



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

THALIA DE CÁSSIA DANTAS DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: ESTUDO DE CASO
NO TRECHO DA RN - 288**

CARAÚBAS

2022

THALIA DE CÁSSIA DANTAS DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: ESTUDO DE CASO
NO TRECHO DA RN - 288**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharela em
Engenharia Civil.

Orientador: Wendel Silva Cabral, Prof. Dr.

CARAÚBAS

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A658a Araújo, Thalia de Cássia Dantas.
AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS:
ESTUDO DE CASO NO TRECHO DA RN-288 / Thalia de
Cássia Dantas Araújo. - 2022.
94 f. : il.

Orientador: Wendel Silva Cabral.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2022.

1. Pavimento Flexível. 2. Defeitos. 3. Paver.
4. Condição do pavimento. I. Cabral, Wendel Silva
, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

THALIA DE CÁSSIA DANTAS DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: ESTUDO DE CASO
NO TRECHO DA RN - 288**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharela em
Engenharia Civil.

Defendida em: 15 / 06 / 2022

BANCA EXAMINADORA

WENDEL SILVA

CABRAL: [REDACTED]

Assinado de forma digital por
WENDEL SILVA

CABRAL: [REDACTED]

Dados: 2022.06.21 12:15:06 -03'00'

Wendel Silva Cabral, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

WELLINGTON LORRAN
GAIA

FERREIRA: [REDACTED]

Assinado de forma digital por
WELLINGTON LORRAN GAIA

FERREIRA: [REDACTED]

Dados: 2022.06.21 13:46:02 -03'00'

Wellington Lorrان Gaia Ferreira, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

MARCIA YARA DE
OLIVEIRA SILVA:

[REDACTED]

Assinado digitalmente por
MARCIA YARA DE OLIVEIRA

SILVA: [REDACTED]

Foxit PDF Reader Versão: 11.2.2

Márcia Yara de Oliveira Silva, Prof.^a Ma. (UFERSA)
Membra Examinadora

BRUNO TIAGO ANGELO
DA SILVA: [REDACTED]

Assinado de forma digital por
BRUNO TIAGO ANGELO DA

SILVA: [REDACTED]

Dados: 2022.06.21 18:45:38 -03'00'

Bruno Tiago Ângelo da Silva, Prof. Me. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pelo dom da vida e por sempre atender minhas orações, não no meu tempo, mas no tempo d'Ele, assim como à Virgem Maria, mãe de Deus, pelos cuidados para comigo e pelo colo de mãe quando eu tanto precisei.

Agradeço aos meus pais Fabiano Assis de Araújo e Maria Rita de Cássia Dantas, por me ensinarem o verdadeiro sentido da vida e por acreditarem em mim, me dando total apoio na busca pela realização de meus sonhos. Por tudo que já fizeram por mim e o que continuam fazendo, espero poder não só retribuir, mas oferecer-lhes tudo aquilo que puder.

Agradeço às minhas irmãs Ingrid Priscila Dantas de Araújo e Eliza Raquel Dantas de Araújo, pelo companheirismo, por serem irmãs maravilhosas para mim e sempre me ajudarem em tudo que preciso. Posso não ser a melhor irmã do mundo, mas procuro sempre melhorar e tudo que busco é por vocês e nossos pais.

Agradeço a meu professor orientador Dr. Wendel Silva Cabral, por ter aceitado me ajudar na elaboração deste trabalho e pela grande contribuição para realização do mesmo.

Agradeço à todos os meus amigos, que de forma direta ou indireta me ajudaram em algum momento de minha vida, seja me proporcionando momentos de alegria ou me ajudando em momentos difíceis, guardo cada um em meu coração.

“Em algum lugar, algo incrível está esperando
para ser descoberto.”

Carl Sagan

RESUMO

Diante da significativa importância que as rodovias tem para o Brasil, tanto socialmente quanto economicamente, é imprescindível que elas forneçam aos seus usuários boas condições de uso. A rodovia RN-288 é uma via essencial ao município de Carnaúba dos Dantas -RN e região, por ela trafegam diariamente veículos que transportam alunos para outras cidades, caminhões carregados de matéria prima (lenha, telha, tijolos, barro), bem como veículos de menor porte. Além disso, a importância dessa via se dá também pelo fato dela interligar a cidade de Carnaúba dos Dantas à Paraíba, logo, há um grande tráfego entre os estados por ela. Em contrapartida, a rodovia não oferece boas condições de tráfego para seus usuários apresentando diversos defeitos, tais como: panelas; trincas; remendos; e afundamentos. Logo, para que haja a intervenção para melhoria da condição do pavimento, se faz necessário realizar uma inspeção no pavimento, para assim, determinar seu atual estado e propor a solução mais viável para satisfazer a necessidade de boas condições de tráfego dos usuários. O tipo de pavimento dessa rodovia é o flexível, onde ocorre deformação plástica nas suas camadas constituintes. A técnica utilizada para avaliar a condição do pavimento, no trecho analisado, foi o método *Paver*. O Índice de condição do pavimento (PCI) classificou-o como pobre, indicando a necessidade de intervenção no pavimento.

Palavras-chave: Pavimento flexível. Defeitos. *Paver*. Condição do pavimento.

ABSTRACT

Given the significant importance that highways have for Brazil, both socially and economically, it is essential that they provide their users with good conditions of use. The RN-288 highway is an essential road for the municipality of Carnaúba dos Dantas - RN and region, through which vehicles transport students to other cities, trucks loaded with raw materials (firewood, tile, bricks, clay), as well as smaller size vehicles. In addition, the importance of this route is also due to the fact that it connects the city of Carnaúba dos Dantas to Paraíba, so there is a great deal of traffic between the states for her. On the other hand, the highway does not offer good traffic conditions for its users, presenting several defects such as: pots; cracks; patches; and sinkings. Soon, so that there is an intervention for improvement in the condition of the pavement, it is necessary to carry out an inspection of the pavement to determine its current state and propose the most viable solution to satisfy the need good user traffic conditions. The type of pavement of this highway is flexible, which is a pavement where plastic deformation occurs in its constituent layers. The technique used to evaluate the condition of the pavement, in the analyzed section, was the Paver method. The pavement condition index (PCI) was classified as poor, so there is a need for intervention on the pavement.

Keywords: Flexible flooring. Defects. Paver. Pavement condition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Seção transversal do pavimento asfáltico.	19
Figura 2: Seção longitudinal do pavimento rígido.	20
Figura 3: Trinca isolada transversal.	22
Figura 4: Trinca isolada longitudinal.	22
Figura 5: Trinca "Couro de Jacaré".	23
Figura 6: Trinca "Bloco".	23
Figura 7: Afundamento de trilha de roda.	24
Figura 8: Afundamento local.	24
Figura 9: Corrugação.	24
Figura 10: Ondulação.	24
Figura 11: Exsudação.	25
Figura 12: Desgaste.	25
Figura 13: Panela ou buraco.	25
Figura 14: Remendo.	26
Figura 15: Determinação do número mínimo de UA a serem pesquisadas.	27
Figura 16: Formulário de Inspeção para Pavimentos Asfálticos.	29
Figura 17: Trecho da RN 288 que interliga Carnaúba dos Dantas à divisa com a Paraíba.	33
Figura 18: Trecho escolhido para aplicação da metodologia PAVER.	34
Figura 19: Povoado Ermo: início do trecho.	34
Figura 20: Cerâmica Xique-Xique: fim do trecho.	34
Figura 21: Localização de cada UA.	37
Figura 22: Panela.	38
Figura 23: Trincamento por fadiga.	38
Figura 24: Trinca transversal.	38
Figura 25: Remendos e painelas.	38
Figura 26: Afundamento local.	39
Figura 27: Trinca longitudinal e afundamento por trilha de roda.	39
Figura 28: UA 01.	45
Figura 29: UA 09.	46
Figura 30: UA 17.	47
Figura 31: UA 25.	48
Figura 32: UA 33.	49
Figura 33: UA 41.	50
Figura 34: UA 49.	51
Figura 35: UA 57.	52
Figura 36: UA 65.	53
Figura 37: UA 73.	54
Figura 38: UA 81.	55
Figura 39: UA 89.	56
Figura 40: UA 97.	57
Figura 41: UA 105.	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Trincas transversais.....	40
Gráfico 2: Trincas longitudinais.....	40
Gráfico 3: Trincas longitudinais.....	41
Gráfico 4: Afundamento localizado.	42
Gráfico 5: Afundamento por trilha de roda.	42
Gráfico 6: Panelas.....	43
Gráfico 7: Remendo.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: PCI DA UA 01.	45
Tabela 2: PCI DA UA 09.	46
Tabela 3: PCI da UA 17.	47
Tabela 4: PCI da UA 25.	48
Tabela 5: PCI da UA 33.	49
Tabela 6: PCI da UA 41.	50
Tabela 7: PCI da UA 49.	51
Tabela 8: PCI da UA 57.	52
Tabela 9: PCI da UA 65.	53
Tabela 10: PCI da UA 73.	54
Tabela 11: PCI da UA 81.	55
Tabela 12: PCI da UA 89.	56
Tabela 13: PCI da UA 97.	57
Tabela 14: PCI da UA 105.	58
Tabela 15: PCI da seção.	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBR	California Bearing Ratio
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
M&R	Manutenção e Reparos
Paver	Pavement Maintenance Management System
PCA	Portland Cement Association
PCI	Índice de Condição do Pavimento
PB	Paraíba
RN	Rio Grande do Norte
TER	Terminologia
UA	Unidade de Amostra
USACE	United States Army Corps of Engineers
VDC	Valor Deduzido Corrigido
VDT	Valor Deduzido Total

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Objetivos.....	16
1.1.1. Objetivo geral.....	16
1.1.2. Objetivos específicos	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1. Histórico da Pavimentação	17
2.2. Tipos de pavimentos	18
2.2.1. Pavimento Flexível	19
2.2.2. Pavimento Rígido.....	19
2.3. Manifestações patológicas.....	20
2.3.1. Defeitos nos Pavimentos Flexíveis	21
2.3.2. Defeitos nos Pavimentos Flexíveis	22
2.4. Aplicação da Metodologia <i>Paver</i>	26
2.4.1. Ramos.....	31
2.4.2. Seções.....	31
2.4.3. Unidades de Amostra (UA).....	32
3. MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1. Caracterização da área de estudo	33
3.2. Materiais.....	34
3.3. Metodologia.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1. UA 01	45
4.2. UA 09	46
4.3. UA 17	47
4.4. UA 25	48
4.5. UA 33	49
4.6. UA 41	50
4.7. UA 49	51
4.8. UA 57	52
4.9. UA 65	53
4.10. UA 73.....	54
4.11. UA 81.....	55
4.12. UA 89.....	56
4.13. UA 97.....	57
4.14. UA 105.....	58
5. CONCLUSÃO.....	60

REFERÊNCIAS	61
APÊNDICE A – RESULTADOS DAS UNIDADES DE AMOSTRA	62
ANEXO 1 - FÓRMULARIOS	80
FORMULÁRIOS ADAPTADOS DE USACE (1982) POR SUCUPIRA (2006), PARA INSPEÇÃO DE PAVIMENTOS.....	81
ANEXO 2 – ÁBACOS DE USACE (1982)	84
VALORES DEDUZIDOS PARA OS DEFEITOS NOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS 85	
VALORES DEDUZIDOS CORRIGIDOS (VDC) PARA OS DEFEITOS NOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	95

1. INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário é de grande importância para o Brasil, tanto no âmbito econômico quanto no social, além de contribuir de forma direta para o desenvolvimento das cidades e, conseqüentemente, do país. O ser humano utiliza diariamente diferentes formas de se locomover de um ponto a outro, seja de casa ao trabalho, academia, escola, e para isso faz uso de veículos motorizados ou não. Além disso, os meios de transporte também são utilizados para transportar mercadorias entre municípios, estados, países e continentes.

Nesse contexto, pode-se observar a notável relevância que as rodovias possuem para o desenvolvimento do país. Uma rodovia em bom estado proporciona uma boa qualidade de trafegabilidade para toda e qualquer tipo de carga, diminuindo os riscos de atrasos, desconforto e inseguranças aos usuários. Por outro lado, rodovias precárias acarretam em prejuízos tanto em relação a prazos de entregas, no caso de veículos que transportam insumos, que poderão ser comprometidos, quanto à exposição do veículo a possíveis danos, onerando todo um sistema dependente dessa estrutura.

Quando um veículo é avariado por causa de defeitos ou irregularidades da superfície do pavimento, pode acarretar em maiores custos operacionais, que são relacionados a maiores gastos com peças de manutenção, maior custo com consumo de combustível e pneus, afetando o tempo de viagem (Bernucci *et al* 2008). Devido à grande importância do transporte dentro da complexa atividade socioeconômica a longo prazo, o pavimento deve apresentar permanentemente um desempenho satisfatório (Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT, 2006).

Segundo o Anuário da Confederação Nacional do Transporte (CNT) do ano de 2021, cerca de 65% da movimentação de mercadorias e 95% da de passageiros se concentram no modal rodoviário, logo, é importante que as rodovias apresentem desempenho adequado para garantir a qualidade e conforto desse meio de transporte.

De acordo com a Pesquisa CNT de Rodovias (2021), a extensão da malha rodoviária no Brasil é de 1.720.909 km, desse total apenas 12,4% (213.500 km) corresponde a rodovias pavimentadas, 78,5% (1.350.100 km) não pavimentadas e cerca de 9,1% (157.309 km) são rodovias planejadas. Isso significa que, em algumas regiões do país, é preciso realizar uma grande quantidade de deslocamentos em trechos não pavimentados ou percorrer distâncias

maiores em vias pavimentadas para poder chegar ao destino final, devido à falta de trechos pavimentados nas ligações mais diretas.

A Pesquisa CNT de Rodovias (2021), percorreu 109.103 quilômetros de rodovias para avaliar seus estados, desse total 61,8% (67.476 km) do estado das rodovias foram classificadas como regular, ruim ou péssimo. E em 38,2% (41.627 km) foi considerado como ótimo ou bom.

Diante deste cenário, é necessário realizar estudos acerca das condições do pavimento das rodovias para determinação da necessidade de manutenção ou não, garantindo assim o seu desempenho adequado. De acordo com Bernucci *et al* (2008), o levantamento dos defeitos da superfície do pavimento tem por objetivo avaliar seu estado de conservação e realizar um diagnóstico de sua situação, para então definir qual a solução técnica mais viável para a restauração do pavimento, em casos em que haja necessidade.

1.1. Objetivos

Neste subitem são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos propostos neste trabalho.

1.1.1. Objetivo geral

Avaliar as condições atuais de um trecho da RN-288 e seus processos de deterioração mais significativos.

1.1.2. Objetivos específicos

- Avaliar a condição do pavimento através do Índice de Condição do Pavimento (PCI);
- Investigar os agentes causadores das manifestações patológicas na RN-288;
- Determinar os locais com maior prioridade de intervenção no trecho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é apresentado um breve histórico da pavimentação, seguido pelos tipos de pavimentos e suas definições, assim como algumas manifestações patológicas que podem ocorrer neste tipo de estrutura. Por último, é apresentada a aplicação da metodologia escolhida para coleta de dados, a metodologia *Paver*.

2.1. Histórico da Pavimentação

Bernucci *et al* (2008) afirma que a história da pavimentação anda lado a lado da história da humanidade percorrendo cada camada do desenvolvimento humano, desde o povoamento dos continentes, conquistas de território, intercâmbio comercial, cultural e religioso, urbanização e desenvolvimento. Para Senço (2007) a evolução dos meios de transporte terrestres pode ser dividida em etapas, que vão desde a procura do homem pré-histórico em melhorar os caminhos entre sua caverna e os campos de caça, passando pela utilização de animais como meio de transporte aumentando assim o rendimento de suas viagens até chegarmos aos transportes que trafegam nas vias expressas e auto estradas de hoje.

Uma das estradas pavimentadas mais antigas, foi construída para transporte de cargas em trenós que serviriam para a construção das pirâmides do Egito. Dentre as grandes estradas construídas na antiguidade, destaca-se a Estrada de Seda, uma das mais importantes rotas do comércio antigo devido sua grande influência cultural na China, Índia, Ásia e no Ocidente. Por ela não era transportada apenas a seda, mas também outras mercadorias como ouro, marfim, animais e plantas exóticas (Bernucci *et al*, 2008).

No Brasil, um dos primeiros relatos de estrada tem início em 1560, que se tratava de um caminho aberto interligando São Vicente ao Planalto Piratininga (Bernucci *et al*, 2008). Hoje essa estrada é conhecida como Rodovia Caminho do Mar e liga o litoral do estado de São Paulo ao planalto paulista.

Segundo Manual de Conservação Rodoviária do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2005) do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) o transporte rodoviário começou a apresentar maior importância em meados dos anos 40, mais precisamente após o término da 2ª Guerra Mundial onde sua utilização já ultrapassava o modo ferroviário na movimentação de cargas e por volta dos anos 50, as rodovias já transportavam mais toneladas de cargas domésticas do que as navegações.

Nesse contexto, à medida que a frequência das viagens aumentava e a utilização de transportes se tornava crucial para a sobrevivência dos povos, as estradas precisavam ser transitáveis em todas as épocas do ano. Para resolver esse problema foi que surgiu a técnica de revestimento do leito carroçável, oferecendo assim estabilidade para as estradas.

Ainda segundo o Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005), a malha rodoviária teve sua maior expansão entre as décadas de 60 e 70 onde, de acordo com o Relatório do Banco Mundial, foram destinados à construção e manutenção de estradas 20% do total de gastos do setor público.

2.2. Tipos de pavimentos

O dimensionamento do tipo de pavimento mais ideal para um projeto deve ser feito de acordo com alguns critérios como o tráfego previsto no projeto, as condições climáticas da região e a viabilidade econômica. As camadas devem ser projetadas de forma a resistir aos esforços solicitantes e transmiti-los às camadas subjacentes, onde a espessura dessas camadas e a rigidez dos materiais que as compõem devem seguir o que diz o projeto para que as cargas as quais eles estão submetidos não gerem deslocamentos que provoquem rupturas ou deformações excessivas, comprometendo assim a estrutura do pavimento (Bernucci *et al*, 2008).

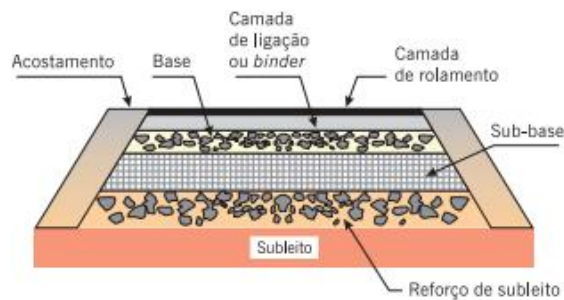
O Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005) define o pavimento de uma rodovia como uma superestrutura constituída por camadas de espessuras finitas assentadas a infraestrutura ou fundação do terreno, chamada de subleito. Em termos econômicos, o pavimento é uma estrutura de camadas constituídas por materiais de diferentes resistências e deformabilidades em contato.

Senço (2007) define pavimentos flexíveis como aqueles onde as deformações, até um certo limite, não causam rompimento. Eles são dimensionados em relação a compressão e a tração na flexão. Já com relação aos pavimentos rígidos, Senço (2007) define que são aqueles pouco deformáveis, onde sua composição principal é o concreto de cimento *Portland*. Segundo a Pesquisa CNT de Rodovias (2021), estima-se que no Brasil cerca de 99% das rodovias são construídas em pavimento flexível. A vida útil desse tipo de pavimento, com correta manutenção, é de 8 a 12 anos.

2.2.1. Pavimento Flexível

Bernucci *et al* (2008) classifica os pavimentos flexíveis como pavimentos asfálticos compostos por uma camada superficial asfáltica, que é o revestimento, apoiada sobre outras camadas, que são a base, sub-base e reforço do subleito conforme mostra a Figura 1. Essas camadas são compostas por materiais granulares e solos, sem a mistura de agentes cimentantes.

Figura 1: Seção transversal do pavimento asfáltico.



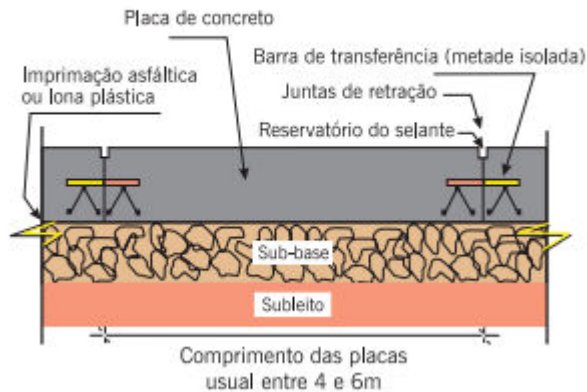
Fonte: Bernucci *et al* (2008)

Nos pavimentos flexíveis todas as camadas sofrem deformação elástica quando um carregamento é aplicado e as cargas se distribuem por todas as camadas em parcelas aproximadamente equivalentes (Manual de Conservação Rodoviária, 2005).

2.2.2. Pavimento Rígido

Os pavimentos rígidos são compostos por uma camada superficial que geralmente são placas de concreto de cimento *Portland* apoiadas sobre uma camada de sub-base assentada sobre o subleito ou reforço de subleito quando necessário, como mostra a Figura 2. Segundo o Manual de Conservação Rodoviária (2005), o revestimento dos pavimentos rígidos tem elevada rigidez em relação às outras camadas, logo, ele absorve praticamente todas as cargas aplicadas sobre o pavimento, diminuindo assim as tensões dissipadas nas demais camadas. A sub-base é composta por material granular ou material estabilizado com cimento (Bernucci *et al*, 2008).

Figura 2: Seção longitudinal do pavimento rígido.



