

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

JHENIFER DE PAULA DA SILVA

APLICAÇÃO DO MÉTODO DO IGG – *ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL* – EM COMPARAÇÃO COM O MÉTODO DO PCI – *PAVEMENT CONDITION INDEX* – PARA DETERMINAÇÃO DE SERVIÇOS DE RESTAURAÇÃO E MANUTENÇÃO EM UM TRECHO DA AVENIDA TUPI DE PATO BRANCO-PR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JHENIFER DE PAULA DA SILVA

APLICAÇÃO DO MÉTODO DO IGG – *ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL* – EM COMPARAÇÃO COM O MÉTODO DO PCI – *PAVEMENT CONDITION INDEX* – PARA DETERMINAÇÃO DE SERVIÇOS DE RESTAURAÇÃO E MANUTENÇÃO EM UM TRECHO DA AVENIDA TUPI DE PATO BRANCO-PR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

JHENIFER DE PAULA DA SILVA

APLICAÇÃO DO MÉTODO DO IGG – *ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL* – EM COMPARAÇÃO COM O MÉTODO DO PCI – *PAVEMENT CONDITION INDEX* – PARA DETERMINAÇÃO DE SERVIÇOS DE RESTAURAÇÃO E MANUTENÇÃO EM UM TRECHO DA AVENIDA TUPI DE PATO BRANCO-PR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil do Curso de Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Pato Branco.

Orientador: Prof. MSc. Jairo Trombetta

PATO BRANCO

2018

Espaço destinado a elaboração da ficha catalográfica sob responsabilidade exclusiva do Departamento de Biblioteca da UTFPR.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco

Coordenação de Engenharia Civil
Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO DO MÉTODO DO IGG – *ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL* – EM COMPARAÇÃO COM O MÉTODO DO PCI – *PAVEMENT CONDITION INDEX* – PARA DETERMINAÇÃO DE SERVIÇOS DE RESTAURAÇÃO E MANUTENÇÃO EM UM TRECHO DA AVENIDA TUPI DE PATO BRANCO-PR

JHENIFER DE PAULA DA SILVA

No dia 26 de junho de 2018, às 10h00min, na SALA J002 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após arguição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº33- TCC/2018.

Orientador: PROF. MSC. JAIRO TROMBETTA (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Msc. DANILO RINALDI BISCONSINI (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Dr. NEY LIZANDRO TABALIPA (DACOC/UTFPR-PB)

Dedico este trabalho a memória de minha
avó Carolina da Silva e ao meu pai Ivanir
da Silva.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado a oportunidade de estar aqui e sempre ser o meu sustento.

Ao meu pai e minha madrastra Jussara Guandalin que sempre estiveram ao meu lado. Pai o senhor é o meu exemplo, sua força e sua dedicação me incentivaram e me deram suporte nessa trajetória. A minha mãe que mesmo longe se fazia presente com seus conselhos.

Aos meus amigos Ana Paula Piaia e Paulo Dalabrida que foram minha família durante a graduação.

A colega Mauê Berbel que repassou o seu trabalho para a análise. Ao João Pedro Ferreira por dispor do seu tempo para me auxiliar nas medições em campo

Ao professor Jairo Trombeta por me orientar, me ensinar e se dedicar a este trabalho. Também a todo o corpo docente da Coordenação de Engenharia Civil e aos demais funcionários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- *Campus* Pato Branco, que direto ou indiretamente colaboraram para a minha formação.

“O segredo não está na pavimentação do caminho, mas onde você vai chegar
se continuar nele.”
(Roberto Matheus da Costa)

RESUMO

SILVA, JHENIFER DE PAULA DA. **Aplicação do Método do IGG – Índice de Gravidade Global – em comparação com o Método do PCI – Pavement Condition Index – para determinação de serviços de restauração e manutenção em um trecho da Avenida Tupi de Pato Branco-PR.** 2018. 84p. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

A avaliação da condição do pavimento estabelece alguns métodos possíveis de aplicação dentre eles o IGG- Índice de Gravidade Global- e o PCI- *Pavement Condition Index*- buscando a comparação entre os dois, o presente trabalho ponderara sobre o Método do IGG, aplicado em uma extensão da Avenida Tupi em Pato Branco. Dividindo o trecho em seções, foi feito o levantamento dos defeitos conforme indicado pelo método escolhido. Tendo esses dados foi possível chegar ao valor do IGG e assim, confrontado esse resultado com o valor encontrado por outro método, o Método do PCI- *Pavement Condition Index*, aplicado na mesma extensão da avenida já citada. Os dois métodos apontaram para a mesma condição do pavimento, apesar de suas particularidades, os mesmos indicaram que o pavimento se encontra em uma boa condição. Por mais que a classificação tenha sido satisfatória, foi encontrado defeitos significativos e esses precisam de reparos, por isso o trabalho também indica os tipos de manutenções que podem ser aplicados.

Palavras-chave: Pavimentação. Defeitos. Método do IGG. Método do PCI

ABSTRACT

SILVA, JHENIFER DE PAULA DA. **Application of IGG method – *Global Gravity Index* – in comparison with the Method of PCI – *PAVEMENT CONDITION INDEX* – for determination of restoration and maintenance services on stretch at TUPI in PATO BRANCO-PR.** 2018. 84p. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – Federal Technology University - Paraná. Pato Branco, 2018.

The evaluation of the condition of the pavement establishes some possible methods of application among them the IGG- Global Severity Index- and the PCI- Pavement Condition Index- seeking the comparison between the two the present work would ponder the IGG Method, applied in an extension of Tupi Avenue in Pato Branco. Dividing the section into sections, the defects were surveyed as indicated by the chosen method. With these data, it was possible to reach the value of the IGG and thus, compared to this result with the value found by another method, the PCI- Pavement Condition Index Method, applied to the same extension of the aforementioned avenue. Both methods pointed to the same condition of the pavement, despite their particularities, indicated that the pavement is in a good condition. Although the floor is in good condition, it has been found defects, and these need repairs, so the work also indicates the types of maintenance that can be applied.

Keywords: Paving. Sizing. IGG method. PCI Method

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – A estrutura do pavimento flexível	17
Figura 2 – Trecho analisado.....	28
Figura 3 – Etapas do trabalho	29
Figura 4 Pistas escolhidas.....	30
Figura 5- Defeito na seção 1	32
Figura 6- Defeitos na seção 2.	33
Figura 7- Defeitos na seção 4	33
Figura 8- Defeito na seção 10	34
Figura 9- Defeito na seção 10.	34
Figura 10- Defeito na seção 13.	35
Figura 11- Defeito na seção 14.	35
Figura 12- Defeito na seção 15.	35
Figura 13- Defeito na seção 16.	36
Figura 14- Defeitos na seção 17.	36
Figura 15- Defeito na seção 18.	37
Figura 16- Defeito na seção 19.	37
Figura 17- Defeito na seção 22	38
Figura 18- Defeito na seção 23.	38
Figura 19- defeito na seção 26.....	39
Figura 20- Defeitos na seção 36.	39
Figura 21- Defeito na seção 48.	40
Figura 22- Defeito na seção 60.	40
Figura 23- Defeitos na seção 61.	41
Figura 24- Defeitos na seção 63	42
Figura 25- Defeito na seção 64	42
Figura 26- Defeito na seção 81	43
Figura 27- Defeito na seção 82.	44
Figura 28- Defeito na seção 83	44
Figura 29- Defeito na seção 84.	45
Figura 30- Defeitos na seção 87.	46
Figura 31- Defeito na seção 88	46
Figura 32- Defeito na seção 92.	47
Figura 33- Defeitos na seção 93.	47
Figura 34- Defeitos na seção 4.	48
Figura 35- Defeito na seção 6.	49
Figura 36- Defeitos na seção 7.	49
Figura 37- Defeitos na seção 8	50
Figura 38- Defeito na seção 10	51

Figura 39- Defeito na seção 19.	51
Figura 40- Defeitos na seção 27.	52
Figura 41- Defeitos na seção 33.	53
Figura 42- Defeitos na seção 47.	53
Figura 43- Defeitos na seção 50.	54
Figura 44- Defeitos na seção 52.	54
Figura 45- Defeitos na seção 58.	55
Figura 46- Defeitos na seção 66.	56
Figura 47- Defeito na seção 68	57
Figura 48- Defeito na seção 69	58
Figura 49- Defeitos na seção 82.	59
Figura 50- Defeito na seção 85	59
Figura 51- Gráfico de Ocorrência- Faixa 1.	60
Figura 52- Gráfico de Ocorrência- Faixa 2.	60
Figura 53- Valor do PCI para cada seção estudada.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Terminologia das bases	19
Tabela 2 Terminologia dos revestimentos.....	19
Tabela 4 – Valor do Fator de Ponderação	31
Tabela 5- Cálculo do IGG Faixa 1	61
Tabela 6- Cálculo do IGG Faixa 2	62
Tabela 7- Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – “The fever chart”, de W.C Hindermann.....	25
Quadro 2- Intervenções na via	64
Quadro 3- Intervenções na via	64

LISTA DE ACRÔNIMOS

DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte
IGG	Índice de Gravidade Global
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PCI	<i>Pavement Condition Index</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 PAVIMENTO	16
2.1.1 Camadas do Pavimento Flexível	16
2.1.2 Subleito.....	17
2.1.3 Reforço do Subleito	18
2.1.4 Sub-base	18
2.1.5 Base.....	18
2.1.6 Revestimento.....	18
2.1.7 Classificação dos Pavimentos Flexíveis	19
2.2 PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS	20
2.2.1 Fissura ou Fenda.....	20
2.2.2 Trinca.....	20
2.2.2.1 Trinca Isolada.....	20
2.2.2.2 Trinca Interligada.....	21
2.2.3 Afundamento.....	21
2.2.4 Ondulação ou Corrugação	22
2.2.5 Escorregamento.....	22
2.2.6 Exsudação	22
2.2.7 Desgaste.....	22
2.2.8 Panela ou Buraco	23
2.2.9 Remendo	23
2.3 CONSERVAÇÃO E GERÊNCIA	23
2.3.1 Serviços de Conservação	24
2.3.2 Árvore de Decisão	25
2.4 AVALIAÇÃO DO PAVIMENTO.....	26
2.4.1 Método do IGG- Índice de Gravidade Global.....	26
2.4.2 Método do PCI- Pavement Condition Index.....	26
3 METODOLOGIA.....	27
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	27
3.2 LOCAL DE ESTUDO.....	28
3.2.1 Etapas do Trabalho.....	28
3.2.2 Aplicação do Método do IGG.....	29
3.2.3 Aplicação do Método do PCI.....	31

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1 LEVANTAMENTO DOS DEFEITOS PELO MÉTODO DO IGG	32
4.1.1 Seção 1	32
4.1.2 Seção 2	32
4.1.3 Seção 4	33
4.1.4 Seção 10	33
4.1.5 Seção 13	34
4.1.6 Seção 14	35
4.1.7 Seção 15	35
4.1.8 Seção 16	36
4.1.9 Seção 17	36
4.1.10 Seção 18	36
4.1.11 Seção 19	37
4.1.12 Seção 22	37
4.1.13 Seção 23	38
4.1.14 Seção 26	38
4.1.15 Seção 36	39
4.1.16 Seção 48	39
4.1.17 Seção 60	40
4.1.18 Seção 61	41
4.1.19 Seção 63	41
4.1.20 Seção 64	42
4.1.21 Seção 81	43
4.1.22 Seção 82	43
4.1.23 Seção 83	44
4.1.24 Seção 84	45
4.1.25 Seção 87	45
4.1.26 Seção 88	46
4.1.27 Seção 92	47
4.1.28 Seção 93	47
4.1.29 Seção 4- Faixa 2	48
4.1.30 Seção 6- Faixa 2	48
4.1.31 Seção 7- Faixa 2	49
4.1.32 Seção 8- Faixa 2	50
4.1.33 Seção 10- Faixa 2	50
4.1.34 Seção 19- Faixa 2	51
4.1.35 Seção 27- Faixa 2	52
4.1.36 Seção 33- Faixa 2	52
4.1.37 Seção 47- Faixa 2	53
4.1.38 Seção 50- Faixa 2	54
4.1.39 Seção 52- Faixa 2	54

4.1.40 Seção 58- Faixa 2.....	55
4.1.41 Seção 66- Faixa 2.....	55
4.1.42 Seção 68- Faixa 2.....	56
4.1.43 Seção 69- Faixa 2.....	57
4.1.44 Seção 82- Faixa 2.....	58
4.1.45 Seção 85- Faixa 2.....	59
4.2 ANÁLISE DOS DEFEITOS E DAS CONDIÇÕES DO PAVIMENTO.....	60
4.3 MANUTENÇÃO DA VIA.....	63
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
REFERÊNCIAS.....	66
ANEXO A – QUADRO RESUMO DOS DEFEITOS – CODIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO.....	67
ANEXO B – MODELO DE INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO.....	68
ANEXO C– ÁRVORES DE DECISÃO.....	69
APÊNDICE A- INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE FAIXA 1.....	72
APÊNDICE B- INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE FAIXA 2.....	76
APÊNDICE C- LOCALIZAÇÃO DAS SEÇÕES.....	80

1 INTRODUÇÃO

Nas mais remotas civilizações, uma das atividades essenciais era a construção de vias de transporte, estas eram de cunho econômico, de integração e ainda de importância militar. Os egípcios foram os primeiros a construir drenos laterais e ainda que primariamente, executar uma pavimentação nos caminhos abertos. No entanto os romanos que aprimoraram as técnicas de pavimentação, isso para a expansão do seu território. Mas somente em 1770, Pier-Maria Jerolame Trésaguet, engenheiro francês, modernizou os métodos e técnicas de pavimentação, salientando a importância de uma fundação e em seguida as camadas superiores. No Brasil a primeira via foi pavimentada em 1922, utilizando concreto de cimento Portland em um trecho de 8 quilômetros (BALBO, 2007).

