

**Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Civil**



Rafael Girão Rios
Reinaldo José Dutra de Moraes Júnior

INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS DOS ACIDENTES DA BR – 101, KM 80

Recife
2014

**Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Civil**



Rafael Girão Rios
Reinaldo José Dutra de Moraes Júnior

INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS DOS ACIDENTES DA BR – 101, KM 80

Trabalho de conclusão de curso
apresentado a Universidade Federal de
Pernambuco como requisito parcial para
obtenção da Graduação em Engenharia
Civil.

Orientador: Maurício Renato Pina Moreira

Recife
2014

R586i Rios, Rafael Girão

Investigação das causas dos acidentes da BR – 101, KM 80/ Rafael Girão Rios, Reinaldo José Dutra de Moraes Júnior. – Recife: O Autor, 2014. 42 folhas, il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Renato Pina Moreira

TCC (graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2014.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Acidentes na BR-101. 3. Condição do pavimento na BR101. 4. Causas dos acidentes na BR. I. Moreira, Maurício Renato Pina (orientador). II. Título.

624 CDD (22. ed.)

UFPE

“A felicidade é o máximo que você consegue atingir daquilo que você quer. A felicidade é você chegar ao seu máximo com todos os seus objetivos atingidos.”

- Adilson Couto

Dedicatória

Dedicamos o estudo a seguir à todas as pessoas que contribuem de alguma forma para que o Km 80 da BR – 101 não seja só mais um pedaço de chão, mas sim um lugar aonde se carrega vidas, produtos e sonhos. Para que com isso possam se tornar beneficiárias do uso da verdadeira engenharia.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que se mostrou Onipotente e benevolente, nos encorajando e nos guiando, fortalecendo cada vez mais nossa crença, e nos mostrando que podemos questionar nossa realidade, sugerindo assim um mundo de possibilidade.

Aos nossos familiares, por suas capacidades de acreditar e investir em nós, suportando as ausências e os estresses que estão subentendidos nessa longa caminhada até a conclusão do curso.

Aos nossos amigos, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção, melhora tudo o que temos produzido na vida.

As pessoas e amigos que fizeram parte do curso de Engenharia Civil da UFPE, com quem convivemos ao longo desses últimos anos, a experiência de uma produção compartilhada na comunhão com amigos. Sempre buscando as melhores soluções para os problemas enfrentados, nem que essas soluções tivessem que vim nas madrugadas raiadas, nos finais de semanas “perdidos”, e no conhecimento sempre partilhado.

As namoradas, seus cuidados e dedicações foram que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Suas presenças e discernimento significaram segurança e certeza de que não estamos sozinhos nessa caminhada.

Ao professor Maurício Pina, pelo exemplo de profissionalismo, influenciando-nos a espelharmos nesse nobre mestre. Além seus ensinamentos, paciência e confiança ao longo das supervisões das nossas atividades no Centro de Tecnologia e Geociências – CTG. É honroso tê-lo como mestre e Orientador.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. HISTÓRIA DA BR-101	14
3. BR-101 EM PERNAMBUCO	15
4. CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO.....	18
4.1. PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	18
4.2. PAVIMENTO RÍGIDO	18
4.3. CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO EM ESTUDO.....	20
5. DRENAGEM	20
5.1. DRENAGEM SUPERFICIAL.....	20
6. SINALIZAÇÃO.....	22
6.1. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	23
6.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL	23
7. REGIÃO DE ESTUDO	24
7.1. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO.....	24
7.2. LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO	25
8. ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES DA BR-101 NO TRECHO ENTRE KM 65,0 E KM 95,0 ENTRE OS ANOS 2005 E 2011.	26
9. ANÁLISE DO NÚMERO DE ACIDENTES NO KM 80 NA BR-101 DURANTE O PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 2005 E 2011.....	28
10. PROJETO GEOMÉTRICO DA VIA.....	28
11. METODOLOGIA	30
12. CONDIÇÃO DO PAVIMENTO	30
13. ÍNDICE DE CONDIÇÃO DE PAVIMENTO (ICP).....	34
13.1 CALCULANDO O ICP	35
14. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
15. REFERÊNCIAS.....	41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: BR – 101 NO BRASIL.....	15
FIGURA 2: BR – 101 EM PERNAMBUCO	16
FIGURA 3: BR – 101 NO TRECHO URBANO DE RECIFE	17
FIGURA 4: PAVIMENTO FLEXÍVEL	18
FIGURA 5: PAVIMENTO RÍGIDO	19
FIGURA 6: ELEMENTOS DE DRENAGEM DE RODOVIAS	21
FIGURA 7: SISTEMA DE DRENAGEM INEFICAZ	21
FIGURA 8: SISTEMA DE DRENAGEM INEFICAZ	22
FIGURA 9: SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	23
FIGURA 10: SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	23
FIGURA 11: SINALIZAÇÃO “PIXADA”	24
FIGURA 12: SINALIZAÇÃO VERTICAL ENCOBERTA PELA VEGETAÇÃO...22	
FIGURA 13: FALTA DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....22	
FIGURA 14: FALTA DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....22	
FIGURA 15: LOCAÇÃO DO TRECHO ESTUDADO.....23	
FIGURA 16: PROJETO GEOMÉTRICO DO KM 80 DA BR - 101.....27	
FIGURA 17: GEOMETRIA DA VIA ATUALMENTE.....27	
FIGURA 18: FISSURA DE CANTO.....29	
FIGURA 19: BURACOS.....29	
FIGURA 20: FISSURA LONGITUDINAL.....29	
FIGURA 21: QUEBRAS LOCALIZADAS.....29	
FIGURA 22: DESNÍVEL PAVIMENTO - ACOSTAMENTO.....29	
FIGURA 23: FALHA NA SELAGEM DE JUNTAS.....29	
FIGURA 24: FISSURA TRANSVERSAL.....30	
FIGURA 25: ALÇAMENTO DE PLACAS.....30	
FIGURA 26: GRANDES DESNÍVEIS.....30	
FIGURA 27: FISSURAS SUPERFICIAIS.....30	
FIGURA 28: PLACAS DIVIDIDAS.....31	
FIGURA 29: REPAROS.....31	
FIGURA 30: DANOS NA VIA SEM TRATAMENTO.....31	
FIGURA 31: DANOS NA VIA APÓS RECAPEAMENTO.....31	
FIGURA 32: ESPESSURA DA PLACAS.....31	
FIGURA 33: DANOS CAUSADOS PELA VIA AOS VEÍCULOS.....31	

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Nº DE ACIDENTES POR KM.....	24
GRÁFICO 2: Nº DE FERIDOS POR KM.....	264
GRÁFICO 3: Nº DE MORTES POR KM.....	264
GRÁFICO 4: Nº DE ACIDENTES POR KM.....	275
GRÁFICO 5: Nº DE FERIDOS POR KM.....	275
GRÁFICO 6: Nº DE MORTOS POR KM.....	275
GRÁFICO 7: Nº DE ACIDENTES NO KM 80.....	286
GRÁFICO 8: Nº DE ACIDENTES NO KM 80.....	28
GRÁFICO 9: EXEMPLO DE ÁBACO USADO PARA O CÁLCULO DO VD.....	35
GRÁFICO 10: ÁBACO PARA OBTENÇÃO DO VDC.....	35

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO X PAVIMENTO FLEXÍVEL.....	17
TABELA 02: TIPOS DE DEFEITOS.....	32
TABELA 03: NÚMERO DE PLACAS DANIFICADAS E SEU GRAU DE SEVERIDADE.....	33
TABELA 04: DENSIDADE DOS DEFEITOS NO TRECHO ANALISADO.....	34
TABELA 05: VDC, “q” E ICP ENCONTRADOS, INFORMANDO O CONCEITO DA VIA.....	36

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 01: FÓRMULA DE CÁLCULO DO ICP.....	32
--	----

RESUMO

O trabalho desenvolvido tem como finalidade dar continuidade a pesquisa iniciada em 2012 pelo Prof. Maurício Pina, que pretende correlacionar as causas dos acidentes na BR – 101 com as condições de uso das estradas. Este trabalho objetiva também conscientizar a população da real necessidade de monitoramento das condições das estradas do país, que constituem a mesma matriz de transporte no Brasil. 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 061/2004 e 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, como: Sinalização, Drenagem e projeto geométrico do trecho.

Palavras-chave: Acidentes na BR-101, condição do pavimento na BR-101, causas dos acidentes na BR.

ABSTRACT

The present study aims 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 roads. This intends to, show to the society the real necessity of the monitoring of the condition of Brazilian roads, the main via of transportation in Brazil. Through statistical analysis of the number of accidents, this research has selected as the area of study, a stretch of the BR-101 highway, which crosses the metropolitan region of Recife. Following the standards of the relevant regulation protocols, the condition of the pavement was analyzed, based on standard DNIT 061/2004 and DNIT 062/2004 - PRO, which determines the procedure for obtaining PCI (Pavement Condition Index). The PCI assesses the comfort and user safety when driving on the road. Other relevant aspects of traffic condition were also observed (i.e signaling, drainage and geometric design of the stretch).