Fonte: Bernucci *et al* (2008)

2.3. Manifestações patológicas

Os pavimentos são dimensionados para durarem um determinado tempo, assim compreender os mecanismos presentes no processo de deterioração de um pavimento é essencial para identificar as causas que o levam a sua condição atual e determinar a técnica mais adequada para sua reconstrução. A diminuição da condição do pavimento ou sua serventia ao longo do tempo é conhecida como deterioração do pavimento (Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT, 2006).

Cada vez que um veículo passa por um determinado trecho, a superfície do pavimento sofre alterações e, conseqüentemente, contribui para sua deterioração. Outro fator importante que também influencia no desempenho do pavimento é o clima, uma vez que a água da chuva pode diminuir a capacidade de suporte, fazendo com que a estrutura solicitada pelo tráfego sofra maiores deslocamentos e cause maiores danos estruturais e de superfície (Bernucci *et al*, 2008).

O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006), avalia o desempenho dos pavimentos através de duas categorias: desempenho funcional e desempenho estrutural. O desempenho funcional é a capacidade do pavimento de cumprir sua principal função que é oferecer uma superfície com serventia adequada em termos de qualidade de rolamento. Essa serventia pode ser avaliada subjetivamente ou por medidas físicas, a característica que mais afeta os usuários é a irregularidade longitudinal do pavimento, que é uma grandeza física mensurável na superfície correlacionada ao custo operacional dos veículos, o conforto, a segurança, a velocidade e a economia das viagens. Já desempenho estrutural está

relacionado à capacidade do pavimento de manter sua integridade estrutural sem apresentar falhas significativas.

De acordo com Bernucci *et al* (2008) os defeitos na superfície podem aparecer a curto, médio ou longo prazo. Dentre as causas destacam-se: erros de projeto; erros na seleção, dosagem ou produção de materiais; erros construtivos; e erros de conservação e manutenção. Essas falhas ou defeitos na superfície do pavimento são avaliadas e classificadas segundo algumas normas do DNIT, como por exemplo a 005/2003 – TER – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia e 061/2004 – TER – Pavimento Rígido – Defeitos – Terminologia.

2.3.1. Defeitos nos Pavimentos Flexíveis

A seguir serão apresentados alguns dos principais defeitos encontrados nos pavimentos flexíveis segundo a norma do DNIT 005/2003 – TER – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia.

- Fendas

Esse tipo de defeito é caracterizado por qualquer tipo de descontinuidade na superfície do pavimento que possa levar a aberturas de maior porte. Pode ser dividido em três tipos: fissura; trinca e trinca isolada. A fissura é um tipo de fenda que só é perceptível a uma distância menor que 1,50 m. Já a trinca é uma fenda que possui abertura maior que a fissura e pode de apresentar sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada. A trinca isolada pode se manifestar em três direções distintas, a transversal onde sua direção é predominantemente ortogonal ao eixo da via conforme mostrado na Figura 3, a longitudinal onde a direção é paralela ao eixo da via como ilustrado na figura 4, e a de retração que é atribuída aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento.

relacionado à capacidade do pavimento de manter sua integridade estrutural sem apresentar falhas significativas.

De acordo com Bernucci *et al* (2008) os defeitos na superfície podem aparecer a curto, médio ou longo prazo. Dentre as causas destacam-se: erros de projeto; erros na seleção, dosagem ou produção de materiais; erros construtivos; e erros de conservação e manutenção. Essas falhas ou defeitos na superfície do pavimento são avaliadas e classificadas segundo algumas normas do DNIT, como por exemplo a 005/2003 – TER – Defeitos nos pavimentos

flexíveis e semi-rígidos – Terminologia e 061/2004 – TER – Pavimento Rígido – Defeitos – Terminologia.

2.3.2. Defeitos nos Pavimentos Flexíveis

A seguir serão apresentados alguns dos principais defeitos encontrados nos pavimentos flexíveis segundo a norma do DNIT 005/2003 – TER – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia.

- Fendas

Esse tipo de defeito é caracterizado por qualquer tipo de descontinuidade na superfície do pavimento que possa levar a aberturas de maior porte. Pode ser dividido em três tipos: fissura; trinca e trinca isolada. A fissura é um tipo de fenda que só é perceptível a uma distância menor que 1,50 m. Já a trinca é uma fenda que possui abertura maior que a fissura e pode de apresentar sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada. A trinca isolada pode se manifestar em três direções distintas, a transversal onde sua direção é predominantemente ortogonal ao eixo da via conforme mostrado na Figura 3, a longitudinal onde a direção é paralela ao eixo da via como ilustrado na figura 4, e a de retração que é atribuída aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento.

Figura 3: Trinca isolada transversal.



Fonte: Norma DNIT 005/2003 - TER

Figura 4: Trinca isolada longitudinal.

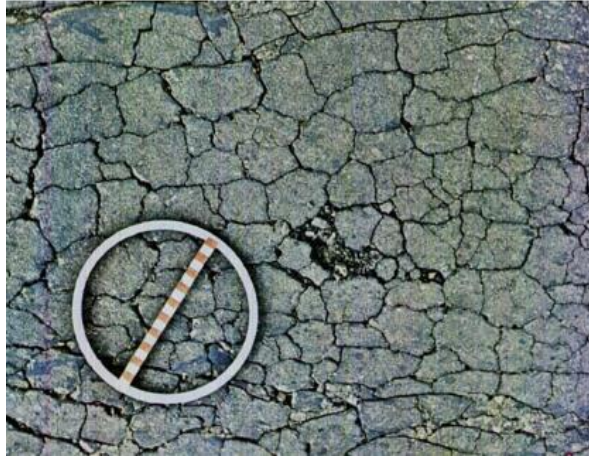


Fonte: Norma DNIT 005/2003 - TER

Existem dois tipos de trincas interligadas, as trincas tipo “Couro de Jacaré” (Figura 5) que não possuem direções preferenciais e podem apresentar ou não erosão nas bordas, e as

trincas tipo “Bloco” (Figura 6) que são caracterizadas pela formação de bloco e podem apresentar ou não erosão nas bordas.

Figura 5: Trinca "Couro de Jacaré".



Fonte: Norma DNIT 005/2003 - TER

Figura 6: Trinca "Bloco".



Fonte: Norma DNIT 005/2003 - TER

A gravidades das fendas é dividida em classes 1, 2 e 3. Na classe 1 estão as fendas com abertura menor que 1 mm, na classe 2 as que tem abertura maior que 1 mm e na classe 3 estão as que possuem aberturas maior que 1 mm e desagregação nas bordas (Bernucci *et al*, 2008).

- Afundamentos

O afundamento plástico é causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento com solevamento. Possui extensão de até 6 m, quando a extensão for maior que 6 m e ele estiver localizado ao longo da trilha de roda é chamado de afundamento plástico da trilha de roda.

O afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento sem solevamento. Se sua extensão for até 6 m é chamado de afundamento de consolidação local, se for maior que 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é chamado de afundamento de consolidação da trilha de roda. A Figura 7 mostra um exemplo de afundamento de trilha de roda e a Figura 8 um afundamento local.

Figura 7: Afundamento de trilha de roda.



Fonte: Norma DNIT 005/2003 - TER

Figura 8: Afundamento local.



Fonte: Norma DNIT 005/2003 - TER

- **Corrugação e ondulação**

A norma define esse tipo de defeito como “deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento”. Segundo Bernucci *et al* (2008) o que diferencia uma da outra é que nas corrugações (Figura 9) o comprimento de onda entre duas cristas é de alguns centímetros ou dezenas de centímetros, já nas ondulações (Figura 10) esse comprimento é de metros.

Figura 9: Corrugação.



Fonte: Bernucci *et al* (2008)

Figura 10: Ondulação.



Fonte: Norma DNIT 005/2003 - TER

- Exsudação e Desgaste

Conforme Bernucci *et al* (2008) a exsudação é caracterizada pelo surgimento de ligante em abundância na superfície, como manchas escurecidas, decorrente em geral do excesso do mesmo na massa asfáltica, como mostra a Figura 11. O desgaste é um defeito proveniente do arrancamento do agregado do pavimento provocado por esforços causados pelo tráfego. A Figura 12 mostra um caso onde houve o desgaste do pavimento.

Figura 11: Exsudação.



Fonte: Bernucci *et al* (2008)

Figura 12: Desgaste.



Fonte: Bernucci *et al* (2008)

- Panela ou buraco

São cavidades que se formam no revestimento e podem alcançar as camadas subjacentes do pavimento, provocando desagregação (Figura 13). Uma das causas desse defeito é a falta de aderência entre as camadas.

Figura 13: Panela ou buraco.



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER

- Remendo

O remendo (Figura 14) é uma panela preenchida por uma ou mais camadas de pavimento através da operação “tapa buraco”. São classificados como remendo profundo e remendo superficial. No remendo profundo, eventualmente, uma ou mais das camadas inferiores são substituídas, já no superficial há apenas a correção da superfície através da aplicação de uma camada betuminosa.

Figura 14: Remendo.



Fonte: Bernucci *et al* (2008)

2.4. Aplicação da Metodologia *Paver*

O método de avaliação da condição do pavimento empregado foi o *Paver* (*Pavement Maintenance Management System*). Tal técnica foi desenvolvida pelo United States Army Corps of Engineers (*USACE*), em português Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, em 1982 para ser aplicada em instalações militares com o objetivo de diminuir os custos com manutenção priorizando a intervenção oportuna associada à manutenção racional e aos recursos limitados (SUCUPIRA, 2006).

Se trata de um sistema de gestão de pavimentos de fácil implementação onde é possível obter uma análise simplificada da condição do pavimento. Para utilização desta metodologia deve-se levar em conta os recursos humanos e monetários disponíveis assim como o tamanho da malha viária onde se pretende realizar o estudo (*USACE*, 1982).

A metodologia *Paver* é aplicada em diversos locais onde haja a movimentação de veículos e a consequente deterioração do pavimento devido às cargas que eles ocasionam. Entre as áreas de aplicação, as que mais se destacam são: rodovias; avenidas; ruas; pistas de aeroporto;

e estacionamentos. Devido à grande extensão das malhas viárias, para aplicar essa metodologia é necessário dividir a malha viária em trechos, onde em cada um será feito o estudo da condição do pavimento e a identificação dos locais que necessitam de reparo e manutenção. Assim, o *USACE* (1982) divide a malha viária em três categorias, que são: ramos; seções; e unidades de amostra (UA).

A aplicação desse método, consiste nas seguintes etapas:

- Identificação da seção rodoviária avaliada

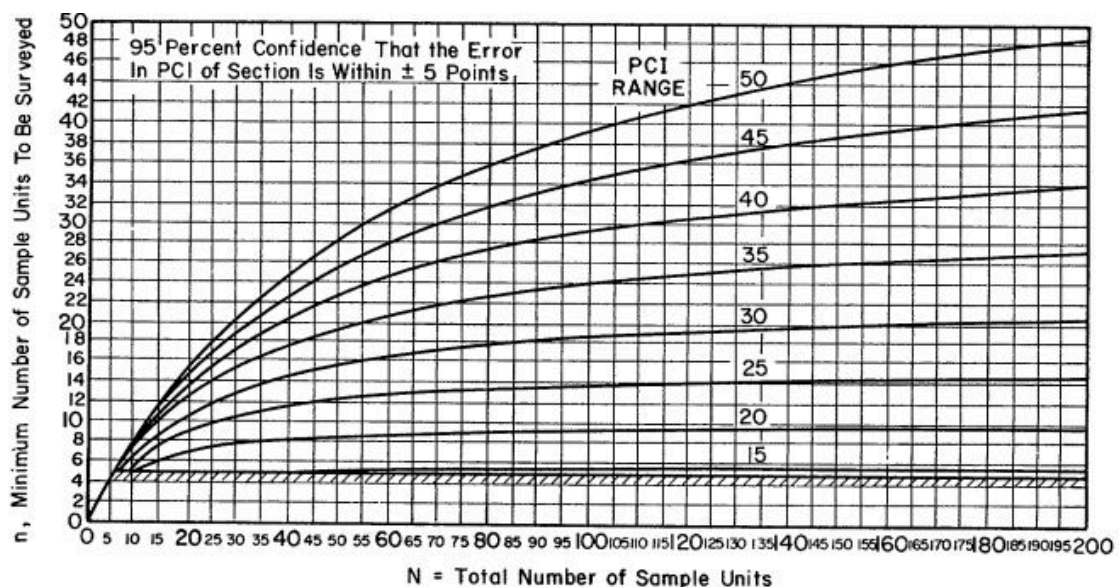
Divide-se os elementos do trecho para execução das atividades de inspeção do pavimento e avaliação das necessidades de manutenção e reparo, assim como definição dos trechos com maior prioridade de intervenção;

- Inspeção das condições dos pavimentos

Após a identificação da seção e antes de iniciar a inspeção, divide-se o pavimento em ramos, seções e unidades de amostra (UA's).

Para cada UA deve-se elaborar uma planilha constando os tipos de defeitos encontrados, a quantidade e a severidade de cada um. O número de planilhas preenchidas é igual ao número de UA analisadas. Porém não é necessário analisar todas as UA's de cada seção, assim, deve-se determinar a quantidade mínima de UA a serem analisadas, utilizando o ábaco de determinação do número mínimo de UA a serem pesquisadas da Figura 15 que apresenta um grau de confiança de 95%.

Figura 15: Determinação do número mínimo de UA a serem pesquisadas.



Fonte: *USACE* (1982)

Para pavimentos asfálticos a variação do PCI, que é a diferença entre o maior e o menor valor de PCI existentes na seção analisada, deve ser considerada igual a 25 pontos. Com a determinação do número total de UA é possível determinar a quantidade mínima a ser analisada a partir do ábaco da Figura 15. Com esse valor determinado, encontra-se o intervalo fixo entre cada UA analisada, utilizando a equação abaixo:

$$i = \frac{N}{n} \quad (1)$$

Onde:

i = intervalo fixo de inspeção das UA's;

N = número total de UA's da seção;

n = número mínimo de UA's a serem pesquisadas na seção.

A escolha da primeira UA a ser analisada deve ser feita de forma aleatória e, a partir dela, aplica-se o valor do intervalo fixo de inspeção dando sequência nas UA's seguintes. Os defeitos observados em cada UA devem ser catalogados no formulário de inspeção para pavimentos asfálticos desenvolvido por Sucupira (2006), baseado na metodologia de *USACE* (1982) apresentado na figura 16.

Figura 16: Formulário de Inspeção para Pavimentos Asfálticos.

Fórmula de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos					
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE					
RAMO:		SEÇÃO:			
DATA:		UNIDADE DE AMOSTRA:			
PESQ.:		ÁREA DA AMOSTRA:			
Tipos de Defeitos Encontrados			Esboço		
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo					
Quantidade e Severidade					
Severidade	B				
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
					Condição:
q =		VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)			
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)			
OBSERVAÇÕES:					

Fonte: Sucupira (2006)

- Análise dos dados

Logo após a coleta dos dados, deve-se obter o valor deduzido correspondente a cada tipo de defeito e sua severidade (baixa, média ou alta) em função da densidade percentual dos defeitos na UA. A densidade é determinada em função do tipo de medição de cada defeito, as equações 2, 3 e 4 abaixo demonstram como deve ser feito o cálculo para cada tipo.

Defeito medido em área (m²):

$$Densidade = \frac{\text{Área do defeito (m}^2\text{)}}{\text{Área da UA (m}^2\text{)}} * 100 \quad (2)$$

Defeito medido em comprimento (m):

$$Densidade = \frac{\text{Comprimento do defeito}(m)}{\text{Área da UA } (m^2)} * 100 \quad (3)$$

Defeito medido por unidade:

$$Densidade = \frac{\text{Número de placas}}{\text{Área da UA } (m^2)} * 100 \quad (4)$$

O próximo é determinar o Valor Deduzido Total (VDT) que é obtido através da soma dos valores deduzidos de cada defeito. Com a determinação do VDT, este deve ser transformado em Valor Deduzido Corrigido (VDC) através das curvas de correção do VDT para os pavimentos asfálticos através da utilização dos ábacos do *USACE* (1982) que estão no Anexo 2.

Com o VDC determinado, encontra-se o valor do PCI para cada UA usando a equação (5).

$$PCI_{UA} = 100 - VDC \quad (5)$$

Onde:

PCI_{UA} = valor do PCI da UA analisada;

VDC = valor deduzido corrigido da UA.

Com o valor do PCI de cada UA, determina-se o valor do PCI correspondente à seção que reúne todas as UA's. O valor do PCI da seção é obtido pela média aritmética desses valores. Com o PCI de cada seção do ramo analisado determinado, é possível verificar quais os trechos com prioridade de intervenção, onde as UA com os menores valores de PCI possuem prioridade maior em relação aos trechos com PCI mais próximos de 100.

O resultado dessa avaliação é registrado no índice que reflete a condição do pavimento, o PCI – Índice de Condição dos Pavimentos, que é um indicador numérico obtido através da análise superficial dos defeitos do pavimento e varia de 0 a 100. Esse índice mede a integridade estrutural e a condição operacional da superfície do pavimento, seguindo valores apresentados na Quadro 1.

Quadro 1: Taxa de variação do PCI e condição do pavimento.

Escala do PCI	Condição do pavimento
86-100	Excelente
71-85	Muito bom
56-70	Bom
55-41	Razoável
40-26	Pobre
25-11	Muito pobre
0-10	Péssimo

Fonte: Adaptado de USACE (1982)

2.4.1. Ramos

Segundo o *USACE* (1982) os ramos são quaisquer partes da malha viária que podem ser identificadas como uma entidade simples qualquer como, por exemplo, ruas, avenidas e estacionamentos. Os ramos são identificados através de códigos de acordo com a função que desempenham na malha viária, eles possuem nomes e códigos próprios para facilitar a sua identificação no sistema *Paver*. O código é composto por cinco caracteres, iniciado pela primeira letra ou algarismo do tipo do ramo seguido pelo número do edifício mais próximo do local onde o ramo se inicia. O Quadro 2 abaixo mostra alguns tipos de ramos e o primeiro caractere do seu código.

Quadro 2: Códigos dos ramos.

Tipos de ramos	Primeiro caractere do código do ramo
Avenidas e ruas	1
Estacionamento	E
Armazém	A
Pista	P
Heliponto	H

Fonte: Adaptado de *USACE* (1982)

2.4.2. Seções

Os ramos são subdivididos em seções que devem possuir as mesmas características básicas em toda sua área para que sua análise seja uniforme. Segundo o *USACE* (1982), os critérios para dividir os ramos em seções são os seguintes:

- Composição estrutural: é o critério mais importante na divisão das seções. Os materiais utilizados devem ser os mesmos na seção, assim como a espessura das camadas dos pavimentos deve ser constante. Essas informações são obtidas através de pesquisas nos registros de construção da via.
- Histórico da construção: todas as partes da seção devem ter sido construídas no mesmo tempo. Caso haja alguma intervenção em um trecho do pavimento, uma nova seção deverá ser criada e analisada;
- Tráfego: o volume e a intensidade de carga devem ser constantes em toda a área da seção;
- Condição do pavimento: deve ser uniforme em toda área da seção;
- Instalação de drenagem: a existência de calhas de drenagem em alguns trechos dos ramos é um critério para a divisão deles em seções;
- Áreas de teste: áreas onde são feitos testes de produtos ou materiais novos constituem um local onde deve ter uma nova seção de análise.

2.4.3. Unidades de Amostra (UA)

São as menores divisões das malhas viárias. Cada seção é subdividida em unidades de amostras para fins de inspeção do pavimento. Segundo *USACE* (1982) para pavimentos de revestimento asfáltico cada UA deve ter uma área de aproximadamente 2500 pés quadrados, que equivale à cerca de 232m².

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo estão apresentados os materiais utilizados para a realização da pesquisa, o local onde a metodologia foi aplicada e todos os métodos de levantamento e análise realizados. Estão também indicadas as ferramentas computacionais e todos os acessórios empregados e que deram suporte ao estudo.

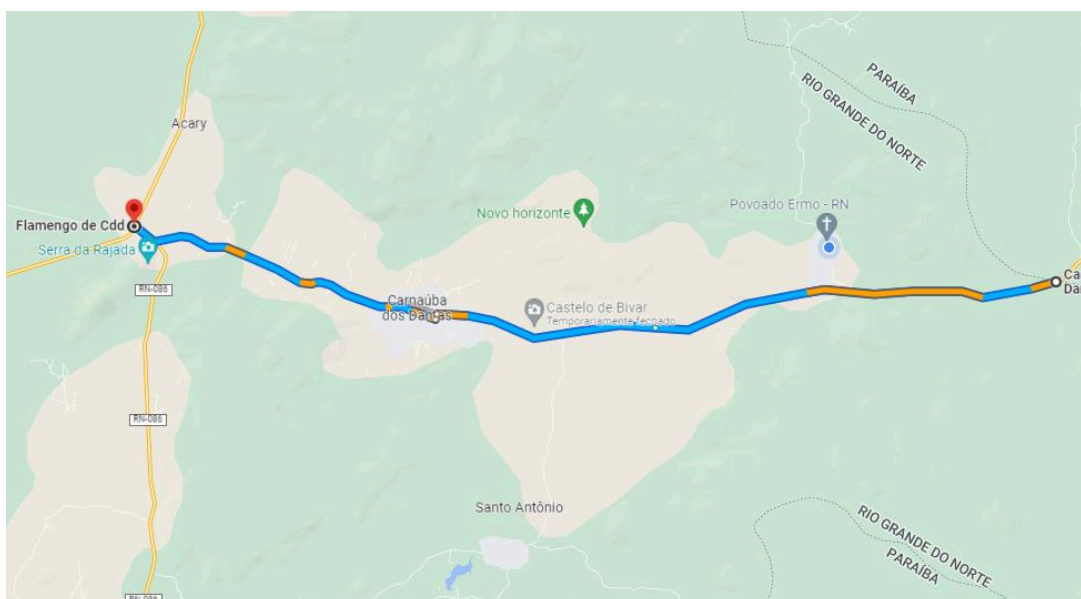
3.1. Caracterização da área de estudo

O local escolhido para o estudo é a rodovia RN-288, com uma extensão aproximada de 21,8 km. Essa via interliga a BR-427 desde o município de Carnaúba dos Dantas - RN até a divisa com o estado da Paraíba, considerada significativamente importante à região, econômico e socialmente.

