imagens do Google Earth. Com o uso da ferramenta Google Earth foi possível se obter um traçado aproximado do existente tentando seguir ao máximo as retas e curvas horizontais da rodovia. Assim, como pode-se observar no

Apêndice A, tem-se valores aproximados dos raios das curvas horizontais atuais do trecho.

Após a análise comparativa entre as geometrias, verificou-se que as principais alterações que o trecho sofreu foram: remoção da rotatória que interligava a BR-101 com a BR-232 dando lugar a um viaduto na BR-232, construção de um viaduto no sentido decrescente do Km-69 e construção de novos acessos na interseção onde se localizava a rotatória.

Mesmo após as alterações descritas, o trecho continua a ser caracterizado por uma certa regularidade com faixa dupla ou múltipla e curvas de raios grandes de aproximadamente no mínimo 500 m. Nas duas situações, antiga e atual, a geometria possui parâmetros excepcionais de segurança, permitindo uma velocidade diretriz de até 100 km/h. Sendo assim, a geometria não deve ser considerada como fator fundamental na causa dos acidentes do Km 69.

Quanto às interseções, no sentido crescente da rodovia foram identificados 6 pontos de conflito, sendo 1 deles um retorno irregular que corta o canteiro central nas imediações do Km 69,9 (Figura 8). Já no sentido decrescente, existem apenas 2 pontos de conflitos. Todas as interseções legais possuem faixa de aceleração ou desaceleração e atendem ao Manual de Projeto de Interseções IPR-718 do DNIT.

Figura 8 - Retorno Irregular Km 69,9



(FONTE: Os autores)

5.3 Sinalização

Através da visita de campo ao trecho, foi possível fazer uma inspeção visual da situação atual da sinalização rodoviária do trecho em estudo. Foi observado, de forma geral, que a sinalização horizontal se encontra em mal estado de conservação e a sinalização vertical em bom estado.

No caso do sentido crescente (litoral sul), a sinalização horizontal encontra-se desgastada ou inexistente em grande parte do trecho. A pintura do bordo esquerdo é a que ainda mais está presente, mesmo bastante desgastada. As pinturas de eixo, bordo esquerdo e marcas de confluência e bifurcação encontram-se apagadas ou muito desgastadas. Já a sinalização vertical, encontra-se em bom estado de conservação em sua totalidade. Foi identificada apenas uma placa com sua visibilidade comprometida devido vegetação, o que acontece por falta de limpeza dos canteiros laterais.

No sentido decrescente (litoral norte), a situação se repete. A sinalização horizontal encontra-se bastante desgastada ou inexistente em grande parte do trecho. Enquanto a sinalização vertical também se encontra em bom estado, atendendo a sua função.

Pôde-se observar que nos trechos em que a sinalização horizontal se encontra desgastada, isto ocorre devido à falta de manutenção na via com campanhas para retocar a pintura. Os trechos onde a sinalização é inexistente, são locais que receberam um revestimento em CBUQ recentemente devido às más condições do revestimento anterior, e que ainda não houveram serviços para refazer a pintura.

5.4 Índice de Condição do Pavimento (ICP)

Para a determinação do ICP foram analisadas todas as 668 placas componentes do Km 69 (cada placa tem comprimento de 6 metros), onde cada faixa contém 167 placas. A análise foi feita da seguinte forma: primeiramente analisamos cada faixa separadamente da pista sul e da pista norte, depois analisamos as duas faixas em conjunto de cada pista, e finalmente analisamos o trecho todo. A identificação dos defeitos no pavimento foi feita segundo a terminologia estabelecida na Norma DNIT 061/2004 – Pavimento Rígido – Defeitos – Terminologia. Já os cálculos para determinação do ICP foram feitos segundo estabelecido pela Norma DNIT 062/2004 – Pavimento Rígido – Avaliação objetiva – Procedimento.