Key-words: Accident on BR-101, condition of the pavement on US-101, causes of accidents on BR.

1.INTRODUÇÃO

Cotidianamente pessoas se acidentam nas estradas e rodovias do Brasil, esse acontecimento é diretamente ligado com o crescimento da frota de veículos, que nos últimos quarenta anos cresceu bastante, e paralelo a esse crescimento o número de acidentes vem também crescendo, onde segundo o Datasus, na última década teve um aumento acentuado dessa taxa. De acordo com o Ministério da Saúde, por meio do seu sistema de informações hospitalares, observou-se um aumento das internações provenientes de acidentes no trânsito de mais de 40% nos últimos cinco anos.

O tema tratado é muito importante para a população, pois segundo a pesquisa do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) a BR-101, no trecho que corta o perímetro urbano do Grande Recife, tem uma média de acidentes com morte quase cinco vezes mais do que a nacional e ocupa as primeiras colocações no ranking das rodovias mais violentas do Brasil.

Observa-se ainda, segundo informações do Instituto Avante Brasil, que a maior concentração dos acidentes, em números absolutos em 2011, é identificada na região Sudeste, que detém também a maior proporção da frota do país. Contudo, quando observada a relação número de acidentes por região pela quantidade de veículos da região (quantidade de mortes por 100mil veículos), o Nordeste apresenta uma quantidade muito mais alarmante de acidentes fatais, cerca de três vezes maior que a região Sudeste.

O estudo é baseado no banco estatístico de dados do DNIT, onde foi levantado os quantitativos e tipos de acidentes ocorridos quilômetro por quilômetro do trecho Urbano Região Metropolitana do Recife (RMR).

A ideia é utilizar todo o aprendizado obtido no curso de Engenharia Civil para buscar soluções como melhoria do pavimento, sinalização adequada para o trecho, dentre outros pontos, sendo assim dando continuidade à pesquisa, iniciada em 2013, por alunos da Universidade Federal de Pernambuco, sob orientação do professor Maurício Pina. A referida pesquisa tem o intuito de analisar as causas dos acidentes ocorridos no trecho onde a BR-101 corta a região metropolitana do Recife, sob a ótica de futuros engenheiros.

Este estudo tem como enfoque analisar o km 80 da BR 101, que corta o perímetro urbano da Região Metropolitana do Recife, somando-se aos demais quilômetros que vem sendo estudados, e assim focando os itens que podem originar as causas dos acidentes como: falhas humanas, más condições climáticas, falta de sinalização no trecho e falhas mecânicas em veículos; atentando, segundo o professor Maurício Pina, em entrevista concedida ao jornal Folha de Pernambuco em setembro de 2013, que a falta de conservação do pavimento e de seus acostamentos tem sido fator significativo para a ocorrência dos acidentes na BR-101.

A pesquisa caracteriza-se de interesse social, sendo o objetivo maior ampliar o mapeamento da pesquisa, e desta forma, contribuir para um melhor esclarecimento por parte da sociedade das reais causas dos acidentes,

propondo assim uma solução dessas causas, e assim repassando a sociedade e aos órgãos competentes a necessidade da manutenção das estradas.

2. HISTÓRIA DA BR-101

A BR-101 é uma rodovia federal do Brasil, seu ponto inicial está localizado na cidade de Touros (RN) e o final na cidade de São José do Norte (RS).

A BR-101 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. É sem dúvida uma das mais importantes rodovias brasileiras. Com seus 4.750 quilômetros de estrada, a rodovia é também conhecida como Translitorânea, e possui o nome oficial de Rodovia Mario Covas. Sua execução se deu em duas etapas, com a primeira sendo concluída no primeiro semestre de 1971, dando origem ao seu lançamento oficial em 1973. Após isso, novos trechos foram incorporados até sua configuração atual.

Considerada como prioridade pelo governo militar, pelo fato de interligar o Brasil de Norte a Sul, a ideia da construção da BR – 101 foi tida como fundamental para o desenvolvimento econômico e social do país. Sua nomenclatura é definida de acordo com o DNIT pela sigla **BR**, que significa que a rodovia é federal, seguida por três algarismos. De acordo com as definições do Plano Nacional de Viação (PNV), o primeiro algarismo define a categoria da rodovia, ou seja, se a mesma é radial, longitudinal, transversal, diagonal ou de ligação. Os outros dois algarismos definem a posição da BR, a partir da orientação geral da rodovia com relação à Capital Federal e aos limites do país (Norte, Sul, Leste e Oeste). Sendo assim a BR 101 se caracteriza como uma rodovia longitudinal, sendo ela localizada na posição mais leste do Brasil.

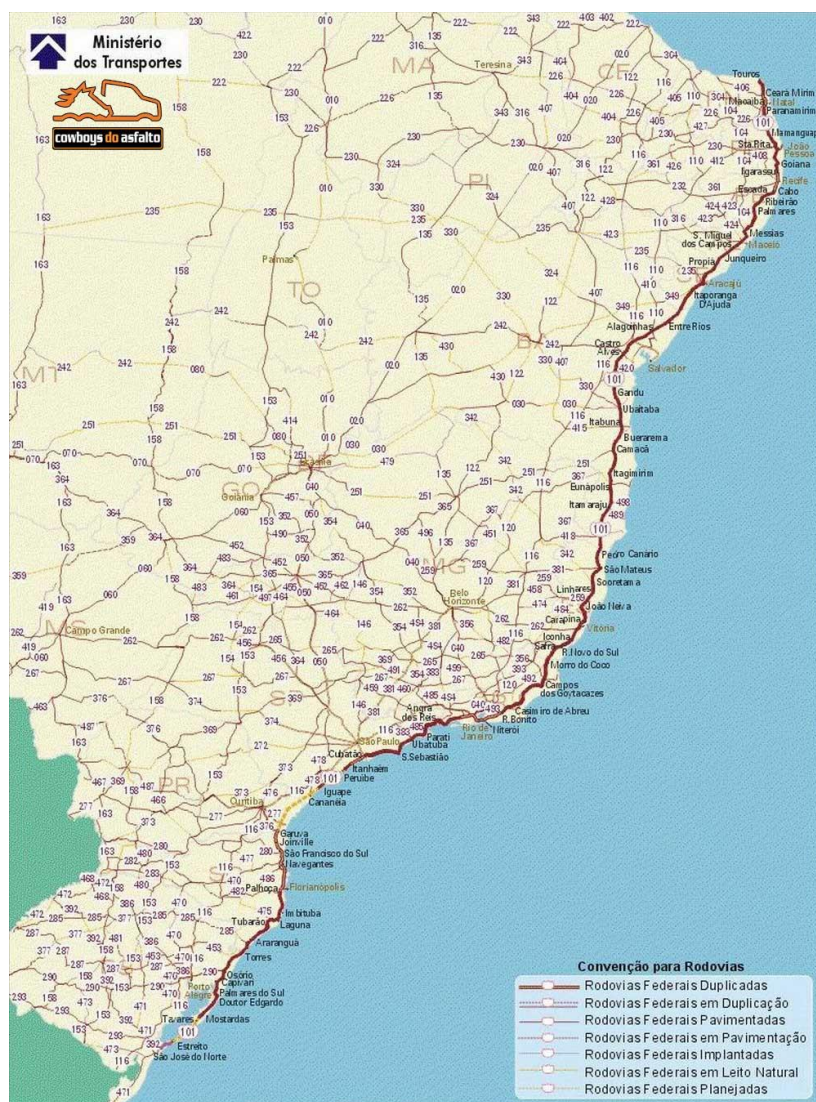


Figura 1: BR – 101 no Brasil
Fonte: Ministério dos Transportes

3. BR-101 EM PERNAMBUCO

A BR-101 no estado de Pernambuco está compreendida numa extensão de 213,9 Km, sendo este cerca de 30,7 Km passando pela área urbana. Sua extensão em território pernambucano passa por quatorze municípios: Abreu e Lima, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Escada, Goiana, Igarassu, Itapissuma, Jaboatão dos Guararapes, Joaquim Nabuco, Olinda, Palmares, Paulista, Recife e Ribeirão.

Devido ao grande fluxo de veículos e falta de manutenção a BR-101 encontra-se em vários pontos com placas de concreto danificadas, sinalizações horizontais e verticais precárias e por muitas vezes faltam condições de travessia de pedestre, já que possui vários trechos urbanos.



Figura 2: BR – 101 em Pernambuco

Fonte: DNIT

A BR-101, no perímetro do Recife, foi feita em 1966 e sua duplicação foi realizada em 1980. Com o tempo, a via ficou saturada e ganhou perfil de perimetral. O trecho já funciona como uma importante rota do transporte público, sem faixas ou corredores exclusivos.

Em 34 anos de utilização da rodovia, as placas de concreto atingiram o custo benefício de projeto, porém há necessidade de uma manutenção urgente na pavimentação.