Segundo Macedo *et al* (2005), a cidade de Carnaúba dos Dantas possui 12 cerâmicas em atividade, em consequência disso há uma grande circulação de veículos pesados no trecho, transportando produtos e matéria prima aos produtores locais diariamente, contribuindo significativamente para seu desgaste.

A Figura 17 destaca a rodovia citada, interligando a BR-247 à divisa com o Estado da Paraíba.

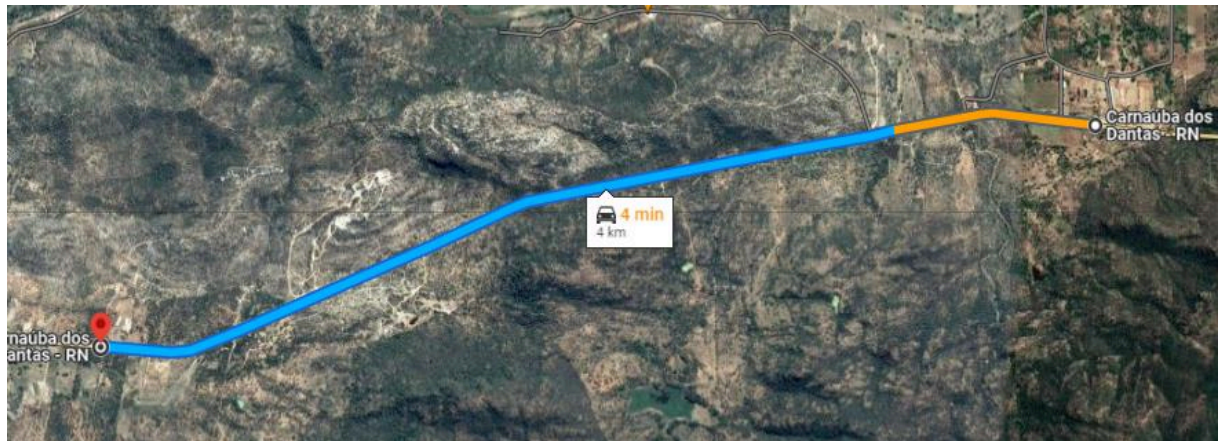
Figura 17: Trecho da RN 288 que interliga Carnaúba dos Dantas à divisa com a Paraíba



Fonte: Google Maps (2022)

A RN-288 apresenta uma extensão elevada, e devido a isso foi planejado, para fins de avaliação, um trecho com um tráfego de veículos pesados consideravelmente grande, uma vez que em sua proximidade estão duas cerâmicas. A seção estudada tem início na entrada do Povoado Ermo e fim no acesso a cerâmica Xique-Xique, com extensão total de 4 km, conforme mostra a Figura 18.

Figura 18: Trecho escolhido para aplicação da metodologia PAVER.



Fonte: Google Maps (2022)

As Figuras 17 e 18 apresentam o início do trecho em estudo, entrada do Povoado Ermo, e o término deste, entrada da cerâmica Xique-Xique, respectivamente.

Figura 19: Povoado Ermo: início do trecho.



Fonte: A autora (2022)

Figura 20: Cerâmica Xique-Xique: fim do trecho.



Fonte: A autora (2022)

3.2. Materiais

Para desenvolver a pesquisa, foi utilizada uma trena curta de mão para medição dos defeitos. Para registro dos defeitos encontrados foi utilizada uma câmera de celular. E, para

localizar o início e fim de cada UA foi utilizado o aplicativo para smartphone “Minhas Coordenadas GPS”, que pode ser utilizado online e offline, com esse aplicativo é possível obter coordenadas nos seguintes formatos: graus; graus, minutos; graus, minutos, segundo; UTM (Mercator Transverso Universal); e MGRS (Sistema de Referência da Rede Militar).

3.3. Metodologia

Para a realização da coleta de dados deste trabalho, foi escolhida a metodologia *Paver* por se tratar de um método de avaliação da condição de superfície de pavimentos consagrado e de fácil aplicação e entendimento. A aplicação desse método, consistiu nas seguintes etapas:

- Identificação da seção rodoviária avaliada

A área de aplicação da metodologia corresponde ao trecho escolhido situado entre a entrada do Povoado Ermo e a Cerâmica Xique-Xique.

- Inspeção das condições dos pavimentos

Após a identificação da seção e antes de iniciar a inspeção, onde foram avaliados a existência dos defeitos na superfície do pavimento e suas respectivas severidades, foi necessário dividir o pavimento em ramos, seções e unidades de amostra (UA's). Como a análise foi feita apenas em um trecho da rodovia, pois a análise de toda a extensão da rodovia demandaria muito tempo, houve apenas um ramo, que iniciou com a letra P (pista) seguido pelos caracteres 0028, onde 28 é o número da cerâmica Bom Jesus que fica próxima ao início do ramo. Para sua divisão em seções foi utilizado o critério da composição estrutural, como o revestimento do trecho é apenas asfáltico o ramo terá apenas uma seção. Com isso, é feita a divisão do trecho em unidades de amostra.

Levando em consideração que a largura da rodovia é 7,2m e a extensão de cada UA será de 33m resultando em uma área de 237m², o trecho foi dividido em 122 unidades de amostra, sendo 121 medindo 7,2mx33m e 1 medindo 7,2mx7m, totalizando uma área de 28.800 m².

Para cada UA foi elaborada uma planilha constando os tipos de defeitos encontrados, a quantidade e a severidade de cada um. Essas planilhas se encontram no Apêndice A deste trabalho.

A escolha da primeira UA a ser analisada foi feita de forma aleatória e, a partir dela, aplicou-se o valor do intervalo fixo de inspeção dando sequência nas UA's seguintes. Os defeitos observados em cada UA foram catalogados no formulário de inspeção para pavimentos

asfálticos desenvolvido por Sucupira (2006), baseado na metodologia de *USACE* (1982) que está no Anexo 1.

- Análise dos dados

Logo após a coleta dos dados, foram obtidos o valor deduzido correspondente a cada tipo de defeito e sua severidade (baixa, média ou alta), o valor deduzido total, o valor deduzido corrigido e, por último, o PCI para cada UA.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

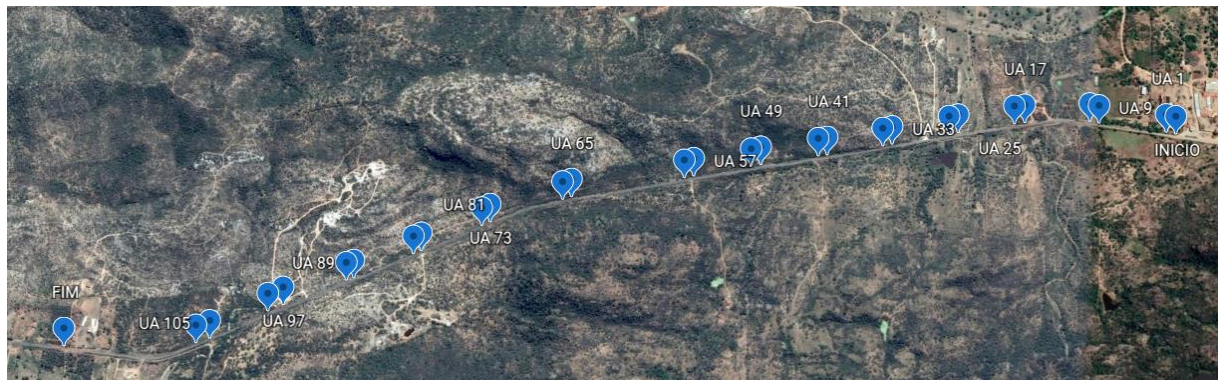
Como não foram analisadas todas UA's tendo em vista a grande quantidade, foi necessário determinar a quantidade mínima a ser analisada. Para isso utilizou-se o gráfico da Figura 15.

Como o número total de unidades de amostras é 122, e para pavimentos asfálticos a taxa de variação do PCI é de 25, pegou-se o valor de UA's no gráfico e o rebateu até a linha de 25, encontrando assim um número mínimo de 14 UA's a serem pesquisadas. Para encontrar o número de intervalo entre cada amostra analisada usou-se a equação 1 de intervalo fixo de inspeção das UA's:

$$i = \frac{122}{14} = 8,71 \text{ UA}$$

Assim o intervalo entre cada amostra analisada foi de 8UA, iniciando pela amostra de número 1, logo em seguida foram analisadas as amostras 9, 17, 25, 33, 41, 49, 57, 65, 73, 81, 89, 97 e 105. Foi utilizado o app “Minhas Coordenadas GPS” para localizar as coordenadas de início e fim de cada UA, logo após essas coordenadas foram transferidas para o Google Earth demarcando assim no mapa todas as UA's, como mostrado na Figura 21.

Figura 21: Localização de cada UA.



Fonte: Google Earth (2022)

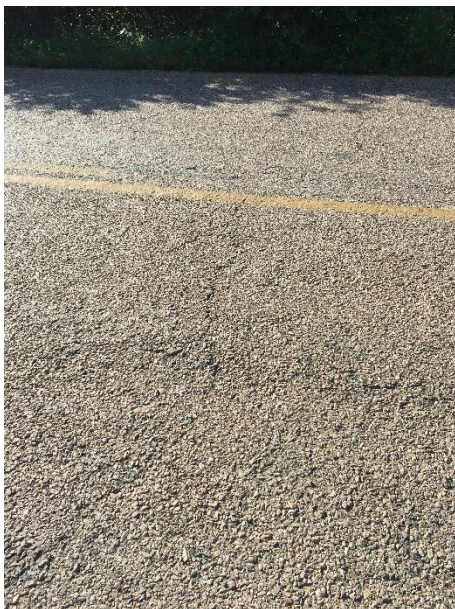
Na etapa de inspeção das unidades de amostra, foram feitos registros fotográficos dos principais defeitos encontrados no pavimento asfáltico. As Figuras 22 a 27 apresentam alguns desses registros.

Figura 22: Panela.



Fonte: A autora (2022)

Figura 24: Trinca transversal.



Fonte: A autora (2022)

Figura 23: Trincamento por fadiga.



Fonte: A autora (2022)

Figura 25: Remendos e panelas.



Fonte: A autora (2022)

Figura 26: Afundamento local.

Fonte: A autora (2022)

Figura 27: Trinca longitudinal e afundamento por trilha de roda.

Fonte: A autora (2022)

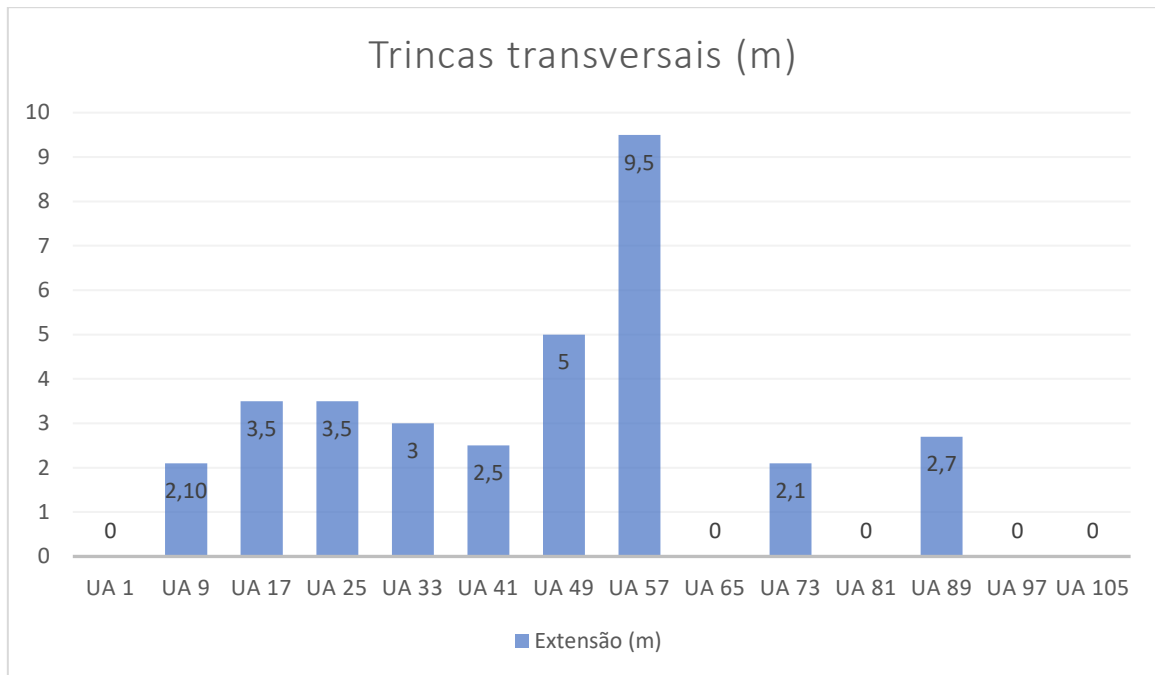
O quadro 3 apresenta os defeitos encontrados nas 13UA's analisadas assim como a severidade de cada tipo, a quantidade e as unidades de medição.

Quadro 3: Defeitos e severidades das UA's.

Defeitos	Severidade	UNIDADE DE AMOSTRA													
		01	09	17	25	33	41	49	57	65	73	81	89	97	105
Trinca transversal (m)	Baixa		2,1	3,5	3,5	3	2,5	5	9,5		2,1		2,7		
	Média														
	Alta														
Trinca longitudinal (m)	Baixa		1,2		6	4,8	2,0	3	0,7		3,7		3,5		
	Média														
	Alta														
Trinca por fadiga (m ²)	Baixa					0,3	0,2			0,12		0,3		0,4	
	Média														
	Alta														
Afundamento localizado (m ²)	Baixa			0,2			0,8								
	Média				0,9										
	Alta														
Afundamento por trilha de roda (m ²)	Baixa				0,6		2,2								
	Média														
	Alta														
Pavimento (unidade)	Baixa	17	11	8		5	9	5	9	12	4	5	7	12	15
	Média														
	Alta														
Remendo (m ²)	Baixa	232,8	23,9	0,7		3,7		3,6	3,9	7,3		9,1	1,8	0,3	2,5
	Média														
	Alta														

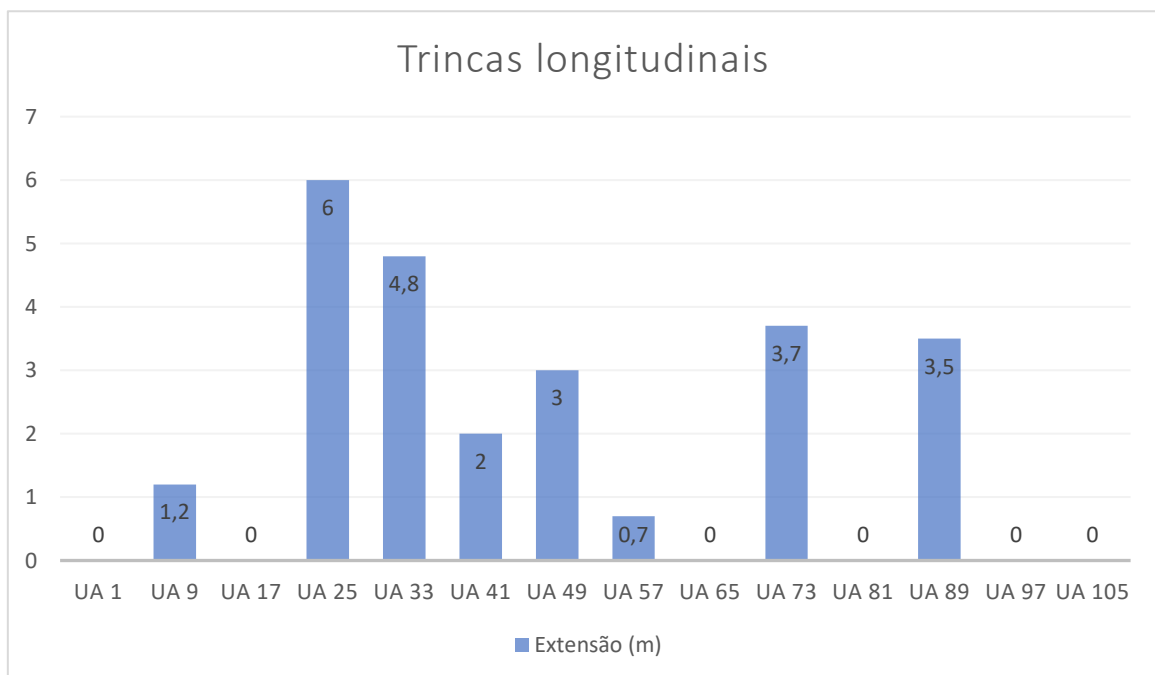
Fonte: A autora (2022)

Observa-se que na UA 57 o somatório do comprimento das 5 trincas encontradas foi igual a 9,5m, conforme mostra o Gráfico 1. Porém, as UA's 1, 65, 81, 97 e 105 não apresentaram nenhuma trinca transversal. No total foram registradas 29 trincas transversais.

Gráfico 1: Trincas transversais.

Fonte: A autora (2022)

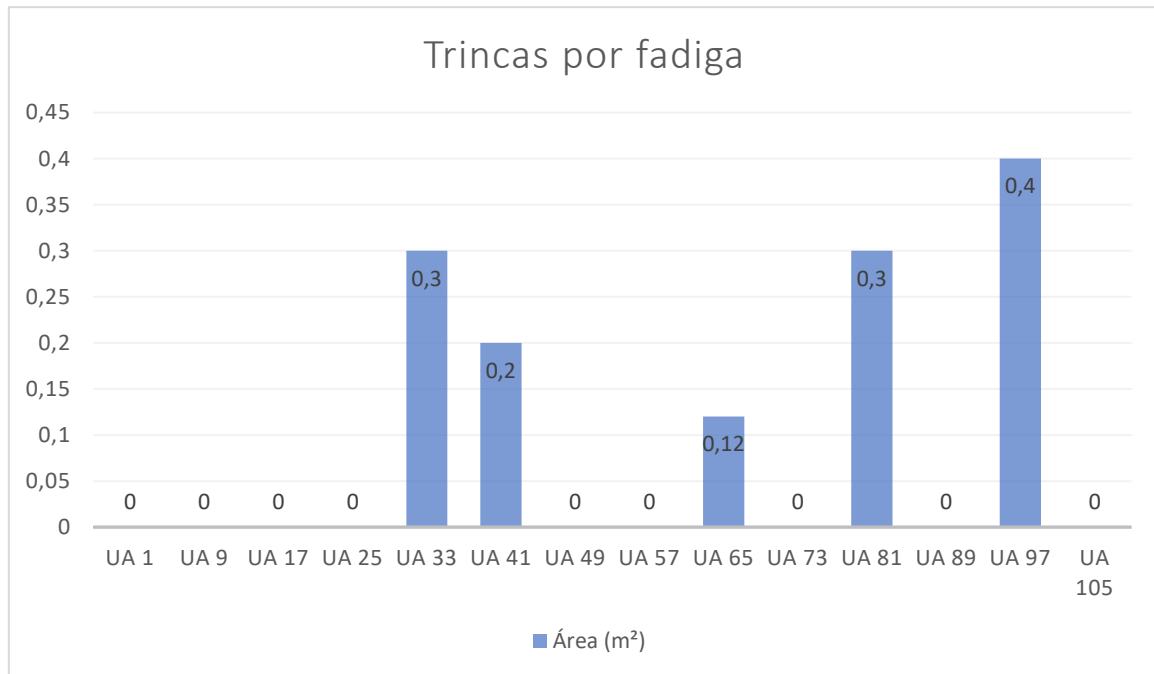
A UA 25 apresenta 5 trincas longitudinais onde a soma do comprimento delas é igual a 6m. O Gráfico 2 mostra o comprimento total das trincas longitudinais em cada UA, no total foram registrados 20 defeitos desse tipo.

Gráfico 2: Trincas longitudinais.

