



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

MATHEUS DO ESPÍRITO SANTO GUIMARÃES
VITOR RICARDO BATISTA BARROS

AVALIAÇÃO OBJETIVA DE PAVIMENTOS PELO MÉTODO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO: Um estudo de caso da PA-483 (Alça Viária do Pará) e PA-151.

BELÉM - PA

2025

MATHEUS DO ESPÍRITO SANTO GUIMARÃES
VITOR RICARDO BATISTA BARROS

AVALIAÇÃO OBJETIVA DE PAVIMENTOS PELO MÉTODO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO: Um estudo de caso da PA-483 (Alça Viária do Pará) e PA-151.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, requisito final para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar

BELÉM - PA

2025

MATHEUS DO ESPÍRITO SANTO GUIMARÃES
VITOR RICARDO BATISTA BARROS


AVALIAÇÃO OBJETIVA DE PAVIMENTOS PELO MÉTODO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO: Um estudo de caso da PA-483 (Alça Viária do Pará) e PA-151.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, requisito final para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.


Data de aprovação: 11 de setembro de 2025

Conceito: Excelente


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 MARCELO FIGUEIREDO MASSULO AGUIAR
Data: 16/09/2025 15:04:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar
Universidade Federal do Pará - UFPA - **Orientador**

Documento assinado digitalmente
 CHRISTIANE LIMA BARBOSA
Data: 18/09/2025 18:37:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Christiane Lima Barbosa
Universidade Federal do Pará - UFPA – Examinadora Interna

Documento assinado digitalmente
 RICARDO ALMEIDA DE MELO
Data: 17/09/2025 13:27:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ricardo Almeida de Melo
Universidade Federal da Paraíba - UFPB – Examinador Externo

Dedico ao meu cunhado, Jackson Damasceno, cujo legado e ensinamentos sempre estarão em minha memória.

Matheus Guimarães

AGRADECIMENTOS

De Matheus Guimarães,

Primeiramente à graça e à misericórdia Divinas, que me ampararam ao longo desta trajetória.

À minha mãe, Professora Escolástica Guimarães, e ao meu pai, Carpinteiro Pedro Guimarães, pelo lar amoroso, pelo incentivo constante à educação e pela dedicação sem medidas. A confiança em me permitir sair de casa, ainda que com poucos recursos, mas com a certeza de que nada me faltaria, moldou o homem que hoje me tornei.

Aos meus irmãos: Maria – ou Bia, como carinhosamente minha irmã gêmea e eu a apelidamos no início do desenvolvimento da fala – cuja singularidade e luz nos ensinam diariamente sobre um amor paciente, humilde e incondicional; ao meu irmão Pedro Júnior, que sempre valoriza minhas habilidades e me incentiva a buscar sempre mais; à minha metade, minha “colega” de placenta, minha companheira de vida, minha gêmea, meu amor incondicional, minha Juju (Julyana), cujas capacidades me admiram.

À minha irmã Neves, por ter dedicado seu intervalo de almoço, durante um ano inteiro, para me buscar no cursinho (acho que, finalmente, a hora de rirmos chegou); e por me ensinar sobre fé, persistência e resiliência. Ao seu esposo Jackson, *in memoriam*, que tanto me ensinou sobre justiça, confiança e que acreditou em cada passo que dei. Seus ensinamentos, assim como a saudade de ter compartilhado a vida com alguém ímpar, sempre me acompanharão.

Ao meu irmão Walker, cuja serenidade e habilidades empíricas de engenharia me inspiram. À sua esposa, Gilmara, por tanta dedicação e cuidado com minha família.

Aos meus sobrinhos Sarah e Pedro, que me ensinaram sobre o amor de tio.

À minha tia, que chamo de mãe desde as primeiras palavras, Professora Maria Sebastiana, pelo seu amor, seu tempo, sua dedicação e pelos primeiros livros de origami e de receitas que me transmitiram habilidades práticas valiosas. À sua filha, minha prima Sombelle Santos, pelo cuidado maternal.

Às minhas tias Zita e, *in memoriam*, Maria por tanto carinho e cuidado.

Ao meu parceiro de graduação e de TCC, Vitor, com quem compartilhei momentos desafiadores e, também, conquistas acadêmicas e de vida. Obrigado por sempre me incentivar a não desistir. E ao seu sobrinho Dhayvid que com paciência e habilidade de direção, também contribuiu para esse trabalho.

Aos meus amigos de graduação, especialmente Débora, Fernanda e Rafaela, que tornaram a graduação mais leve, divertida e cheia de momentos felizes. Aos meus amigos de vida: Humberto, engenheiro que tanto admiro e que acompanhou por vezes essa trajetória; Flávia, mestra em ciências que esteve ao meu lado em tantos momentos bons e ruins; e Amanda, engenheira admirável e sinônimo de proteção e cuidado àqueles que ama.

À minha supervisora e amiga Eng. Roseli Pinto – quem admiro profundamente como pessoa e profissional de excelência – pelo carinho, cuidado e acima de tudo por ser sido luz, por inúmeras vezes, na minha trajetória.

Às famílias que me ajudaram a lembrar todos os dias que é possível ter um lar mesmo a 200 km de distância de casa: Garcia – em especial ao Pr. Joás e a Ir. Kelly, que me acolheram no início da graduação –, Veras – em especial às Enfermeiras Madalena e Milena que me cederam espaço ao final da graduação –, e Gouveia – em especial à Tia Vânia, Sr. Fernando, Dra. Bianca e Dra. Vanessa por tantos momentos especiais compartilhados e pelo cuidado.

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Marcelo Massulo, pela orientação, paciência e valiosas contribuições durante toda a elaboração deste trabalho. A admiração que tenho pela sua reconhecida excelência docente apenas cresceu e se consolidou ao longo do período de orientação. Também, ao colegiado do curso de Engenharia Civil, pelo ensino de excelência oferecido à instituição. Destaco, em especial, a Profa. Dra. Isaura Paes, profissional exemplar cuja dedicação, vasto conhecimento técnico e sabedoria servem de inspiração para minha trajetória acadêmica e de vida.

À Building Engenharia Júnior, minha primeira vivência prática em engenharia na universidade, e ao Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Civil, que, pela excelência em suas atividades de pesquisa, ensino e extensão, me direcionaram academicamente, proporcionando-me, igualmente, experiências acadêmicas e profissionais enriquecedoras.

Por fim, de forma geral a tudo e a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

De Vitor Batista,

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pelo seu cuidado, graça e misericórdia sobre a minha vida. Sem Ele, eu nada seria. Sua presença me sustentou em cada passo dessa jornada, fortalecendo minha fé e renovando minhas forças.