Com o desenvolvimento urbano, o trecho do contorno do Recife, compreendido entre os km 51,6 ao 82,3, apresenta o maior volume de tráfego da rodovia no estado. Segundo estudos, 58 mil carros passam por dia na BR-101, no contorno do Recife e 20% do tráfego são de veículos pesados. 49% das placas de concreto são consideradas regulares ou ruins e 22% apresentam fissuras ou trincas (Fonte: Jornal Diário de Pernambuco).

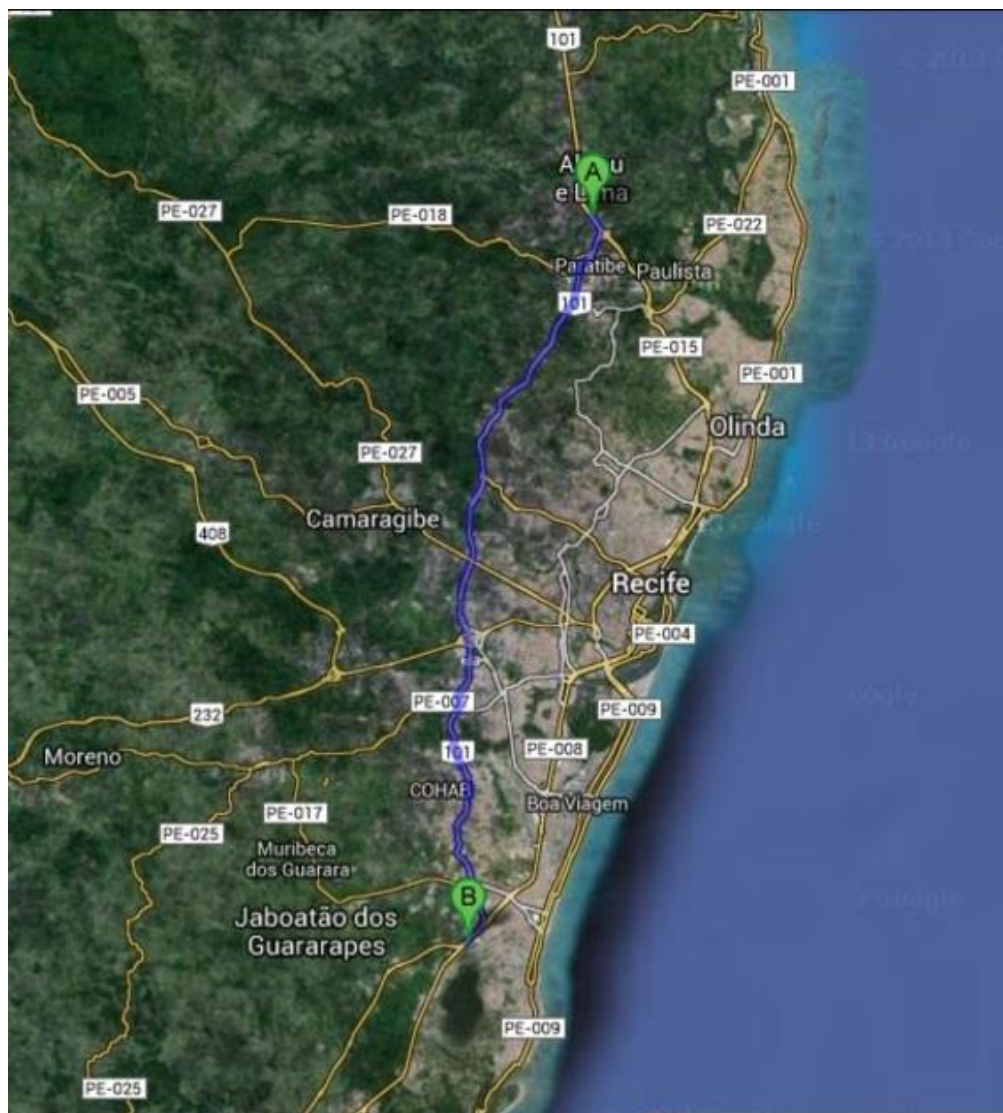


Figura 3: BR – 101 no trecho urbano de Recife

Fonte: Google Maps

4. CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO

Superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentados sobre um semiespaço considerado teoricamente como infinito (infraestrutura ou terreno de fundação) a qual é designada de subleito. (Manual do DNIT, 2006).

A engenharia rodoviária subdivide as estruturas de pavimentos segundo a rigidez do conjunto: em um extremo, têm-se as estruturas rígidas e, no outro, as flexíveis.

4.1. PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

É 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 (Manual do DNIT, 2006).

Constituído de Concreto asfáltico, material misturado a quente em usina juntamente com os agregados granulados (agregados graúdo e miúdos) e material de enchimento, que são espalhados e compactados a quente, o caso mais usual é o Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ). O processo de execução do pavimento consiste em imprimação e pintura de ligação, lançamento e compactação do CBUQ.



Figura 4: Pavimento Flexível

Fonte: brasquimica.com.br

4.2. PAVIMENTO RÍGIDO

É 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 (Manual do DNIT, 2006).

Os materiais constituintes são: cimento Portland (comum), agregado graúdo (brita), agregado miúdo (areia), Água tratada, aditivos químicos (como plastificante), Fibras plásticas ou aço, selante de juntas (moldado no local), material de enchimento de juntas (fibras ou borracha), Aço (CA-50, CA-60 e

CA-25). O processo de execução é semelhante à de uma concretagem convencional de placa, podendo essas placas serem confeccionadas no local ou serem pré-fabricadas.



Figura 5: Pavimento rígido

Fonte: duravia.com.pe

Abaixo segue uma tabela identificando as principais características dos pavimentos, identificando suas diferenças:

Tabela 1: Comparativo de Pavimento Rígido x Pavimento Flexível

Pavimentos Rígidos	Pavimentos Flexíveis
Placa absorve maior parte das tensões.	As cargas se distribuem em parcelas proporcionais à rigidez das camadas.
Distribuição das cargas faz-se sobre uma área relativamente maior.	Todas as camadas sofrem deformação elástica significativa.
Pouco deformável e mais resistente a tração.	As deformações até um limite não levam ao rompimento.
Qualidade do subleito pouco interfere no comportamento estrutural.	Qualidade do subleito é importante, pois é submetido a altas tensões e absorve mais deflexões.

Fonte: Autores

4.3. CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO EM ESTUDO

Durante os estudos no Km 80 verificamos que este trecho, conforme mostra no seu projeto original, é composto de pavimento rígido. Porém boa parte do mesmo é revestida de camada asfáltica, com o falso intuito governamental de tentar solucionar um problema, mesmo que esta solução seja apenas momentânea, pois bem sabemos que em um curto período de tempo esta “solução” se torna ineficaz.

5. DRENAGEM

Segundo Carlos Suzuki, Drenagem se define pelo poder da via de coletar, conduzir e lançar, o mais rápido possível e em local adequado, toda água que se origina e que corre/cai na superfície ou compromete a segurança do usuário, a estabilidade geotécnica do maciço ou à vida útil do pavimento (SUZUKI, 2006).

5.1. DRENAGEM SUPERFICIAL

A drenagem tem uma função muito importante na operação de uma via, e quando esse procedimento é mal executado e/ou mal monitorado vários fatores são gerados como os citados abaixo por Carlos Suzuki:

- Degradação da plataforma viária e do meio ambiente;
- Diminuição da vida útil do pavimento;
- Aumento dos custos operacionais dos veículos;
- Aumento dos índices de acidentes;
- Aumento dos custos dos usuários;
- Danos às propriedades lindeiras;
- Erosão de taludes;
- Dificuldade da aderência pneu-pavimento;
- Alagamento da plataforma;
- Empoçamento.