Fonte: A autora (2022)

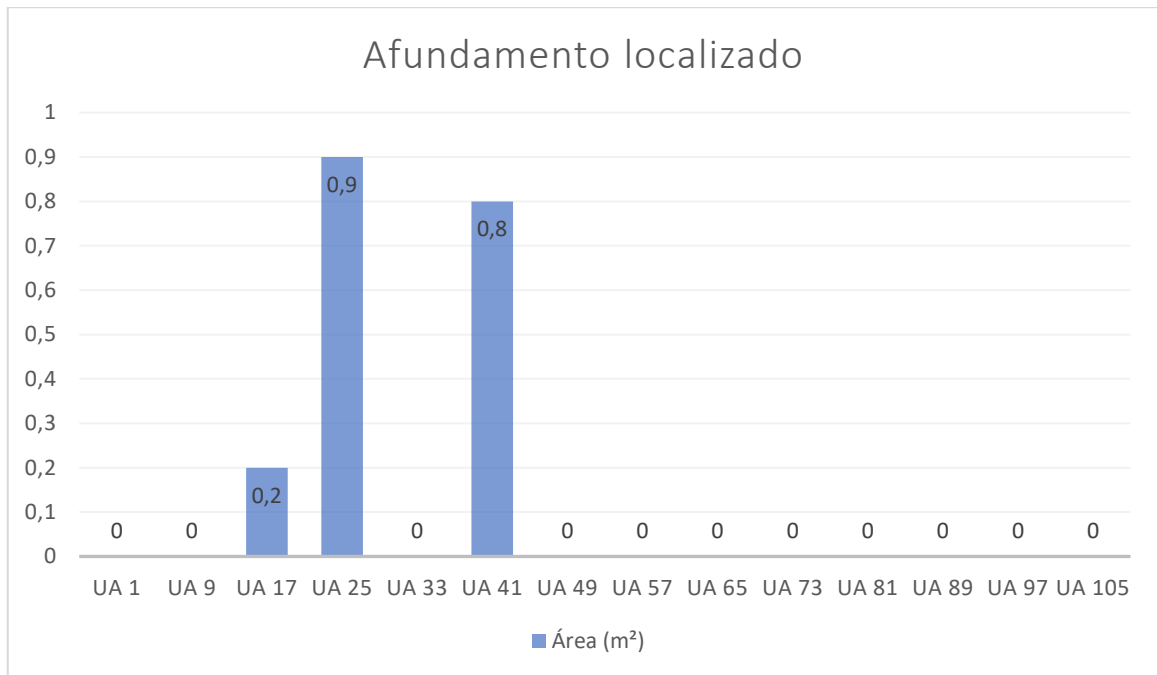
O Gráfico 3 apresenta a área das trincas por fadiga que foram registradas durante a inspeção da condição do pavimento. A trinca com maior área foi registrada na UA 97 com cerca de $0,4\text{m}^2$. As UA's 33, 41, 65 e 81 apresentaram uma trinca por fadiga cada uma.

Gráfico 3: Trincas longitudinais.



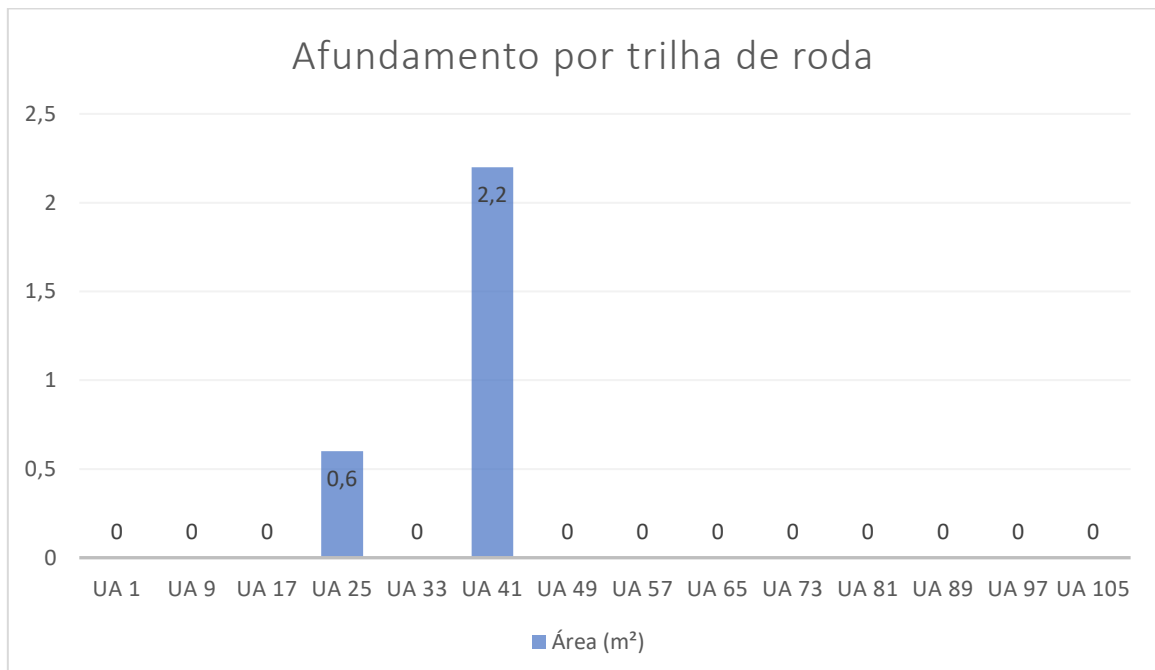
Fonte: A autora (2022)

Percebe-se que as UA's que apresentaram afundamento localizado foram a 17, 25, e 41, onde a maior registrada foi a da UA 25 com cerca de $0,9\text{ m}^2$ como revela o Gráfico 4.

Gráfico 4: Afundamento localizado.

Fonte: A autora (2022)

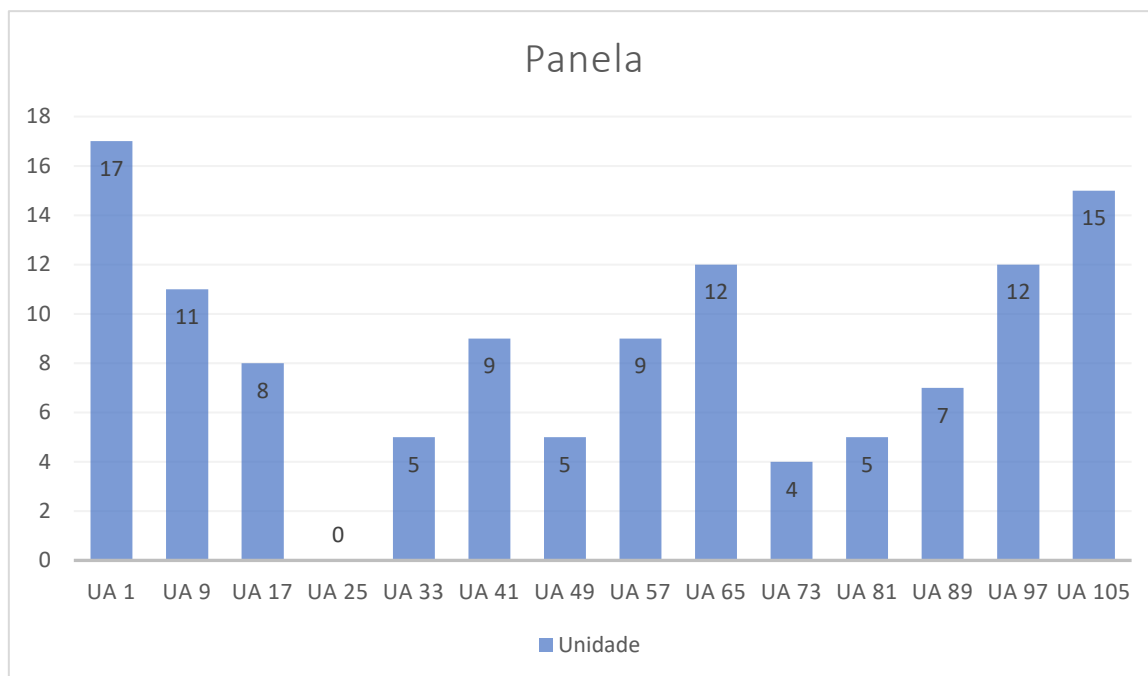
Em relação ao afundamento por trilha de roda nas UA's 25 e 41 houve o registro desse tipo de defeito, onde na UA 41 foram analisados dois afundamentos desse tipo e o somatório de suas respectivas áreas foi de aproximadamente 2,2 m². O gráfico 5 mostra os resultados das áreas desse defeito.

Gráfico 5: Afundamento por trilha de roda.

Fonte: A autora (2022)

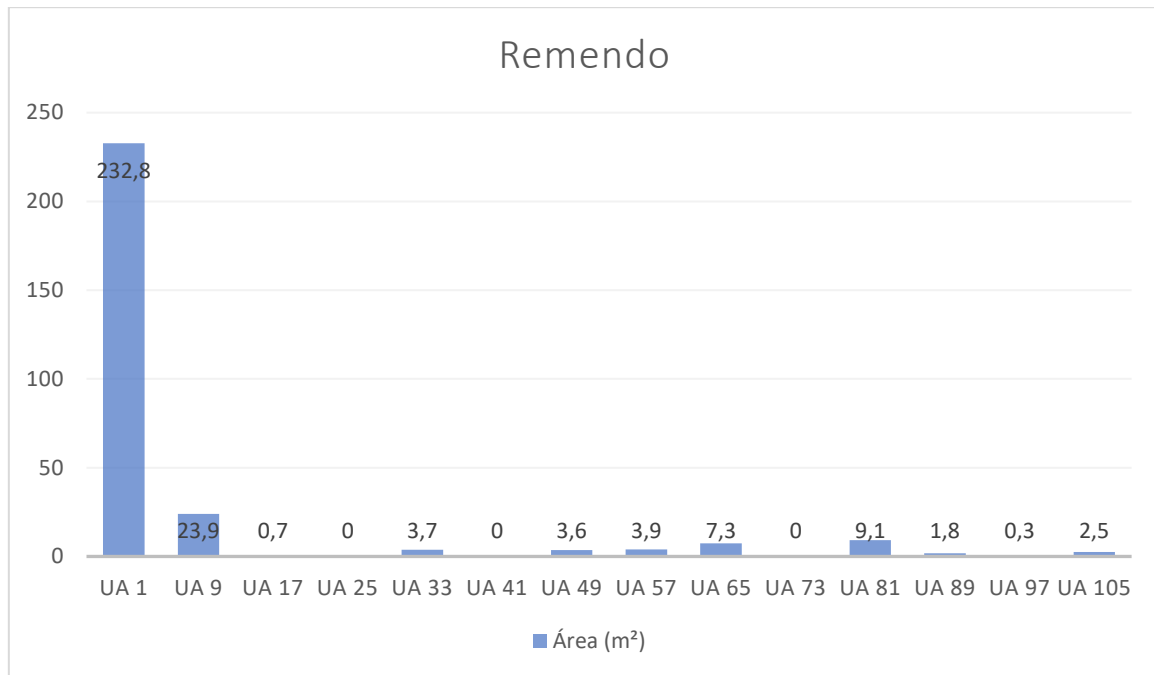
A única UA que não apresentou painelas foi a 25, já a unidade de amostra 1 foi onde observou-se a maior incidência desse tipo de defeito seguida pela 105. O Gráfico 6 mostra os valores desse defeito para cada UA. No total foram registradas 119 painelas.

Gráfico 6: Painelas.



Fonte: A autora (2022)

A cerca dos remendos a UA foi a que apresentou a maior área com esse tipo de inconformidade, onde a UA quase toda apresenta esse defeito. O Gráfico 7 mostra as áreas onde há remendos nas UA's. Ao todo foram registrados 53 remendos.

Gráfico 7: Remendo.

Fonte: A autora (2022)

De posse desses valores foi realizado o cálculo do PCI para cada UA, através do método desenvolvido pelo *USACE* (1982) que foi descrito na metodologia deste trabalho.

4.1. UA 01

Figura 28: UA 01.



Fonte: Google Earth (2022)

Os defeitos encontrados na UA 01 foram painéis e remendos de baixa severidade. Pode-se observar que a área dessa unidade de amostra é quase toda composta por remendo, logo, a densidade desse defeito é consideravelmente alta. A partir da análise de dados o PCI dessa UA é igual a 16, classificando-a como Muito Pobre, conforme Tabela 1.

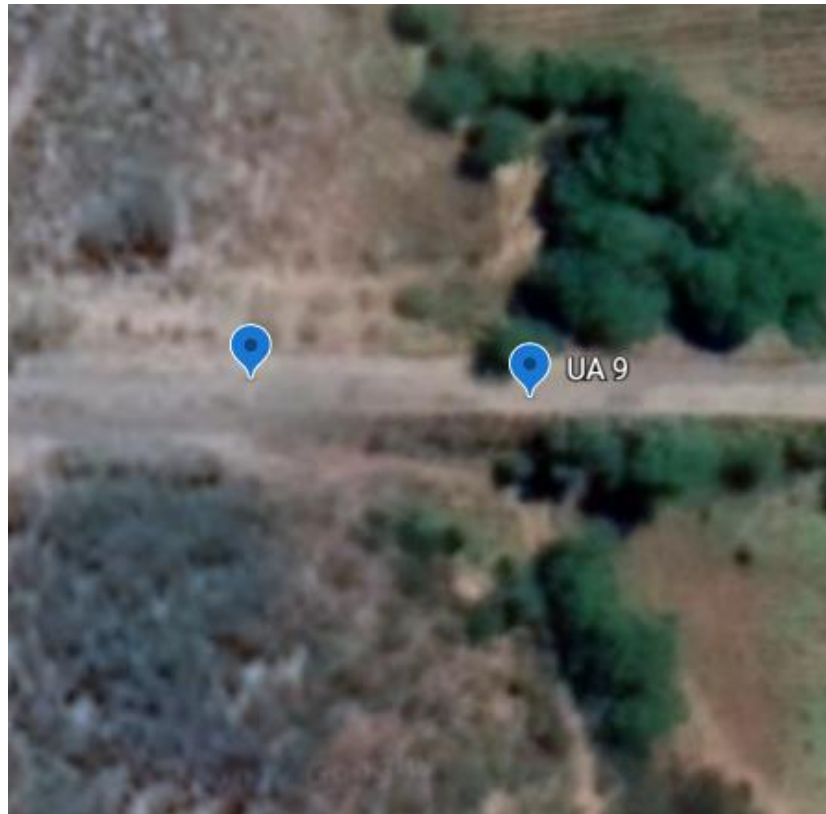
Tabela 1: PCI DA UA 01.

Cálculo do PCI			
UA 01		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Panela (B)	17 unidades	7,17	94
Remendo (B)	232,8 m²	98,22	33
q = 2	VDT		127
	VDC		84
PCI UA 01			16
CLASSIFICAÇÃO			MUITO POBRE

Fonte: A autora (2022)

4.2. UA 09

Figura 29: UA 09.



Fonte: Google Earth (2022)

Nesta UA os defeitos encontrados foram trincas transversais e longitudinais, panelas e remendos. A maior densidade de defeitos corresponde ao do tipo remendo. O PCI encontrado é igual a 24, o que classifica a condição de pavimento dessa UA como Muito Pobre.

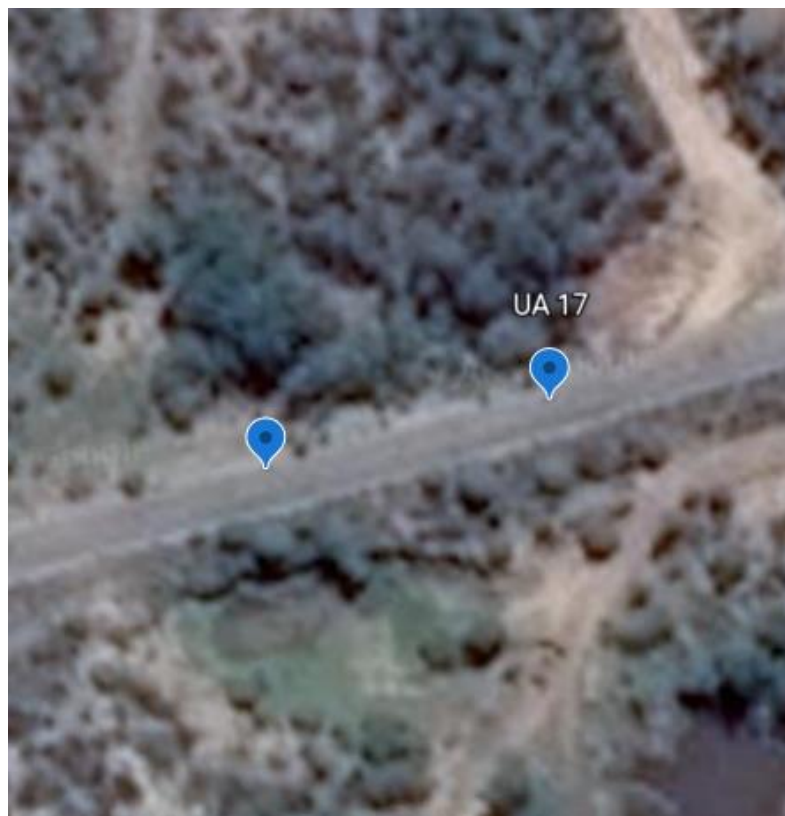
Tabela 2: PCI DA UA 09.

Cálculo do PCI			
UA 09		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Trinca transversal (B)	2,1 m	0,88	2
Trinca longitudinal (B)	1,2 m	0,50	0
Panela (B)	11 unidades	4,64	85
Remendo (B)	23,9 m²	10,08	16
q = 2	VDT		103
	VDC		76
PCI UA 09			24
CLASSIFICAÇÃO			MUITO POBRE

Fonte: A autora (2022)

4.3. UA 17

Figura 30: UA 17.



Fonte: Google Earth (2022)

Nesta UA foram encontrados defeitos do tipo trinca transversal, afundamento local, panela e remendo. O defeito do tipo panela contribui significativamente para a condição do pavimento dessa UA, uma vez que possui maior valor deduzido fazendo com que o valor do PCI seja igual a 15 e a UA classificada como Muito Pobre.

Tabela 3: PCI da UA 17.

Cálculo do PCI			
UA 17		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Trinca transversal (B)	3,5 m	1,47	3
Afundamento local (B)	0,2 m²	0,08	4
Panela (B)	8 unidades	3,37	78
Remendo (B)	0,70 m²	0,29	0
q = 1	VDT		85
	VDC		85
PCI UA 17			15
CLASSIFICAÇÃO			MUITO POBRE

Fonte: A autora (2022)

4.4. UA 25

Figura 31: UA 25.



Fonte: Google Earth (2022)

Os defeitos encontrados na UA 25 foram trincas transversais e longitudinais, afundamento local e afundamento de trilha de roda. Observa-se que o único defeito de média severidade nessa amostra é o afundamento local, porém não foi tão significativo ao ponto de elevar o PCI, onde o valor encontrado é de 86 fazendo com que essa seja a única UA classificada como Excelente.

Tabela 4: PCI da UA 25.

UA 25		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Trinca transversal (B)	3,5 m	1,47	3
Trinca longitudinal (B)	6 m	2,53	6
Afundamento local (M)	0,9 m²	0,37	8
Afundamento por trilha de roda (B)	0,6 m²	0,25	2
q = 2	VDT		19
	VDC		14
PCI UA 25			86
CLASSIFICAÇÃO			EXCELENTE

Fonte: A autora (2022)

4.5. UA 33

Figura 32: UA 33.



Fonte: Google Earth (2022)

Nesta UA foram encontradas trincas transversais, longitudinais e por fadiga, painéis e remendos. O defeito do tipo painel possui o maior valor deduzido fazendo com que o valor do PCI para essa UA seja pequeno, logo, a condição do pavimento dessa UA é classificada como Muito Pobre.

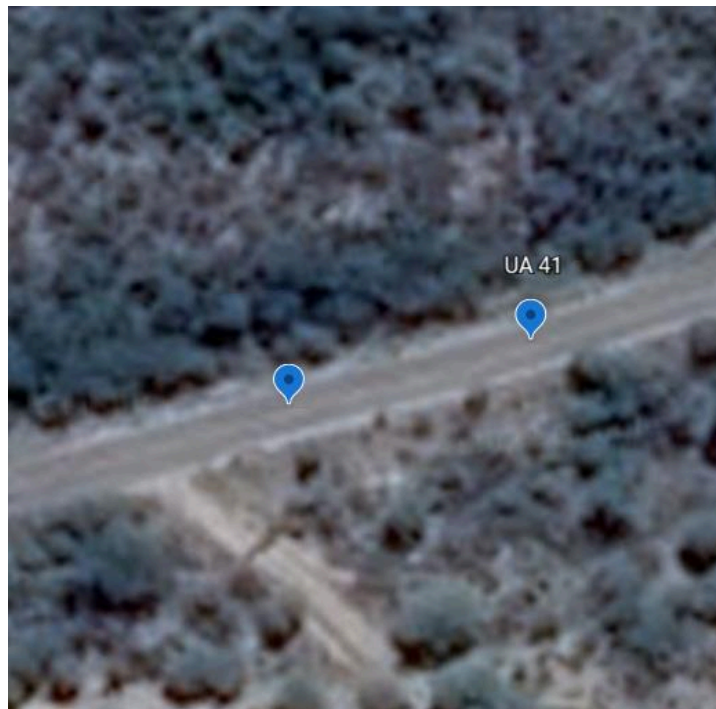
Tabela 5: PCI da UA 33.

UA 33		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Trinca transversal (B)	3 m	1,27	2
Trinca longitudinal (B)	4,8 m	2,02	4
Trinca por fadiga (B)	0,3 m	0,12	4
Panela (B)	5 unidades	2,11	70
Remendo (B)	3,7 m²	1,56	4
q = 2	VDT		84
	VDC		84
PCI UA 33			16
CLASSIFICAÇÃO			MUITO POBRE

Fonte: A autora (2022)

4.6. UA 41

Figura 33: UA 41.



Fonte: Google Earth (2022)

Os defeitos encontrados nessa UA foram trincas transversais, longitudinais e por fadiga, afundamento local, afundamento por trilha de roda e painelas. Assim como na UA 33, as painelas são as que possuem maior valor deduzido. O PCI encontrado para essa UA vale 30 e a condição para essa UA é Pobre.