Agradeço à minha mãe, Luciene, por todo amor que me foi dado, por ser meu porto seguro, por todos os ensinamentos e cuidados que teve comigo, minha maior inspiração de fé e por sempre estar ao meu lado me dando força e apoio nessa dura e árdua caminhada. Sempre acreditou em mim com orgulho e ofereceu todo o suporte necessário para que eu realizasse meus sonhos. Essa vitória não é só minha, é sua!

Aos meus tios, Rita e Jacivaldo, por serem meus incentivadores, que com muito amor, cuidado e palavras de encorajamento, sempre acreditaram no meu potencial. Vocês me impulsionaram a seguir em frente e sonhar alto e investiram nesse sonho comigo. Sem vocês, eu não teria chegado até aqui.

À minha família Batista, em especial meus irmãos, cunhadas e sobrinhos, por ser minha base sólida, por me dar forças mesmo nos momentos difíceis e por sempre torcer pela minha vitória. Cada gesto de carinho e apoio foi essencial para que eu continuasse firme.

Agradeço ao meu parceiro de TCC, Matheus, minha dupla na graduação, com quem compartilhei desafios e conquistas. Sempre incentivando um ao outro a não desistir e a buscar resultados melhores. Chegamos ao final com louvor!

Ao meu sobrinho Dhayvid e minha grande amiga Sombelle, que foram literalmente os motoristas desse trabalho, conduzindo o veículo que tornou possível a realização desta pesquisa. Sou profundamente grato pela disponibilidade e auxílio prestado por vocês.

Aos meus amigos de graduação, especialmente Débora, Fernanda e Rafaela, que tornaram essa jornada mais leve, divertida e feliz. A amizade de vocês foi um presente que tornou tudo mais especial.

Às segundas famílias que a graduação me presenteou, Guimarães – em especial a tia Escolástica, Maria das Neves, Julyana e Júnior – e Gouveia – tia Vânia, seu Fernando, Bianca e Vanessa –, que me acolheram com tanta gentileza, carinho e

cuidado, cuidando de mim enquanto estive longe da minha cidade natal. Sou imensamente grato pelo apoio e pela vida de vocês.

Ao Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Civil e à Building Engenharia Júnior que me trouxeram experiências acadêmicas e profissionais enriquecedores e assim contribuíram para minha formação pessoal e profissional.

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Marcelo Massulo, por aceitar esse desafio, por se disponibilizar a andar mais de 80 km a 40 km/h, duas vezes, e principalmente por nos orientar de forma objetiva, didática e inspiradora.

Ao colegiado do curso de Engenharia Civil, deixo aqui meus agradecimentos pelo compartilhamento de conhecimentos e a qualidade de ensino que incorporam a essa faculdade. Em especial à Profa. Dr. Isaura Paes, cuja orientação em outras áreas da graduação, os ensinamentos, os conselhos, a parceria, a amizade, a competitividade, as focas e principalmente seu caráter e sabedoria a tornam a exímia profissional na qual me espelho.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que de forma direta ou indireta contribuíram e ajudaram na minha caminhada profissional e pessoal. Vocês tiveram parte nessa vitória. Que eu possa honrar a cada um de vocês nas conquistas futuras.

RESUMO

GUIMARÃES, M. E. S.; BARROS, V. R. B. **Avaliação objetiva de pavimentos pelo método do levantamento visual contínuo: um estudo de caso da PA-483 (Alça Viária do Pará) e PA-151**. 2025. 111f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

Os Sistemas de Gerência de Pavimentos e a conservação da infraestrutura viária são fundamentais para garantir eficiência do transporte, segurança dos usuários e desenvolvimento regional. No estado do Pará, ainda há carência de estudos que avaliem sistematicamente a condição dos pavimentos. Neste contexto, o trabalho objetivou identificar o Índice de Estado de Superfície (IES) de trechos das rodovias PA-483 e PA-151, aplicando o método do Levantamento Visual Contínuo (LVC), conforme a norma DNIT 008/2003-PRO. A pesquisa estudou quatro trechos, subdivididos em 82 segmentos de 1 km, com coletas em janeiro, março, maio e julho de 2025. Utilizou-se o teste Qui-Quadrado para avaliar a variação temporal do IES e o coeficiente de correlação de Pearson para verificar a relação entre o Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF) e o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE). Os resultados demonstraram o Trecho 4 como o mais crítico, com IES médios de até 8 (Péssimo), enquanto o Trecho 1 apresentou condições menos críticas, variando de 2 (Bom) para 4 (Regular). O remendo foi o defeito mais recorrente, registrado em média em 89,6% dos seguimentos, seguido por trincas tipo "couro de jacaré" (77,7%) e ondulações (66,7%), sendo as trincas em bloco menos frequentes (2,7%). O teste Qui-Quadrado indicou ausência de diferença significativa na variação do IES nos períodos curtos (2 meses), mas mostrou diferença no acumulado (6 meses), evidenciando evolução distinta ao longo do tempo. Observou-se ainda correlação linear negativa moderada ($r = -0,78$) entre ICPF e IGGE, demonstrando coerência entre as avaliações subjetiva e objetiva. Concluiu-se que, apesar de esporádicas atividades de manutenção, os trechos deterioraram-se de janeiro a julho, período que coincide com a estação chuvosa.

Palavras-chave: Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP); Índice de Estado de Superfície (IES); defeitos em pavimentos flexíveis; Levantamento Visual Contínuo (LVC); desempenho de pavimentos.

ABSTRACT

GUIMARÃES, M. E. S.; BARROS, V. R. B. **Avaliação objetiva de pavimentos pelo método do levantamento visual contínuo: um estudo de caso da PA-483 (Alça Viária do Pará) e PA-151.** 2025. 111f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

Pavement Management Systems and the preservation of road infrastructure are essential to ensure transport efficiency, user safety, and regional development. In the state of Pará, there is still a lack of systematic studies that assess pavement conditions. In this context, this study aimed to identify the Surface Condition Index (IES) of sections of highways PA-483 and PA-151, applying the Continuous Visual Survey (LVC) method, in accordance with DNIT 008/2003-PRO. The research analyzed four sections, subdivided into 82 one-kilometer segments, with data collected in January, March, May, and July 2025. The Chi-Square test was applied to assess temporal variation of the IES, and Pearson's correlation coefficient was used to verify the relationship between the Flexible Pavement Condition Index (ICPF) and the Rapid Global Gravity Index (IGGE). Results showed Section 4 as the most critical, with average IES values reaching 8 (Very Poor), while Section 1 presented less critical conditions, ranging from 2 (Good) to 4 (Fair). Patching was the most recurrent defect, observed on average in 89.6% of the segments, followed by interconnected cracks (77.7%) and wheel path rutting (66.7%), while block cracking was the least frequent (2.7%). The Chi-Square test indicated no significant difference in IES variation over short periods (2 months) but revealed differences over longer periods (6 months), evidencing distinct deterioration patterns over time. A moderate negative linear correlation ($r = -0.78$) was also observed between ICPF and IGGE, demonstrating consistency between subjective and objective assessments. It was concluded that, despite occasional maintenance activities, the pavement sections deteriorated from January to July, a period coinciding with the rainy season.