Hoje no Brasil o principal meio de escoamento, das produções agrícolas, têxtil, frutíferas entre outras, é através das rodovias. O deslocamento pessoal entre cidades e estados, também é feito quase que em sua totalidade pelas rodovias. Sendo assim a malha viária deve ser planejada com qualidade para suportar toda essa demanda.

Quando a via não oferece condições de qualidade e segurança, essa passa a se deteriorar, elevando o custo dos transportes citados acima.

Assim fica evidente que além de um bom dimensionamento da via, é necessário manter um serviço de conservação e recuperação frequente.

Posto isto, este trabalho desenvolveu a análise da deterioração de um trecho asfáltico delimitado, na avenida Tupi, em Pato Branco no Paraná. Em seguida confluiu o método de avaliação empregado no presente trabalho com outro método já utilizado no mesmo segmento da via, com o propósito de analisar a eficiência dos dois métodos e indicar uma intervenção eficiente para o melhoramento da via.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O trabalho tem, portanto, o objetivo de realizar o levantamento dos defeitos do pavimento asfáltico, aplicando o método do IGG (*Índice de Gravidade Global*) para avaliar a condição do mesmo.

1.1.2 Objetivos Específicos

Sendo assim, o trabalho delineou os seguintes objetivos específicos:

- Classificar a condição da via, identificando os defeitos através do método do IGG;
- Comparar os dois métodos de análise, IGG e PCI;

1.2 JUSTIFICATIVA

Para manter a economia do país em funcionamento, as condições de rodagem da infraestrutura viária, compreendida desde as grandes rodovias até as ruas vicinais, são de grande valia.

Ainda que o dimensionamento e a execução dos pavimentos, transcorram da melhor forma e qualidade possíveis, existem fatores externos, como o clima, aumento da frota de veículos e o mais recorrente que é sobrepeso das cargas, que acarretam na deterioração do pavimento (BALBO, 2007).

Com o fim de manter um planejamento de recuperação das vias, devem ser qualificados e quantificados os defeitos identificados, para que possa ser executada a melhor restauração dessas vias, fornecendo então, conforto e segurança para os seus usuários.

O segmento asfáltico estudado foi escolhido porquê em 2010 a administração da cidade de Pato Branco executou um programa de recuperação e ampliação dessa via, a mesma em um curto intervalo de tempo apresentou defeitos

consideráveis para o conforto dos usuários. Classificar a condição da via analisada e apresentar soluções para esses defeitos, objetivam a relevância e a originalidade deste estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PAVIMENTO

Compreende-se que pavimento é a estrutura estabelecida sobre uma fundação (subleito), e composta por múltiplas camadas, que atuam em conjunto para resistir aos esforços do tráfego de veículos e do clima (SILVA, 2008).

Sendo assim o pavimento recebe e distribui as tensões, aliviando as pressões sobre as camadas adjacentes. Esse conjunto deve trabalhar de forma compatível para que não ocorram fissuras ou danos dos materiais (BALBO, 2007).

Segundo o DNIT (2003), essas múltiplas camadas são constituídas por diferentes tipos de materiais, apresentando também diferentes resistências e deformabilidades, essas heterogeneidades resultam em um elevado teor de complexidade no que se diz respeito ao cálculo de tensões.

Balbo (2007), afirma que a função das camadas do pavimento, é possibilitar aos usuários das vias, uma adequada condição de rodagem independente do clima.

Baptista (1978), classifica os pavimentos em Flexível e Rígido. O pavimento é classificado como rígido quando este tem como ligante o cimento, sendo pouco deformáveis eles rompem por tração na flexão. Enquanto isso todo o revestimento que tem em sua constituição, ligantes betuminosos é classificado como Pavimento Flexível (BAPTISTA, 1978).

2.1.1 Camadas do Pavimento Flexível

A estrutura do pavimento não é infundável, ela é constituída por camadas de materiais distintos, que são compactados a partir da primeira camada. Essa estrutura é desenvolvida para suportar e transmitir os esforços de forma a amenizar pressões sobre as camadas subjacentes (BALBO, 2007).

As camadas da estrutura do pavimento, podem ser observadas na Figura 1.

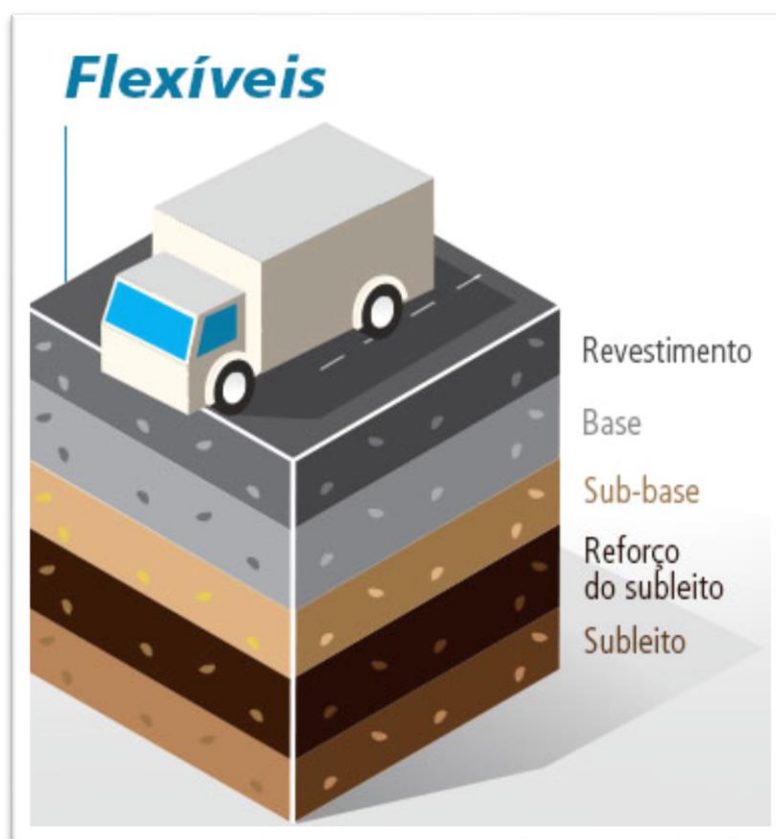


Figura 1 – A estrutura do pavimento flexível
Fonte: Mapa da Obra (2016).

2.1.2 Subleito

O Manual de Pavimentação (1996) descreve o subleito como sendo a fundação do pavimento, que tem por finalidade absorver os esforços verticais.

Quando é feita a sondagem nessa camada, se faz até três metros de profundidade, porém é considerado a fundação efetiva de um a um metro e meio (SENÇO, 2007).

No caso de a pavimentação ser em uma terraplenagem recente, o subleito já apresenta as características geométricas definitivas. O contrário então acontece quando a pavimentação é em uma estrada de terra já existente e a superfície do subleito apresentar forma irregular, eventualmente será necessário um reforço (SENÇO, 2007).

- Regularização do subleito

A finalidade desta camada é adequar o subleito, sendo assim a mesma não possui uma espessura regular. Para melhores resultados é melhor ser executada em aterro (SENÇO, 2007).

2.1.3 Reforço do Subleito

Quando necessário é feito o reforço do subleito acima da camada de regularização. Este é feito como complemento para a base, tendo sua espessura constante e ajuda a resistir e distribuir os esforços verticais (SENÇO, 2007).

2.1.4 Sub-base

Senço (2007) a descreve como a camada complementar para a base, quando esta não pode ser executada imediatamente sobre a regularização ou reforço do subleito. Por consequência o material utilizado para a sub-base, deve apresentar características tecnológicas melhores que a do reforço.

2.1.5 Base

Será a base que receberá os esforços verticais e irá distribuí-los. A camada da base quando necessária pode ser adotada como revestimento. (SENÇO, 2007).

2.1.6 Revestimento

Revestimento ou camada de rolamento, recebe diretamente as ações do tráfego e também tem por finalidade, proporcionar conforto e segurança ao usuário.

Sua espessura varia entre 3,0 e 5,0 cm para vias simples, e de 7,5 e 10,0 cm para autoestradas (SENÇO, 2007).

2.1.7 Classificação dos Pavimentos Flexíveis

Existe a classificação quanto ao tipo de base e, quanto ao revestimento como pode ser visto na tabela 1 e tabela 2 respectivamente.

Tabela 1 Terminologia das bases

Bases	Rígidos	Concreto de cimento		
		Macadame de cimento		
		Solo-cimento		
	Flexíveis	Solo estabilizado	Granulometricamente	
			Solo-betume -Solo-cal	
			Solo-brita	
		Macadame hidráulico		
		Brita graduada com ou sem cimento		
		Macadame betuminoso		
		Alvenaria poliédrica	Por aproveitamento	
Paralelepípedos				

Fonte: Senço, 2007.

Tabela 2 Terminologia dos revestimentos

Revestimentos	Rígidos	Concreto de cimento			
		Macadame de cimento			
		Paralelepípedos rejuntados com cimento			
	Flexíveis	Betuminosos	Concreto betuminoso		Usinados
			Pré-misturado a quente		
			Pré-misturado a frio		
			Tratamento superficial	Penetração direta	Simples Duplo
		Penetração invertida		Triplo Quádruplo	
		Calçamentos articulados	Alvenaria poliédrica		
			Paralelepípedos		
Blocos de concreto pré-moldados					

Fonte: Senço, 2007.

2.2 PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS

Quando é dimensionado um pavimento já é levado em consideração o tempo pretendido de serventia do mesmo. É natural a degradação do pavimento, desde pelos efeitos da natureza quanto ao desgaste pelo uso, os dois estão relacionados aos materiais adotados e a deterioração estrutural (BALBO, 2007).

Silva (2008), classifica as patologias como Funcionais ou Estruturais. Sendo as patologias funcionais aquelas que prejudicam a segurança e o conforto do usuário da pista. Já as patologias estruturais estão diretamente ligadas a eficiência da distribuição e absorção das cargas provenientes do tráfego.

A norma DNIT 005/2003 apresenta os nomes e as características dos tipos de patologias existente.

2.2.1 Fissura ou Fenda

Abertura presente no revestimento, que pode ser vista sem o uso de aparelhos óticos. Podem estar localizadas longitudinalmente, transversalmente ou obliquamente. Não provocam desconforto ao usuário e muito menos problemas estruturais (DNIT, 2003).

2.2.2 Trinca

Semelhante a Fissura, porém, apresenta abertura maior que a mesma. São divididas em dois tipos, trincas isoladas ou trincas interligadas (DNIT, 2003).

2.2.2.1 Trinca Isolada

a) Trinca Transversal

Surge na direção ortogonal do eixo. Quando menor que 100 cm é classificada como trinca transversal curta, se maior que 100 cm é trinca transversal longa (DNIT, 2003).

b) Trinca Longitudinal

Surge na direção paralela ao eixo. Tem a mesma classificação da trinca transversal, ou seja, quando apresentar extensão menor que 100 cm é chamada de trinca longitudinal curta, e quando maior que 100 cm, trinca longitudinal longa (DNIT, 2003).

2.2.2.2 Trinca Interligada

a) Couro de Jacaré

Reunião de trincas associadas, que não apresentam direções determinadas. Podem ser acompanhadas de erosão acentuada nas bordas (DNIT, 2003).

b) Bloco

Reunião de trincas associadas, com direções definidas. Podem apresentar erosão acentuada nas bordas (DNIT, 2003).

2.2.3 Afundamento

São deformações plásticas ou permanentes, caracterizada pelo rebaixamento ou solevamento do pavimento, é classificado por afundamento plástico ou afundamento de consolidação (DNIT, 2003).

a) Afundamento Plástico

Provocado pelo escoamento de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito. É classificado como afundamento plástico local quando a extensão for até 6 m, quando superior a 6 m e localizado na trilha de roda é afundamento plástico da trilha de roda (DNIT, 2003).

b) Afundamento de Consolidação

Ocorre quando há consolidação diferencial nas camadas, pode ser uma camada apenas ou em mais camadas. Tem a classificação similar ao do item anterior, ou seja, quando a extensão for até 6 m é classificado como afundamento de consolidação local, quando superior a 6 m e localizado na trilha da roda, é afundamento de consolidação da trilha de roda (DNIT, 2003).