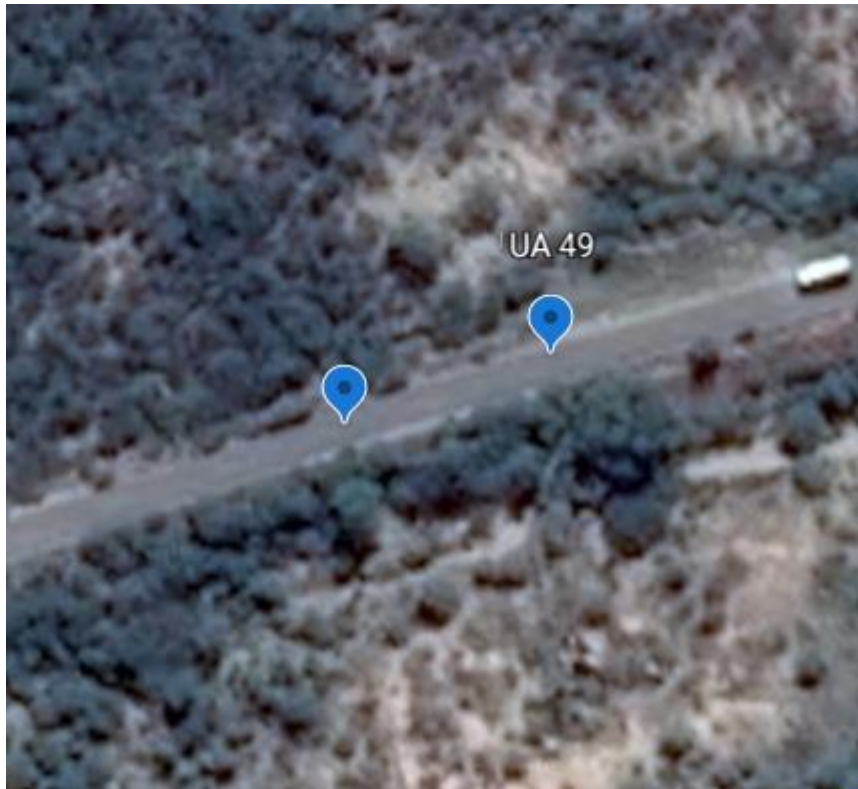
Tabela 6: PCI da UA 41.

UA 41		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Trinca transversal (B)	2,5 m	1,05	2
Trinca longitudinal (B)	2,0 m	0,84	2
Trinca por fadiga (B)	0,2 m	0,084	4
Afundamento local (B)	0,8 m²	0,33	4
Afundamento por trilha de roda (B)	2,2 m²	0,92	7
Panela (B)	9 unidades	3,8	82
q = 2	VDT		101
	VDC		70
PCI UA 41			30
CLASSIFICAÇÃO			POBRE

Fonte: A autora (2022)

4.7. UA 49

Figura 34: UA 49.



Fonte: Google Earth (2022)

Nessa UA foram encontradas trincas transversais e longitudinais, panelas e remendos. O valor do PCI dessa UA é 20, classificando-a como Muito Pobre.

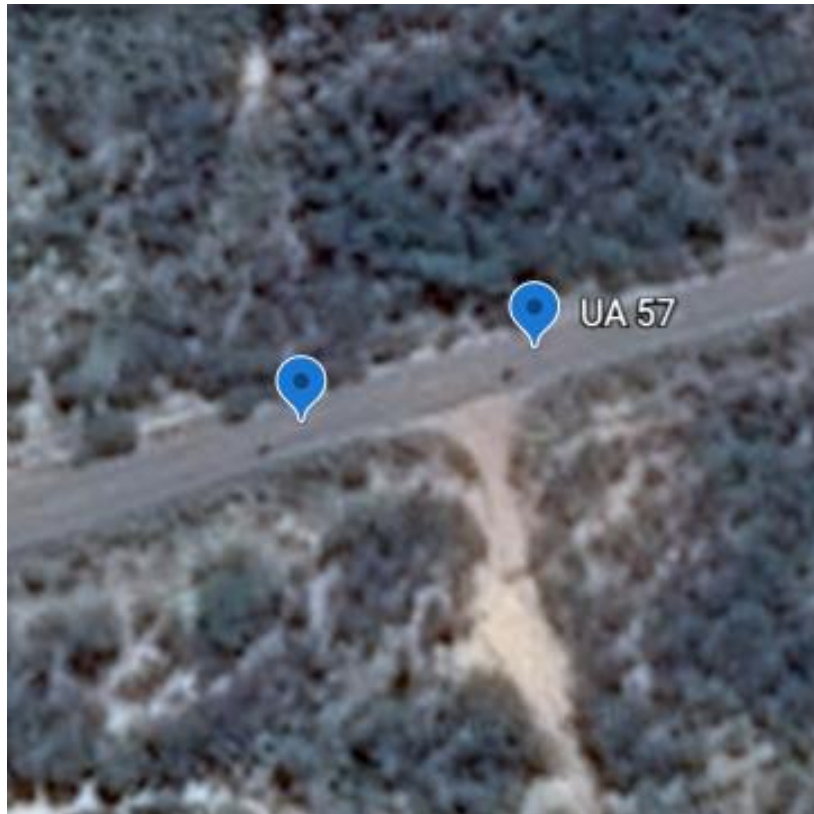
Tabela 7: PCI da UA 49.

UA 49		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Trinca transversal (B)	5 m	2,11	5
Trinca longitudinal (B)	3 m	1,27	2
Panela (B)	5 unidades	2,11	70
Remendo (B)	3,6 m²	1,52	4
q = 1	VDT		81
	VDC		80
PCI UA 49			20
CLASSIFICAÇÃO			MUITO POBRE

Fonte: A autora (2022)

4.8. UA 57

Figura 35: UA 57.



Fonte: Google Earth (2022)

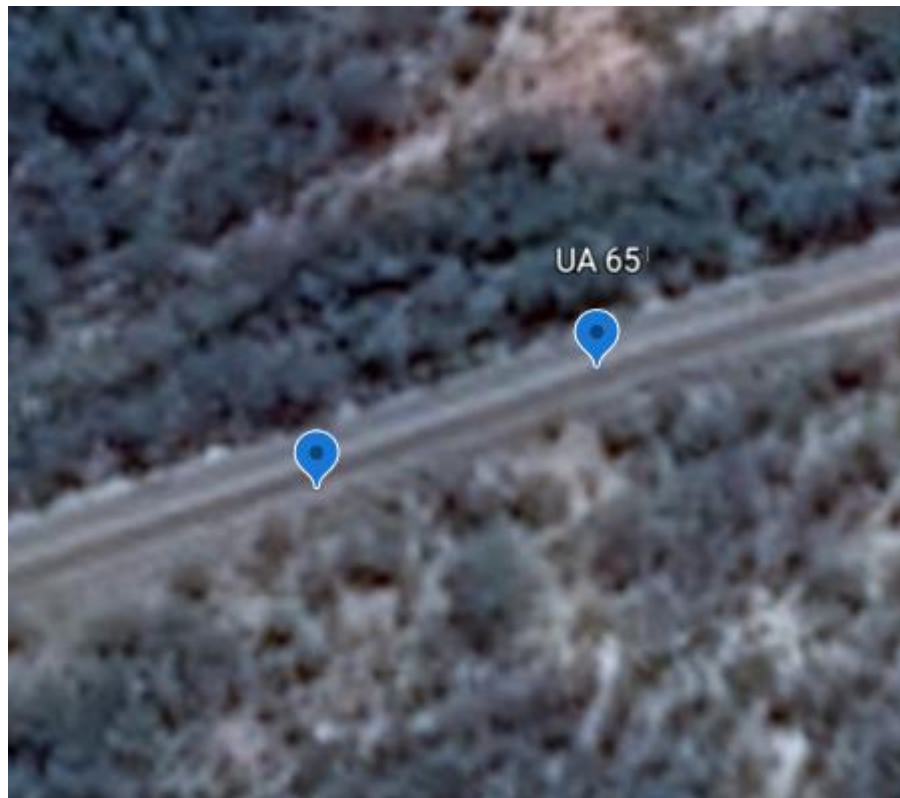
Essa UA é classificada como Pobre e os defeitos encontrados nela são trinca transversal e longitudinal, panela e remendo.

Tabela 8: PCI da UA 57.

UA 57		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Trinca transversal (B)	9,5 m	4	9
Trinca longitudinal (B)	0,7 m	0,30	0
Panela (B)	9 unidades	3,80	82
Remendo (B)	3,9 m²	1,64	4
q = 2	VDT		95
	VDC		67
PCI UA 57			33
CLASSIFICAÇÃO			POBRE

4.9. UA 65

Figura 36: UA 65.



Fonte: Google Earth (2022)

Nessa UA foram encontrados apenas os defeitos do tipo afundamento por fadiga, panela e remendo. Porém, devido o grande número de painelas o PCI dessa UA é de 25 e ela é classificada como Muito Pobre.

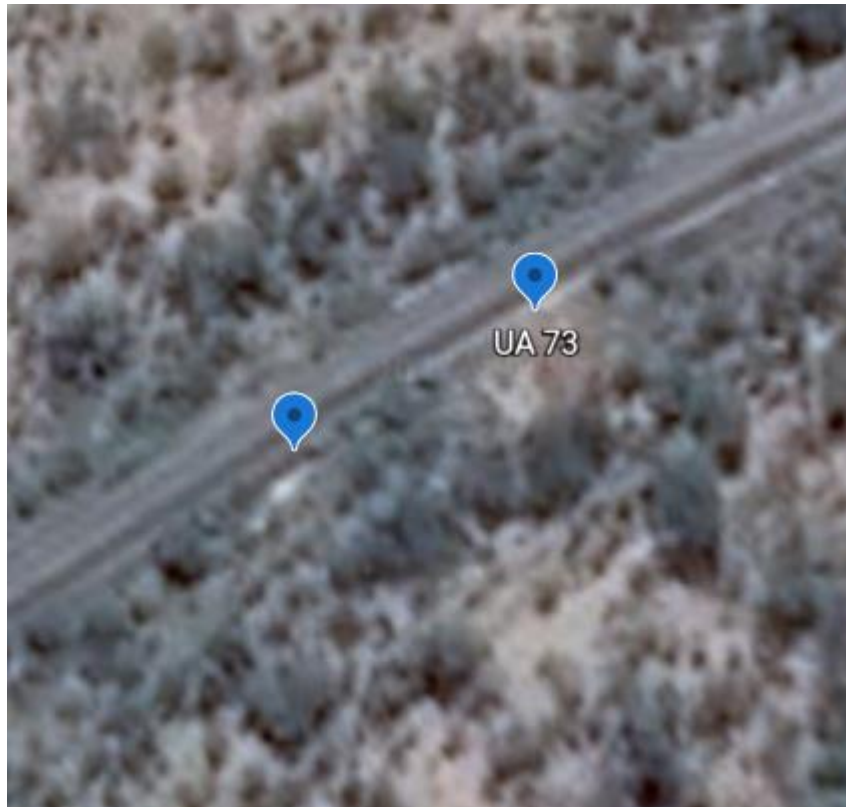
Tabela 9: PCI da UA 65.

UA 65		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Afundamento por fadiga (M)	0,12 m²	0,05	4
Panela (B)	12 unidades	5,06	88
Remendo (B)	7,3 m²	3,08	6
q = 2	VDT		98
	VDC		75
PCI UA 65			25
CLASSIFICAÇÃO			MUITO POBRE

Fonte: A autora (2022)

4.10. UA 73

Figura 37: UA 73.



Fonte: Google Earth (2022)

Os defeitos encontrados nessa UA foram os do tipo trinca transversal e longitudinal e panelas. O PCI dessa UA é de 28 e ela é classificada como Pobre.

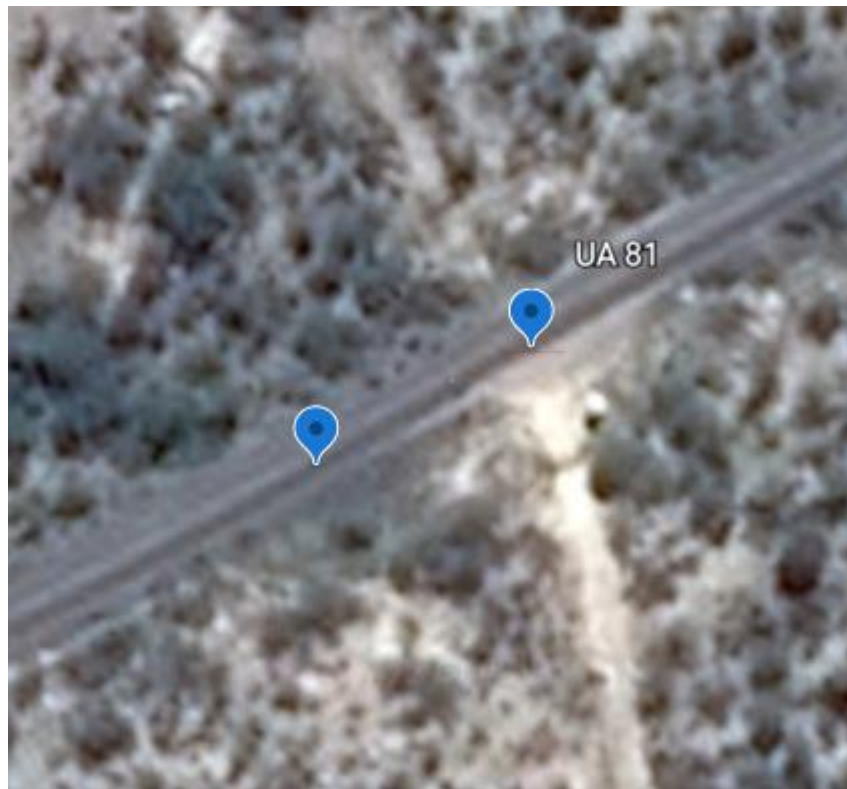
Tabela 10: PCI da UA 73.

UA 73		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Trinca transversal (B)	2,1 m	0,88	2
Trinca longitudinal (B)	3,7 m	1,56	4
Panela (B)	4 unidades	1,69	66
q = 1	VDT		72
	VDC		72
PCI UA 73			28
CLASSIFICAÇÃO			POBRE

Fonte: A autora (2022)

4.11. UA 81

Figura 38: UA 81.



Fonte: Google Earth (2022)

Essa é a única UA classificada como razoável, cujo PCI é igual a 42. Nela foram encontrados os defeitos do tipo trinca por fadiga, panela e remendo.

Tabela 11: PCI da UA 81.

UA 81		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Trinca por fadiga (B)	0,3 m	0,13	4
Panela (B)	5 unidades	2,11	70
Remendo	9,1 m²	3,84	8
q = 2	VDT		82
	VDC		58
PCI UA 81			42
CLASSIFICAÇÃO			RAZOÁVEL

Fonte: A autora (2022)

4.12. UA 89

Figura 39: UA 89.



Fonte: Google Earth (2022)

Os defeitos encontrados nessa UA foram do tipo trinca transversal e longitudinal, panela e remendo. O valor do PCI encontrado é de 15 e ela é classificada como Muito Pobre.

Tabela 12: PCI da UA 89.

UA 89		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Trinca transversal (B)	2,7 m	1,14	2
Trinca longitudinal (B)	3,5 m	1,47	3
Panela (B)	7 unidades	2,95	78
Remendo (B)	1,8 m²	0,76	2
q = 1	VDT		85
	VDC		85
PCI UA 89			15
CLASSIFICAÇÃO			MUITO POBRE

Fonte: A autora (2022)

4.13. UA 97

Figura 40: UA 97.



Fonte: Google Earth (2022)

Nessa UA foram encontrados apenas os defeitos do tipo trinca por fadiga, panela e remendo. Apesar do valor deduzido do defeito tipo remendo ser igual a 0, o PCI dessa UA é baixo e sua condição é classificada como Péssima.

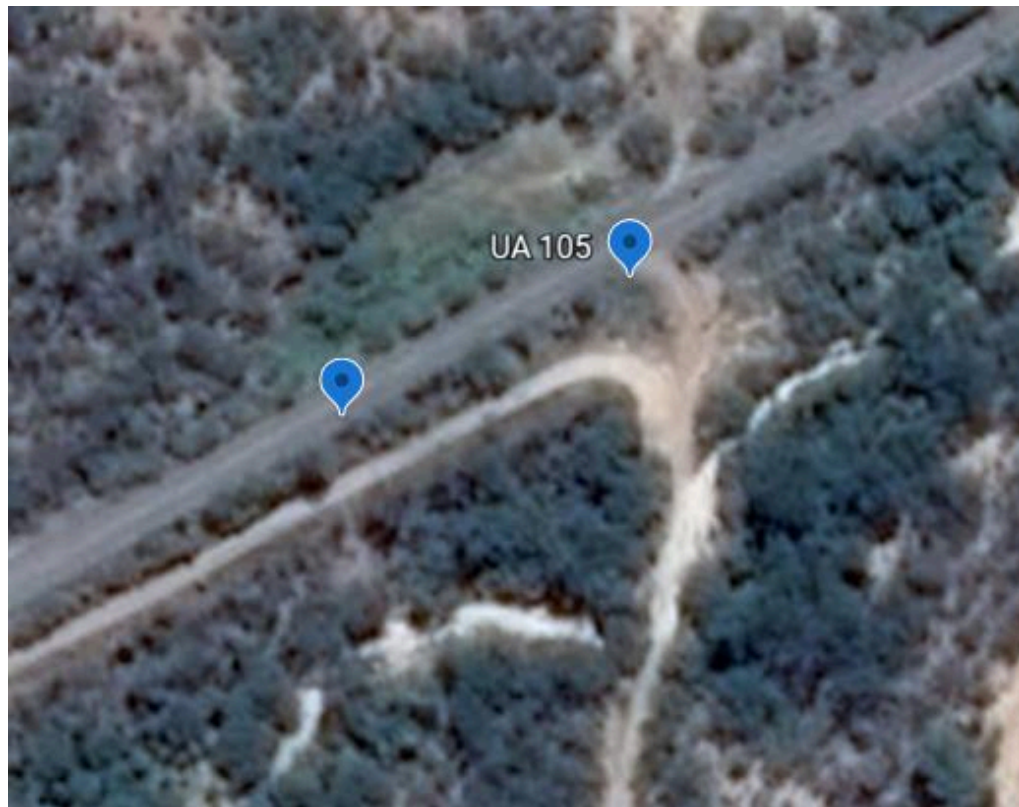
Tabela 13: PCI da UA 97.

UA 97		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Trinca por fadiga (B)	0,4 m	0,17	4
Panela (B)	12 unidades	5,06	88
Remendo (B)	0,3 m²	0,13	0
q = 1	VDT		92
	VDC		92
PCI UA 97			8
CLASSIFICAÇÃO			PÉSSIMO

Fonte: A autora (2022)

4.14. UA 105

Figura 41: UA 105.



Fonte: Google Earth (2022)

Os defeitos encontrados nessa UA foram panela e remendo. O PCI encontrado é de 7 e a condição do pavimento dessa UA é Péssima.

Tabela 14: PCI da UA 105.

UA 105		Área da UA	237 m²
Defeitos	Valor	Densidade	Valor deduzido
Panela (B)	15 unidades	6,33	91
Remendo (B)	2,5 m²	1,05	2
q = 1	VDT		93
	VDC		93
PCI UA 105			7
CLASSIFICAÇÃO			PÉSSIMO

Fonte: A autora (2022)

Após isso, pôde-se calcular o PCI da seção através da média aritmética dos valores de PCI de cada UA.

$$PCI_{SEÇÃO} = 26,07$$

A Tabela 15 mostra o valor calculado do PCI da seção assim como o valor correspondente a cada UA, sua condição e a prioridade de intervenção. O cálculo do PCI e a prioridade de intervenção são feitos para as seções, porém como só há uma seção a prioridade de intervenção será feita para as UA's.

Tabela 15: PCI da seção.

Cálculo do PCI			
Seção 01	PCI da seção	26,07	
Condição da seção		Pobre	
Unidade de Amostra	PCI(UA)	Condição (UA)	Prioridade de intervenção nas UA's
UA 105	7	PÉSSIMO	1°
UA 97	8	PÉSSIMO	2°
UA 17	15	MUITO POBRE	3°
UA 89	15	MUITO POBRE	4°
UA 01	16	MUITO POBRE	5°
UA 33	16	MUITO POBRE	6°
UA 49	20	MUITO POBRE	7°
UA 09	24	MUITO POBRE	8°
UA 65	25	MUITO POBRE	9°
UA 73	28	POBRE	10°
UA 41	30	POBRE	11°
UA 57	33	POBRE	12°
UA 81	42	RAZOÁVEL	13°
UA 25	86	EXCELENTE	14°

Fonte: A autora (2022)

Assim, observa-se que as UA's com maior prioridade de intervenção são as Unidades de Amostra 105 e a 97, ambas com PCI igual a 7 e 8, respectivamente, classificadas como uma condição péssima. As UA's 17 e 89 possuem PCI igual a 15, para critério de desempate para determinação da que possui maior prioridade foi verificado qual possuía maior VDT, porém as duas possuem o valor igual a 85 para esse parâmetro, assim foi utilizado a quantidade de defeitos presente em cada uma como critério, enquanto a UA 17 apresenta 11 defeitos a UA 89 apresenta 8. Já para desempate entre as UA's 01 e 33 foi possível utilizar o VDT como critério, onde esse valor para a 01 é igual a 127 e para a 33 é 84.

5. CONCLUSÃO

No trecho analisado há 119 unidades de panelas. As UA's que mais apresentaram esse tipo de defeito foram a 105 e 97 e, devido a isso, são as que possuem maior prioridade de intervenção, sendo classificadas como péssimas.

As UA' 01, 09, 17, 33, 49, 65 e 89 são classificadas como muito pobres e tem remendos, panelas, afundamento por trilha de roda, trinca transversal, trinca longitudinal e trinca por fadiga como principais problemas. Já as UA's 41, 73 e 57 são classificadas como pobres e possuem como principais defeitos remendos, panelas, trinca transversal, trinca longitudinal, trinca por fadiga, afundamento localizado e afundamento por trilha de roda como principais problemas. Portanto, unidades que apresentam um nível de prioridade de reparos inferior as 105 e 97.