Keywords: Pavement Management Systems (SGP); Pavement Surface Status (IES); flexible pavement distresses; Continuous Visual Survey (LVC); pavement performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de Gerência de Pavimentos.....	19
Figura 2 – Fluxograma dos componentes de um sistema de gerência de pavimentos em nível de rede e projeto.	21
Figura 3 – Relação das estratégias de manutenção e reabilitação com as outras etapas de um sistema de gerência de pavimentos	22
Figura 4 – Ficha de avaliação do PSR.	23
Figura 5 – Critérios para classificação dos fatores utilizados nas árvores de decisão.	26
Figura 6 – Árvore de decisão para deformação permanente nas trilhas de roda.	26
Figura 7 – Importância da intervenção na minimização de custos em momento oportuno.	27
Figura 8 – Tipos de trinca sobre os pavimentos.	29
Figura 9 – Mapa de concessão de rodovias federais.....	38
Figura 10 – Mapa de concessão do conjunto de rodovias que ligam a Região Metropolitana de Belém a Marabá.	39
Figura 11 – PA-483.....	42
Figura 12 – PA-151.	42
Figura 13 – Temperatura média compensada anual no Brasil.....	44
Figura 14 – Fluxograma do Método.	45
Figura 15 – Trechos.	45
Figura 16 – Elementos de drenagem superficial nos: (a) Trecho 01 com obstrução por vegetação. (b) Trecho 02 em trecho com ausência de elementos de drenagem. (c) Trecho 03 com obstrução por vegetação. (d) Trecho 04 com ausência de elementos de drenagem.....	47
Figura 17 – IES médio dos trechos por escala de cor, nos meses de (a) janeiro, (b) março, (c) maio e (d) julho.	59
Figura 18 – Ondulações e trincas interligadas tipo “jacaré”, com erosão nas bordas, presentes no trecho crítico.	61
Figura 19 – Trincas interligadas do tipo “jacaré” presentes no trecho crítico.	62

Figura 20 – Painéis de alta severidade presentes no trecho crítico.....	63
Figura 21 – Ineficiência e ausência dos elementos de drenagem no trecho crítico..	64
Figura 22 – Afundamento de consolidação de trilha de roda presente no trecho 1..	64
Figura 23 – Afundamentos de trilha de roda no Trecho 1 no mês de julho.	66
Figura 24 – Registro de remendos observadas em março no Trecho 2.....	68
Figura 25 – Registro de remendos observadas em julho no Trecho 3.....	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Altura média de chuvas no município de Abaetetuba (PA).	43
Gráfico 2 – Distribuição do percentual de conceitos por trecho em cada mês. (a) Distribuição em janeiro. (b) Distribuição em março. (c) Distribuição em maio. (d) Distribuição em julho.	60
Gráfico 3 – Incidência de defeitos por segmento no Trecho 01 durante o período estudado.....	66
Gráfico 4 – Incidência de defeitos por segmento no Trecho 02 durante o período estudado.....	67
Gráfico 5 – Incidência de defeitos por segmento no Trecho 03 durante o período estudado.....	68
Gráfico 6 – Incidência de defeitos por segmento no Trecho 04 durante o período estudado.....	70
Gráfico 7 – Incidência de defeitos nos 82 segmentos a cada mês do período estudado.	71
Gráfico 8 – Trajeto da coleta de dados.....	73
Gráfico 9 – Variação do IES médio.	75
Gráfico 10 – Correlação entre o ICPF médio e o IGGE médio.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de Serventia.....	24
Tabela 2 – Frequência de defeitos.	34
Tabela 3 – Conceitos do ICPF.	34
Tabela 4 – Gravidade e Peso dos defeitos.	35
Tabela 5 – Classificação do IES.	36
Tabela 6 – Inventário da rede.	46
Tabela 7 – Frequência média dos defeitos e ICPF médio dos segmentos do Trecho 1 no mês de janeiro de 2025.....	52
Tabela 8 – Cálculo do IGGE dos segmentos do Trecho 1 no mês de janeiro de 2025.	53
Tabela 9 – Valores e conceitos médios do IES para cada trecho.....	58
Tabela 10 – Valores e conceitos do IES no Trecho 1	54
Tabela 11 – Valores e conceitos do IES no Trecho 2.....	55
Tabela 12 – Valores e conceitos do IES no Trecho 3	56
Tabela 13 – Valores e conceitos do IES no Trecho 4	57
Tabela 14 – Evolução percentual do IES em períodos consecutivos e acumulados.	72
Tabela 15 – Teste Qui-Quadrado para variações do IES em períodos consecutivos.	74
Tabela 16 – Teste Qui-Quadrado para variações do IES nos períodos consecutivos e acumulado total.	75
Tabela 17 – Valores do ICPF e IGGE para o teste de correlação linear de Pearson.	77

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
1.1.	Objetivo	17
1.1.1.	Objetivo Geral.....	17
1.1.2.	Objetivos Específicos	17
1.2.	Justificativa.....	18
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1.	Sistema de Gerência de Pavimentos	19
2.1.1.	Níveis do Sistema de Gerência de Pavimentos	20
2.1.2.	Principais Etapas do Sistema de Gerência de Pavimentos	21
2.1.3.	Avaliação dos pavimentos	23
2.1.4.	Atividade de manutenção e reabilitação	25
2.2.	Índice de Estado de Superfície – IES	27
2.2.1.	Terminologia para os defeitos em pavimentos flexíveis.....	28
2.2.1.1.	Fissuras e Trincas	28
2.2.1.1.1.	Trinca Isolada	29
2.2.1.1.2.	Trinca Interligada	30
2.2.1.3.	Ondulação ou Corrugação	31
2.2.1.4.	Escorregamento	31
2.2.1.5.	Exsudação.....	32
2.2.1.6.	Desgaste	32
2.2.1.7.	Panela ou buraco	32
2.2.1.8.	Remendo.....	32
2.2.1.9.	Remendo profundo.....	32
2.2.1.10.	Remendo superficial.....	33
2.2.2.	Método DNIT 008/2003 – PRO para cálculo do IES.....	33
2.3.	Concessão de Rodovias	36
2.4.	Aplicação do IES em estudos de rodovias brasileiras.....	39
3.	MÉTODO.....	41
3.1.	Caracterização da Área de Estudo.....	41
3.2.	Descrição do Método	44