2.2.4 Ondulação ou Corrugação

Quando o pavimento apresenta na superfície saliências e depressões, estas são classificadas como ondulações ou corrugações transversais (DNIT, 2003).

2.2.5 Escorregamento

Entre o revestimento pode ocorrer o deslizamento da camada a baixo do pavimento, quando isso acontece surge fendas com formato de meia-lua (DNIT, 2003).

2.2.6 Exsudação

Ocorre quando o ligante usado na mistura migra para a superfície do pavimento (DNIT, 2003).

2.2.7 Desgaste

De forma natural o pavimento sofre esforços tangenciais advindos do tráfego, esses esforços causam a extração progressiva dos agregados, caracterizado pela aspereza superficial do revestimento (DNIT, 2003).

2.2.8 Panela ou Buraco

Pode surgir por diferentes fatores, e tem como característica uma abertura na superfície do pavimento, mas podendo chegar até as camadas inferiores (DNIT, 2003).

2.2.9 Remendo

O remendo é feito quando existe uma panela, existem dois tipos de remendo, remendo profundo e remendo superficial (DNIT, 2003).

- Remendo Profundo

Quando é executada a substituição das camadas e do revestimento. Comumente é feito na forma retangular.

- Remendo Superficial

É um reparo apenas na superfície do revestimento, com a execução de uma camada betuminosa.

2.3 CONSERVAÇÃO E GERÊNCIA

Senço (2007) trata a conservação das rodovias como as intervenções na pista que oferecem segurança e conforto aos usuários. Esse é um trabalho contínuo, todo o material que se deteriora, é destruído ou arrancado deve ser substituído.

Sendo assim todo serviço feito depois da conclusão do pavimento, é chamado de melhoramento. Mesmo um pavimento que tenha sido feito recentemente pode necessitar de conservação. Quando a conservação é feita no estágio inicial do defeito, esta acarreta em menores custos (SENÇO, 2007).

2.3.1 Serviços de Conservação

Para fazer os reparos necessários é preciso seguir os seguintes passos (SENÇO, 2001):

- Localização do defeito
- Determinação da causa
- Execução do reparo

Para a determinação da causa do defeito, pode se utilizar do quadro “the fever chart”, elaborado por W. L. Hindermann, que pode ser visto a seguir.

Tipo do defeito	Causa Provável
Falhas da borda	Espessura insuficiente da capa, cargas excessivas, falta de suporte do acostamento, saturação da base, geralmente devida a acostamento alto, que impede a drenagem.
Superfície gasta	Asfalto insuficiente ou superaquecimento do asfalto (se for misturado em usina), idade do pavimento ou agregados porosos.
Panelas	Qualquer das causas citadas aqui levam ao aparecimento de buracos; também a infiltração de água, base instável, deficiência de asfalto para manter a liga, mistura aberta ou segregada.
Trincas (couro de jacaré)	Saturação de base, falta de suporte de base, ou espessura insuficiente da capa.

Exsudação e instabilidade	Um excesso de asfalto, mudando seu caráter de elemento de ligação para lubrificante, ou presença de grande quantidade de silte ou argila na capa, com cascalho arredondado necessitando de interligação. Muitas vezes, a umidade acumulada sob a capa destrói a ligação e o tráfego calca o pavimento para formar ondas ou saliências.
Desagregação de superfície	Falta de asfalto ou mistura superaquecida
Tipo do defeito	Causa provável
Saturação de base	Água parada nos drenos laterais, valetas ou bueiros com vazamento, ou qualquer outra situação que retém a umidade abaixo da superfície. Porcentagem muito alta de finos, ou presença de finos plásticos na base.
Trincas longitudinais e transversais	Contração ou movimento do subgreide.
Ondulações e depressão	Compactação inadequada do subgreide ou base.

**Quadro 1 – “The fever chart”, de W.C Hindermann
Fonte: adaptado, apud SENÇO, 2007, pg. 448.**

2.3.2 Árvore de Decisão

Nela é considerado a degradação, tráfego e classes funcionais de rodovias para chegar ao tipo de manutenção que deverá ser executado na via. Para chegar aos tipos de manutenção é preciso analisar as intervenções de forma que sejam corretivas, funcionais ou preventivas e analisando também os defeitos. As intervenções sugeridas pela árvore de decisão foram estabelecidas através da dner-pro 010/79 e dner-pro 011/79 (ALBUQUERQUE, 2007).

2.4 AVALIAÇÃO DO PAVIMENTO

2.4.1 Método do IGG- Índice de Gravidade Global

A NORMA DNIT 006/2003- Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos- Procedimento- estabelece os parâmetros para a aplicação do método do IGG. Este método tem como finalidade chegar a um valor numérico para a condição em que se apresenta o pavimento aonde, varia de 0 (ótimo) a 160 (péssimo). Ainda na norma encontramos os métodos de avaliações dos defeitos, as formulas para os cálculos e as planilhas utilizadas para o levantamento de dados, estas planilhas encontram-se no Anexo B. O IGG avalia a ocorrência dos defeitos nas seções analisadas.

Dentro da norma existe o item que estabelece a localização das superfícies avaliadas, que é o item 6.1, como o local de estudo se trata de uma pista dupla, foi aplicado o item b):

b) Nas rodovias com pista dupla, a cada 20 m, na faixa de tráfego mais solicitada de cada pista.

2.4.2 Método do PCI- Pavement Condition Index

Este método foi originado primeiramente para a aplicação em pavimentos de aeroportos, mais tarde modificado para o uso em outros tipos de pavimentos. Assim como o IGG, a finalidade do PCI também é chegar a um valor numérico que caracterizará a condição do pavimento, esse valor varia de 0 (péssimo) a 100 (excelente). No IGG é avaliado além da ocorrência dos defeitos o grau de severidade dos mesmos por extensão ou por área. A superfície avaliada é tomada alternadamente em faixas de 45 metros (TROMBETTA, 2010).

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa surge quando existe uma pergunta, ou seja, podemos definir pesquisa como o processo racional e sistemático que tem por finalidade propor soluções para a pergunta problema (Gil, 2007).

Para Gil, a pesquisa pode ser quantitativa ou qualitativa. A pesquisa é classificada quantitativa quando os dados dependem exclusivamente de cálculos e números, enquanto a pesquisa qualitativa aborda dados que depois podem ser compilados em uma forma numérica, sendo assim a pesquisa qualitativa é mais subjetiva e depende dos critérios utilizados pelo pesquisador.

Sendo assim o estudo aqui apresentado é classificado como qualitativo, pois empregou dois métodos de análise, o Método do IGG e do PCI, aonde os dois seguem critérios que foram julgados e analisados de forma visual, e chegaram a um resultado numérico (GIL, 2007).

Foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica para dar embasamento ao estudo, que também é importante pois abrange uma maior gama de fenômenos (GIL, 2007).

Nesse trabalho foi aplicado o Método do IGG para chegar à conclusão de deterioração em que se encontra o pavimento, para isso foi necessário ir a campo e fazer o levantamento dos defeitos. Posteriormente foi confrontado com a base de dados obtidos pelo Método do PCI, que foram extraídos do Trabalho de Conclusão de Curso da acadêmica Mauê Foloni Berbel- *APLICAÇÃO DO MÉTODO DO PCI – PAVEMENT CONDITION INDEX – PARA DETERMINAÇÃO DE SERVIÇOS DE RESTAURAÇÃO E MANUTENÇÃO EM UM TRECHO DA AVENIDA TUPI DE PATO BRANCO – UTFPR – Campus Pato Branco 2016 -*.

3.2 LOCAL DE ESTUDO

O trecho em que foi feito a análise foi na avenida Tupi na intersecção com a Rua Iguatemi até a intersecção com a Rua Papa João XXIII. Esta avenida é umas das principais de Pato Branco, cidade situada no sudoeste do Paraná. Pato Branco possui mais de 80 mil habitantes e sua base comercial é a agricultura. O município faz divisa com o estado de Santa Catarina e está 100 quilômetros da Argentina, ou seja, está em uma situação estratégica (PREFEITURA DE PATO BRANCO, 2018).

Este trecho foi escolhido pois em 2010 esta avenida foi duplicada e o trecho já existente passou por melhorias. A figura 2 destaca o local da análise.

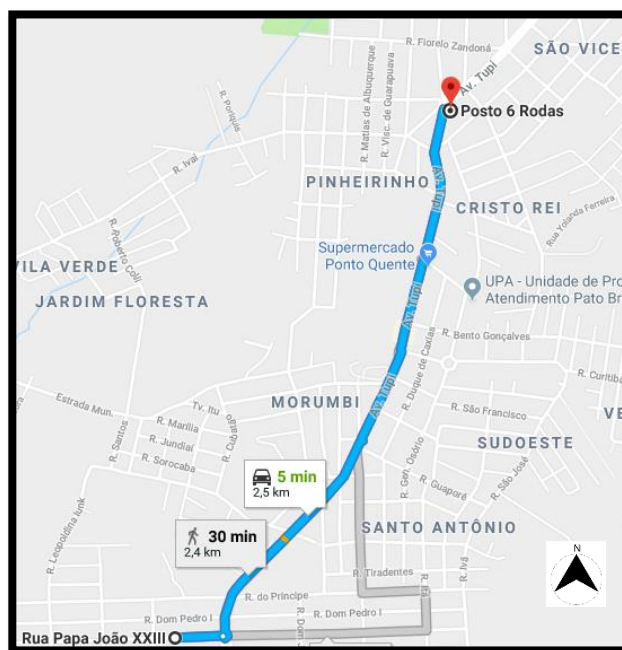


Figura 2 – Trecho analisado
Fonte: Google Maps (2018)

3.2.1 Etapas do Trabalho

Para a elaboração do trabalho foi seguida a sequência de etapas, figura 3.

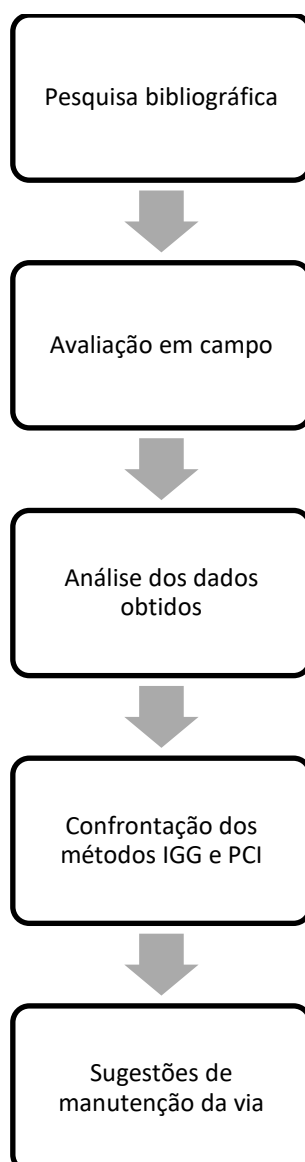


Figura 3 – Etapas do trabalho
Fonte: Autoria Própria.

3.2.2 Aplicação do Método do IGG

As seções foram feitas de 20 m de extensão, descartando os 3 metros de ré e 3 metros de vante, ficando para análise uma seção de 14 metros para cada sentido da pista. Foi escolhido o lado direito de cada sentido para ser avaliado, levando em conta que é o lado mais solicitado, devido ao tráfego de caminhões e ônibus serem destinados a esse lado da pista, a figura 4 mostra as pistas escolhidas.



Figura 4 Pistas escolhidas
Fonte: Google Maps

O percurso foi feito a pé, medindo as seções com uma fita métrica e marcando no pavimento o número da seção, a Faixa 1 é no sentido da intersecção Rua Iguatemi com a Avenida Tupi até a intersecção da mesma com a Rua Papa João XXIII, já a Faixa 2 segue o sentido contrário. No anexo A, retirado da NORMA DNIT 006/2003, estão os defeitos a serem analisados, e no anexo B, retirado da mesma norma, tem o modelo de planilha utilizado para coleta de dados.

Por fim o IGG é obtido pela fórmula 1:

$$IGG = \sum IGI \quad (1)$$

Onde IGI é o Índice de Gravidade Individual, calculado pela fórmula 2:

$$IGI = f_r \times f_p \quad (2)$$

Onde:

$$f_r - \text{frequência relativa}; \quad f_r = \frac{f_a \times 100}{n} \quad (3)$$

Onde:

f_a – frequência absoluta, corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada;

n – número de estações levantadas;

f_p – valor de ponderação, obtido de acordo com a tabela 4;

Tabela 3 – Valor do Fator de Ponderação

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia"	Fator de Ponderação
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL E TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) Nota: Para defeitos de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em porcentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP E ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT 0006/2003 - PRO

3.2.3 Aplicação do Método do PCI

Para a aplicação do método PCI, as seções foram divididas em 14 trechos de 45 m de extensão por 5 m de largura, alternando a localização do trecho em relação a quadra.

Como o objetivo desse trabalho não é aplicação em si do método do PCI e sim, somente a comparação dos resultados então não será tratado como se obteve os resultados do mesmo, pois eles se encontram no trabalho já citado anteriormente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 LEVANTAMENTO DOS DEFEITOS PELO MÉTODO DO IGG

Os levantamentos de dados estão na planilha INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO, que se encontra no Apêndice A.