As tabelas a seguir ilustram os resultados obtidos:

Tabela 8 - Cálculo do ICP Km 69: Faixa esquerda do sentido crescente

FAIXA ESQUERDA – SENTIDO CRESCENTE				
TIPOS DE DEFEITOS				
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. Fissuras de retração plástica		
7. Fissuras lineares		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
8	B	88	53%	19
7	B	27	16%	8
5	B	-	-	2
10	-	68	41%	7
7	A	2	1%	3
15	-	67	40%	2
7	M	7	4%	3
12	M	1	1%	3
16	M	2	1%	1
9	M	1	1%	1
17	M	1	1%	1
VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				50
VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				32
ICP= 100 - VDC =		68	CONCEITO:	BOM

(FONTE: Os autores)

Na faixa esquerda do sentido crescente, observa-se que grande parte das placas apresentam grandes reparos, desgaste superficial e fissuras de retração plástica. O valor “q” obtido foi 3, para o cálculo do valor deduzível corrigido (VDC). O ICP obtido foi de 68, o que a enquadra no conceito “Bom”.

Tabela 9 - Cálculo do ICP Km 69: Faixa direita do sentido crescente

FAIXA DIREITA – SENTIDO CRESCENTE				
TIPOS DE DEFEITOS				
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. Fissuras de retração plástica		
7. Fissuras lineares		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
8	B	133	80%	25
7	B	4	2%	1
5	B	-	-	2
10	-	16	10%	2
9	M	3	2%	1
15	-	35	21%	1
7	M	4	2%	2
VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				34
VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				35
ICP= 100 - VDC =		65	CONCEITO:	BOM

(FONTE: Os autores)

Já na faixa direita do sentido crescente, observa-se que 80% das placas apresentam grandes reparos. O valor “q” obtido foi 1 para o cálculo do VDC. O ICP obtido foi de 65, o que também a enquadra no conceito “Bom”.

Tabela 10 - Cálculo do ICP Km 69: Faixa esquerda do sentido decrescente

FAIXA ESQUERDA – SENTIDO DECRESCENTE				
TIPOS DE DEFEITOS				
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. Fissuras de retração plástica		
7. Fissuras lineares		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
8	B	152	91%	26
7	B	3	2%	1
5	B	-	-	2
10	-	14	8%	2
1	B	1	1%	1
15	-	16	10%	0
7	M	1	1%	1
5	M	-	-	4
VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				33
VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				34
ICP= 100 - VDC =		66	CONCEITO:	BOM

(FONTE: Os autores)

A faixa esquerda do sentido decrescente apresenta grandes reparos em quase toda sua extensão. O valor “q” obtido foi de 1 para o cálculo do VDC. O ICP obtido foi de 66, e o seu conceito foi “Bom”.

Tabela 11 - Cálculo do ICP Km 69: Faixa direita do sentido decrescente

FAIXA DIREITA – SENTIDO DECRESCENTE				
TIPOS DE DEFEITOS				
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. Fissuras de retração plástica		
7. Fissuras lineares		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
8	B	157	94%	27
7	B	4	2%	1
5	B	-	-	2
10	-	11	7%	1
7	A	2	1%	3
15	-	11	7%	0
7	M	6	4%	3
VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				37
VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				37
ICP= 100 - VDC =		63	CONCEITO:	BOM

(FONTE: Os autores)

A faixa direita do sentido decrescente é a que apresenta maior quantidade de reparos, chegando ao número de 94%. O valor “q” obtido foi de 1 para cálculo do VDC. O ICP obtido foi de 63, e o seu conceito também foi “Bom”.

Tabela 12 - Cálculo do ICP Km 69: Sentido decrescente

SENTIDO DECRESCENTE				
TIPOS DE DEFEITOS				
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. Fissuras de retração plástica		
7. Fissuras lineares		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
8	B	309	93%	27
7	B	7	2%	1
5	B	-	-	2
10	-	25	7%	2
1	B	1	0%	0
15	-	27	8%	0
7	M	7	2%	2
7	A	2	1%	3
5	M	-	-	4
VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				41
VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				31
ICP= 100 - VDC =		69	CONCEITO:	BOM

(FONTE: Os autores)

Analisando as duas faixas em conjunto do sentido decrescente, observa-se que 93% das placas apresentaram grandes reparos, 8% das placas apresentaram fissuras de retração plástica e 7% das placas apresentaram desgaste superficial. O valor “q” obtido foi de 1 para cálculo do VDC. O ICP obtido foi de 69, e o conceito do sentido foi “Bom”.