Drenagem – seção transversal

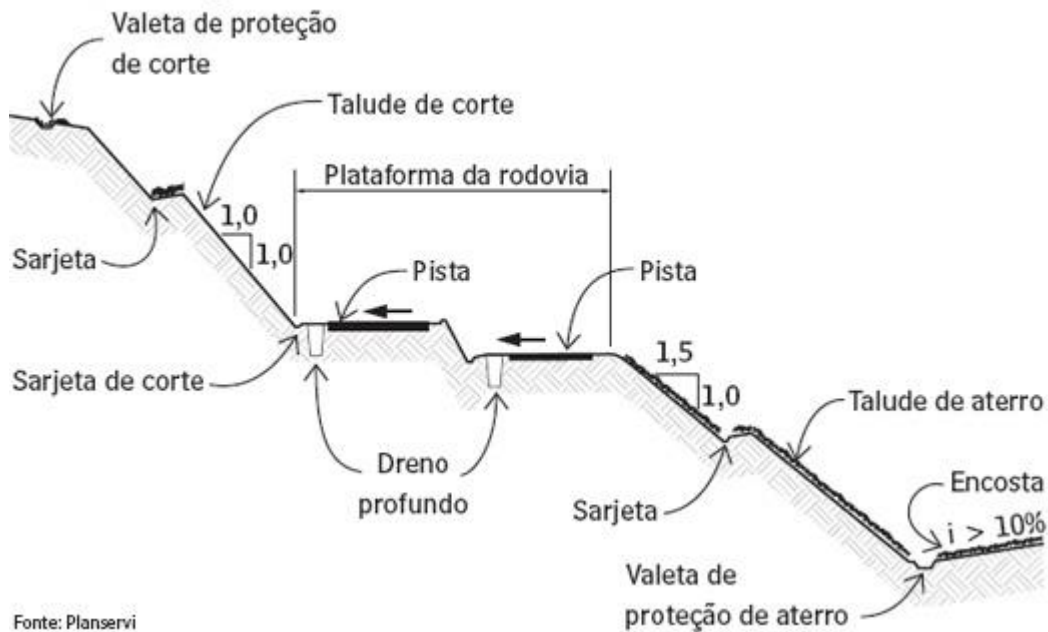


Figura 6: Elementos de drenagem de rodovias

Fonte: Planservi

Devido às más condições dos acostamentos encontrados durante o Km 80, verificamos uma péssima condição na drenagem da via. Esta condição, assim como o péssimo vício da população em lançar objetos na rua, afetam diretamente para que a drenagem seja falha, como podemos visualizar nas imagens a seguir.



Figura 7: Sistema de drenagem Ineficaz

Fonte: Autores



Figura 8: Sistema de drenagem Ineficaz

Fonte: Autores

Uma péssima drenagem compromete muito com o fluxo da via, tanto com retenções, quanto com acidentes. Uma via mal drenada acarreta situações como a aquaplanagem, situação onde uma camada de água é suficiente para a derrapagem dos veículos. Outro fator proveniente da má drenagem é o entupimento de buracos, que por meio disto disfarça a condição do pavimento, acarretando também em acidentes. Com isto, vimos que uma via bem drenada é fundamental.

6. SINALIZAÇÃO

Conjunto de sinais essenciais para a disciplina e segurança rodoviária, é composta por sinalização horizontal e vertical, cujos dispositivos por sua presença, regulam advertem e orientam os seus usuários. A sinalização engloba desde as placas fixadas no acostamento, placas aéreas sobre a via, as quais fazem parte da chamada sinalização vertical que indicam ao condutor itens tais regulação de velocidade, indicações de destino e apelo educativo, às sinalizações horizontais que se definem como marcações pintadas no chão, podendo ser reflexivas ou não, e delimitam o contorno da pista fornecendo indicações aos usuários. Segundo o Manual de Sinalização do DNER (1998).

O aumento da frota de veículos e a incompatível evolução da malha rodoviária do país com a melhoria dos veículos e a intensificação do tráfego, fez com que a sinalização assumisse uma importância fundamental na segurança viária.

“A sinalização vertical tem a finalidade de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança, ordenar os fluxos de tráfego e orientar os usuários da via. (...) Os sinais possuem formas padronizadas, associadas ao tipo de mensagem que pretende transmitir (regulamentação, advertência ou indicação).” (CONTRAN, p21, 2007).

6.1. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Processo de sinalização, constituído por marcas executadas no plano horizontal, destinado a regulamentar, advertir ou indicar o trânsito de veículos e pedestres, no uso das vias, de forma mais segura e eficiente.



Figura 9: Sinalização Horizontal

Fonte: colmeia.am.br

6.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL

Processo de sinalização, constituído por sinais gráficos, legendas e desenhos executados no plano vertical, instalados em suportes nas laterais e sobre as vias, destinado a regulamentar, advertir, indicar e educar o trânsito de veículos e pedestres, de forma mais segura e eficiente.



Figura 10: Sinalização Vertical

Fonte: altanoroeste.net

Uma análise criteriosa foi feita no trecho em estudo, para levantar as reais condições da sinalização na via, como podemos verificar nas figuras abaixo:



Figura 11: Sinalização “pixada”
Fonte: Autores



Figura 12: Sinalização Vertical encoberta pela Vegetação
Fonte: Autores



Figura 13: Falta de Sinalização Horizontal
Fonte: Autores



Figura 14: Falta de Sinalização Horizontal
Fonte: Autores

Com relação ao trecho estudado verificamos que grande parte foi recapeada, porém após este serviço não foi tomado o devido cuidado com a sinalização horizontal. Seguindo a mesma diretriz, constatamos também a falta de iluminação da via, que em consequência da falta da sinalização contribuem diretamente para o índice de acidentes da via.

7. REGIÃO DE ESTUDO

7.1. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

A região de estudo (Km 80 da BR 101 em Pernambuco), está localizada entre os Bairros de Muribeca e Prazeres, onde circulam diversos tipos de cargas e passageiros, onde sua maioria tem como objetivo a zona industrial da cidade do Cabo de Santo Agostinho, e o complexo industrial portuário de Suape. Se mostrando assim uma área de fluxo intenso de automóveis de

pequeno porte (carro, motocicletas e caminhonetes), e veículos de grande porte (ônibus, caminhões e carretas), que contribuem com a deterioração do pavimento devido à falta de fiscalização e controle desses veículos.

7.2. LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

O km 80 da BR-101, objeto deste estudo, situa-se nas proximidades dos bairros de Muribeca e Prazeres, conforme ilustrado abaixo.



Figura 15 – Localização do Trecho estudado, km 80

Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Rod.+Br-101%2F+Contorno+-+Guararapes,+Jaboat%C3%A3o+dos+Guararapes+-+PE/@-8.157913,-34.9407442,17z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x7aae1f0665bb401:0x3dee1bb0d7d24819>

8. ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES DA BR-101 NO TRECHO ENTRE KM 65,0 E KM 95,0 ENTRE OS ANOS 2005 E 2011.

A partir de estatísticas disponibilizadas do DNIT (acidentes por quilômetro), foram analisados os trechos com mais acidentes, com mais acidentes com feridos e com mais acidentes com mortos conforme gráficos abaixo.