Na faixa 1, teve seções que não apresentaram defeitos, sendo assim o total de seções que apresentaram defeitos foi de 27 seções de 94 seções. Já na faixa 2, o total de seções que apresentaram defeitos foi de 17 seções de 96 seções. Esses defeitos podem ser vistos a seguir.

4.1.1 Seção 1

A primeira seção a apresentar defeito foi a seção 1, é possível observar alguns remendos superficiais, figura 5.



Figura 5- Defeito na seção 1
Fonte: Autoria própria.

4.1.2 Seção 2

Na seção 2, a flecha 1 indica uma trinca tipo jacaré e a flecha 2 indica remendos, figura 6.

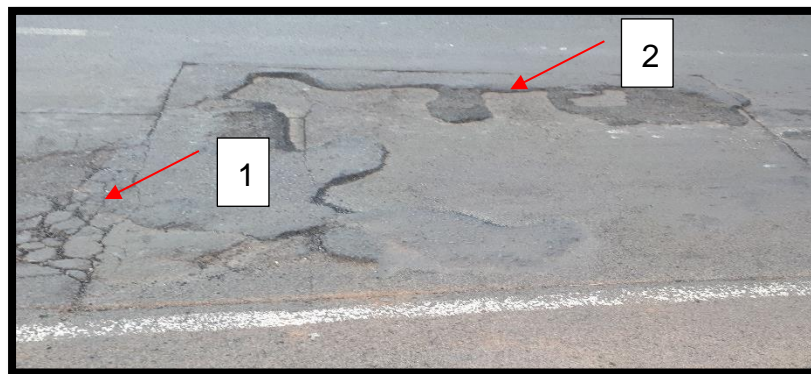


Figura 6- Deteriorações na seção 2
Fonte: Autoria própria.

4.1.3 Seção 4

A seção 4 apresentou uma trinca tipo jacaré indicado pela flecha 1 e um desgaste indicado pela flecha 2, figura 4.

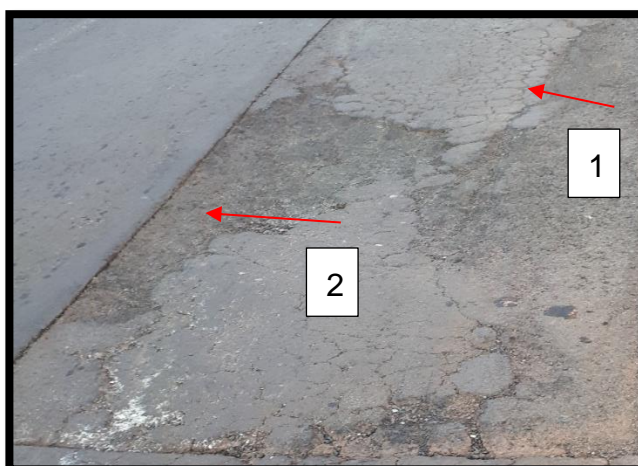


Figura 7- Deteriorações na seção 4
Fonte: Autoria própria.

4.1.4 Seção 10

Na seção 10 pode ser observado dois tipos de defeitos, o primeiro uma trinca interligada tipo jacaré, figura 8. O segundo defeito uma panela, figura 9.



Figura 8- Defeito na seção 10
Fonte: Autoria própria.

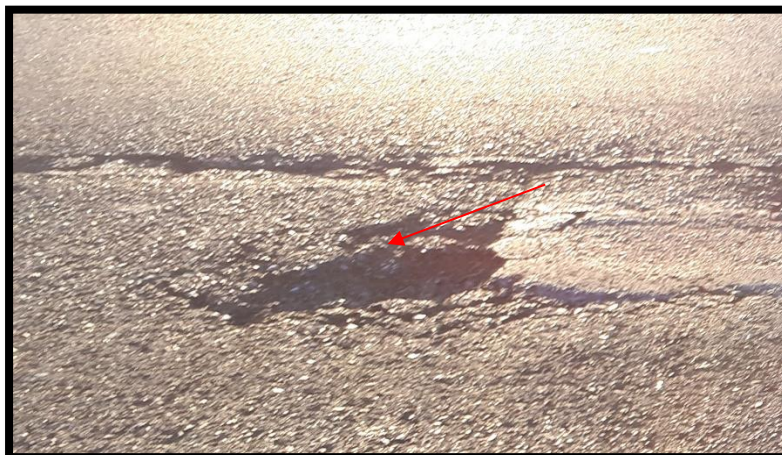


Figura 9- Defeito na seção 10
Fonte: Autoria própria.

4.1.5 Seção 13

Como mostra a figura 10, o defeito encontrado na seção 13 foi uma trinca tipo jacaré.

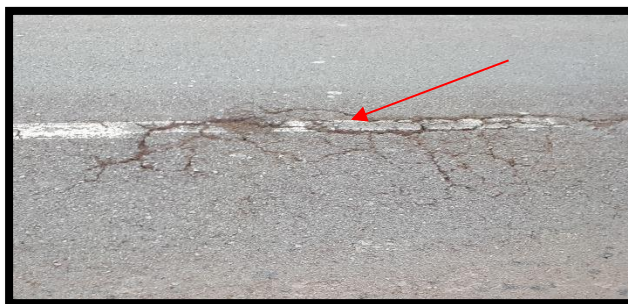


Figura 10- Defeito na seção 13
Fonte: Autoria própria.

4.1.6 Seção 14

A seção 14 apresentou uma trinca tipo jacaré, figura 11.



Figura 11- Defeito na seção 14
Fonte: Autoria própria.

4.1.7 Seção 15

Nesta seção também foi possível visualizar uma trinca tipo jacaré, como pode ser visto na figura 12.



Figura 12- Defeito na seção 15
Fonte: Autoria própria.

4.1.8 Seção 16

O defeito analisado nesta seção foi a trinca tipo bloco com erosão, figura 13.



Figura 13- Defeito na seção 16
Fonte: Autoria própria.

4.1.9 Seção 17

Na seção 17, observando a figura 14 temos dois defeitos, trinca tipo bloco indicado na flecha 1 e trinca tipo bloco com erosão na flecha 2.



Figura 14- Defeitos na seção 17
Fonte: Autoria própria.

4.1.10 Seção 18

A seção 18 apresentou um defeito de trinca tipo jacaré com erosão, figura 15.



Figura 15- Defeito na seção 18
Fonte: Autoria própria.

4.1.11 Seção 19

Aqui podemos observar uma trinca longitudinal curta como indica a flecha 1, já as flechas 2 e 3 indicam cortes no asfalto que não tem relação com os defeitos estudados.

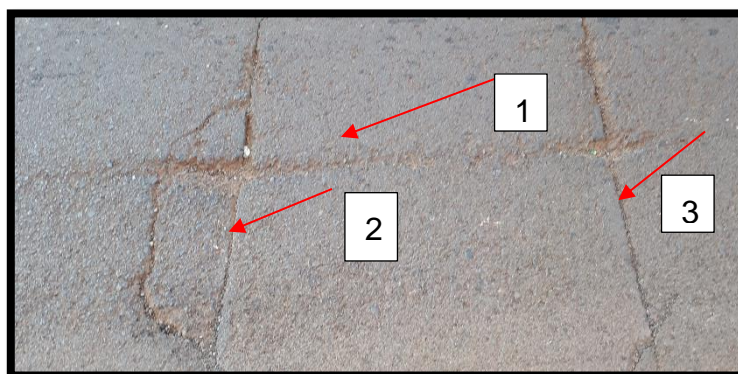


Figura 16- Defeito na seção 19
Fonte: Autoria própria.

4.1.12 Seção 22

Na seção 22 encontramos uma trinca longitudinal longa, figura 17.



Figura 17- Defeito na seção 22
Fonte: Autoria própria.

4.1.13 Seção 23

Na figura 18, temos uma trinca tipo bloco que foi analisada na seção 23.

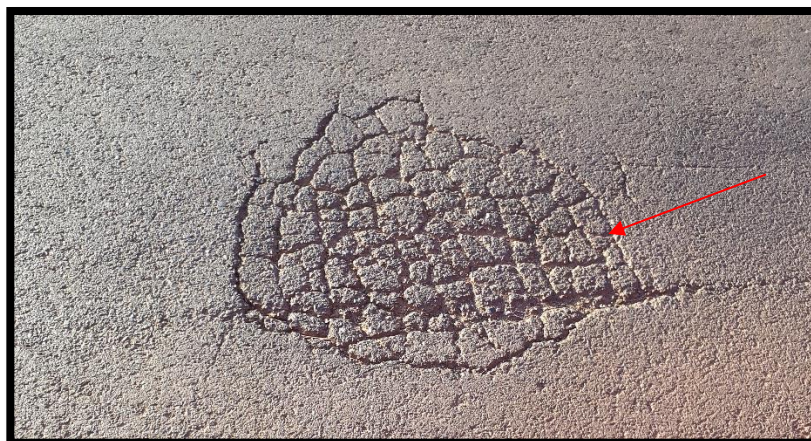


Figura 18- Defeito na seção 23
Fonte: Autoria própria.

4.1.14 Seção 26

Temos na seção 26 uma trinca tipo bloco, figura 19.



Figura 19- defeito na seção 26
Fonte: Autoria própria.

4.1.15 Seção 36

Esta seção apresentou três defeitos vistos na figura 20, o primeiro correspondente a flecha 1 é uma trinca longitudinal curta, o segundo com a respectiva flecha é uma trinca tipo jacaré, e a terceira flecha indica um leve desgaste da superfície do pavimento.

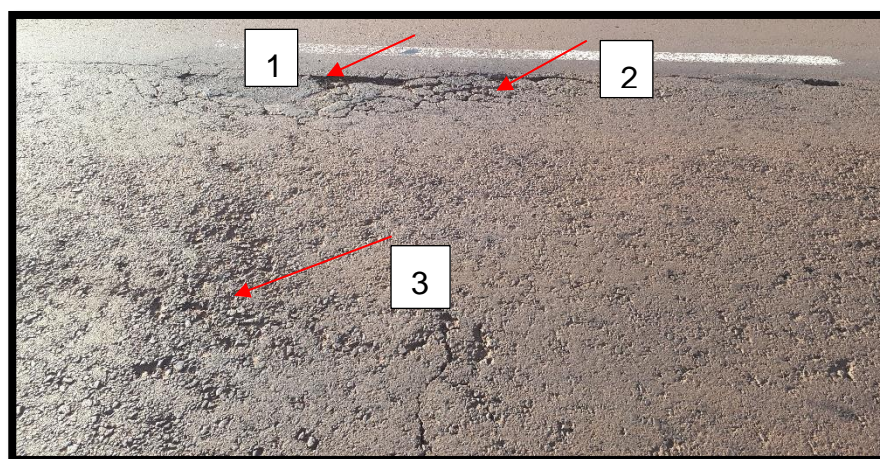


Figura 20- Defeitos na seção 36
Fonte: Autoria própria.

4.1.16 Seção 48

Nesta seção foi observado um defeito de trinca tipo jacaré com erosão, figura 21.



Figura 21- Defeito na seção 48
Fonte: Autoria própria.

4.1.17 Seção 60

Pode ser visto na figura 22 uma trinca tipo bloco com erosão acentuada.

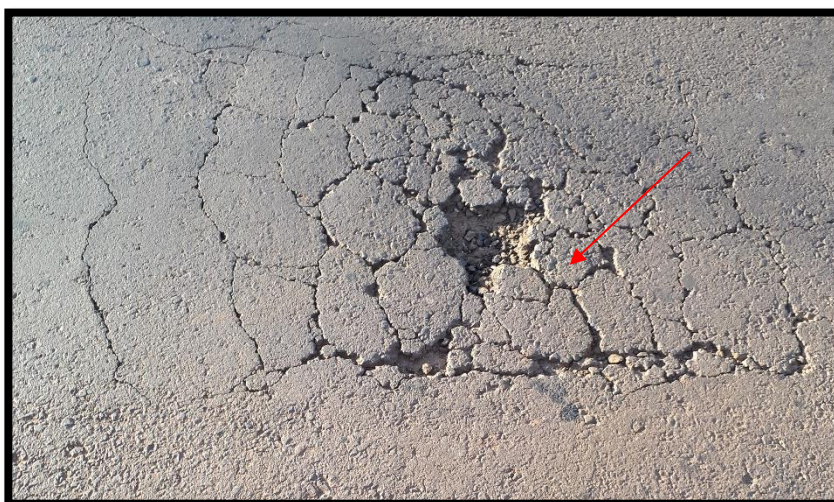


Figura 22- Defeito na seção 60
Fonte: Autoria própria.

4.1.18 Seção 61

A seção 61 apresentou uma panela representada pela flecha 1 e uma trinca tipo bloco com erosão indicada pela flecha 2, figura 23.