3.2.1.	Codificação dos Trechos	45
3.2.2.	Inventário da Rede	46
3.2.3.	Formulário de campo e coleta de dados	47
3.2.4.	Cálculo do IES.....	48
3.2.5.	Análise de dados	48
3.2.5.1.	Teste Qui-Quadrado	49
3.2.5.2.	Teste de correlação Linear de Pearson	50
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
4.1.	Cálculo do IES	52
4.2.	Análise dos dados	59
4.2.1.	Trecho crítico.....	59
4.2.2.	Defeitos de maior e menor frequência.....	65
4.2.3.	Variação temporal do IES.....	72
4.3.	Correlação entre o ICPF e o IGGE.....	76
4.4.	Considerações finais	79
5.	CONCLUSÃO.....	83
5.1.	Sugestões para trabalhos futuros	85
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXOS	91
ANEXO A – REPRESENTAÇÃO FOTOGRÁFICA DOS DEFEITOS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS.....		91
ANEXO B – DISTRIBUIÇÃO QUI-QUADRADO.....		93
APÊNDICES	95
APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO		95
APÊNDICE B – FREQUÊNCIA DOS DEFEITOS E ICPF COLETADOS.....		96
APÊNDICE C – CÁLCULOS DOS IGGE		104

1. INTRODUÇÃO

A qualidade das rodovias está diretamente relacionada ao desenvolvimento de atividades econômicas e sociais regionais, sendo fundamental que a infraestrutura de transportes esteja em boas condições para garantir o fluxo de pessoas e mercadorias (CNT, 2024).

O acentuado fluxo de veículos de carga, assim como a circulação de transportes com peso acima do limite regulamentar, pode acelerar o desgaste dos pavimentos (OLIVEIRA, 2023). Com isso, podem surgir buracos, trincas e outras formas de deterioração. Essas fragilidades estão suscetíveis ao clima e possibilitam que a água da chuva, por exemplo, se torne um agente invasor e influencie no comportamento da estrutura, conforme exprime Medina e Motta (2015). O efeito indesejado da umidade, por sua vez, pode reduzir as propriedades mecânicas dos materiais constituintes, agravando o processo de degradação.

Segundo Fernandes Jr. *et al* (1999), a adequada conservação das rodovias é essencial para a redução dos custos de operação dos veículos - consumo de combustível e lubrificantes, desgastes dos pneus e outros – e para o impulso ao crescimento econômico, pois facilita o acesso a mercados, serviços e oportunidades.

Assim, surge o conceito de Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), que engloba os processos de planejamento, projeto, construção e manutenção dos pavimentos interagindo mutuamente entre si. Essa interação objetiva fornecer pavimentos econômicos, confortáveis e seguros à população por meio de estratégias como bom dimensionamento das vias, processo construtivo executado de maneira correta e manutenção e reabilitação dos pavimentos no momento oportuno (DNIT, 2011; SHOJI, 2000).

No entanto, os custos para a manutenção da infraestrutura rodoviária são elevados e desproporcionais aos recursos disponíveis. Por isso, em vias com grande volume de tráfego, tais custos podem ser obtidos diretamente dos usuários mediante a concessões de rodovias e cobrança de pedágio. Neste sentido, para garantir a qualidade das rodovias, por meio do SGP, Santos e Ribeiro (2018) afirmam que as concessões rodoviárias têm sido a estratégia mais viável na conservação das rodovias em níveis apropriados para um elevado volume de tráfego pesado.

Neste cenário, torna-se indispensável a coleta de dados objetivos da condição dos pavimentos e dos tipos de defeitos, suas extensões e severidades e a utilização de métodos que avaliem o estado de conservação das rodovias, tais como o Levantamento Visual Contínuo (LVC), regido pela norma DNIT 008/2003 – PRO.

Logo, este trabalho se propôs a utilizar o LVC para avaliar o estado de conservação da superfície do pavimento de trechos de duas rodovias no estado do Pará, a saber a PA-483 (Alça Viária do Pará) e PA-151, dividindo-as em partes contínuas denominadas trechos e subdivisões detalhadas que os compõem, denominadas segmentos. Além disso, essas rodovias integram parte da mais recente concessão rodoviária do Estado (Rota do Pará, 2024).

1.1. Objetivo

1.1.1. Objetivo Geral

Identificar o índice do estado da superfície (IES) de trechos das rodovias PA-483 e PA-151 que fazem parte da rota concedida à iniciativa privada pelo processo de Levantamento Visual Contínuo, regido pela norma DNIT 008/2003-PRO.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar os Índices do Estado de Superfície (IES) do pavimento dos segmentos e dos trechos.
- Classificar os segmentos e os trechos com base no IES.
- Identificar os trechos mais e menos críticos.
- Identificar os defeitos mais e menos frequentes ao longo dos segmentos e dos trechos.
- Avaliar o desempenho do pavimento em função da variação do IES ao longo dos meses de coleta.
- Verificar a correlação estatística entre o ICPF e o IGGE.

1.2. Justificativa

A conservação da infraestrutura viária é essencial para garantir a eficiência do transporte e o desenvolvimento regional. No entanto, há poucas pesquisas técnicas sobre a condição dos pavimentos em rodovias que interligam a Região Metropolitana de Belém aos municípios no interior do estado do Pará.

Dessa forma, o trabalho analisou trechos das rodovias que promovem o acesso de cidades, como Belém e Marabá, ao porto de Vila do Conde, um corredor estratégico para o escoamento de produtos agrícolas, minerais e industriais. A manutenção adequada dessas rodovias é crucial para garantir a eficiência logística e impulsionar a economia local.

Atualmente, a superfície dessas rodovias apresenta patologias estruturais que afetam a segurança, o conforto dos usuários e a fluidez do transporte de cargas. Ademais, existe um fator agravante condicionado ao volume de tráfego e à influência das chuvas, que intensifica o processo de deterioração do pavimento. Assim, este estudo se justificou pela necessidade de conservação da infraestrutura viária regional, visando um sistema mais seguro e eficiente.