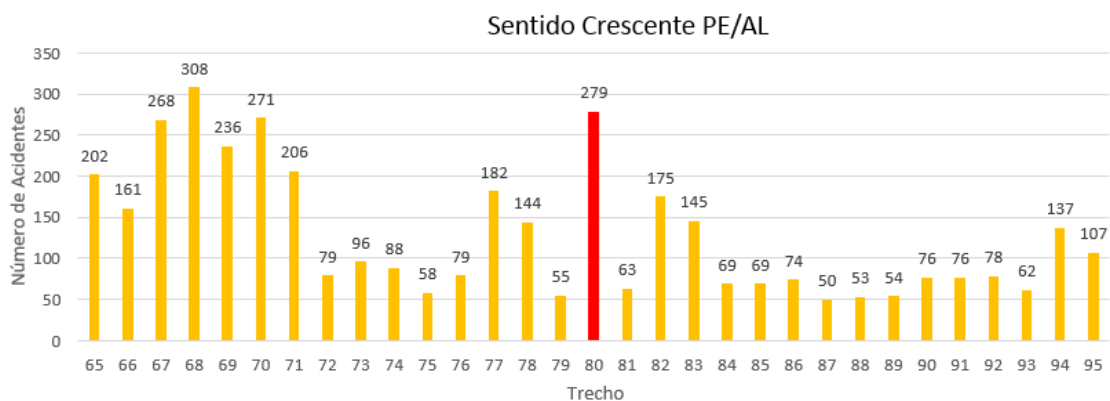


Gráfico 1: Nº de acidentes por Km -Fonte: DNIT

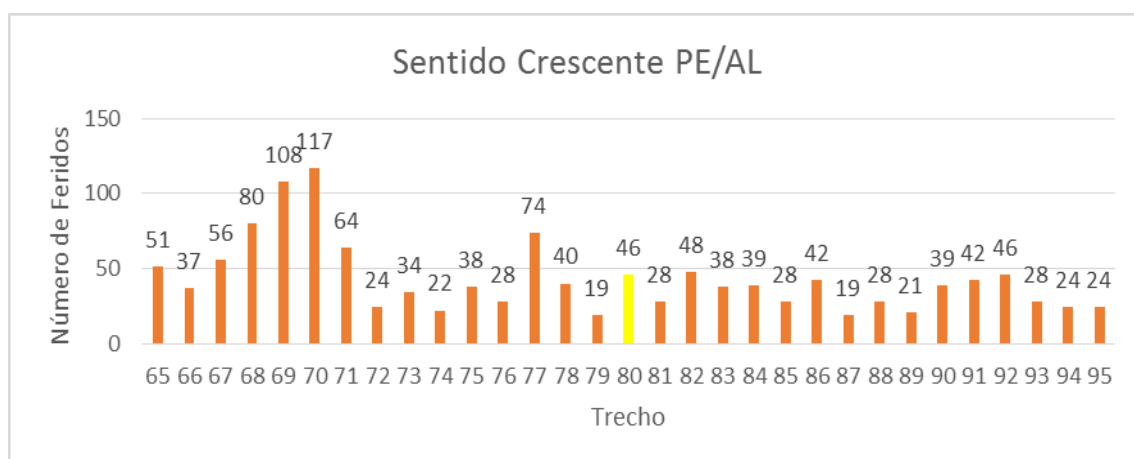


Gráfico 2: Nº de feridos por Km - Fonte: DNIT

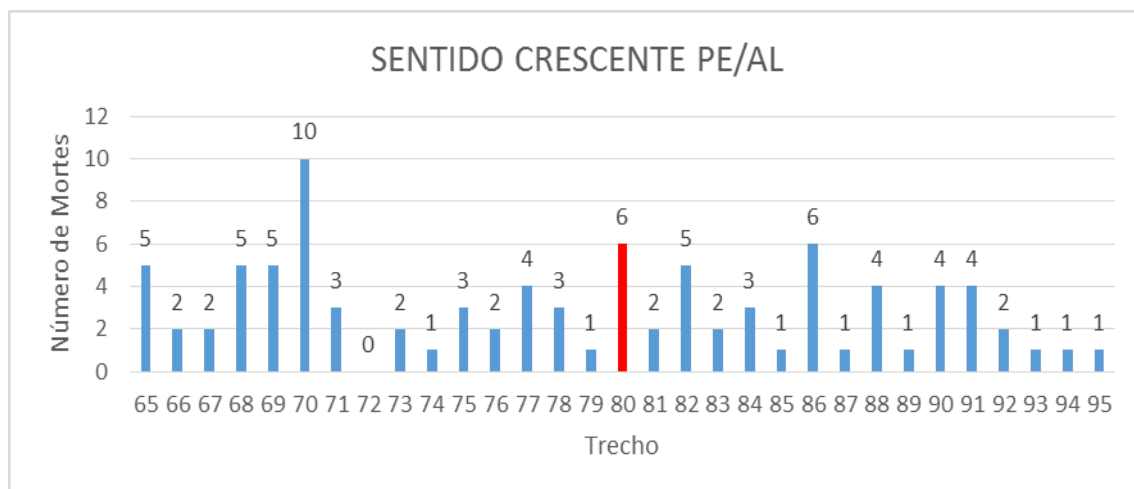


Gráfico 3: Nº de mortes por Km - Fonte: DNIT

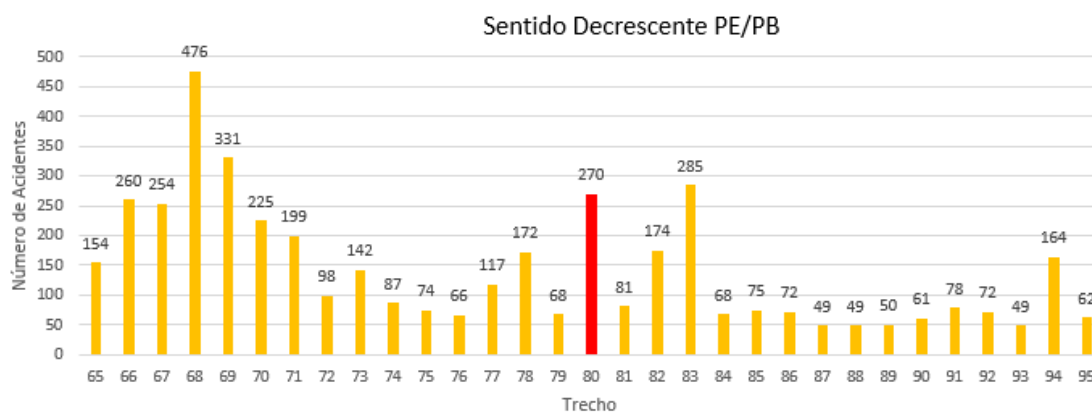


Gráfico 4: Nº de accidentes por Km - Fonte: DNIT

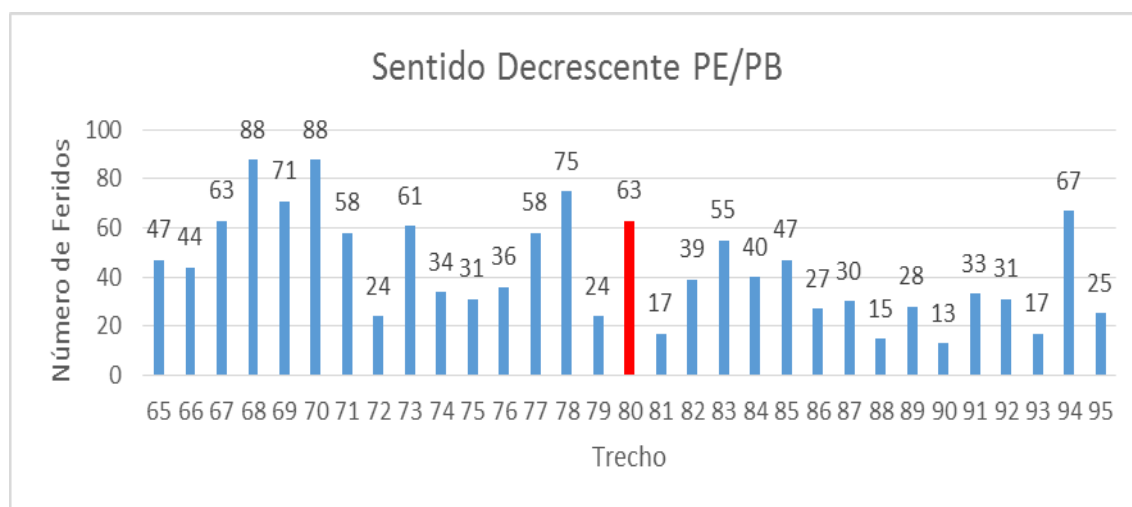


Gráfico 5: Nº de feridos por Km - Fonte: DNIT

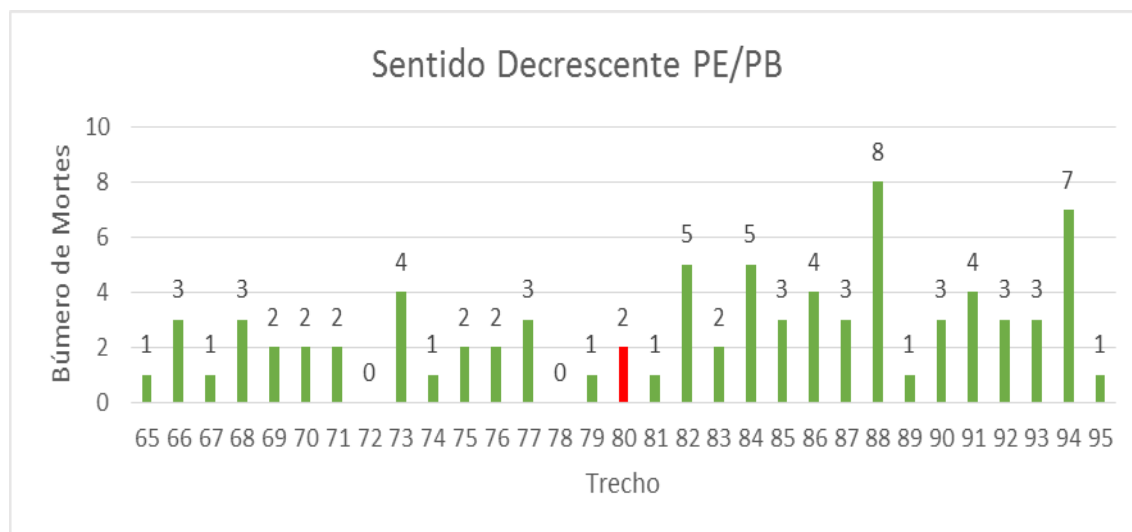


Gráfico 6: Nº de mortos por Km - Fonte: DNIT

Com base nos gráficos acima foi concluído que o km 80 está entre os trechos com maior índice de acidentes, principalmente no sentido sul – PE/AL. É possível observar, também, que os acidentes foram em sua grande maioria graves devido ao número de feridos envolvidos nos mesmos, em ambos os sentidos.

9. ANÁLISE DO NÚMERO DE ACIDENTES NO KM 80 NA BR-101 DURANTE O PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 2005 E 2011.