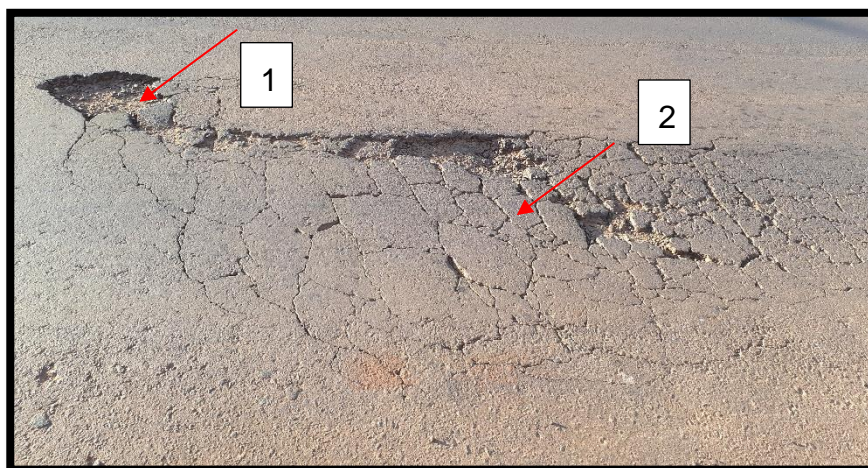


Figura 23- Defeitos na seção 61
Fonte: Autoria própria.

4.1.19 Seção 63

Na figura 24 tirada na seção 63, está indicado na flecha 1 um remendo superficial, na flecha 2 uma trinca tipo bloco e na flecha 3 desgaste na superfície.

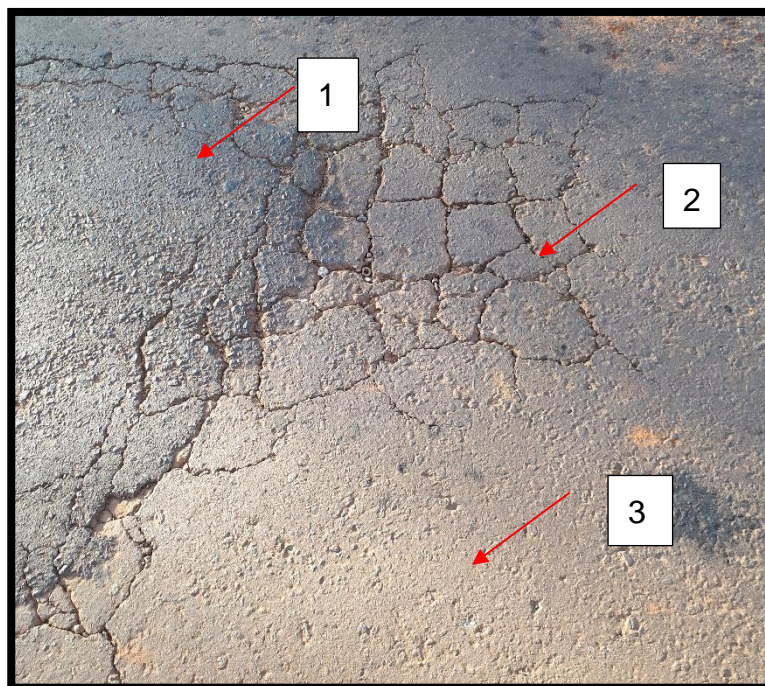


Figura 24- Defeitos na seção 63
Fonte: Autoria própria.

4.1.20 Seção 64

Pode ser observado na figura 25 que o defeito encontrado na seção 64 foi uma trinca tipo bloco.

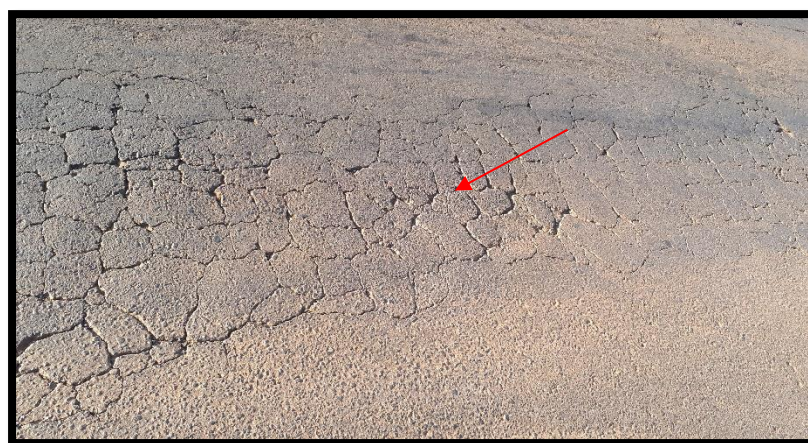


Figura 25- Defeito na seção 64
Fonte: Autoria própria.

4.1.21 Seção 81

Na seção 81 temos uma trinca tipo bloco com erosão, figura 26. A erosão ainda está em um estágio inicial.



Figura 26- Defeito na seção 81
Fonte: Autoria própria.

4.1.22 Seção 82

Aqui temos uma trinca tipo bloco com erosão, figura 27. Comparando com a trinca da seção 81, podemos observar que a erosão da seção 82 é mais acentuada.



Figura 27- Defeito na seção 82
Fonte: Autoria própria.

4.1.23 Seção 83

Na seção 83 apresentou uma trinca tipo jacaré, figura 28.

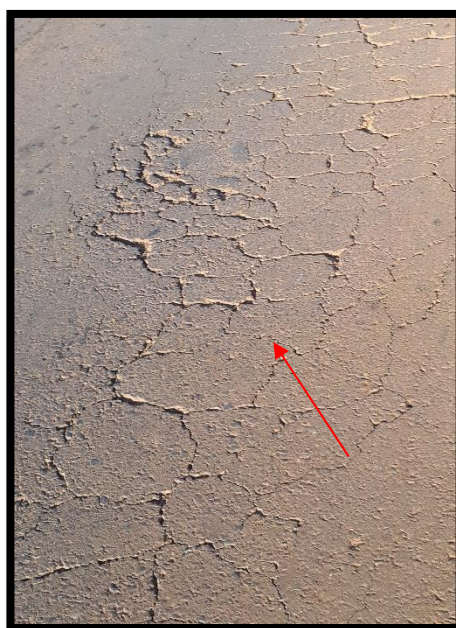


Figura 28- Defeito na seção 83
Fonte: Autoria própria.

4.1.24 Seção 84

O defeito da seção 84 pode ser visto na figura 29, é uma trinca tipo bloco.



Figura 29- Defeito na seção 84
Fonte: Autoria própria.

4.1.25 Seção 87

Foram analisados três tipos de defeito nessa seção, indicados na figura 30, o primeiro defeito associado a flecha 1 é uma panela, a flecha 2 indica uma trinca tipo jacaré com erosão e pôr fim a flecha 3 indica um desgaste da superfície.

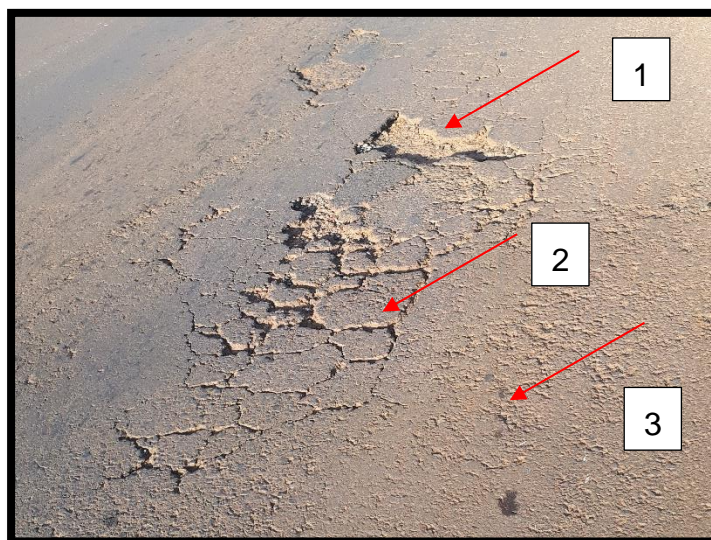


Figura 30- Defeitos na seção 87
Fonte: Autoria própria.

4.1.26 Seção 88

A figura 31 mostra o defeito na seção 88, é uma trinca tipo jacaré com erosão.

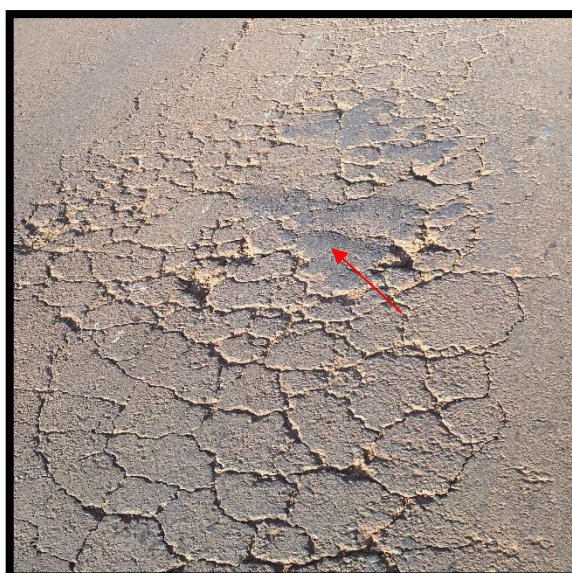


Figura 31- Defeito na seção 88
Fonte: Autoria própria.

4.1.27 Seção 92

Aqui podemos ver na figura 32, uma trinca tipo jacaré com erosão.



Figura 32- Defeito na seção 92
Fonte: Autoria própria.

4.1.28 Seção 93

Na seção 93 temos dois defeitos mostrados na figura 33, a flecha 1 indica uma panela e a flecha 2 indica uma trinca tipo jacaré.

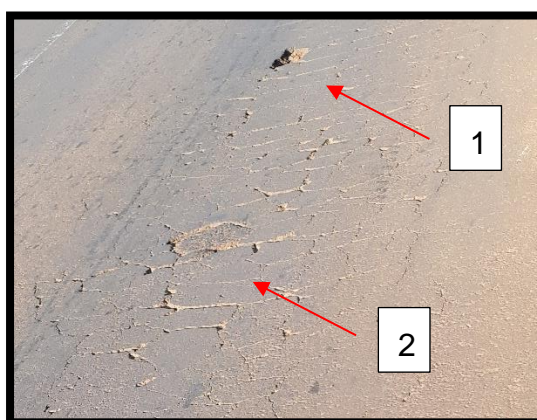


Figura 33- Defeitos na seção 93
Fonte: Autoria própria.

4.1.29 Seção 4- Faixa 2

Analisando a seção 4, figura 34, a flecha 1 indica uma trinca longitudinal longa e flecha 2 indica uma trinca tipo bloco.

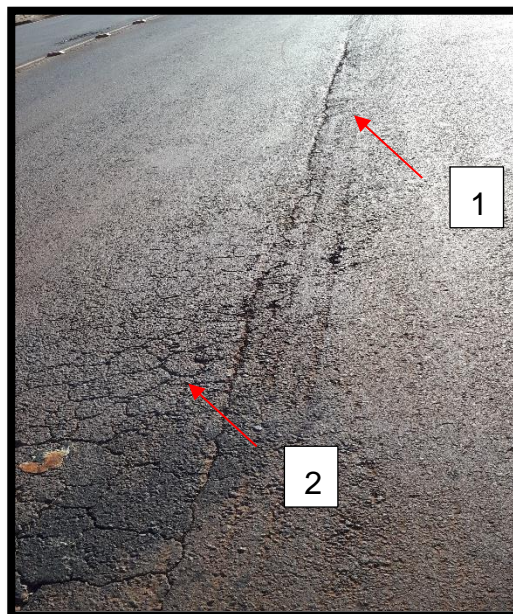


Figura 34- Defeitos na seção 4
Fonte: Autoria própria.

4.1.30 Seção 6- Faixa 2

A figura 35 mostra os defeitos desta seção, a flecha 1 indica a trinca longitudinal longa, a flecha 2 indica uma panela e a flecha 3 indica uma trinca tipo jacaré.

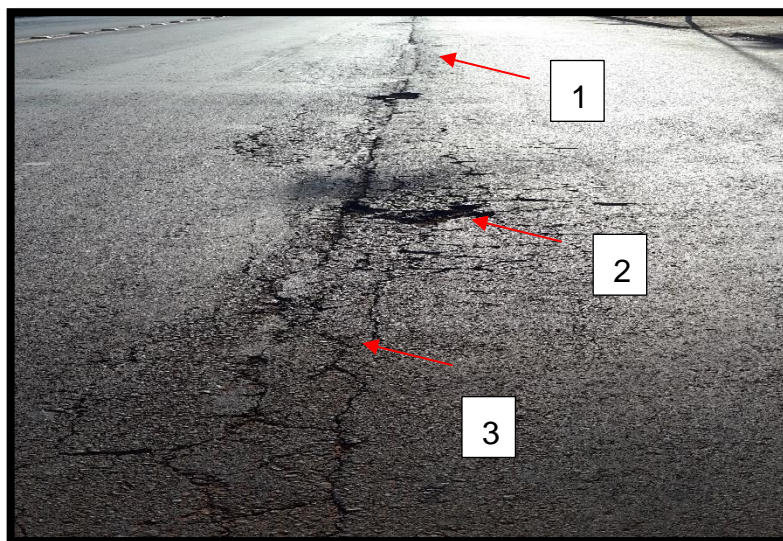


Figura 35- Defeito na seção 6
Fonte: Autoria própria.