A UA 81 é a única classificada como razoável e os defeitos encontrados são trinca por fadiga, panelas e remendos. A única UA em melhor estado é a 25 classificado como excelente. Os defeitos encontrados foram trincas transversais, longitudinais e locais e afundamento por trilha de roda. Essa informação permite aos gestores que esses locais possam passar por serviços de manutenção posteriormente.

Com base no PCI encontrado para a seção analisada (26,07) sua condição é classificada como Pobre, o que reforça a necessidade de intervenção nesse trecho.

Para trabalhos futuros recomenda-se fazer uma análise técnica e econômica acerca da implementação do pavimento rígido no trecho estudado.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO CNT DO TRANSPORTE. Brasília: Confederação Nacional do Transporte, 2021.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2006. 504 p.

DE MACEDO, Helder Alexandre Medeiros et al. **Inventário do patrimônio imaterial de Carnaúba dos Dantas III: formas de expressão.** Mneme-Revista de Humanidades, v. 7, n. 18, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 005: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia.** Rio de Janeiro: Dnit, 2003. 12 p. e 061/2004 – TER – Pavimento Rígido – Defeitos – Terminologia.

Manual de conservação rodoviária. 2. Ed – Rio de Janeiro, 2005. 564p. (IPR. Publ., 710).

Manual de restauração de pavimentos asfálticos. 2. Ed – Rio de Janeiro, 2006. 310p. (IPR. Publ., 720).

Pesquisa CNT de Rodovias 2021. – Brasília: CNT: SEST SENAT, 2021. 231 p.: il. Color.; mapas, gráficos.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2007. 777 p.

SUCUPIRA, Marcos Lima Leandro. **Aplicação e adaptação da metodologia paver para pavimentos urbanos do Campus do Pici na cidade de Fortaleza.** 2006.

USACE (1982) **Technical Manual TM 5-623: Pavement Maintenance Management** – 1982. U.S. Army Corps of Engineers, Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, 171pág.

APÊNDICE A – RESULTADOS DAS UNIDADES DE AMOSTRA

REGISTRO DE IDENTIFICAÇÃO DOS RAMOS

Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE (1982)

REDE URBANA			DATA			Atualizações						Nº Total de Ramos
Código	Nome	Localização	Dia	Mês	Ano							
P0028	Bom Jesus	Carnaúba dos Dantas	21	04	2022							01

Código do Ramo					Nome do Ramo	Função do Ramo	Número de Seções	Área do Ramo (m²)
P	0	0	2	8	Bom Jesus	Pista	01	28.800

Observações: _____

ADAPTADO DE DA FORM 5149-R, 82

REGISTRO DE CONDIÇÃO DA SEÇÃO

Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE (1982)

Nome da Rede Urbana	Nome do Ramo	Data			Nº da Seção
	Bom Jesus	21	04	22	01

PCI da SEÇÃO 29,5		Condição do Pavimento POBRE	
Nº Total de Unidades de Amostra 14		Nº de UA Pesquisadas 14	
		Nº de UA Adicionais Pesquisadas 0	
Variação do PCI _____		Nº de UA Mínimo a serem pesquisadas 14	
TIPO DE PAVIMENTO	ÁRES DA SEÇÃO	Registro de Defeitos da Seção	
☒ ASF. ☐ CONC.	7,2 m x 4.000 m 28.800 m²	☐ Quantidade Extra	☐ Quantidade Atual

TIPO DE DEFEITO	Severidade	Quantidade	Densidade Seção	Valor Deduzido	Comentário
Trinca transversal (m)	Baixa	33,9	0,12	-	
Trinca longitudinal	Baixa	24,9	0,086	-	
Trinca por fadiga	Baixa	1,32	0,0046	4	
Afundamento localizado	Baixa	1,4	0,0049	4	
	Média	0,9	0,0031	4	
Afundamento por trilha de roda	Baixa	2,8	0,0097	2	
Buraco	Baixa	119	0,41	42	
Remendo	Baixa	289,6	1,0056	2	
Total					

ADAPTADO DE DA FORM 5149-R, 82

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01
DATA:	21/04/2022	UNIDADE DE AMOSTRA:	01
PESQ.:	Thalia Araújo	ÁREA DA AMOSTRA:	237m ²
Tipos de Defeitos Encontrados		Esboço	

01 – Panela 02 - Remendo					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo	01	02			
Quantidade e Severidade	17 un B	232,8m² B			
Severidade	B	17 un	232,8m²		
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		7,17	B	94	16
02		98,22	B	33	
					Condição:
					MUITO POBRE
q =	2	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		127	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		84	
OBSERVAÇÕES:					

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01
DATA:	21/04/2022	UNIDADE DE AMOSTRA:	09
PESQ.:	Thalia Araújo	ÁREA DA AMOSTRA:	237m²
Tipos de Defeitos Encontrados		Esboço	

01 – Trinca transversal 02 – Trinca longitudinal 03 - Panela 04 - Remendo					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo	01	02	03	04	
Quantidade e Severidade	0,60m B	1,20m B	11 un B	0,60m x 0,66m B	
	0,76m B			1,50m x 0,59m B	
	0,80m B			0,71m x 0,60m B	
				0,90m x 0,90m B	
				0,70m x 0,70m B	
				1,40m x 1,30m B	
				0,48m x 0,59m B	
				17m x 1,10m B	
Severidade	B	2,1m	1,20m	11 un	23,9m²
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		0,88	B	2	24
02		0,50	B	0	
03		4,64	B	85	
04		10,08	B	16	Condição:
					MUITO POBRE
q =	2	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		103	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		76	
OBSERVAÇÕES:					

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01
DATA:	21/04/2022	UNIDADE DE AMOSTRA:	17
PESQ.:	Thalia Araújo	ÁREA DA AMOSTRA:	237m²
Tipos de Defeitos Encontrados		Esboço	

01 – Trinca transversal 02 – Afundamento local 03 - Panela 04 - Remendo					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo	01	02	03	04	
Quantidade e Severidade	1,8m B	0,88m x 0,30m B	8 un B	0,30m x 0,31m B	
	1,7m B			0,20m x 0,29m B	
				0,15m x 0,40m B	
				0,16m x 0,39m B	
				0,20m x 0,39m B	
				0,13m x 0,15m B	
				0,50m x 0,60m B	
Severidade	B	3,5m	0,2m ²	8 un	0,70m ²
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		1,47	B	3	15
02		0,08	B	4	
03		3,37	B	78	
04		0,29	B	0	Condição:
					MUITO POBRE
q =	1	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		85	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		85	
OBSERVAÇÕES:					

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01
DATA:	21/04/2022	UNIDADE DE AMOSTRA:	25
PESQ.:	Thalia Araújo	ÁREA DA AMOSTRA:	237m ²
Tipos de Defeitos Encontrados		Esboço	

01 – Trinca transversal 02 – Trinca longitudinal 03 – Afundamento localizado 04 – Afundamento por trilha de roda					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo	01	02	03	04	
Quantidade e Severidade	1,05m B	1,57m B	0,90m x 1,00m M	0,3m x 2,00m B	
	1,15m B	0,97m B			
	0,75m B	1,72m B			
	0,58m B	1,34m B			
		0,4m B			
Severidade	B	3,5m	6m		0,60m ²
	M			0,9m ²	
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		1,47	B	3	86
02		2,53	B	6	
03		0,37	M	8	
04		0,25	B	2	Condição:
					MUITO BOM
q =	2	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		19	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		14	
OBSERVAÇÕES:					

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01
DATA:	21/04/2022	UNIDADE DE AMOSTRA:	33
PESQ.:	Thalia Araújo	ÁREA DA AMOSTRA:	237m ²
Tipos de Defeitos Encontrados		Esboço	

01 – Trinca transversal 02 – Trinca longitudinal 03 – Trinca por fadiga 04 - Panela 05 - Remendo						
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade						
Tipo	01	02	03	04	05	
Quantidade e Severidade	1,1m B	1,62m B	0,50m x 0,50m B		1,00m x 1,05m B	
	1,9m B	0,87m B			0,90m x 0,80m B	
		2,26m B			0,70m x 0,95m B	
					0,60m x 1,00m B	
					0,57m x 1,00m B	
					0,40m x 0,33m B	
Severidade	B	3m	4,8m	0,3m ²	5 un	3,7m ²
	M					
	A					
CÁLCULO DO PCI						
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)	
01		1,27	B	2	16	
02		2,02	B	4		
03		0,12	B	4		
04		2,11	B	70	Condição:	
05		1,56	B	4	MUITO POBRE	
q =	1	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)			84	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)			84	
OBSERVAÇÕES:						

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01
DATA:	21/04/2022	UNIDADE DE AMOSTRA:	41
PESQ.:	Thalia Araújo	ÁREA DA AMOSTRA:	237m ²
Tipos de Defeitos Encontrados		Esboço	

01 – Trinca transversal 02 – Trinca longitudinal 03 – Trinca por fadiga 04 – Afundamento localizado 05 – Afundamento por trilha de roda 06 - Panela						
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade						
Tipo	01	02	03	04	05	06
Quantidade e Severidade	1,35m B	1,34m B	0,40m x 0,60m B	0,30m x 1,50m B	5,0m x 0,43m B	9 un B
	0,7m B	0,66m B		0,30m x 1,00m B		
	0,45m B					
Severidade	B	2,5m	2,0m	0,2m ²	0,8m ²	2,2m ²
	M					
	A					
CÁLCULO DO PCI						
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)	
01		1,05	B	2	30	
02		0,84	B	2		
03		0,084	B	4		
04		0,33	B	4	Condição:	
05		0,92	B	7	POBRE	
06		3,8	B	82		
q =	2	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)			101	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)			70	
OBSERVAÇÕES:						

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01
DATA:	21/04/2022	UNIDADE DE AMOSTRA:	49
PESQ.:	Thalia Araújo	ÁREA DA AMOSTRA:	237m ²
Tipos de Defeitos Encontrados		Esboço	

01 – Trinca transversal 02 – Trinca longitudinal 03 - Panela 04 - Remendo					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo	01	02	03	04	
Quantidade e Severidade	1,5m B	2,15m B	5un B	2,0m x 1,5m B	
	0,8m B	0,85m B		0,70m x 0,80m B	
	0,75m B				
	1,95m B				
Severidade	B	5m	3m	5un	3,6m²
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		2,11	B	5	20
02		1,27	B	2	
03		2,11	B	70	
04		1,52	B	4	
					Condição:
					MUITO POBRE
q =	1	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		81	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		80	
OBSERVAÇÕES:					

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01
DATA:	21/04/2022	UNIDADE DE AMOSTRA:	57
PESQ.:	Thalia Araújo	ÁREA DA AMOSTRA:	237m²
Tipos de Defeitos Encontrados		Esboço	

01 – Trinca transversal					
02 – Trinca longitudinal					
03 - Panela					
04 - Remendo					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo	01	02	03	04	
Quantidade e Severidade	2,3m B	0,70m B	9un B	0,56m x 0,40m B	
	7,2m B			5,0m x 0,55m B	
				0,30m x 0,34m B	
				1,16m x 0,46m B	
				0,58m x 0,43m B	
Severidade	B	9,5m	0,70m	9un	3,9m²
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		4,00	B	9	33
02		0,30	B	0	
03		3,80	B	82	
04		1,64	B	4	
					Condição:
					POBRE
q =	2	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		95	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		67	
OBSERVAÇÕES:					

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01
DATA:	21/04/2022	UNIDADE DE AMOSTRA:	65
PESQ.:	Thalia Araújo	ÁREA DA AMOSTRA:	237m²
Tipos de Defeitos Encontrados		Esboço	

01 – Trinca por fadiga 02 - Panela 03 - Remendo					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo	01	02	03		
Quantidade e Severidade	0,30m x 0,40m B	12un B	0,30m x 0,40m B		
			0,40m x 0,50m B		
			0,65m x 0,70m B		
			1,00m x 1,50m B		
			1,45m x 1,38m B		
			2,00m x 1,50mB		
Severidade	B	0,12m ²	12un	7,3m ²	
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		0,05	B	4	25
02		5,06	B	88	
03		3,08	B	6	
					Condição:
					MUITO POBRE
q =	2	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		98	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		75	
OBSERVAÇÕES:					

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01
DATA:	21/04/2022	UNIDADE DE AMOSTRA:	73
PESQ.:	Thalia Araújo	ÁREA DA AMOSTRA:	237m ²

Tipos de Defeitos Encontrados			Esboço		
01 – Trinca transversal					
02 – Trinca longitudinal					
03 - Panela					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo	01	02	03		
Quantidade e Severidade	0,95m B	0,81m B	4un B		
	0,48m B	1,17m B			
	0,67m B	1,15m B			
		0,52m B			
Severidade	B	2,10m	3,7m	4un	
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		0,88	B	2	28
02		1,56	B	4	
03		1,69	B	66	
					Condição:
					POBRE
q =	1	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		72	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		72	
OBSERVAÇÕES:					

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01
DATA:	21/04/2022	UNIDADE DE AMOSTRA:	81

PESQ.:	Thalia Araújo		ÁREA DA AMOSTRA:	237m²	
Tipos de Defeitos Encontrados 01 – Trinca por fadiga 02 – Panela 03 - Remendo			Esboço		
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo	01	02	03		
Quantidade e Severidade	1,00m x 0,30m B	5un B	3,00m x 3,00m B		
			0,30m x 0,30m B		
			0,10m x 0,10m B		
			0,15m x 0,15m B		
Severidade	B	0,30m²	5un	9,1m²	
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		0,13	B	4	42
02		2,11	B	70	
03		3,84	B	8	
					Condição:
					RAZOÁVEL
q =	2	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		82	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		58	
OBSERVAÇÕES:					

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01

DATA:	21/04/2022		UNIDADE DE AMOSTRA:	89	
PESQ.:	Thalia Araújo		ÁREA DA AMOSTRA:	237m²	
Tipos de Defeitos Encontrados 01 – Trinca transversal 02 – Trinca longitudinal 03 – Panela 04 - Remendo			Esboço		
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo		01	02	03	04
Quantidade e Severidade		0,70m B	0,97m B	7un B	0,84m x 0,66m B
		2,00m B	2,50m B		3,00m x 0,36m B
					0,10m x 2,00m B
Severidade	B	2,7m	3,5m	7un	1,8m²
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		1,14	B	2	15
02		1,47	B	3	
03		2,95	B	78	
04		0,76	B	2	Condição:
					MUITO POBRE
q =	1	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		85	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		85	
OBSERVAÇÕES:					

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos			
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE			
RAMO:	P0028	SEÇÃO:	01

DATA:	21/04/2022		UNIDADE DE AMOSTRA:	97	
PESQ.:	Thalia Araújo		ÁREA DA AMOSTRA:	237m ²	
Tipos de Defeitos Encontrados 01 – Trinca por fadiga 02 – Panela 03 - Remendo			Esboço		
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo		01	02	03	
Quantidade e Severidade		1,10m x 0,37m B	12un B	0,37m x 0,50m B	
				0,37m x 0,43m B	
Severidade	B	0,4m ²	12un	0,3m ²	
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		0,17	B	4	8
02		5,06	B	88	
03		0,13	B	0	
					Condição:
					PÉSSIMO
q =	1	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		92	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		92	
OBSERVAÇÕES:					

Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos

Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE

RAMO:	P0028		SEÇÃO:	01	
DATA:	21/04/2022		UNIDADE DE AMOSTRA:	105	
PESQ.:	Thalia Araújo		ÁREA DA AMOSTRA:	237m²	
Tipos de Defeitos Encontrados 01 – Panela 02 - Remendo			Esboço		
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo		01	02		
Quantidade e Severidade		15un B	0,50m x 0,61m B		
			0,48m x 0,66m B		
			0,37m x 0,52m B		
			1,00m x 0,90m B		
			0,88m x 0,76m B		
			0,30m x 0,40m B		
			0,10m x 0,15m B		
			0,20m x 0,18m B		
Severidade	B	15un	2,5m²		
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		6,33	B	91	7
02		1,05	B	2	
					Condição:
					PÉSSIMO
q =	1	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)		93	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)		93	
OBSERVAÇÕES:					

ANEXO 1 - FÓRMULARIOS

FORMULÁRIOS ADAPTADOS DE USACE (1982) POR SUCUPIRA (2006), PARA INSPEÇÃO DE PAVIMENTOS.

REGISTRO DE IDENTIFICAÇÃO DOS RAMOS

Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE (1982)

REDE URBANA			DATA			Atualizações						N° Total de Ramos
Código	Nome	Localização	Dia	Mês	Ano							

Código do Ramo				Nome do Ramo		Função do Ramo	Número de Seções	Área do Ramo (m²)

Observações: _____

ADAPTADO DE DA FORM 5149-R, 82

REGISTRO DE CONDIÇÃO DA SEÇÃO

Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE (1982)

Nome da Rede Urbana	Nome do Ramo	Data			Nº da Seção

PCI da SEÇÃO		Condição do Pavimento			
Nº Total de Unidades de Amostra		Nº de UA Pesquisadas			
		Nº de UA Adicionais Pesquisadas			
Variação do PCI _____		Nº de UA Mínimo a serem pesquisadas			
TIPO DE PAVIMENTO		ÁRES DA SEÇÃO	Registro de Defeitos da Seção		
☐ ASF.	☐ CONC.		☐ Quantidade Extra	☐ Quantidade Atual	

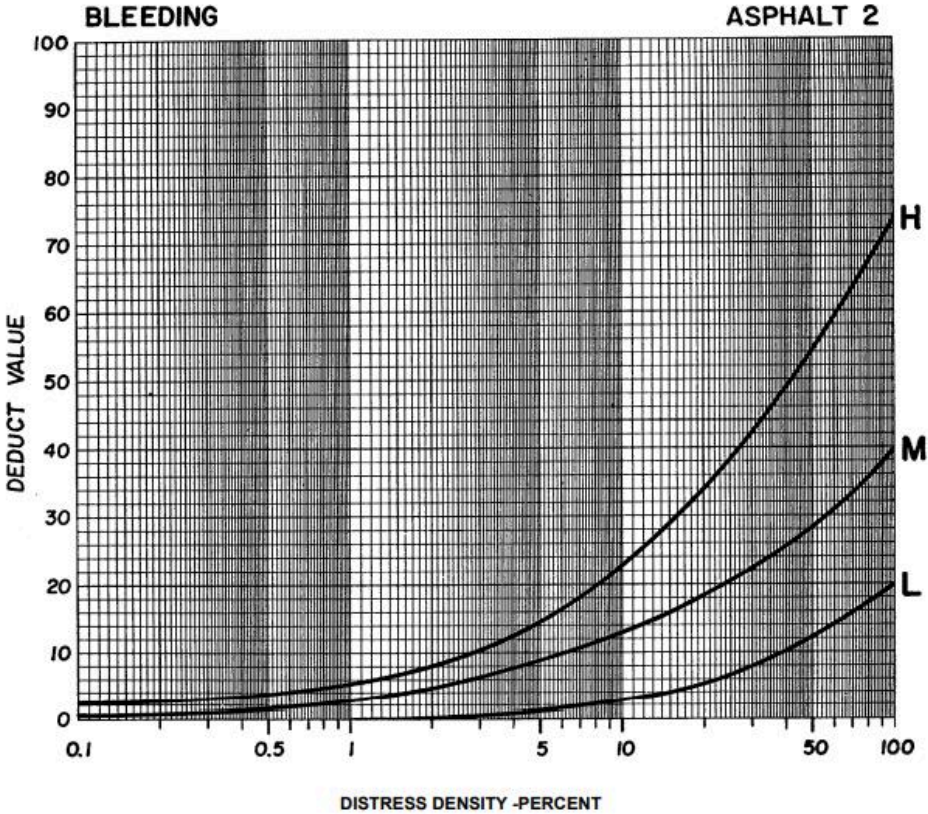
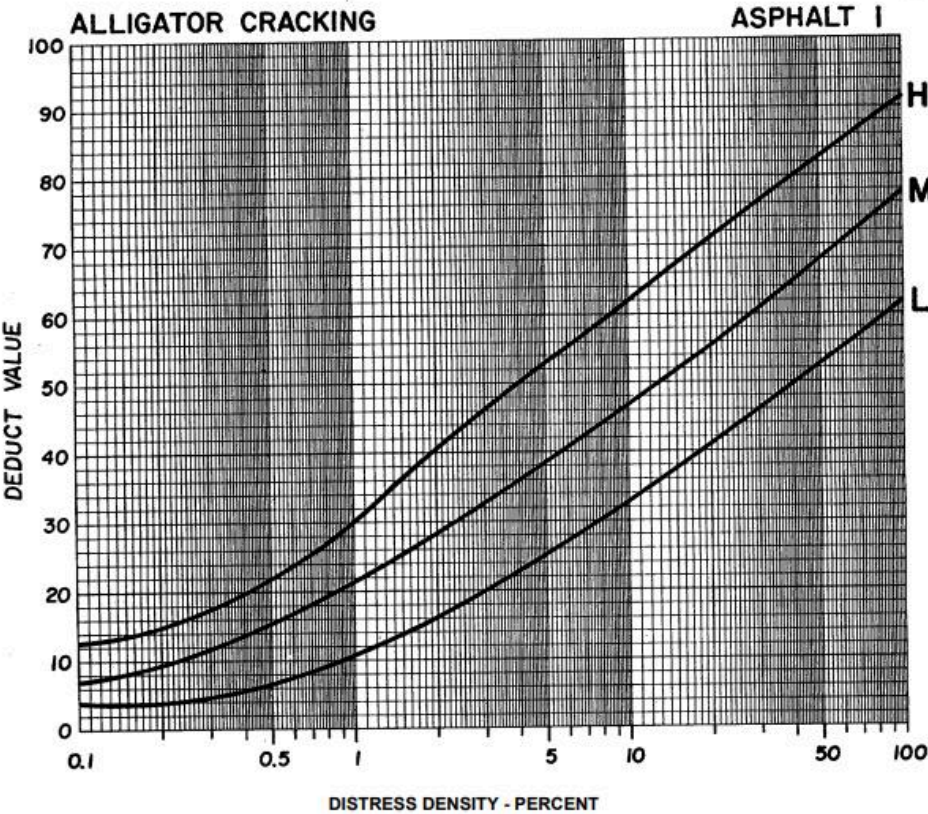
TIPO DE DEFEITO	Severidade	Quantidade	Densidade Seção	Valor Deduzido	Comentário
Trinca transversal (m)					
Trinca longitudinal					
Trinca por fadiga					
Afundamento localizado					
Afundamento por trilha de roda					
Buraco					
Remendo					
Total					