Tabela 13 - Cálculo do ICP Km 69: Sentido crescente

SENTIDO CRESCENTE				
TIPOS DE DEFEITOS				
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. Fissuras de retração plástica		
7. Fissuras lineares		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
8	B	221	66%	22
7	B	31	9%	5
5	B	-	-	2
10	-	84	25%	4
7	A	2	1%	3
15	-	102	31%	1
7	M	11	3%	3
12	M	1	0%	0
16	M	2	1%	1
9	M	4	1%	1
17	M	1	0%	0
VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				42
VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				32
ICP= 100 - VDC =		68	CONCEITO:	BOM

(FONTE: Os autores)

Analisando as duas faixas em conjunto do sentido crescente, observa-se que 66% das placas apresentaram grandes reparos, 31% das placas apresentaram fissuras de retração plástica e 25% das placas apresentaram desgaste superficial. O valor “q” obtido foi de 2 para cálculo do VDC. O ICP obtido foi de 68, e o conceito do sentido foi “Bom”.

Tabela 14 - Cálculo do ICP Km 69: Todo o trecho (ambos lados)

TRECHO TODO				
TIPOS DE DEFEITOS				
1. Alçamento de placas				
2. Fissura de canto				
3. Placa dividida				
4. Degrau de junta				
5. Defeito na selagem das juntas				
6. Desnível pavimento-acostamento				
7. Fissuras lineares				
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 bailarina				
TIPOS DE DEFEITOS	GRAUS DE SEVERIDADE	Nº DE PLACAS AFETADAS	% DE PLACAS AFETADAS	VALOR DEDUZÍVEL
8	B	530	79%	25
7	B	38	6%	3
5	B	-	-	2
10	-	109	16%	3
7	A	4	1%	3
15	-	129	19%	1
7	M	18	3%	3
12	M	1	0%	0
16	M	2	0%	0
9	M	4	1%	1
5	M	-	-	4
1	B	1	0%	0
17	M	1	0%	0
VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				45
VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				45
ICP= 100 - VDC =		55	CONCEITO:	BOM

(FONTE: Os autores)

Por fim, analisando todo o trecho do Km 69, observa-se que 79% das placas apresentaram grandes reparos, 19% das placas apresentaram fissuras de retração plástica e 16% das placas apresentaram desgaste superficial. Em toda extensão do trecho, encontramos apenas um alçamento de placa, um esborcinamento das juntas, e uma quebra localizada. O valor “q” obtido foi de 1 para o cálculo do VDC. O ICP obtido foi de 55, tendo assim, o conceito de “Bom”.

Figura 9 - Faixas de tráfego do Km 69



(FONTE: Os autores)

6 CONCLUSÕES

Após o estudo dos resultados obtidos durante este trabalho, comparando a estatística de acidentes com os fatores analisados, podemos chegar às seguintes conclusões:

- Se comparado com os outros quilômetros da BR-101 inseridos no Contorno do Recife (Km 51,6 ao Km 82,3), o Km 69 é o segundo trecho em que mais ocorrem acidentes e vítimas feridas, e o sexto em número de vítimas fatais;
- A geometria do trecho não é um fator determinante na causa dos acidentes que ocorrem. Pois o trecho é predominantemente em reta e suas poucas curvas apresentam raios grandes, garantindo parâmetros excepcionais de segurança. E como foi mostrado na Tabela 7 do Item 4.1, a grande maioria dos acidentes ocorrem em trechos retos. Apenas 12% em curvas e 2% em cruzamentos/interseções, mesmo havendo um retorno irregular no canteiro central. Além disso, nenhum acidente fatal foi identificado em curvas ou cruzamentos/interseções;
- Apesar de nenhum acidente ter sua causa classificada como algum defeito na sinalização, a sinalização horizontal necessita de restauros urgentemente em ambos os sentidos da via. São necessárias campanhas de requalificação da pintura para que este fator não contribua para a ocorrência de novos acidentes;
- A iluminação do trecho também não é um fator agravante para ocorrências de acidentes, pois cerca de 70% dos acidentes ocorrem no período diurno;
- Embora o trecho em estudo seja o segundo em número de acidentes, todos os índices de condição do pavimento calculados apresentaram o conceito de “Bom”. Além disso, dentre as principais causas de acidentes, defeitos na via foi indicada como o fator causador do acidente em 10% dos acidentes registrados, com 1 vítima fatal. Os resultados dos ICPs se dão devido aos grandes reparos com CBUQ realizados na rodovia ao longo dos anos desde seu projeto original.