4.1.31 Seção 7- Faixa 2

Podemos observar que na seção 7 continua a trinca longitudinal longa associada a flecha 1, vista também na seção 6. A flecha 2 indica uma trinca tipo bloco. Os dois defeitos são vistos na figura 36.

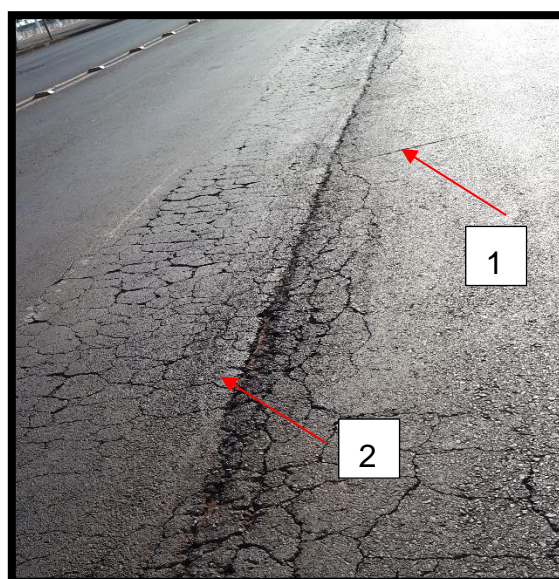


Figura 36- Defeitos na seção 7
Fonte: Autoria própria.

4.1.32 Seção 8- Faixa 2

A figura 37 mostra dois defeitos, o primeiro uma trinca longitudinal longa visto na flecha 1 e o segundo defeito uma trinca tipo bloco associado a flecha 2.

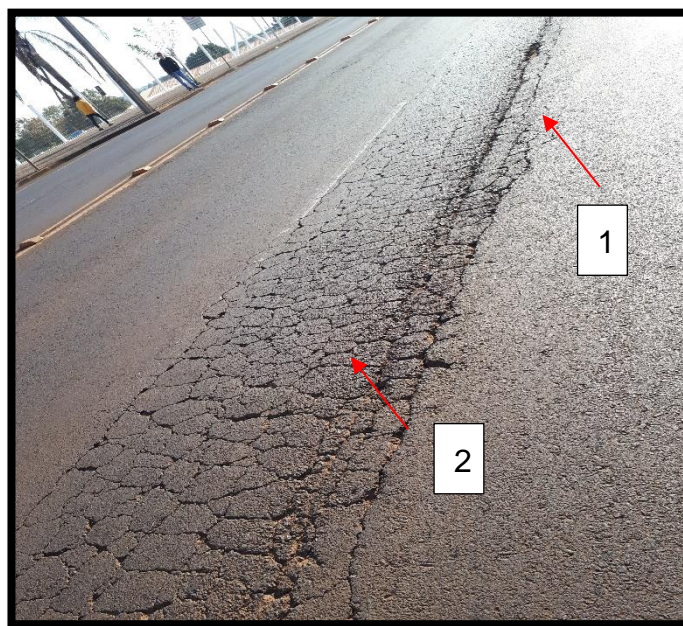


Figura 37- Defeitos na seção 8
Fonte: Autoria própria.

4.1.33 Seção 10- Faixa 2

Temos na seção 10, dois defeitos visto na figura 38. O primeiro defeito acompanha a flecha 1 é uma trinca longitudinal longa e o segundo defeito com sua respectiva flecha mostra uma trinca em bloco com erosão.

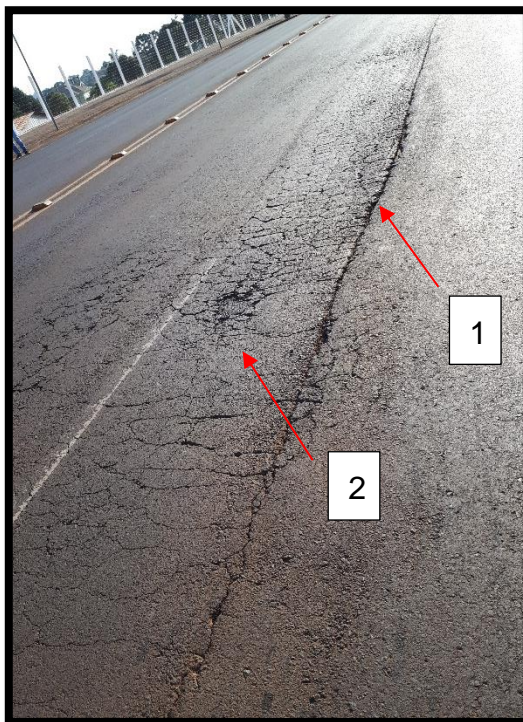


Figura 38- Defeito na seção 10
Fonte: Autoria própria

4.1.34 Seção 19- Faixa 2

Na seção 19 foi observado um defeito de trinca tipo bloco com erosão, figura 39.

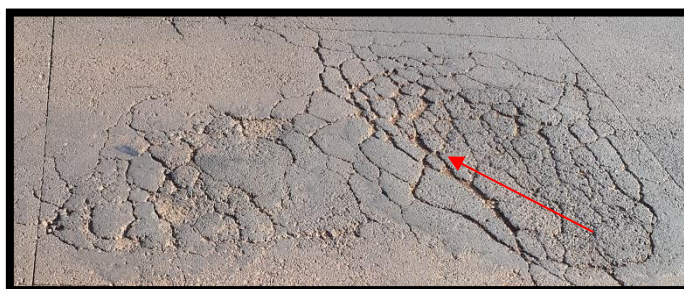


Figura 39- Defeito na seção 19
Fonte: Autoria própria.

4.1.35 Seção 27- Faixa 2

Nesta seção é possível observar 4 tipos de defeitos, o primeiro um remendo profundo indicado pela flecha 1, o segundo um remendo superficial associado a flecha 2, o terceiro com sua respectiva flecha indica uma trinca transversal curta e por fim a flecha 4 indica uma trinca longitudinal longa, figura 40.

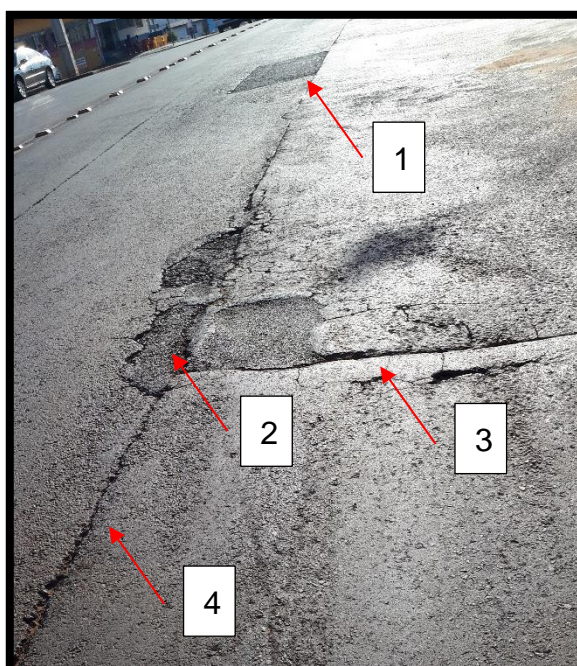


Figura 40- Defeitos na seção 27
Fonte: Autoria própria.

4.1.36 Seção 33- Faixa 2

Os defeitos nesta seção são apresentados na figura 41, sendo um remendo profundo indicado pela flecha 1 e uma trinca tipo bloco com erosão indicada pela flecha 2.

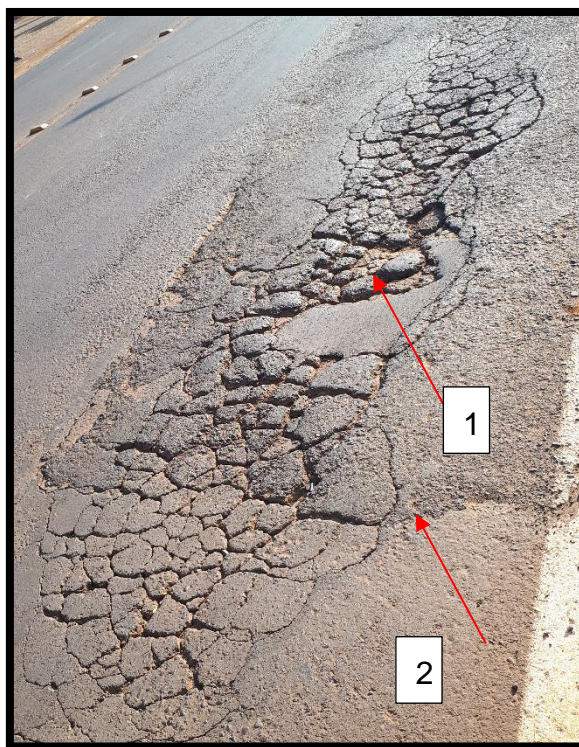


Figura 41- Defeitos na seção 33
Fonte: Autoria própria.

4.1.37 Seção 47- Faixa 2

Na seção 47 foi observado dois defeitos, uma trinca tipo bloco com erosão associada a flecha 1 e um remendo superficial associado a flecha 2, figura 42.

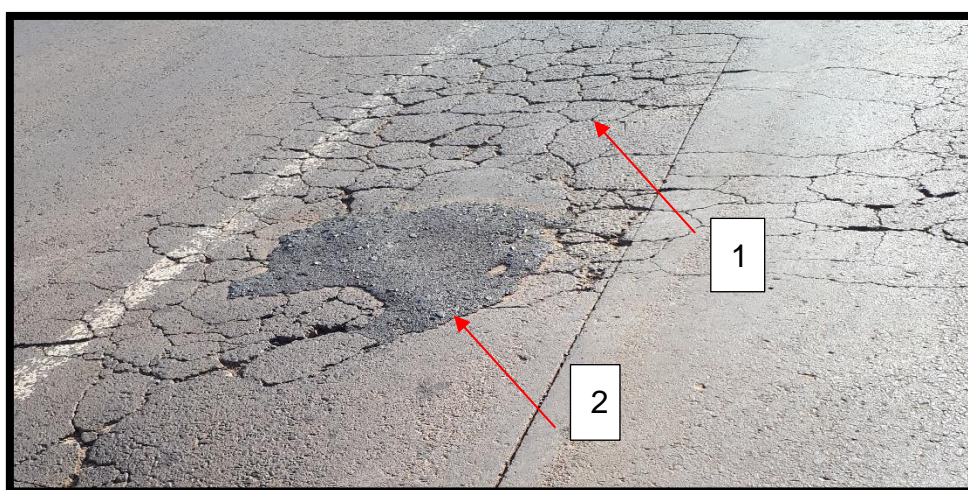


Figura 42- Defeitos na seção 47
Fonte: Autoria própria.

4.1.38 Seção 50- Faixa 2

Temos na figura 43 o defeito encontrado na seção 50, é um remendo superficial.



Figura 43- Defeitos na seção 50
Fonte: Autoria própria.

4.1.39 Seção 52- Faixa 2

Temos nesta seção um remendo superficial, figura 44.



Figura 44- Defeitos na seção 52
Fonte: Autoria Própria.

4.1.40 Seção 58- Faixa 2

A seção 58 apresentou como defeitos panela indicado pela flecha 1 e trinca tipo jacaré com erosão.

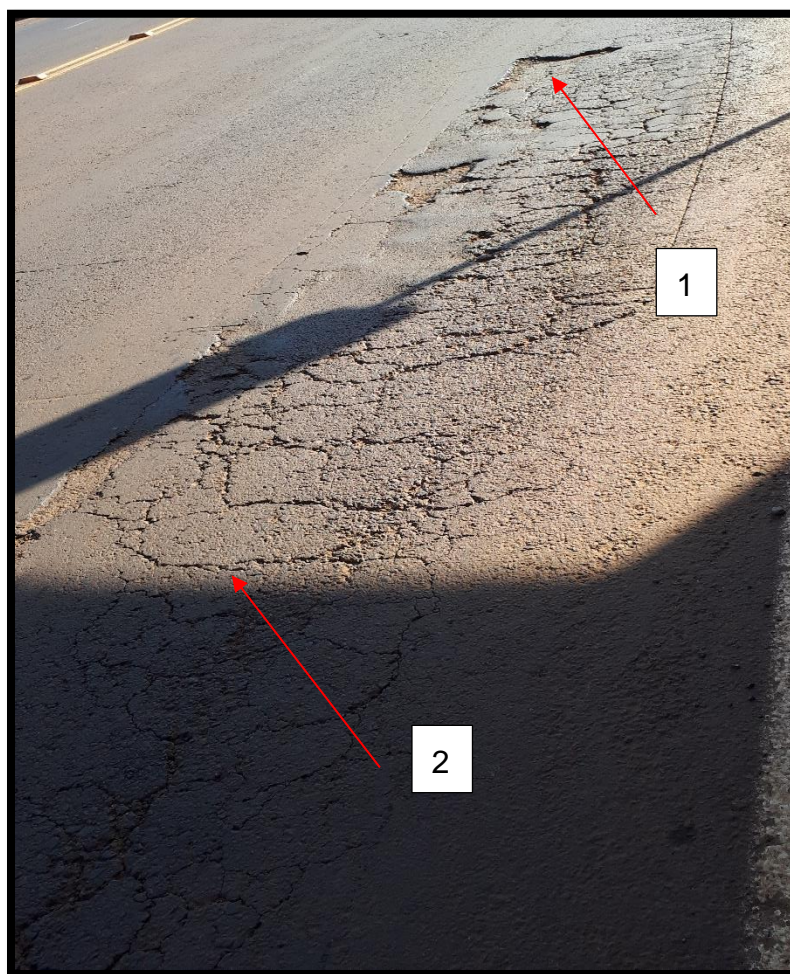


Figura 45- Defeitos na seção 58
Fonte: Autoria própria.