Além disso, os trechos analisados coincidiram com a recente e pioneira concessão à iniciativa privada de rodovias estaduais do Pará. A coleta de dados em meses diferentes permitiu a comparação da evolução do estado de conservação dessas vias na fase inicial da concessão (desempenho), auxiliando na avaliação da efetividade dos investimentos e da atuação da concessionária. Outrossim, buscou-se verificar se a concessionária está garantindo as condições adequadas das rodovias mesmo em períodos de chuva, quando os desafios para a manutenção da infraestrutura se tornam ainda mais críticos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

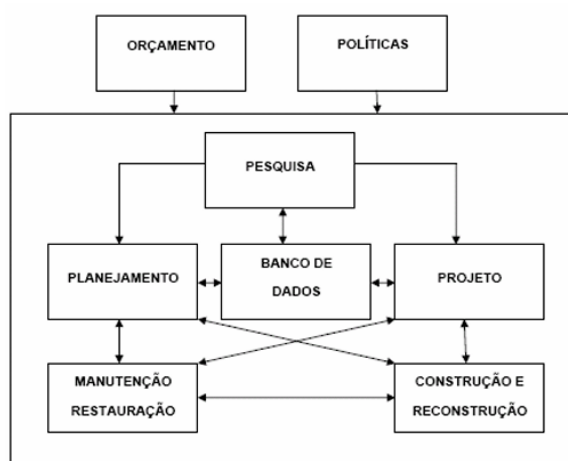
Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre temas relacionados ao foco principal do estudo. São explorados tópicos como a compreensão do SGP e as atividades a ele vinculadas. Além disso, discute o histórico da concessão de rodovias em nível mundial, nacional e estadual, com ênfase no Pará. Também se aborda o método do DNIT, que especifica as diretrizes para o cálculo do IES. Por fim, são apresentadas pesquisas com estudos de caso que se conectam com o tema deste trabalho.

2.1. Sistema de Gerência de Pavimentos

O Guia da AASHTO (2012) define um SGP como um conjunto de ferramentas e métodos que auxiliam os responsáveis pela tomada de decisões a identificar as melhores estratégias para planejar, avaliar e manter os pavimentos em boas condições de uso ao longo do tempo.

De acordo com o Manual de Gerência de Pavimentos (DNIT, 2011), um SGP é definido pelo funcionamento das etapas de planejamento, projeto, execução e a manutenção dos pavimentos de maneira conjunta. Além disso, interage com fatores externos como os recursos orçamentários, os dados da malha viária e as diretivas políticas e administrativas.

Figura 1 – Sistema de Gerência de Pavimentos



Fonte: DNIT (2011)

O principal objetivo de um SGP é garantir a utilização mais eficiente dos recursos públicos disponíveis e proporcionar um transporte rodoviário seguro, adequado e com boa relação custo-benefício (DNIT, 2011).

Segundo Shahin (1994), os pavimentos precisam ser gerenciados e não apenas mantidos. Embora seja desafiador mudar a maneira como as coisas são feitas, será ainda mais difícil explicar às gerações futuras como a gerência dos nossos recursos e preservação da infraestrutura falharam.

Neste sentido, Fernandes Jr. (2001) enfatiza que os SGP permitem a substituição do modelo tradicional de manutenção corretiva por uma abordagem planejada, que não apenas soluciona problemas pontuais, mas também implementa ações preventivas para aumentar a durabilidade da infraestrutura viária e assegurar a qualidade dos serviços prestados em toda rede.

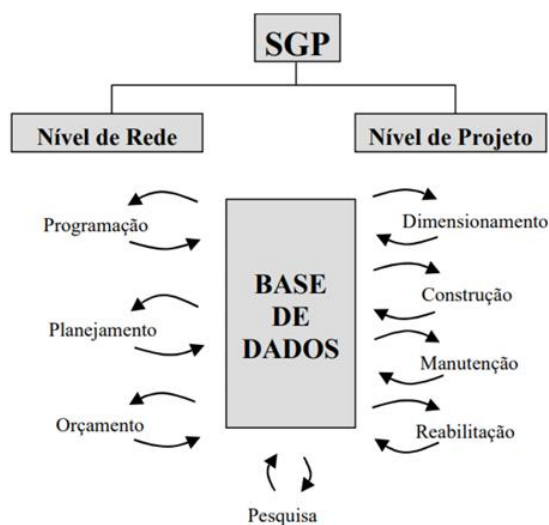
Considerando o desgaste natural dos pavimentos, o acompanhamento contínuo destes, desde a sua construção, é essencial para garantir parâmetros de utilização, com destaque para a segurança e o conforto que são os mais perceptíveis aos usuários. Quando o desgaste ultrapassa limite crítico, a deterioração se intensifica, aumentando significativamente os custos de recuperação e podendo até a exigir a reconstrução completa da via. Diante disso, o uso de um SGP permite o planejamento mais eficaz das ações de Manutenção e Reabilitação (M&R), possibilitando a preservação das condições funcionais da infraestrutura viária (Carvalho, 2020).

Por isso, o Sistema de Gerência de Pavimentos desempenha papel fundamental no desenvolvimento econômico, aumento da qualidade de vida e mobilidade urbana, pois ao adotar estratégias de manutenção preventiva e reabilitação das vias a administração pública consegue reduzir elevados custos futuramente (Albuquerque, 2017).

2.1.1. Níveis do Sistema de Gerência de Pavimentos

A gestão de pavimentos é um processo que se classifica em dois níveis básicos de trabalho, a saber o nível de rede e o nível de projeto, conforme apresentado na Figura 2 na página a seguir.

Figura 2 – Fluxograma dos componentes de um sistema de gestão de pavimentos em nível de rede e projeto.



Fonte: Haas *et al.* (1994).

A gestão em nível de rede lida com informações sintetizadas que são utilizadas no desenvolvimento de um programa de prioridades e cronograma de trabalho, dentro das restrições orçamentárias gerais. As principais intervenções nesse nível incluem manutenção corretiva e preventiva, ação postergada, reforço estrutural e reconstrução. Já no nível de projeto, as intervenções são mais técnicas e detalhadas, permitindo uma análise aprofundada do pavimento por meio de processos como dimensionamento, construção, manutenção e reabilitação. O trabalho do nível de projeto, portanto, entra em ação no momento apropriado do cronograma e representa a implementação física e real das decisões da rede (Haas *et al.*, 1994).