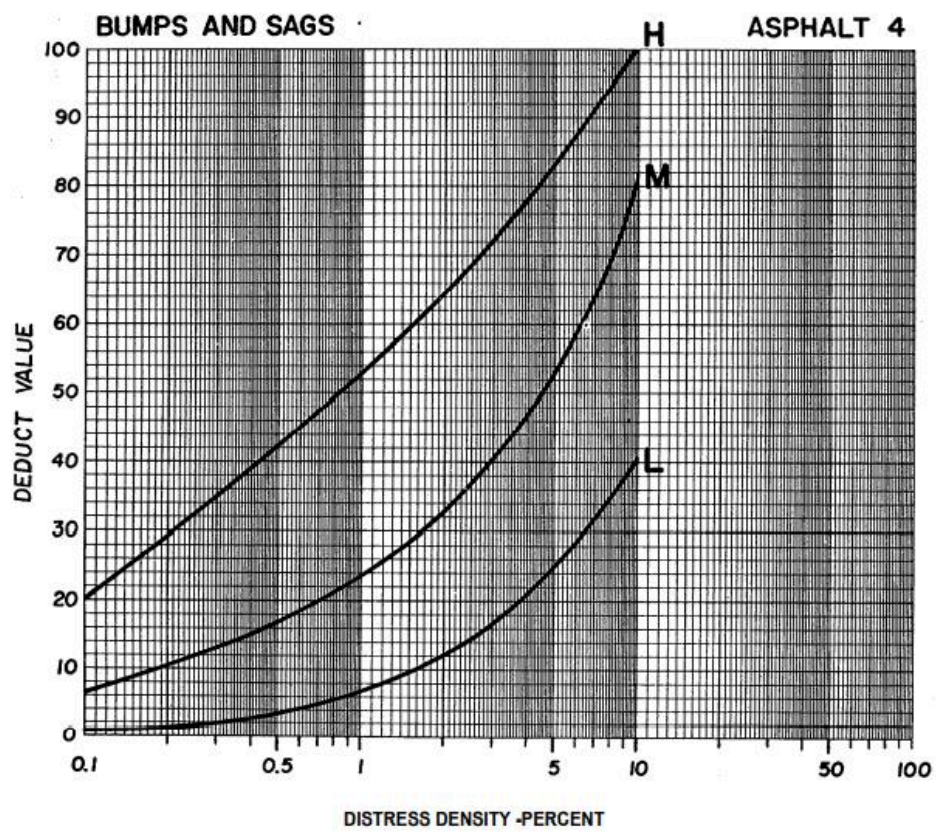
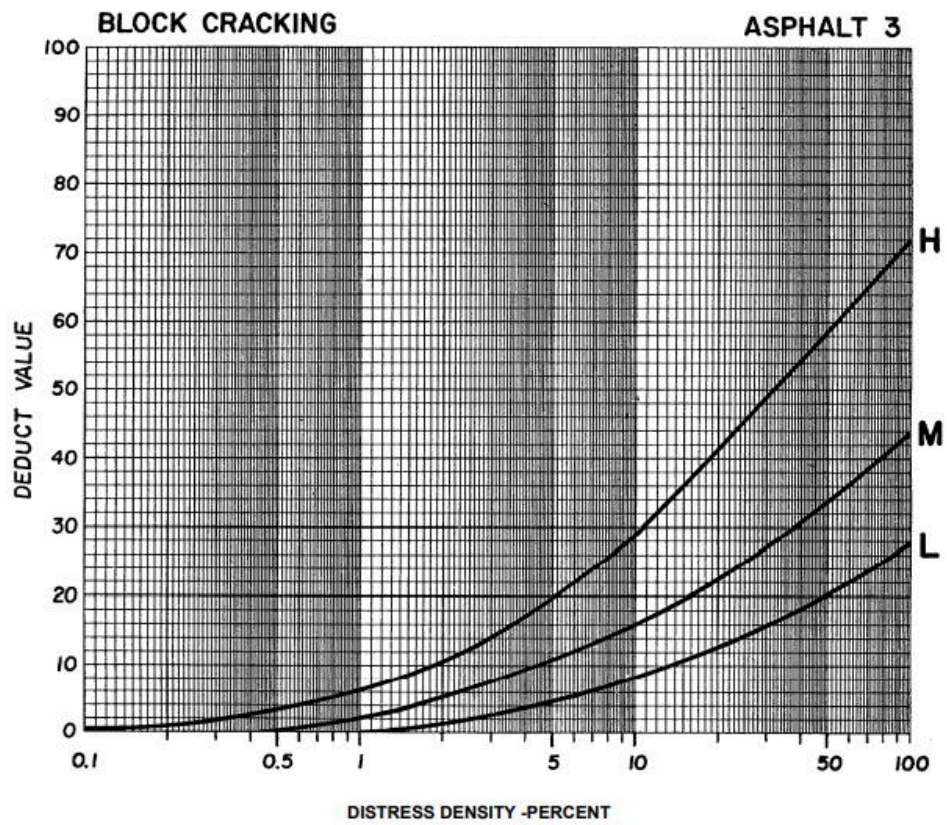
ADAPTADO DE DA FORM 5149-R, 82

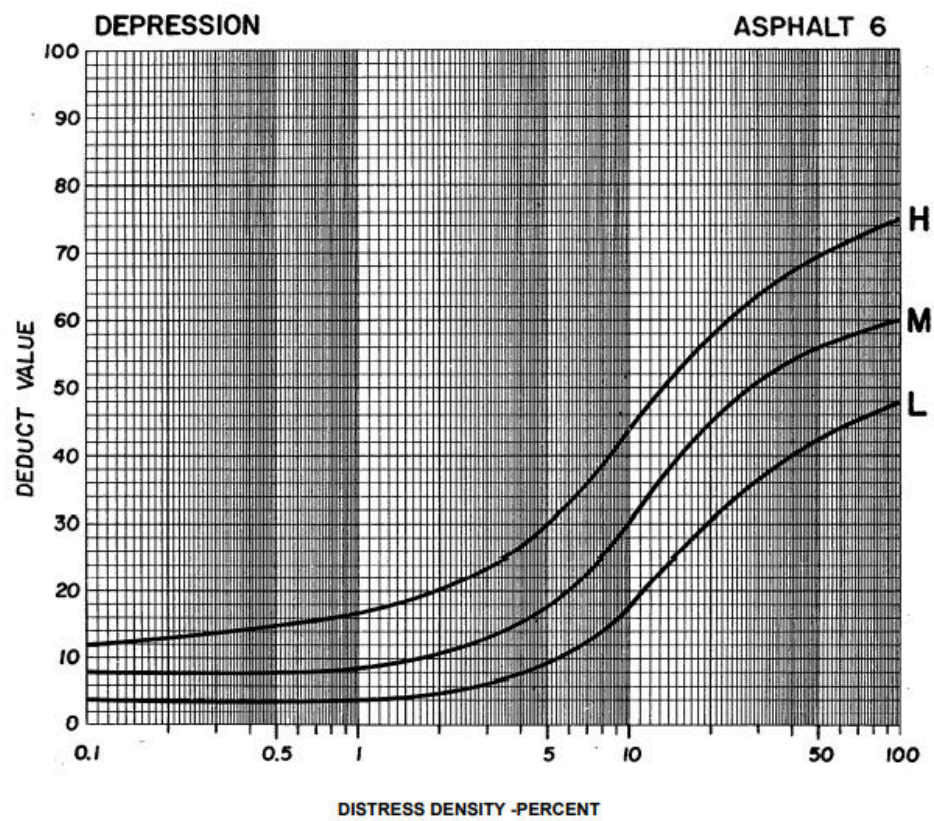
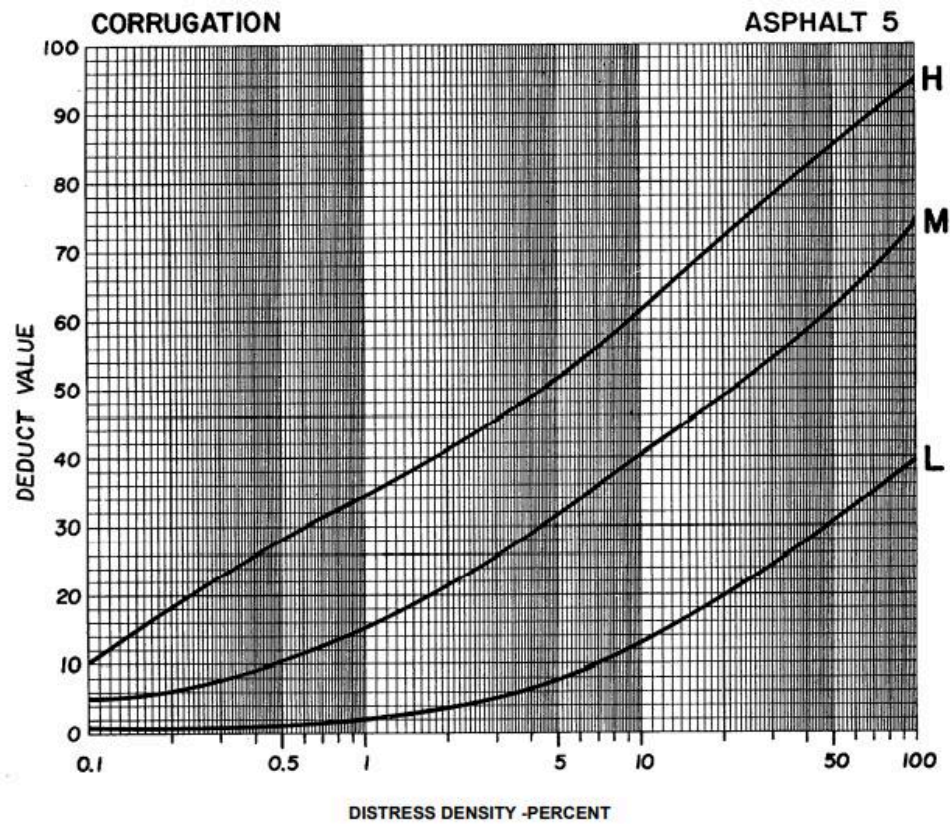
Fórmulario de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos					
Adaptação do Manual TM 5-623 do USACE					
RAMO:		SEÇÃO:			
DATA:		UNIDADE DE AMOSTRA:			
PESQ.:		ÁREA DA AMOSTRA:			
Tipos de Defeitos Encontrados			Esboço		
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo					
Quantidade e Severidade					
Severidade	B				
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
					Condição:
q =		VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT)			
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)			
OBSERVAÇÕES:					

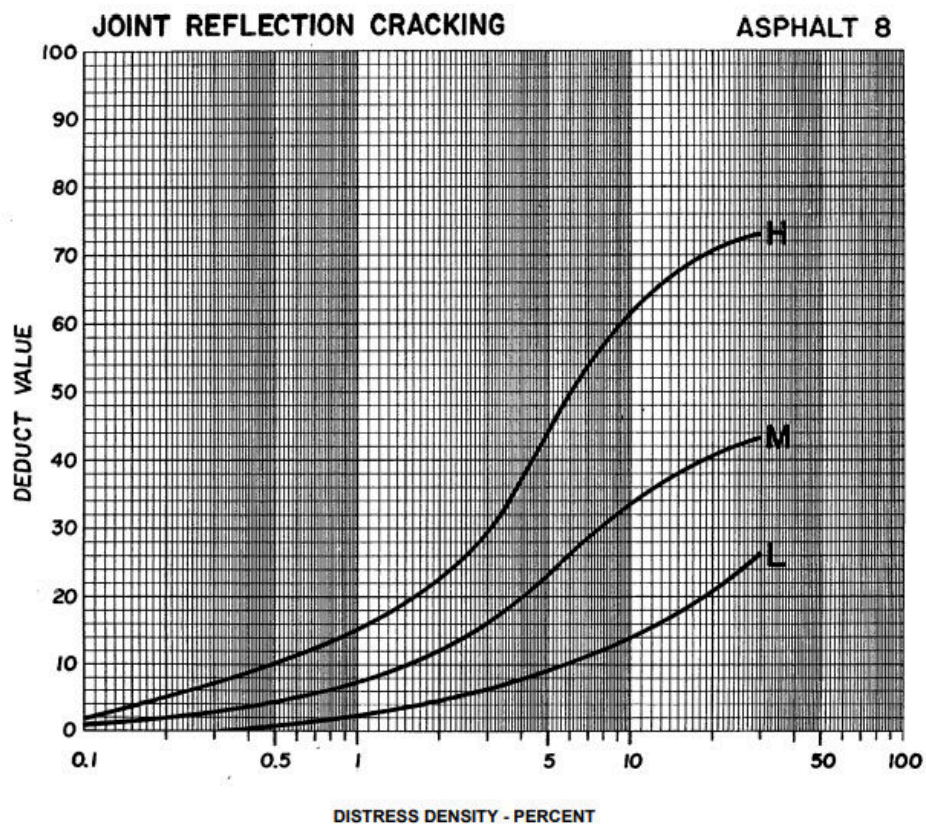
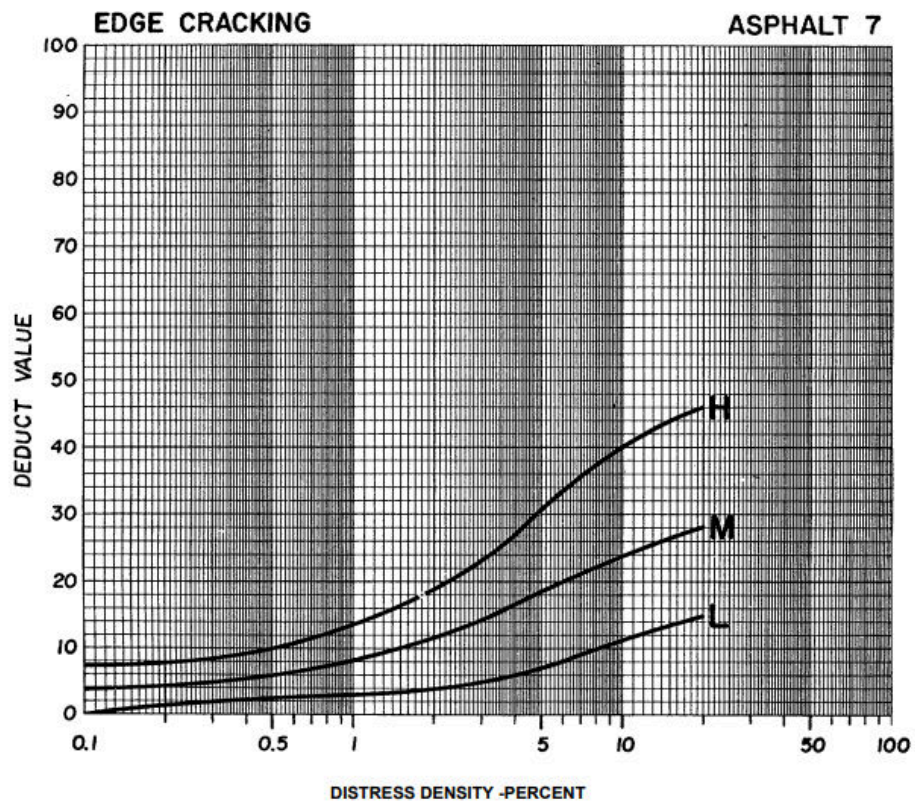
ANEXO 2 – ÁBACOS DE USACE (1982)

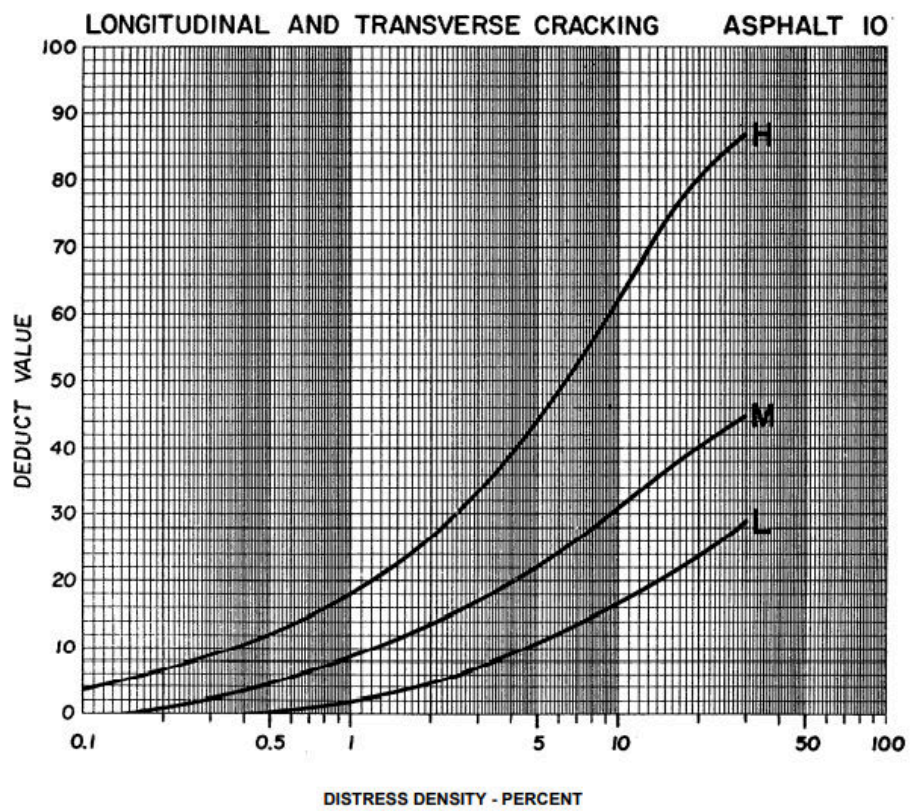
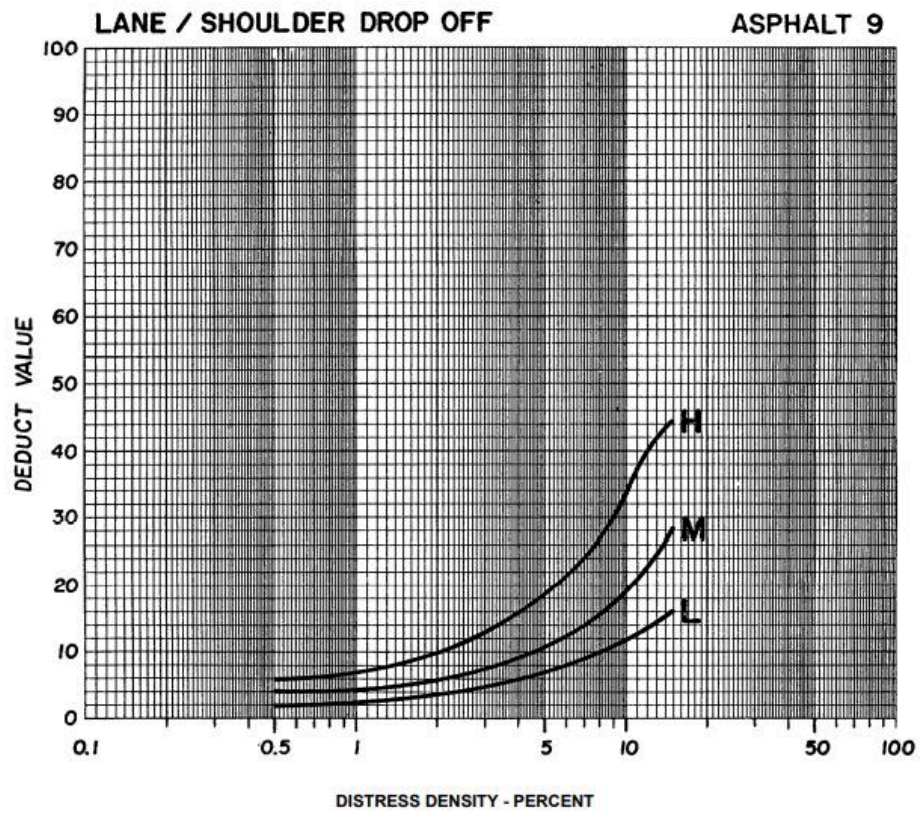
VALORES DEDUZIDOS PARA OS DEFEITOS NOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