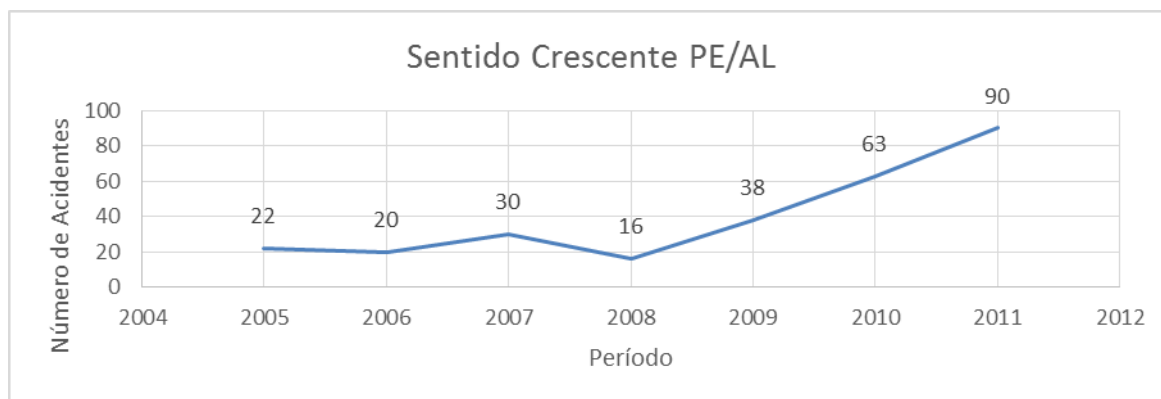


Gráfico 7: Nº de acidentes no Km 80 - Fonte: DNIT

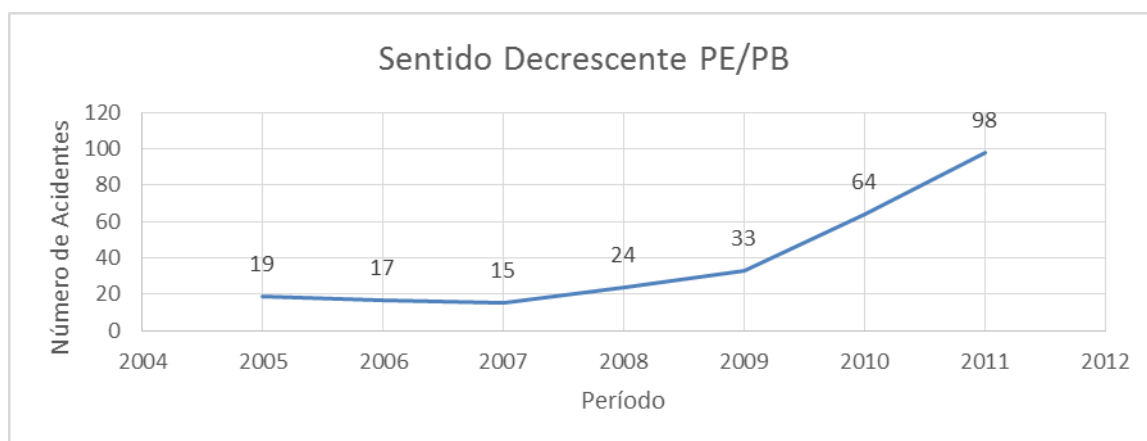


Gráfico 8: Nº de acidentes no Km 80 - Fonte: DNIT

De acordo com a análise destes gráficos podemos concluir que a situação dos acidentes no Km 80 tem aumentado gradativamente de forma significativa a partir dos anos de 2007 e 2008.

Assim sendo, o presente estudo analisa as causas para esse aumento do número de acidentes neste trecho da BR.

10. PROJETO GEOMÉTRICO DA VIA

A geometria de uma rodovia é definida pelo traçado do seu eixo em planta e pelos perfis longitudinal e transversal. O km 80 apresenta uma geometria praticamente regular, como observamos na figura 17. O mesmo apresenta uma curva significativa, curva horizontal 1 com raio de 603,14 m à

29

11. METODOLOGIA

Para que possamos avaliar a condição estrutural real de um pavimento precisamos determinar o seu Índice de Condição de Pavimento – ICP. Para esta avaliação devemos observar os defeitos e o grau de severidade dos mesmos.

Na determinação do ICP do pavimento, primeiramente devemos localizar todos os defeitos, para que assim possamos avaliar qual o grau de severidade de cada defeito encontrado. Cada defeito apresenta um grau de severidade diferenciado, classificado conforme sua dimensão, condição ou pela forma na qual afeta o conforto, escoamento e segurança do tráfego. Esta classificação se dá da seguinte forma: Baixo (B): o defeito causa baixo desconforto de rolamento; Médio (M): o defeito causa um médio desconforto de rolamento, sem causar prejuízo ao tráfego; Alto (A): o defeito compromete a segurança do rolamento e provoca interrupções no escoamento do tráfego, devendo ser imediatamente reparado.

12. CONDIÇÃO DO PAVIMENTO

Para que haja um tráfego seguro e confortável, é de fundamental importância que a via esteja em boas condições. Desta feita, o presente trabalho de conclusão de curso vem analisar a atual situação deste trecho da BR. Para isso, será avaliado de acordo com a norma do DNIT 062/2004 – PRO, o índice de condição do pavimento (ICP), definido segundo a norma: “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 recuperação.”

De acordo com a norma, se faz necessário a análise de campo das condições do pavimento a fim de identificar os defeitos e ilustrados na norma DNIT 061/2004 – TER, assim como: Fissuras de canto, quebras localizadas, buracos, esborcinamento ou quebra de canto, esborcinamento de juntas, desgaste superficial.



Figura 18: Fissura de Canto
Fonte: Autores



Figura 19: Buracos
Fonte: Autores



Figura 20: Fissura linear longitudinal
Fonte: Autores



Figura 21: Quebras localizadas
Fonte: Autores



Figura 22: Desnível Pavimento–Acostamento
Fonte: Autores

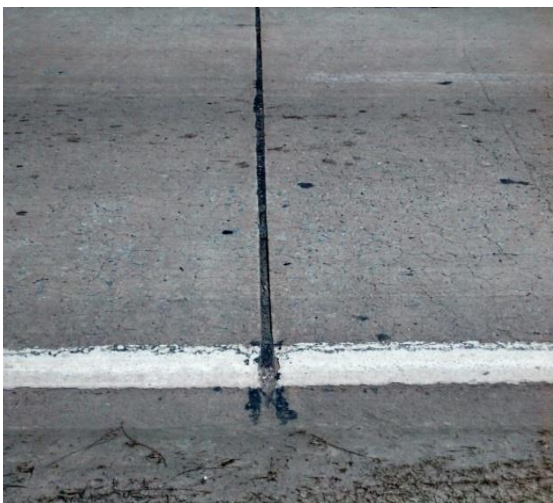


Figura 23: Falha na selagem de juntas
Fonte: Autores



Figura 24: Fissura linear transversal
Fonte: Autores



Figura 25: Alçamento de placas
Fonte: Autores



Figura 26 – Grandes desníveis
Fonte: Autores



Figura 27 – Fissuras superficiais
Fonte: Autores



Figura 28 – Placa d vida
Fonte: Autores



Figura 29 – Reparos
Fonte: Autores



Figura 30: Danos na via sem tratamento
Fonte: Autores



Figura 31: Danos na via após recapeamento
Fonte: Autores



Figura 32 – Espessura das placas
Fonte: Autores



Figura 33 – Danos causado pela via aos veículos
Fonte: Autores

Tabela 2 – Tipos de Defeitos

1. Alçamento de Placas
2. Fissura de Canto
3. Placa Dividida
4. Escalonamento ou Degrau nas juntas
5. Falha 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. Fissuras Superficiais (rendilhado) e escamação
15. Fissuras de retração plástica
16. Esborcinamento ou quebra de canto
17. Esborcinamento de juntas
18. Placa “bailarina”
19. Assentamento
20. Buracos

13. ÍNDICE DE CONDIÇÃO DE PAVIMENTO (ICP)

É o índice de medida da condição estrutural do pavimento rígido, capaz de fornecer informações para a verificação das condições da rodovia para o estabelecimento de políticas de manutenção, prevenção e de recuperação.

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 determine a condição estrutural e o comportamento da pavimentação rígida dos trechos bem como as prováveis causas de seus defeitos.

O cálculo do ICP pode ser feito com base em amostras inspecionadas, ou por um trecho considerado da rodovia. Após o cálculo, o avaliador atribuirá a cada amostra ou ao trecho um conceito, que será função do ICP calculado.

Se o tipo de inspeção utilizado for “Inspeção em todo o trecho”, o valor do ICP do trecho será a média aritmética dos valores dos ICP obtidos para as amostras. (DNIT/NORMA 062/2004 – PRO)

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

Equação 01 – Fórmula de cálculo do ICP

Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO

13.1 CALCULANDO O ICP

Inicialmente foi feita uma análise visual para determinação do número de placas de concreto nos trechos. Após análise, executou-se o cálculo do índice. Esse levantamento é necessário para identificar os tipos de defeitos, listado pela Norma 061/2004 (DNIT), e assim poder classificar as patologias presentes nas placas de concreto.