A BR-101 foi construída originalmente em pavimento rígido para uma vida útil de 20 anos. Desde o seu projeto original e construção em 1975, a rodovia não sofreu as devidas obras para manutenção do pavimento. Apenas algumas campanhas de recuperação com pavimento flexível, CBUQ, ao longo dos anos. A maior delas começou em 2017, e ainda está em execução, para requalificação do trecho do Contorno do Recife em pavimento flexível.

Por ser uma rodovia de tráfego intenso e crescente, com veículos que muitas vezes excedem o peso limite de carga estabelecido danificando ainda mais o pavimento, a manutenção com CBUQ é uma solução benéfica e viável apenas a curto prazo. Tanto que isso se refletiu nos cálculos dos Índices de Condição do Pavimento, onde todas as faixas apresentaram conceito “Bom”. Porém a longo prazo, esta solução não é a mais indicada devido a rodovia ter sido projetada originalmente em pavimento rígido. O pavimento flexível empregado não possui função estrutural, e assim as camadas inferiores (base e sub-base) continuaram com problemas e patologias sem a manutenção adequada. O resultado disso são obras recorrentes de recuperação com CBUQ que poderiam ser evitadas com a realização do serviço correto. O revestimento em pavimento rígido mesmo sendo mais oneroso se comparado com o flexível, é mais seguro e viável a longo prazo.

REFERÊNCIAS

Pavimento rígido – Avaliação objetiva: Procedimento. Norma DNIT 062/2004 PRO - Rio de Janeiro, 2004.

Pavimento rígido – Defeitos: Terminologia. Norma DNIT 061/2004 PRO - Rio de Janeiro, 2004.

Manual de projeto de interseções. 2.ed. (IPR. Publ., 718) - Rio de Janeiro, 2005. 530p.

Manual de sinalização rodoviária. 3.ed. (IPR. Publ., 743) – Rio de Janeiro, 2010. 412p.

Condições das rodovias. Disponível em:

<<http://servicos.dnit.gov.br/condicoes/condicoesdrf.asp?BR=101&Estado=Pernambuco&drf=4>>. Acesso em: 2017.

Começam obras de requalificação da BR-101 no Contorno do Recife. Disponível em: <<http://jconline.ne10.uol.com.br/canal/cidades/geral/noticia/2017/09/19/comecam-obras-de-requalificacao-da-br-101-no-contorno-do-recife-307607.php>>. Acessado em: 2017.