4.1.41 Seção 66- Faixa 2

Foi analisado nesta seção dois defeitos, panela indicado pela flecha 1 e trinca tipo jacaré indicado pela flecha2, figura 46.

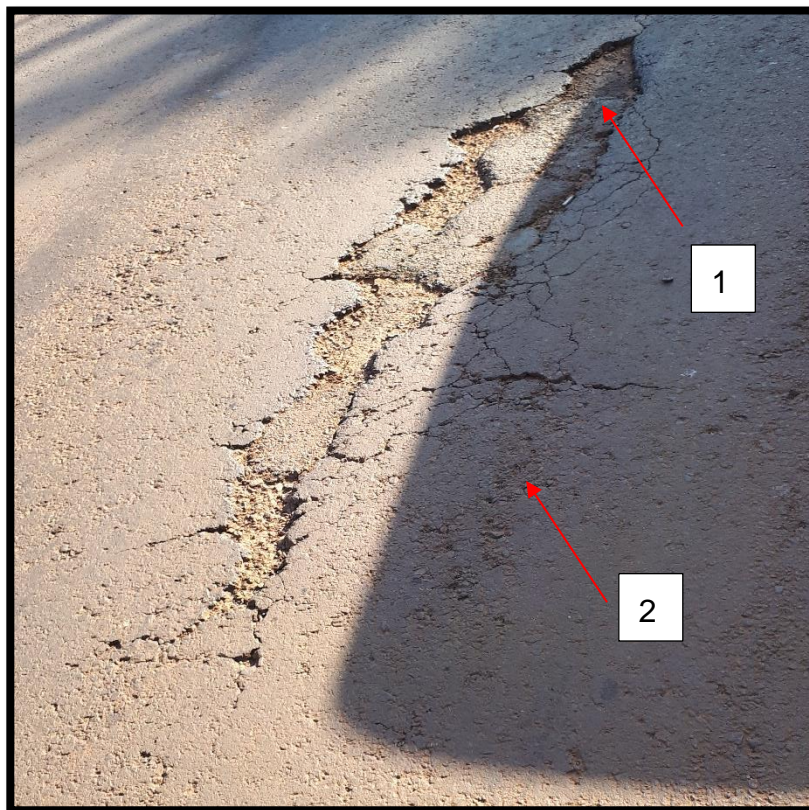


Figura 46- Defeitos na seção 66
Fonte: Autoria própria.

4.1.42 Seção 68- Faixa 2

A figura 47 mostra uma trinca longitudinal longa analisada na seção 68.



Figura 47- Defeito na seção 68
Fonte: Autoria própria.

4.1.43 Seção 69- Faixa 2

A seção 69 apresentou uma trinca tipo jacaré com erosão, figura 48.



Figura 48- Defeito na seção 69
Fonte: Autoria própria.

4.1.44 Seção 82- Faixa 2

Observando a figura 49, temos associado a flecha 1 um remendo superficial que se estende na parte analisada da seção e com a flecha 2 uma trinca tipo jacaré.

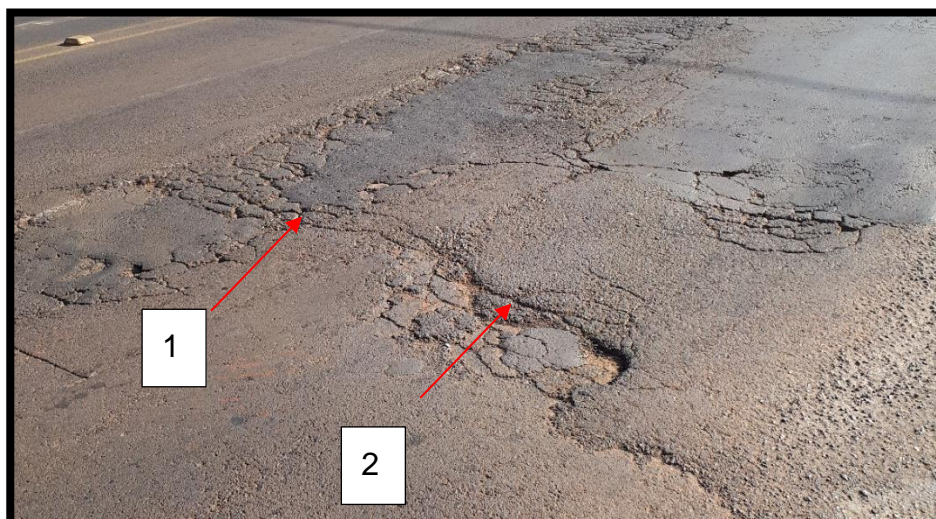


Figura 49- Difeitos na seção 82
Fonte: Autoria própria.

4.1.45 Seção 85- Faixa 2

Esta foi a última seção a apresentar defeito. Como visto na figura 50, o defeito analisado é uma trinca tipo bloco com erosão.



Figura 50- Difeito na seção 85
Fonte: Autoria própria.

4.2 ANÁLISE DOS DEFEITOS E DAS CONDIÇÕES DO PAVIMENTO

Como foi citado anteriormente para chegar ao IGG é preciso fazer a contagem da ocorrência de cada defeito, a figura 51 mostra o gráfico de ocorrência da faixa 1 e a figura 2 mostra o gráfico de ocorrência da faixa 2.

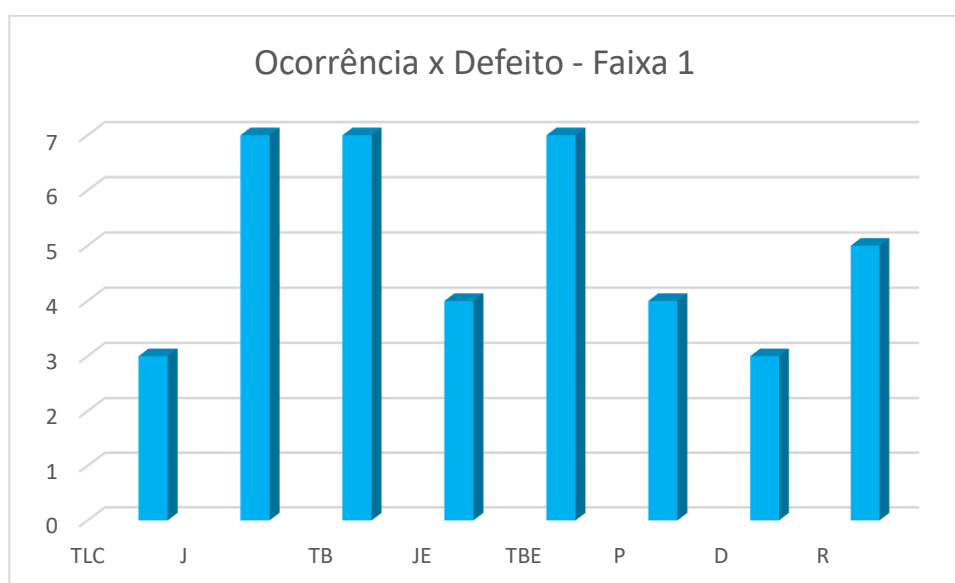


Figura 51- Gráfico de Ocorrência- Faixa 1
Fonte: Autoria própria.



Figura 52- Gráfico de Ocorrência- Faixa 2
Fonte: Autoria própria.

Os defeitos foram praticamente os mesmos nas duas faixas, sendo na faixa 1 trinca longitudinal curta, trinca tipo jacaré e bloco, trinca tipo jacaré e bloco com

erosão, panela, desgaste e remendo. Na faixa 2 os defeitos foram trinca transversal curta, trinca longitudinal longa, trinca tipo jacaré, trinca tipo bloco, trinca tipo jacaré e bloco com erosão, panela e remendo. Sabendo a ocorrência relativa, foi possível encontrar o IGI de cada defeito multiplicando a ocorrência relativa pelo fator de ponderação apresentado na tabela 4 e assim encontrar o IGG, que é o somatório de cada IGI. Esses valores estão nas tabelas 5 e 6.

Tabela 4- Cálculo do IGG Faixa 1

CALCULO IGG FAIXA 1								
Defeitos	TRINCAS					OUTROS DEFEITOS		
	ISOLADAS	INTERLIGADAS				P	D	R
	TLC	J	TB	JE	TBE			
Ocorrência	3	7	7	4	7	4	3	5
Fr	3,125	7,29	7,291	4,166	7,291	4,166	3,125	5,208
Fp	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	1	0,3	0,6
IGI	0,625	3,650	3,645	3,333	5,833	4,166	0,937	3,125
IGG	25,3							

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 5- Cálculo do IGG Faixa 2

CALCULO IGG FAIXA 2								
Defeitos	TRINCAS					OUTROS DEFEITOS		
	ISOLADAS		INTERLIGADAS					
	TTC	TLL	J	TB	JE	TBE	P	R
Ocorrência	1	7	4	3	2	4	3	7
Fr	1,041	7,291	4,166	3,125	2,083	4,166	3,125	7,291
Fp	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	1	0,6
IGI	0,208	1,458	1,562	1,562	1,666	3,333	3,125	4,375
IGG	17,812							

Fonte: Autoria própria.

Para avaliar o IGG, é utilizado a tabela Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG da norma DNIT 006/2003- PRO.

Tabela 6- Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} \leq 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} \leq 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

Fonte: DNIT 006/2003- PRO.

O IGG da faixa 1 foi de 25,30 então fica classificado como bom. Na faixa 2 o IGG é 17,812 ficando com conceito ótimo.

Para analisar com o Método do PCI utilizamos o gráfico a seguir.

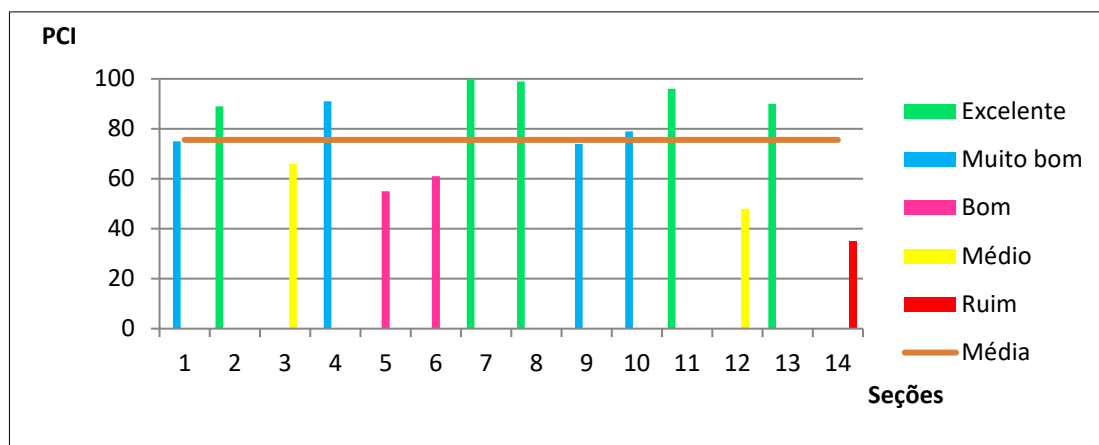


Figura 53- Valor do PCI para cada seção estudada
Fonte: Berbel, 2016.

O método do PCI aqui foi calculado para cada seção, e como pode ser observado no gráfico, o pavimento não apresentou uma situação ruim ficando as seções acima da classificação do conceito médio.

Sendo assim os dois métodos tendem a mesma conclusão, que o pavimento está em uma condição boa.

O pavimento tem 8 anos de vida, durante esse período houve alguns reparos na pista, como pode ser observado em alguns trechos a presença de remendos. O dimensionamento para o pavimento foi de 12 anos de vida útil, já se passou mais de 2/3 desse tempo e levando em consideração que o trecho estudado possui um trânsito pesado o mesmo ainda apresenta condições satisfatórias para o usuário. (1)

4.3 MANUTENÇÃO DA VIA

Para chegar ao tipo de manutenção foi utilizado a Árvore de decisão que se encontra no anexo C, a partir dela foi criado os quadros 2 e 3 que trazem sugestões para intervenções na via.

(1): Dados retirados de BERBEL, 2016.