No levantamento visual, foi verificado que parte do trecho estudado encontra-se pavimentado com CBUQ. Sendo então identificado o tipo de defeito do pavimento como “Grandes Reparos”, pois segundo a norma do DNIT (061/2004 – TER): “Grandes Reparos são entendidos como uma área do pavimento original maior que 0,45m² que foi removida e posteriormente preenchida com um material de enchimento.”. Há também “Pequenos Reparos” no trecho, que é definido como uma área menor que 0,45m² do pavimento original. Salientamos também que não existe na norma um parâmetro para analisar do item buraco, a vigésima patologia. Logo se fez uma analogia dessa patologia com a de defeito na selagem da via, a quinta patologia, usando seus parâmetros para a análise da patologia vinte.

Tabela 03 – Número de placas danificadas e seu grau de severidade

Patologias das placas			Número de placas			Número de placas		
			Sentido Crescente			Sentido Decrescente		
			Grau de severidade			Grau de severidade		
			B	M	A	B	M	A
Alçamento das placas		1		1	4		2	6
Fissuras de canto		2		26	4		28	6
Placa dividida		3		8	2		7	5
Escalonamento ou degraus		4						
Falha na selagem da junta(**)		5	8	43		34	27	
Desnível pavimento/acostamento		6	3	8	11	4	16	13
Fissuras lineares		7	2	37	8	5	33	7
Grandes reparos		8		20	10		8	14
Pequenos reparos		9		3	11		14	11
Desgaste superficial (*)		10		30			37	
Bombeamento(*)		11		3			4	
Quebras localizadas		12		15	3		20	4
Passagem de nível		13						
Fissuras superficiais ou escamação		14		17			12	11
Fissuras de retração(*)		15						
Quebra de canto		16		11	5		9	7
Esborcimento de juntas		17		11	33		16	36
Placa bailarina		18						
Assentamento		19						
Buracos		20	8	12	37		57	

Fonte: Autores

A partir da identificação dos defeitos no pavimento, partimos para obtenção da densidade de placas que apresentam tais defeitos. A densidade leva em consideração o total de placas da amostra e a quantidade de placas que apresentam determinada patologia. Essa densidade é dada em forma de

porcentagem. Também é necessário definir o grau de severidade dos defeitos, que são divididos em alto, médio ou baixo, como podemos ver na tabela 03.

Tabela 04 – Densidade dos defeitos no trecho analisado

Patologias das placas		Nº da patologia	Densidade das placas				Densidade das placas			
			Sentido Crescente				Sentido Decrescente			
			Grau de severidade				Grau de severidade			
			B	M	A	Total	B	M	A	Total
Alçamento das placas		1	0,0%	0,3%	1,2%	1,5%	0,0%	0,6%	1,8%	2,4%
Fissuras de canto		2	0,0%	7,8%	1,2%	9,0%	0,0%	8,4%	1,8%	10,2%
Placa dividida		3	0,0%	2,4%	0,6%	3,0%	0,0%	2,1%	1,5%	3,6%
Escalonamento ou degraus		4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Falha na selagem da junta(**)		5	2,4%	12,9%	0,0%	15,3%	10,2%	8,1%	0,0%	18,3%
Desnível pavimento/acostamento		6	0,9%	2,4%	3,3%	6,6%	1,2%	4,8%	3,9%	9,9%
Fissuras lineares		7	0,6%	11,1%	2,4%	14,1%	1,5%	9,9%	2,1%	13,5%
Grandes reparos		8	0,0%	6,0%	3,0%	9,0%	0,0%	2,4%	4,2%	6,6%
Pequenos reparos		9	0,0%	0,9%	3,3%	4,2%	0,0%	4,2%	3,3%	7,5%
Desgaste superficial (*)		10	0,0%	9,0%	0,0%	9,0%	0,0%	11,1%	0,0%	11,1%
Bombeamento(*)		11	0,0%	0,9%	0,0%	0,9%	0,0%	1,2%	0,0%	1,2%
Quebras localizadas		12	0,0%	4,5%	0,9%	5,4%	0,0%	6,0%	1,2%	7,2%
Passagem de nível		13	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fissuras superficiais ou escamação		14	0,0%	5,1%	0,0%	5,1%	0,0%	3,6%	3,3%	6,9%
Fissuras de retração(*)		15	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Quebra de canto		16	0,0%	3,3%	1,5%	4,8%	0,0%	2,7%	2,1%	4,8%
Esborcimento de juntas		17	0,0%	3,3%	9,9%	13,2%	0,0%	4,8%	10,8%	15,6%
Placa bailarina		18	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Assentamento		19	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Buracos		20	2,4%	3,6%	11,1%	17,1%	0,0%	17,1%	0,0%	17,1%

Fonte: Autores

Após tais definições, parte-se para o cálculo do ICP. Para se calcular o índice, subtrai-se de 100 (valor do ICP quando não há nenhum defeito visível na amostra), um somatório de valores deduzíveis (CVD) que é função dos tipos dos graus de severidade e das densidades de defeitos das placas defeituosas visíveis. Os valores deduzíveis são obtidos por meio de ábacos presentes na norma DNIT 062/2004 – PRO.

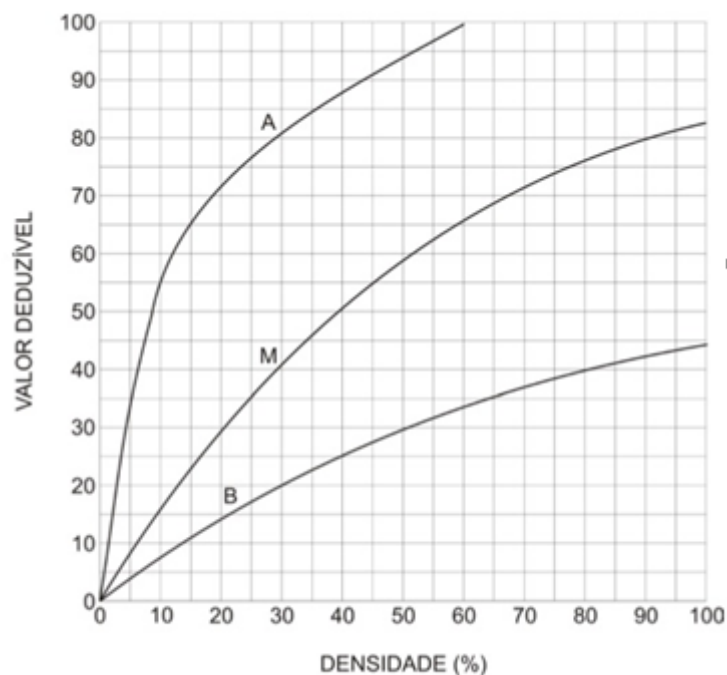
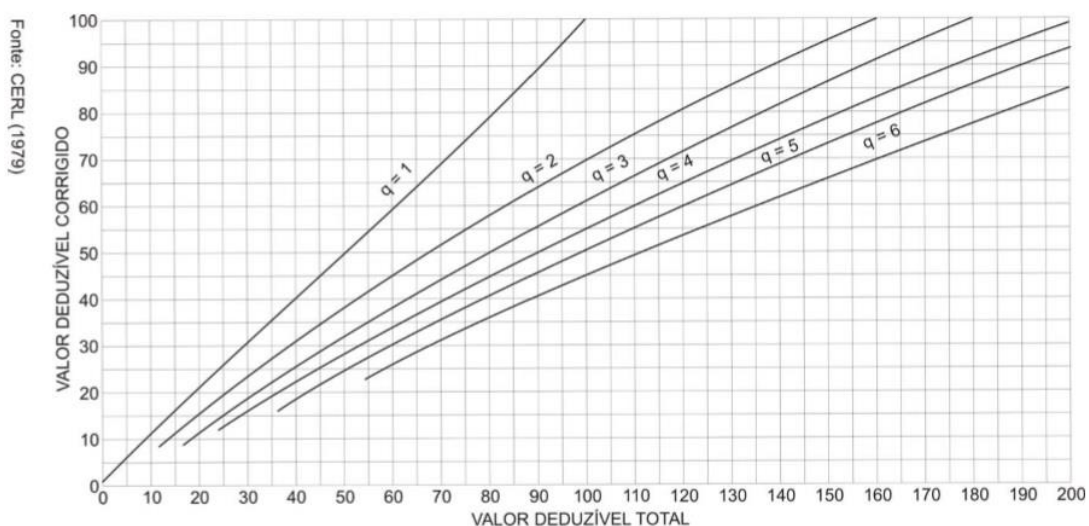


Gráfico 9 – Exemplo do ábaco usado para o cálculo do VD - Fonte: CERL (1979)

Após a análise dos valores deduzíveis, encontra-se o “q”, que se define como a quantidade de valores deduzíveis superior a 5, logo após se se faz o uso do ábaco de correção do valor deduzível, para encontrar o Valor Deduzível Corrigido (VDC). Com o VDC encontrado, temos a condição de conhecer o ICP.