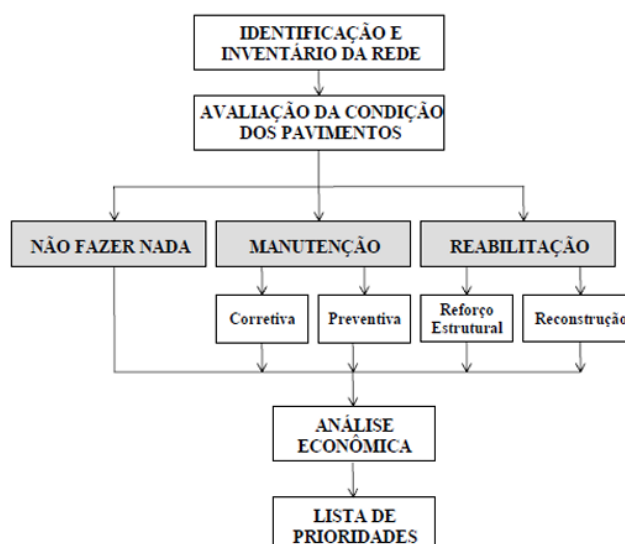
Garantir a integração entre esses níveis de decisão é fundamental para que as estratégias definidas no nível de rede sejam aplicadas de forma eficaz no nível de projeto. No entanto, essa integração é trabalhosa, pois exige a coordenação entre diferentes áreas técnicas, a conciliação de interesses distintos e a superação de barreiras logísticas e financeiras.

2.1.2. Principais Etapas do Sistema de Gestão de Pavimentos

O SGP é composto por diversas etapas que possibilitam o monitoramento e a tomada de decisão para a conservação de rodovias. Dentre essas etapas estão:

identificação do inventário de rede, levantamento de defeitos e avaliação da condição dos pavimentos, verificação das intervenções necessárias (atividades de M&R), análise econômica e lista de prioridades, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Relação das estratégias de manutenção e reabilitação com as outras etapas de um sistema de gerência de pavimentos



Fonte: MAPC (1986).

O inventário é a primeira etapa do SGP e consiste na coleta de informações sobre a infraestrutura viária. Ele inclui os dados sobre a geometria da via, tipo de pavimento, histórico de manutenções, volume de tráfego, condições superficiais, defeitos estruturais e características funcionais das vias. Essas informações são fundamentais para a classificação e planejamento das intervenções.

A realização adequada do levantamento de defeitos e a padronização das avaliações são essenciais para garantir a precisão da análise objetiva e subjetiva. Esses elementos possibilitam um gerenciamento mais detalhado e assertivo, assegurando uma frequência apropriada de coletas e permitindo que haja um modelo de definição de propriedades bem implementado (DNIT, 2011).

Para o DNIT (2011), o inventário visual da superfície de pavimentos pode ser feito de duas formas tradicionais, a saber conforme a norma DNIT-PRO 006 (2003) ou com a adoção do procedimento de Levantamento Visual Contínuo, regido pela norma DNIT-PRO 008 (2003).

2.1.3. Avaliação dos pavimentos

Com o intuito de criar um método simplificado para avaliar a condição dos pavimentos, Carey e Irick (1960) mencionam que a *American Association of State Highway Officials* desenvolveu um sistema baseado na avaliação subjetiva dos usuários. Nesse método, os avaliadores atribuem notas de 0 a 5 para classificar a qualidade do pavimento em termos de conforto e suavidade ao rolamento, conforme a Figura 4. A média dessas avaliações resulta no *Present Serviceability Ratio* (PSR).

Figura 4 – Ficha de avaliação do PSR.

ACEITÁVEL?		
Sim	<input type="checkbox"/>	5
Não		4 ÓTIMO
Indeciso		3 BOM
		2 REGULAR
		1 RUIM
		0 PÉSSIMO
Identificação da Seção: _____		NOTA: _____
Avaliador: _____		
Data: _____	Hora: _____	Veículo: _____

Fonte: adaptado (Carey e Irick, 1960).

No Brasil, a avaliação subjetiva da superfície dos pavimentos flexíveis e semirrígidos segue os critérios estabelecidos pelo DNIT na norma DNIT-PRO 009/2003. De acordo com essa regulamentação, um grupo de cinco avaliadores percorre o trecho em análise a bordo do veículo, mantendo uma velocidade próxima ao limite legal da via. Durante o percurso, os avaliadores registram suas percepções em uma ficha padronizada, atribuindo notas que variam de 0 (péssimo) a 5 (ótimo). A média aritmética dessas avaliações determina o Valor de Serventia Atual (VSA), métrica correspondente ao PSR.

As faixas de notas padrão de conforto e suavidade do pavimento compreendem cinco níveis de serventia, conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Níveis de Serventia.

Condição de Conforto	Avaliação (intervalo de notas)
Excelente	4,1 a 5
Bom	3,1 a 4
Regular	2,1 a 3
Ruim	1,1 a 2
Péssimo	0 a 1

Fonte: DNIT 009/PRO (2003).

A avaliação objetiva consiste no levantamento detalhado dos defeitos superficiais do pavimento, considerando tipo, severidade e densidade. Esse levantamento pode ser realizado por meio de inspeção a pé ou dentro de um veículo em movimento. Devido aos desafios e custos associados à avaliação subjetiva, o *AASHO Road Test* desenvolveu o *Present Serviceability Index* (PSI), um método que permite a análise mais minuciosa da condição do pavimento, fornecendo informações não obtidas diretamente na inspeção visual (Albuquerque, 2017).

No contexto local, os principais indicadores normatizados para avaliação da superfície de rolamento foram desenvolvidos para a aplicação rodoviária e incluem o Levantamento Visual Contínuo (LVC) e o Índice de Estado de Superfície (IES), ambos padronizados pela norma DNIT 008/2003-PRO, além do Índice de Gravidade Global (IGG), regulamentado pela norma DNIT 006/2003-PRO. A identificação e classificação dos defeitos observados seguem os critérios da norma DNIT 005/2003-TER, independente do índice utilizado.

A coleta de dados do IGG é realizada com o auxílio de planilhas para o registro das ocorrências de defeitos observados, além do uso de materiais para a demarcação das estacas e das áreas de inspeção. Também é empregada uma treliça metálica, utilizada para medir o afundamento nas trilhas de roda das áreas avaliadas. Vale destacar que este índice não é calculado em toda a extensão da pista, mas sim em pontos selecionados de forma amostral, seguindo distâncias e áreas previamente definidas pela norma técnica (DNIT 006/PRO, 2003).

A utilização desse método nos sistemas de gerência de pavimentos rodoviários, apresenta algumas limitações em sua aplicação. Uma delas é o fato de considerar apenas a quantidade de ocorrências dos defeitos, com exceção das trincas. Essa

característica restringe a aplicabilidade do índice no sistema. Além disso, o método demanda um tempo maior para a avaliação de cada segmento, em sua maior parte pela necessidade de que os avaliadores percorram longos trechos a pé, o que pode impactar na sua viabilidade operacional em levantamentos extensos (Albuquerque, 2017; Bernucci *et al*, 2022; Zanchetta, 2005).