Quadro 2- Intervenções na via

	Severidade	
Trincas Transversais	Baixa	Não fazer nada
	Média	Selante
	Alta	Remendo
Trincas Longitudinais	Baixa	Não fazer nada
	Média	Selante
	Alta	Remendo
Remendos	Baixa	Não fazer nada
	Média	Selante+ tratamento superficial
	Alta	Remendo
Panelas	Baixa	Preenchimentos de buracos
	Alta	Remendo+ drenagem
Desgaste	Baixa	Micro revestimento
	Média	Tratamento superficial
	Alta	Recapeamento

Fonte: Autoria própria.

Quadro 3- Intervenções na via

	Severidade	Extensão	Atividade
Trincas em blocos, jacaré e com erosão	Baixa	Pequena	Não fazer nada
		Grande	Capa selante
	Média	Pequena	Capa selante
		Grande	Capa selante+ micro revestimento
	Alta	Pequena	Selante+tratamento superficial
		Grande	Reciclagem

Fonte: Autoria própria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do método do IGG classificou o pavimento como bom para faixa 1 e ótimo para faixa 2. Pelo método do PCI a classificação foi de que o pavimento estava na classificação de bom.

Cada método analisa e classifica os defeitos de uma forma específica, no método do PCI leva em consideração a severidade dos defeitos e a área de abrangência, já o método do IGG considera apenas o tipo do defeito e a frequência com que eles ocorrem.

Deve-se atentar ao fato de que o método do PCI foi aplicado em 2016 e o IGG em 2018, e mesmo assim no IGG o pavimento ficou com uma classificação melhor que o PCI, isso ocorreu devido ao fator de ponderação que é utilizado no IGG, e os defeitos que foram encontrados eram exatamente os que possuíam menores índices de ponderação. Apesar de ser um método objetivo ele é feito de forma manual que pode apresentar erros e a amostragem acaba sendo parcial.

Mais um ponto que pode ser levado em conta é a manutenção da via, em dois anos podem ter ocorrido reparos significativos no pavimento.

Sendo assim, o uso do IGG pode ser melhor utilizado quando se necessita de uma avaliação rápida e geral, por ele ser mais fácil de aplicar e avaliar, enquanto isso o PCI é mais eficiente para a quantificação de defeitos existentes e também o grau de severidade para pequenos trechos.

Esses métodos de avaliação demandam muito tempo e mão de obra, e deveriam ser feitos anualmente alimentando uma base de dados para que se possa ter uma gerência eficiente do pavimento e também seria interessante o uso de instrumentos automatizados.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, SILVA FERNANDO. **Sistema de gerência de pavimentos para departamentos de estradas do nordeste brasileiro**. Porto Alegre, 2007.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração**. 5. ed. Oficina do texto, 2007.

BERBEL, Mauê Foloni. **Aplicação do Método do PCI- *Pavement Condition Index* – Para determinação de serviços de restauração e manutenção em um trecho da Avenida Tupi de Pato Branco-PR**

BAPTISTA, Cyro de Freitas Noguei. **Pavimentação: Ensaio Fundamentais para a Pavimentação Dimensionamentos dos Pavimentos Flexíveis**. 3. ed. Porto Alegre: Globo, 1978.

DNER. **Manual de pavimentação**. Publicação IPR-697. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. 2. ed. Rio de Janeiro, 1996

DNIT. **Norma DNIT 005/2003- TER- Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT. **Norma DNIT 006/2003-PRO- Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro, 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas, 4. ed. São Paulo, 2007.

MAPA DA OBRA. Votorantim 2006. Disponível em: <<http://www.mapadaobra.com.br/>>.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PATO BRANCO. Website oficial do Município de Pato Branco. 2018. Disponível em: <<http://www.patobranco.pr.gov.br/omunicipio/>>

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de técnicas de Pavimentação**. Vol. 1.. São Paulo: Pini, 746 p. 1997.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de técnicas de pavimentação**. 2. ed. São Paulo, SP: Pini, 2001-2007. 2 v. ISBN 85-7266-125-5 (v.2)

SILVA, Paulo Fernando A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 2. ed. São Paulo, 2008.

TROMBETTA, Jairo. **Avaliação, diagnóstico e manutenção de pavimentos flexíveis**. 75g. Notas de Aula. 2010.

ANEXO A – Quadro resumo dos defeitos – Codificação e Classificação

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fisuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curta	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longa	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curta	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longa	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissociação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bico"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3
	OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO		
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP			
		de Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP			
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC			
		de Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC			
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O			
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E			
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX			
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D			
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P			
Remendos			Remendo Superficial		RS		
			Remendo Profundo		RP		

NOTA 1: Classe das trincas isoladas

FC-1: são trincas com abertura superior à das fisuras e menores que 1,0mm.

FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0mm e sem erosão nas bordas.

FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0mm e com erosão nas bordas.

NOTA 2: Classe das trincas interligadas

As trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas.

ANEXO C– Árvores de decisão

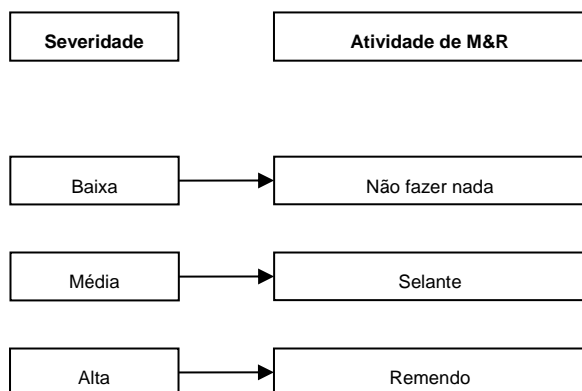


Figura 1 – Árvore de decisão para trincas transversais

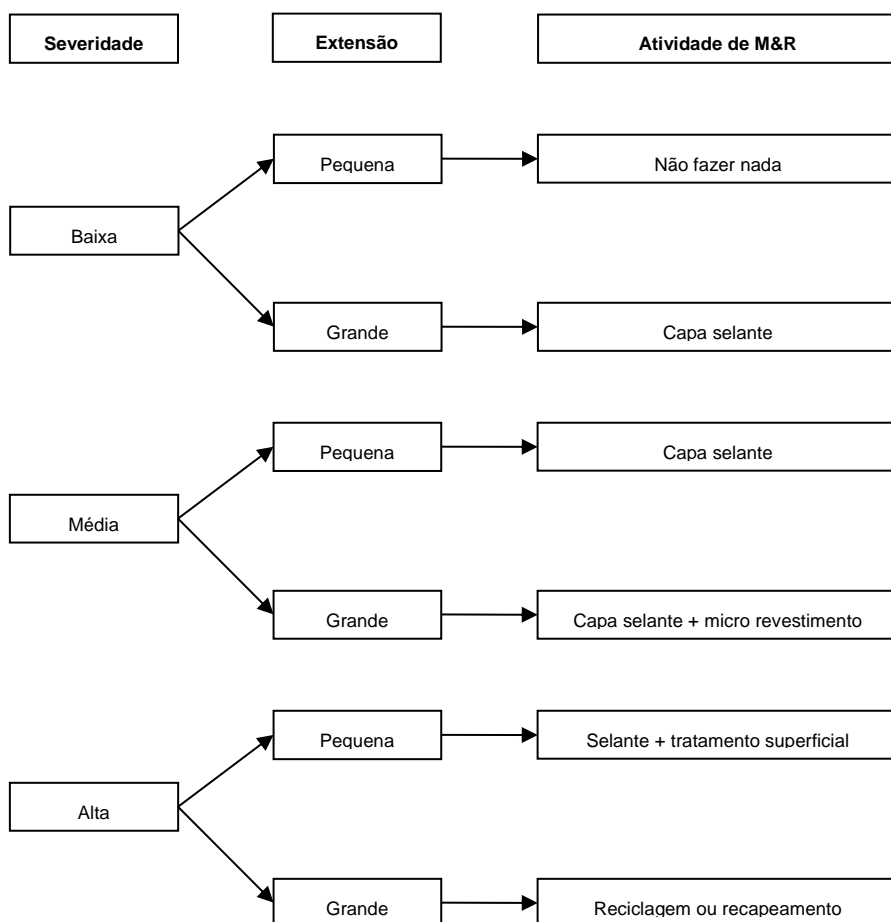


Figura 2 - Árvore de decisão para trincas em blocos

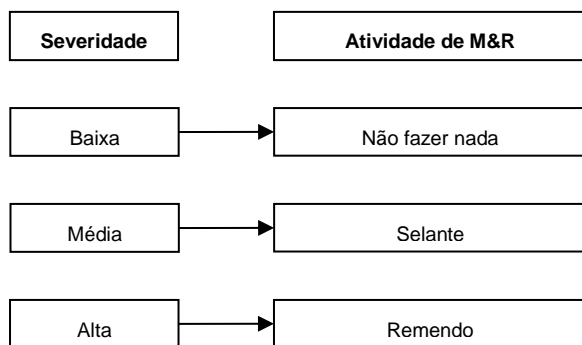


Figura 3 – Árvore de decisão para trincas longitudinais

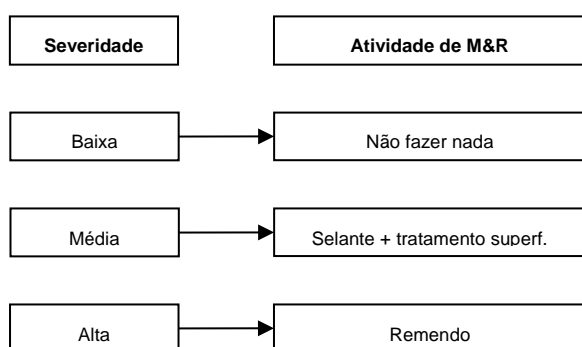


Figura 4 – Árvore de decisão para remendos

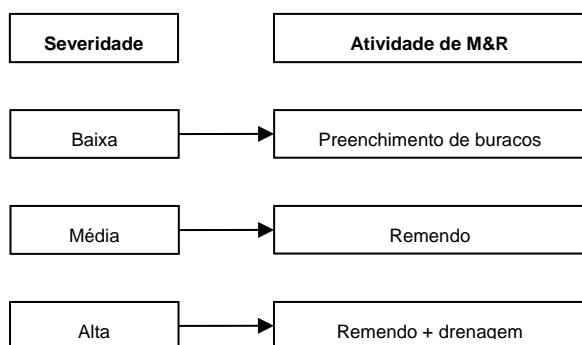


Figura 5 – Árvore de decisão para panelas

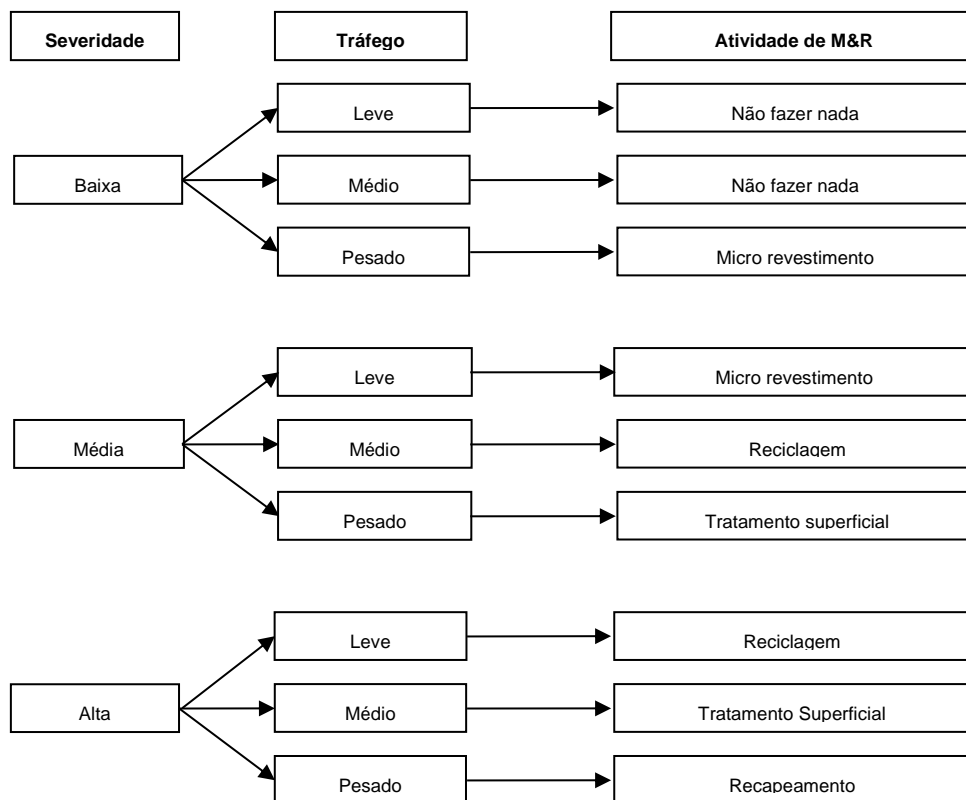


Figura 6 – Árvore de decisão para desgaste

APÊNDICE C- LOCALIZAÇÃO DAS SEÇÕES