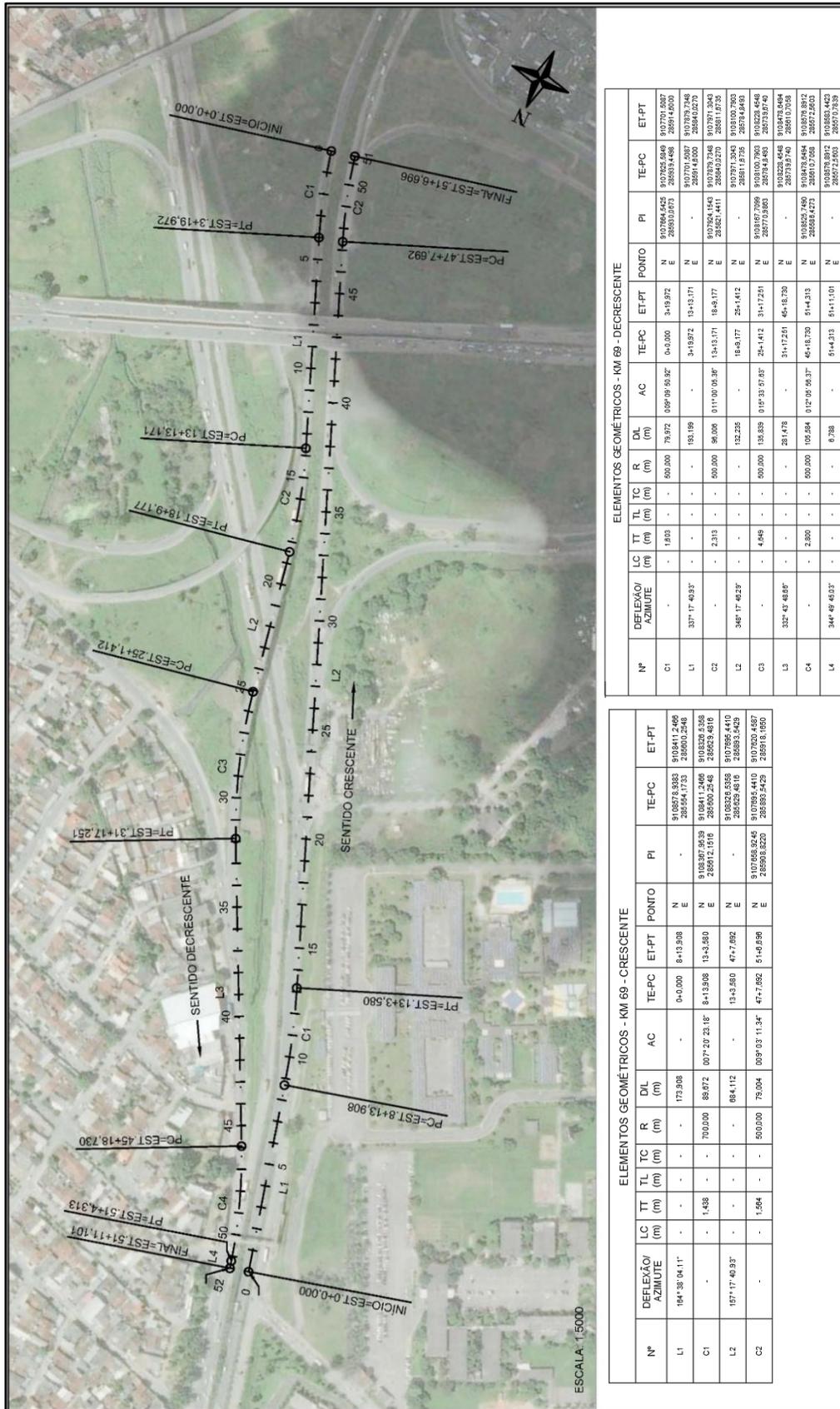
Estatísticas de Acidentes. Disponível em:

<<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/estatisticas-de-acidentes>>. Acessado em: 2017 e 2018.

Acidentes. Disponível em:

<<https://www.prf.gov.br/portal/dados-abertos/acidentes>>. Acessado em: 2017 e 2018.