Para tornar esse procedimento mais ágil, especialmente quando se trata de grandes áreas, foram desenvolvidos métodos de LVC, cuja coleta ocorre dentro de um veículo em movimento e, a partir disso, são registradas as ocorrências mais relevantes na superfície do pavimento, conforme estabelecido pela norma DNIT 008/2003 – PRO, sendo este o procedimento mais adequado em nível gerencial e de projeto, no que tange aos aspectos relativos aos defeitos de superfície. (Bernucci *et al*, 2022; DNIT, 2011).

2.1.4. Atividade de manutenção e reabilitação

A deterioração dos pavimentos é influenciada pelo tráfego e pelas condições climáticas, como temperatura e umidade, afetando todos os materiais usados na pavimentação. Inicialmente, o processo de deterioração ocorre de forma mais lenta, mas sua taxa aumenta conforme o pavimento se aproxima do fim da sua vida útil. Para garantir uma superfície de rolamento segura, confortável e econômica, além de proteger os investimentos, realizam-se atividades de manutenção e reabilitação. Essas ações estão diretamente ligadas ao desempenho dos pavimentos, às estratégias de intervenção, aos momentos em que as atividades de M&R são realizadas e aos custos envolvidos (Fernandes Jr. et al., 1999)

Após a avaliação, realiza-se a análise de prioridade, utilizando índices como o Índice de Prioridade (IP) e definição das estratégias de manutenção e reabilitação em nível de rede que, conforme Fernandes Jr. et al. (1999), incluem: Não Fazer Nada (NF), Manutenção Preventiva (MP), Manutenção Corretiva (MC), Reforço (RF) e Reconstrução (RC). Em seguida, realiza-se a análise no nível de projeto, que envolve a definição das atividades de manutenção e, quando necessário, o dimensionamento dos reforços e da reconstrução. Por fim a implementação da atividade.

Conforme Fernandes Jr. e Pantigoso (1998), a definição das atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos é guiada por uma "árvore de decisão", que

leva em consideração fatores como os tipos de defeitos (incluindo sua severidade e extensão) e o volume de tráfego, cujo critérios para definição dos níveis de severidade, extensão e tráfego são indicados na Figura 5. As opções de intervenção podem variar amplamente, desde não realizar nenhuma ação até medidas como aplicação de capa selante, lama asfáltica, tratamento superficial e outras, exemplificado pela Figura 6.

Figura 5 – Critérios para classificação dos fatores utilizados nas árvores de decisão.

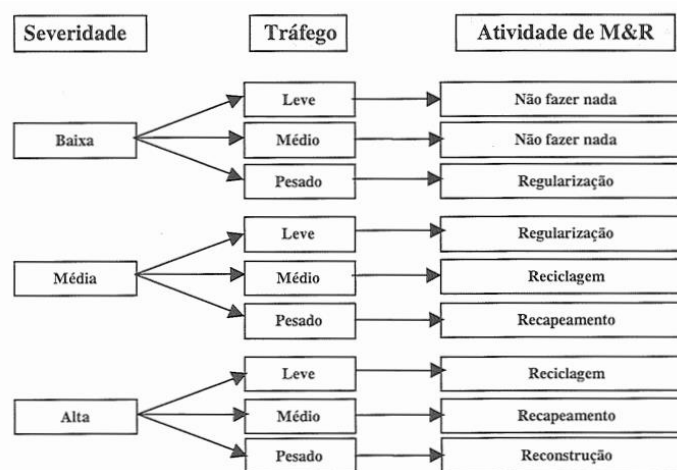
Severidade do Defeito			
	1	2	3
Severidade	Baixa	Média	Alta

Extensão do Defeito		
	1	2
Extensão	Pequena	Grande

Tráfego (VDM)			
VDM (x 1000)	1 - Leve	2 - Médio	3 - Pesado
Tráfego	< 1	1 - 5	> 5

Fonte: Fernandes Jr. e Pantigoso (1998).

Figura 6 – Árvore de decisão para deformação permanente nas trilhas de roda.

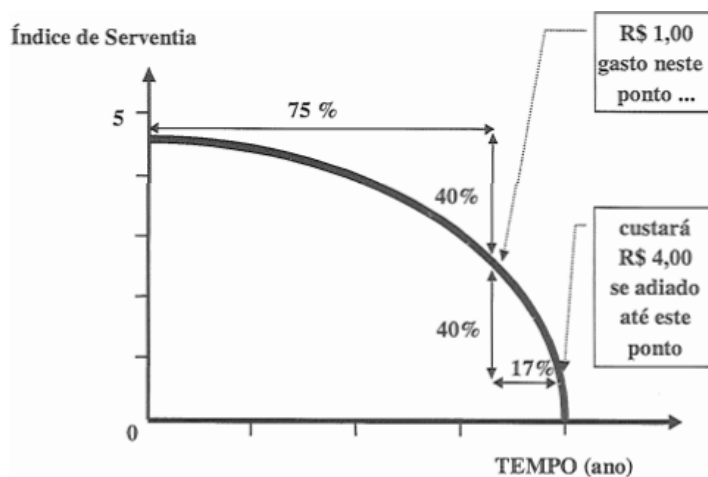


Fonte: Fernandes Jr. e Pantigoso (1998).

Os pavimentos rodoviários são um patrimônio valioso, cuja preservação depende de conservação e restauração oportunas. Atrasos nas atividades de manutenção e reabilitação, quase sempre resultam em custos adicionais, pois a estrutura do pavimento se deteriora de forma acelerada à medida que as intervenções são adiadas. Qualquer redução na intensidade ou frequência dos serviços de

manutenção resulta em aumento substancial nos custos operacionais dos veículos e na necessidade de investimentos cada vez maiores para a recuperação dos pavimentos, como ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Importância da intervenção na minimização de custos em momento oportuno.



Fonte: FHWA (1989)

2.2. Índice de Estado de Superfície – IES

As características intrínsecas dos pavimentos a partir da sua interação com os veículos permite que o seu desempenho possa ser avaliado sob a ótica do aspecto funcional. Essa análise concentra-se nas imperfeições da superfície do pavimento e nos impactos que elas causam na qualidade e no conforto da viagem. Ainda, trata-se de uma solução mais prática e economicamente viável, especialmente quando se observa que a vida útil dessas estruturas é relativamente curta em comparação com outras obras civis e que, devido à sua exposição constante às condições de tráfego e clima, exige monitoramento frequente para garantir seu desempenho adequado. (Bernucci et al, 2022).