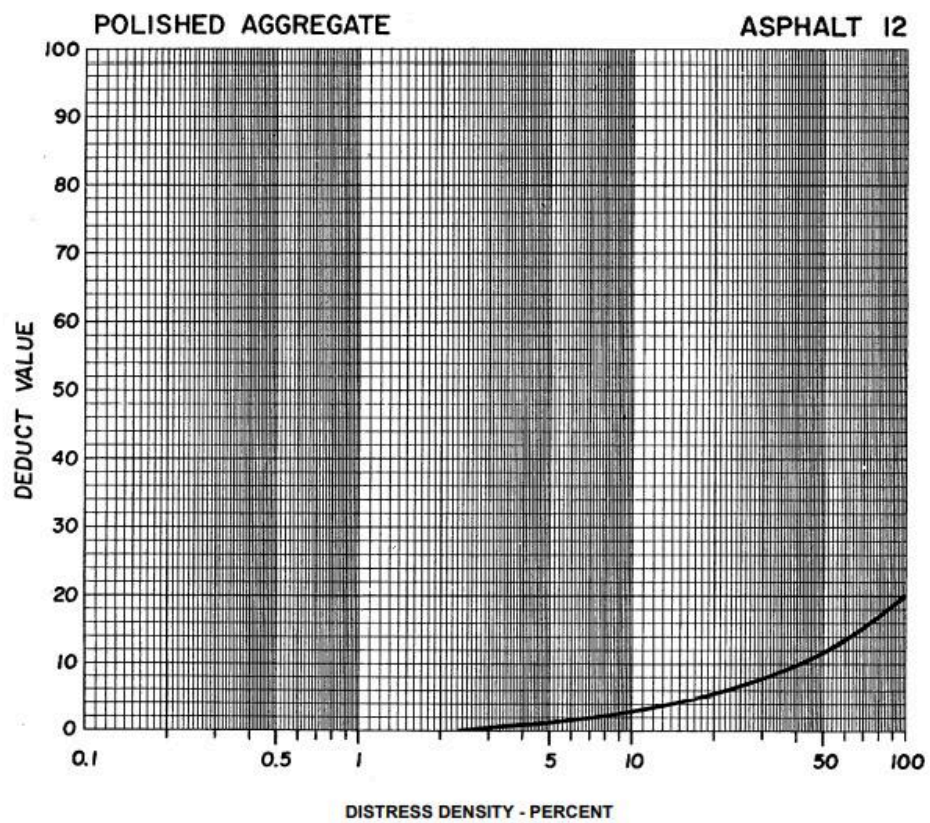
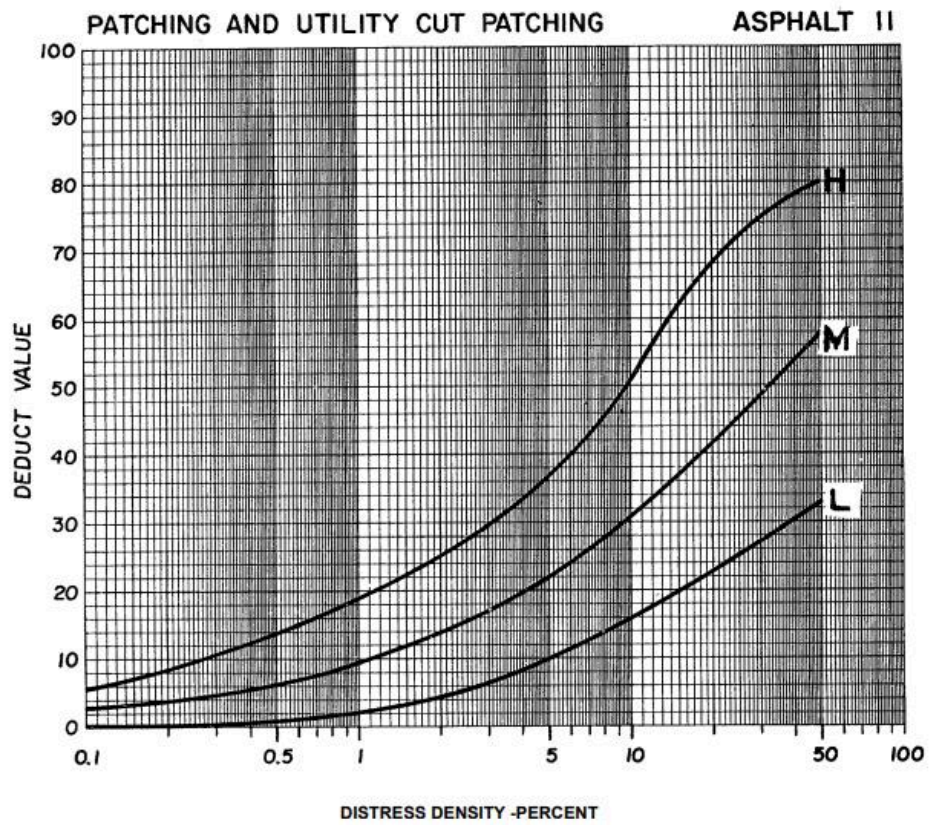


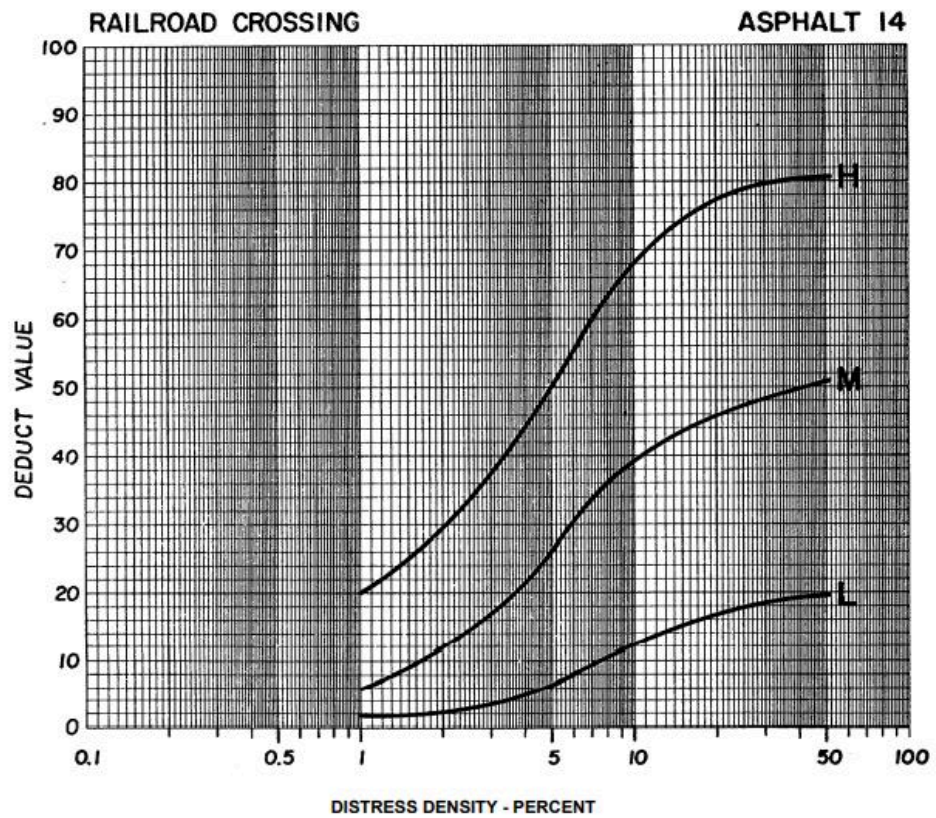
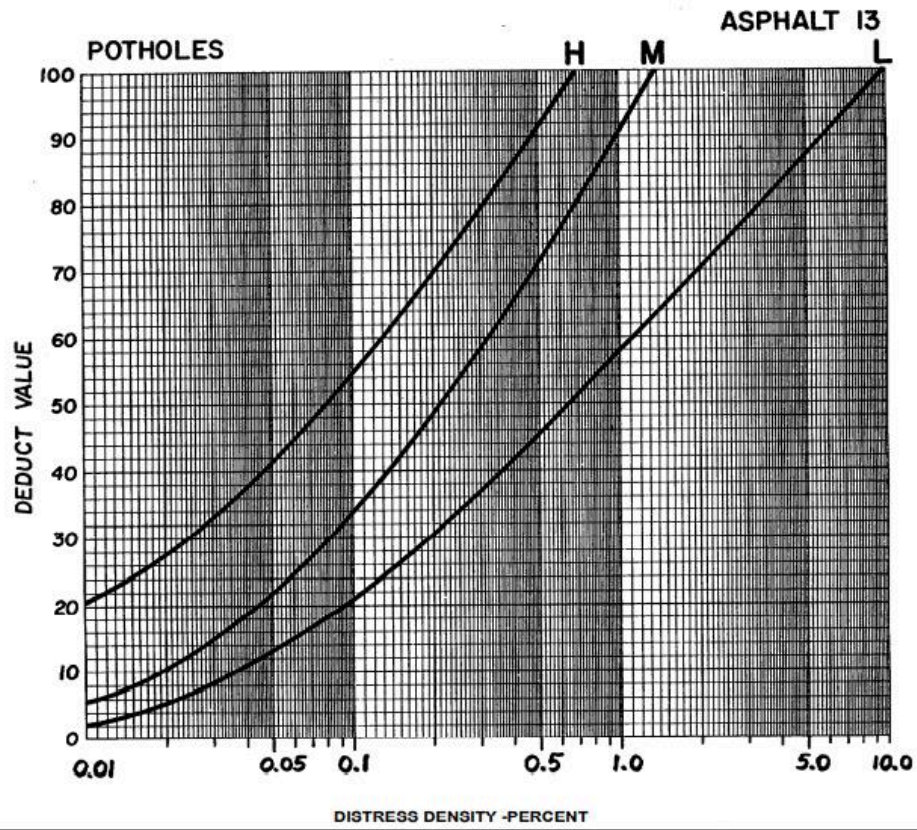


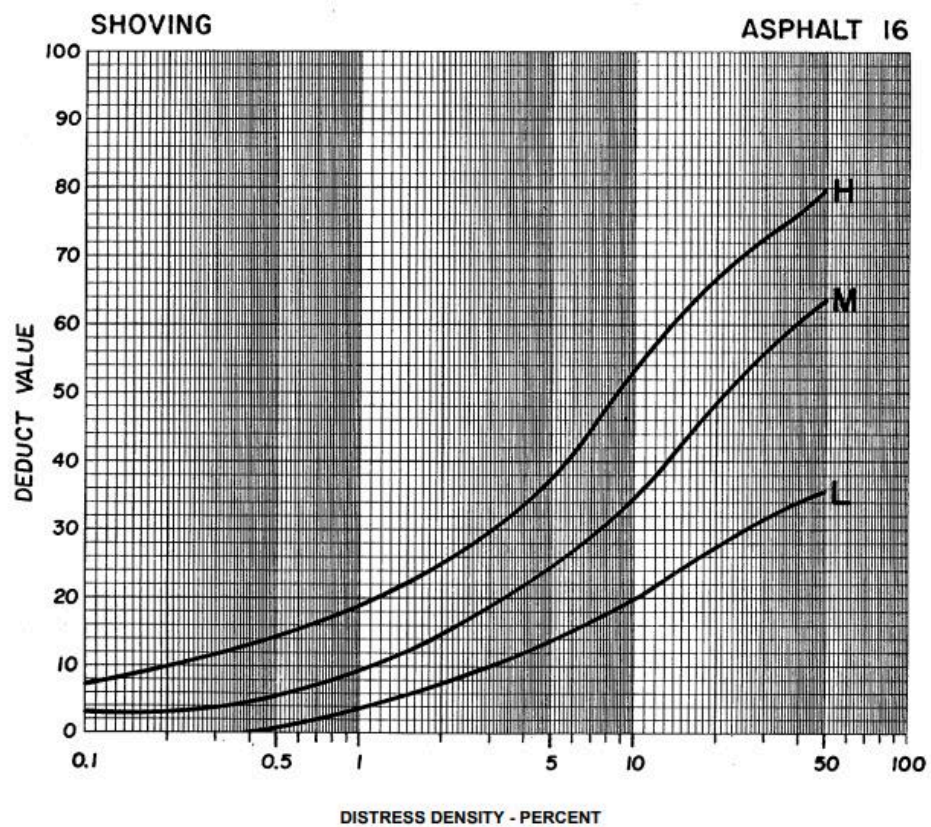
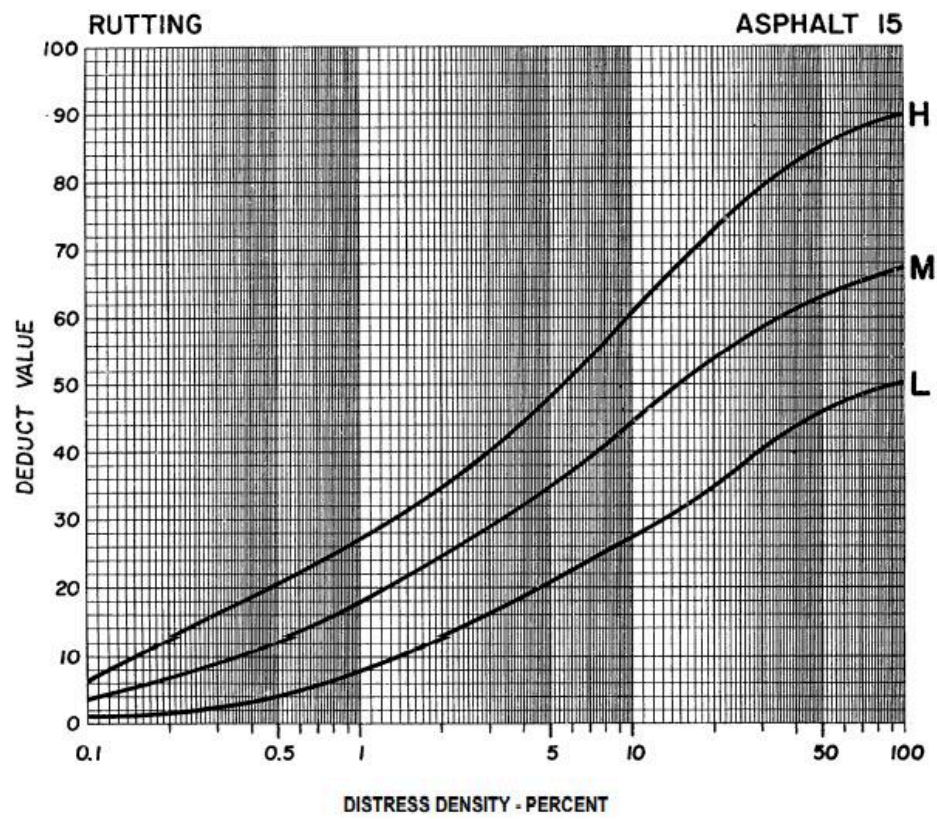


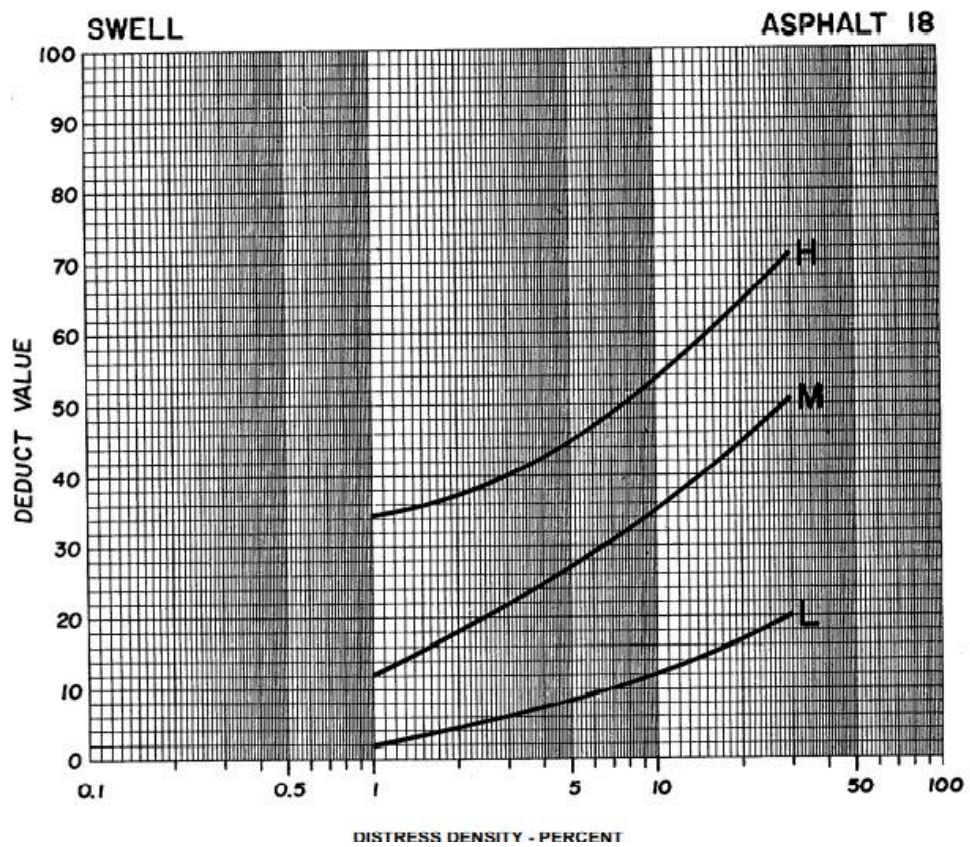
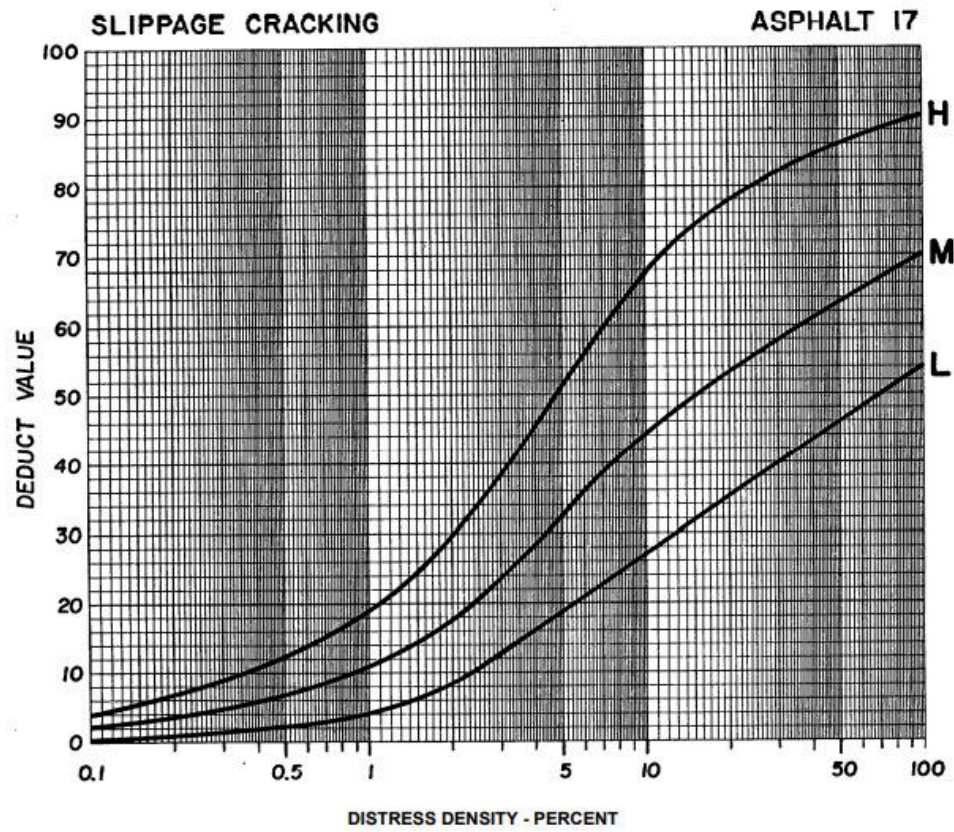


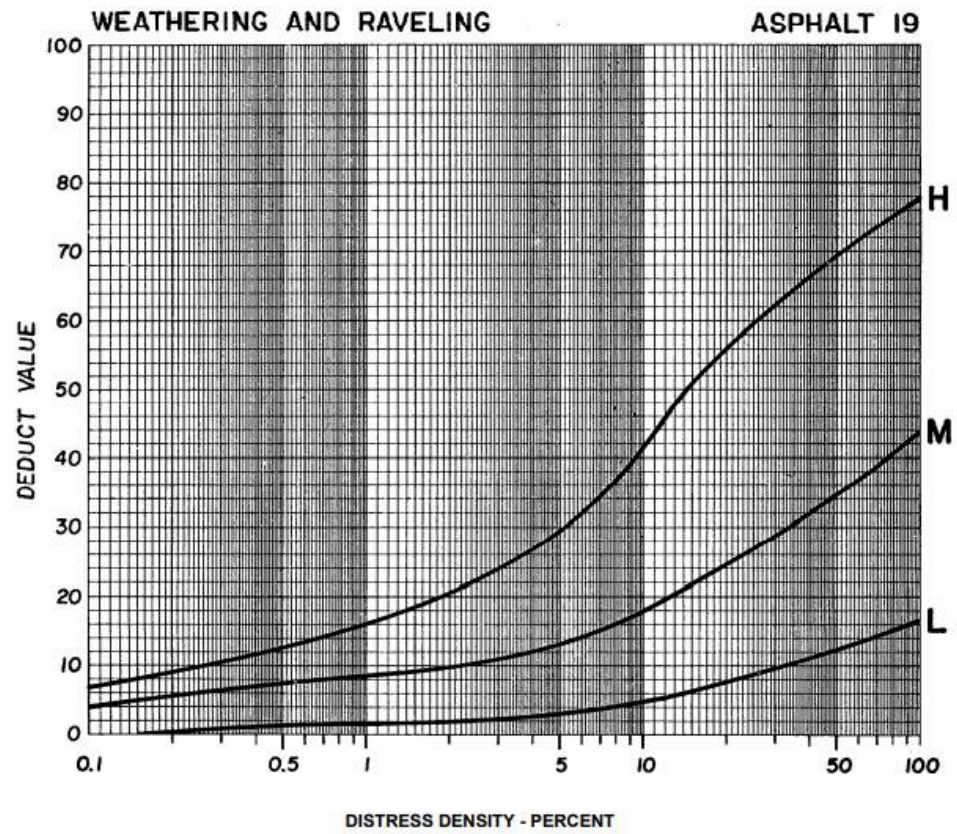












**VALORES DEDUZIDOS CORRIGIDOS (VDC) PARA OD DEFEITOS NOS
PAVIMENTOS ASSFÁLTICOS**