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

Gráfico 10 – Ábaco para obtenção do VDC
Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO

Com todas essas informações, podemos encontrar o ICP do trecho analisado, onde podemos observar abaixo:

Tabela 05 – VDC, “q” e ICP encontrados, informando o conceito da via

		Valor deduzível das placas				Valor deduzível			
		Sentido Crescente				Sentido Decrescente			
Patologias das placas	Nº da patologia	Grau de severidade				Grau de severidade			
		B	M	A	Total	B	M	A	Total
Alçamento das placas	1		0,5	5	5,50		1	8	9,00
Fissuras de canto	2		15	3	18,00		16	4	20,00
Placa dividida	3		5	3	8,00		5	7	12,00
Escalonamento ou degraus	4				-				-
Falha na selagem da junta(**)	5	2	4		6,00	2	4		6,00
Desnível pavimento/acostamento	6	0,1	0,3	0,5	0,90	0,15	0,6	0,35	1,10
Fissuras lineares	7	1	8	5	14,00	1,5	7	5	13,50
Grandes reparos	8		4	6	10,00		2	8	10,00
Pequenos reparos	9		0,5	2,5	3,00		2	4	6,00
Desgaste superficial (*)	10		2		2,00		2,5		2,50
Bombeamento(*)	11		1		1,00		1		1,00
Quebras localizadas	12		12	3	15,00		15	5	20,00
Passagem de nível	13				-				-
Fissuras superficiais ou escamação	14		5		5,00		3	3	6,00
Fissuras de retração(*)	15				-				-
Quebra de canto	16		2	1,5	3,50		1,5	2	3,50
Esborcinamento de juntas	17		1,5	8	9,50		2	8,5	10,50
Placa bailarina	18				-				-
Assentamento	19				-				-
Buracos	20	2	4	8	14,00	2	4		6,00
		VD 115,40				VD 127,10			
		q 6				q 6			
		VDC 52				VDC 57			
		ICP 48				ICP 43			
		Conceito Razoável				Conceito Razoável			

Fonte: Autores

14. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A malha rodoviária brasileira é sem dúvidas a maior quando comparada com os outros meios de transporte de carga e pessoas. É por meio dela que o país se desenvolve, principalmente quando se trata da movimentação de produtos. A partir disto temos a responsabilidade de cobrar aos nossos governantes que as estradas pelo qual trafegamos seja de boa qualidade. Para isso, estudos e pesquisas devem ser cada vez mais valorizados, pois só quem ganha com as benéfices de um bom sistema rodoviário é a população.

Quando tomamos um trecho da BR – 101 para análise, buscamos conhecer um pouco mais de como a via se comporta, para a partir daí relacionar suas condições como consequência do número de acidentes. Desta forma analisamos as seguintes situações:

- Pavimento: Por meio de visitas de campo pudemos analisar e verificar a condição da via, para a partir daí obter parâmetros que nos devolvesse o índice de condição do pavimento (ICP) como retorno. O índice encontrado revelou que o trecho estudado encontra-se numa condição razoável, o que nos permite inferir que soluções imediatas devem ser tomadas para que o pavimento seja melhorado. Verificou-se também que a maioria dos acidentes registrados neste trecho, são acidentes típicos daqueles inerentes à condição do pavimento. Batidas traseiras e laterais nos permitem tal conclusão. Ainda com relação ao estado da via, pudemos concluir que desde 2007 o número de acidentes só aumenta, muito pelo fato também do aumento da frota, da degradação do pavimento e da falta de manutenção por parte dos órgãos responsáveis.

Outro fator encontrado foram as precárias condições do acostamento, bem como também seu desnível com relação à via, fator este que também influencia nos índices de acidente.

- Sinalização: Foi constatado a falta de sinalização horizontal, e a precária condição da sinalização vertical, onde as mesmas encontram-se encobertas pela vegetação, dificultando assim a orientação tanto dos pedestres, quanto dos motoristas. Sendo assim, a pintura e capinação imediata dos itens citados devem ser feitos imediatamente para que não cause mais danos.
- Drenagem: O sistema de drenagem da via se mostrou ruim e ineficaz. Áreas empoçadas e acostamentos alagados foram facilmente encontrados, situação esta que faz com que haja infiltração. Juntas entre placas com falha ou falta de selagem comprometendo ainda mais a qualidade do pavimento.
- Projeto Geométrico: Como não encontramos trechos elevados ou curvas acentuadas, este item não se configurou um fator preponderante no referido estudo.

Após o término do estudo, pudemos saber quais fatores mais influenciam e quais as medidas mais apropriadas podemos tomar para que o número de acidentes possam diminuir na BR – 101, objeto do estudo. Uma dificuldade que encontramos foi com relação ao levantamento de dados atuais oficiais, mas mesmo assim obtivemos uma grande noção a nível de conhecimento e levantamento de parâmetros que caracterizassem perfeitamente as condições da via.

A partir dos dados obtidos, conseguimos relacionar grande parte dos acidentes com às condições do pavimento. Situação esta que poderia ser trabalhada pelos nossos governantes, visto que vidas estão sendo perdidas devido a tal fato. Projetos de drenagem, sinalização, iluminação são aspectos inerentes para que uma via seja de boa qualidade.

No que diz respeito a manutenção do pavimento, observamos a falta de vontade dos órgãos competentes para tratar das condições da rodovia, visto que se trata de algo simples e de fundamental importância para a segurança dos que por ali trafegam. Por se tratar também de um trecho urbano, diversas situações de mobilidade foram encontradas, como o fato de pedestres atravessarem no meio da rodovia, sem condição nenhuma de segurança. O que reforça a ideia da construção de mais passarelas, ou até mesmo lombadas eletrônicas. Sem falar no fato também da conscientização da população para o uso das mesmas.

Com os dados obtidos a partir deste relatório, sentimos o dever e a obrigação de cobrarmos dos órgãos competentes medidas para que as nossas rodovias sejam melhor estruturadas. Ainda mais, como engenheiros, devemos aliar nosso conhecimento adquirido durante longos anos de preparo para beneficiar à sociedade.

15. REFERÊNCIAS

Condições das rodovias:
<http://www1.dnit.gov.br/rodovias/condicoes/condicoesdrf.asp?BR=101&Estado=Pernambuco&drf=4> - Acessado no dia – 23/08/2014

Conselho Nacional de Trânsito (Brasil) (CONTRAN) - Sinalização vertical de regulamentação / Contran-Denatran. 2ª edição – Brasília: Contran, 2007. 220 p.: il. (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito; 1) <http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviarias/prosinal/18-manual-vol-i-sinalizacao-vertical-de-regulamentacao.pdf> , acessado em 23/08/2014.

Conselho Nacional de Trânsito (Brasil) (CONTRAN) - Sinalização vertical de regulamentação / Contran-Denatran. 1ª edição – Brasília: Contran, 2007. 218 p.: il. (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito; 2) <http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviarias/prosinal/19-manual-vol-ii-sinalizacao-vertical-de-advertencia.pdf> , acessado em 23/08/2014.

Conselho Nacional de Trânsito (Brasil) (CONTRAN) - Sinalização vertical de regulamentação / Contran-Denatran. 1ª edição – Brasília: Contran, 2007. 128 p.: il. (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito; 4) <http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviarias/prosinal/20-manual-vol-iv-sinalizacao-horizontal-resolucao-236.pdf> , acessado em 23/08/2014.

Considerações sobre a drenagem superficial na vida útil dos pavimentos rodoviários, AZEVEDO, Ângela Martins. - São Paulo – 2007.

Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários, Rio de Janeiro de 1999.

Funções, classificação funcional, classe e normas para rodovias, ALBANO, João Fortini,
https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDgQFjAC&url=http%3A%2F%2Fxa.yimg.com%2Fkq%2Fgroups%2F20936096%2F945930270%2Fname%2FClassifica%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Bde...&ei=C49VUsP6B4Lq8wSDm4CgDQ&usg=AFQjCNGNuSYkQghJAQH_RmqALBqmdYplJQ&bvm=bv.53760139,d.eWU&cad=rja, acessado em 23/08/2014.

Google Maps - ©2014 Google, Acessado em 01/09/2014

Manual de Sinalização Rodoviária. DNIT. 2010. 414p.

Manual do Pavimento Rígido. DNIT. 2004. 233p.

Mário Henrique Furtado Andrade, Introdução à pavimentação, disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/Pavimentacao/Notas/MOduLo%20%20-%20%20Introducao.pdf> - Acessado no dia – 30/08/2014

Norma DNIT 060/2004 PRO - Pavimento Rígido - Inspeção Visual – Procedimento. http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT060_2004_PRO.pdf , Acessado em 01/09/2014.

Norma DNIT 061/2004 – Pavimento Rígido – Defeitos – Terminologia, Rio de Janeiro, 2004. http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT061_2004_TER.pdf , Acessado em 01/09/2014.

Norma DNIT 062/2004 – Pavimento Rígido – Avaliação Objetiva – Procedimento, Rio de Janeiro, 2004. http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT062_2004_PRO.pdf, Acessado em 01/09/2014.

Revista Concreto & Construção, Abril. Maio. Junho. 2010. #58 – Pavimento de concreto: segurança durabilidade e conforto nos corretores