APÊNDICE A – Aproximação da geometria atual BR-101 – Km 69



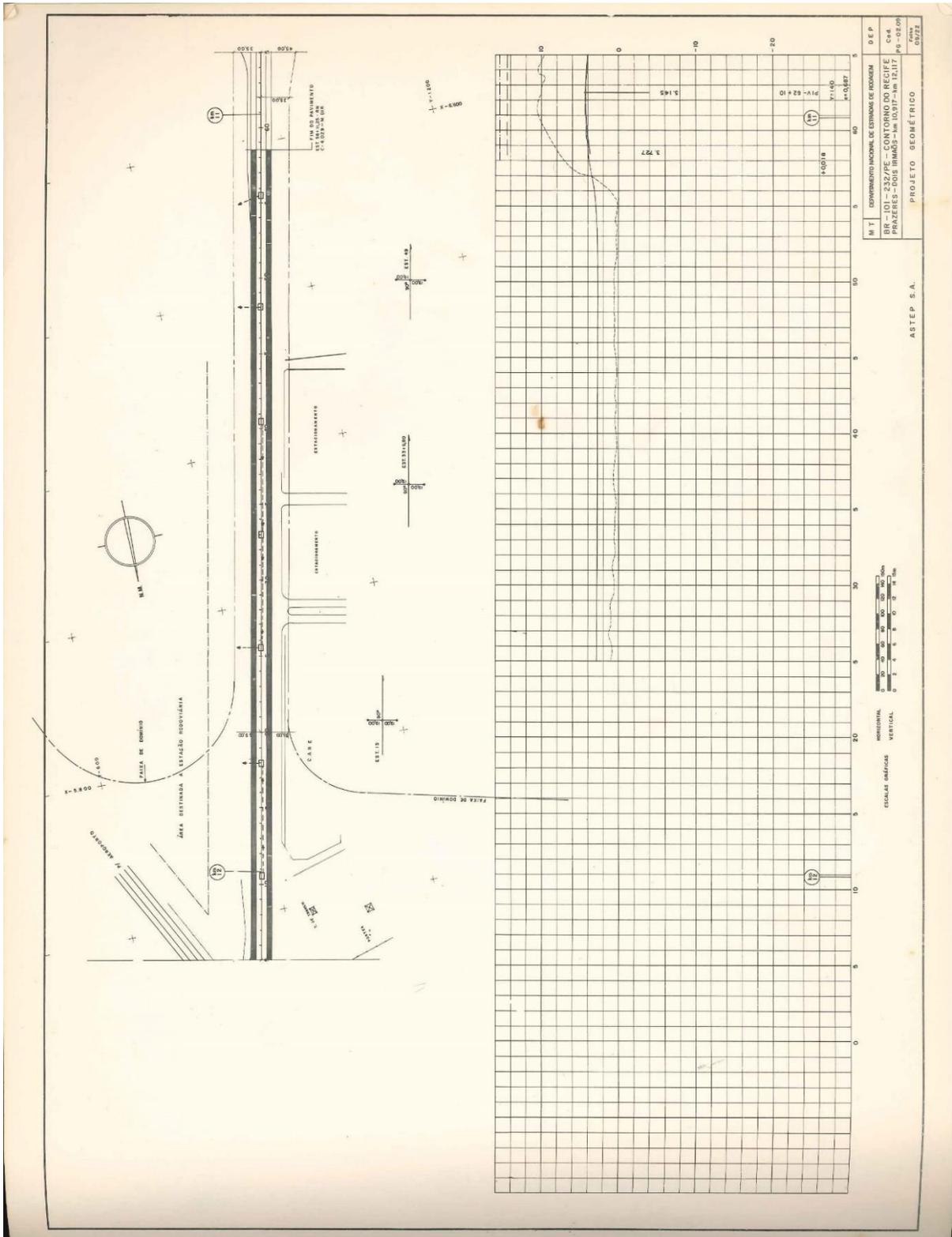
ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - KM 69 - DECRESCENTE

Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	DIL (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT	
C1	- 1,033	-	-	-	-	500,000	79,372	0,09° 09' 50,32"	0+0,000	3+19,972	N	9107664,4425	9107701,5067	9107625,6849	9107701,5067
L1	337° 17' 49,33"	-	-	-	-	-	103,108	-	3+19,972	13+13,171	N	-	9107701,5067	9107797,7248	9107701,5067
C2	- 2,213	-	-	-	-	500,000	96,006	0° 11' 00,05 36"	13+13,171	18+9,177	N	9107626,1463	9107658,4410	9107658,4410	9107658,4410
L2	346° 17' 49,33"	-	-	-	-	-	132,235	-	18+9,177	25+14,12	N	-	9107658,4410	9107751,3243	9107658,4410
C3	-	-	-	-	-	500,000	155,859	0° 12' 35,725"	25+14,12	31+17,261	N	9108167,7969	9108100,7903	9108228,4648	9108228,4648
L3	332° 42' 49,33"	-	-	-	-	-	201,078	-	31+17,261	45+18,730	N	-	9108228,4648	9108472,8494	9108472,8494
C4	-	-	-	-	-	500,000	103,684	0° 12' 05,95 37"	45+18,730	51+4,313	N	9108526,7480	9108526,7480	9108526,7480	9108526,7480
L4	344° 49' 45,33"	-	-	-	-	-	6,788	-	51+4,313	51+11,101	N	-	9108526,7480	9108526,7480	9108526,7480

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - KM 69 - CRESCENTE

Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	DIL (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
L1	104° 35' 04,11"	-	-	-	-	-	173,306	-	0+0,000	8+13,898	N	-	9108278,3383	9108411,2406
C1	-	-	-	-	-	700,000	69,872	0° 07' 50,23 15"	8+13,898	13+3,550	N	9108307,5939	9108411,2406	9108320,5368
L2	157° 17' 49,33"	-	-	-	-	-	86,412	-	13+3,550	47,7,862	N	289912,1516	289900,25 46	289925,4818
C2	-	-	-	-	-	500,000	79,804	0° 09' 03,71 34"	47,7,862	51+6,858	N	9107568,5245	9107658,4410	9107658,4410

(FONTE: Os autores)



(FONTE: ASTEP)