A DNER-PRO 07/78, norma técnica do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – entidade cujas atribuições posteriormente vieram a ficar a cargo do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) – publicada em 1978, disciplinava a avaliação superficial de pavimentos. E, a partir da década de 1980, ela passou a integrar o conjunto de informações necessárias para alimentar o sistema HDM-III (*Highway Design and Maintenance Standards Model*), que avaliava

economicamente alternativas de manutenção e priorizava intervenções em trechos da rede federal pavimentada. Após uma paralisação em 1990 e retomada no ano seguinte, as atividades do SGP-DNER sofreram ajustes metodológicos significativos. (DNIT, 2011)

Com a transição do DNER para DNIT, em 2003, pelo decreto nº 4.803 de 8 de agosto de 2003, a DNER-PRO 07/78 foi formalmente substituída pela DNIT 009/2003-PRO que, por sua vez, serve de referência para a DNIT 008/2003-PRO, norma responsável pelo levantamento visual contínuo de pavimentos flexíveis e semirrígidos. Esse processo foi fortemente influenciado pelo Banco Mundial (BIRD), que demandou maior rigor técnico e a adoção de levantamentos visuais contínuos como base para monitorar as condições dos pavimentos e justificar investimentos. (DNIT, 2011)

2.2.1. Terminologia para os defeitos em pavimentos flexíveis

Bernucci *et al* (2006) conceitua os defeitos de superfície são caracterizados como desgastes ou danos visíveis na camada superficial dos pavimentos asfálticos, podendo ser identificados por inspeção visual. Pessoa (2012), por sua vez, pontua que a capacidade de identificar os defeitos nos pavimentos ainda em suas fases iniciais é uma das etapas mais importantes no processo de manutenção. Tendo em vista que trincas e outras fraturas no pavimento, que no começo passam quase despercebidas pelos usuários, tendem a se agravar rapidamente, podendo resultar em danos significativos caso não sejam seladas de forma imediata.

Com base na padronização estabelecida pela norma DNIT 005/2003 – TER, os tópicos a seguir abordam os termos utilizados para o reconhecimento das patologias presentes nos pavimentos flexíveis e semirrígidos, essenciais para a determinação dos índices de qualidade dos pavimentos. No Anexo A, ainda, constam representações fotográficas dos defeitos a seguir.

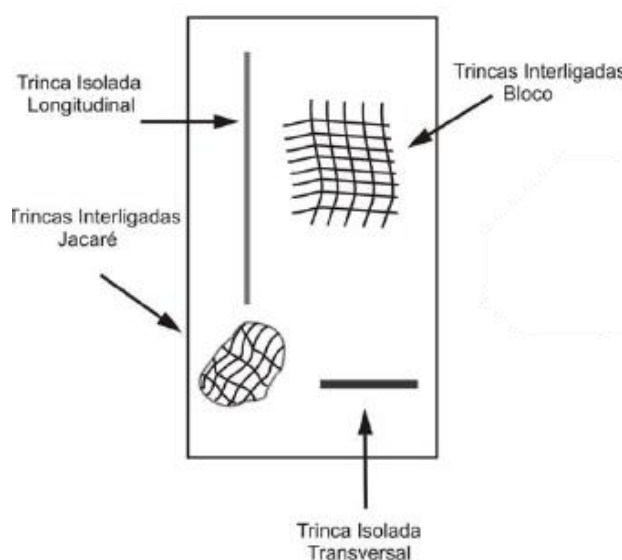
2.2.1.1. Fissuras e Trincas

As fissuras e trincas compõem o conceito de fenda, que se refere a qualquer descontinuidade observada na superfície do pavimento que seja capaz de ocasionar aberturas de menor ou maior porte.

As fissuras podem ser observadas como descontinuidades de largura capilar no revestimento, posicionadas longitudinalmente, transversalmente ou obliquamente em relação ao eixo geométrico da via, sendo visíveis apenas a uma distância inferior a 1,50 m. Devido à sua natureza dimensional, essas fendas em estágio inicial, que ainda não geram impactos funcionais no revestimento, não são consideradas nos métodos de avaliação da gravidade das condições da superfície.

As trincas, por sua vez, podem ser visualizadas a olho nu, com abertura maior que a das fissuras. Podem ocorrer tanto de forma isolada quanto interligada a outras trincas, conforme se observa na representação esquemática da Figura 8.

Figura 8 – Tipos de trinca sobre os pavimentos.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

2.2.1.1.1. Trinca Isolada

a) Trinca transversal

Se apresenta na forma isolada com direção predominantemente ortogonal ao eixo da via, conforme Figura A.1. Quando apresentar comprimento de até 100 cm é denominada trinca transversal curta. Quando o comprimento excede os 100 cm denomina-se trinca transversal longa.

b) Trinca longitudinal

Se apresenta na forma isolada com direção predominantemente paralela ao eixo da via, conforme Figura A.2. Quando apresentar comprimento de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta. Quando o comprimento excede os 100 cm denomina-se trinca longitudinal longa.

c) Trinca de retração

É caracterizada como isolada, entretanto não é atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semirrígida cujo revestimento trincado se sobrepõe.

2.2.1.1.2. Trinca Interligada

a) Trinca tipo “Couro de Jacaré”

Grupo de trincas conectadas entre si, sem uma orientação predominante, formando um padrão semelhante à pele de jacaré, conforme Figura A.3. Essas trincas podem ou não exibir erosão mais pronunciada ao longo de suas bordas.

b) Trinca tipo “Bloco”

Grupo de trincas conectadas entre si, caracterizada pela configuração de blocos cujos lados se apresentam bem definidos, conforme Figura A.4. Essas trincas podem ou não exibir erosão mais pronunciada ao longo de suas bordas.

2.2.1.2. Afundamento

Se manifesta na forma de uma deformação permanente caracterizada pelo afundamento da superfície do pavimento que pode vir acompanhada, ou não, de elevações adjacentes, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação. Além disso,

a) Afundamento plástico

É causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de elevações adjacentes, conforme se observa na Figura A.5. Se a deformação ocorre em uma extensão de até 6 metros, é classificada como afundamento plástico local. Já quando ultrapassa essa medida e se distribui ao longo da trilha de roda, recebe a denominação de afundamento plástico da trilha de roda.

b) Afundamento de consolidação

Esse tipo de deformação é provocado pela consolidação irregular de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, sem a formação de solevamentos, conforme se observa na Figura A.6. Quando se limita a trechos de até 6 metros, é chamado de afundamento de consolidação local. Caso ultrapasse essa extensão e ocorra ao longo da trilha de roda, recebe a denominação de afundamento de consolidação da trilha de roda.

2.2.1.3. Ondulação ou Corrugação

Denomina-se a deformação caracterizada por ondulações ou corrugações dispostas transversalmente na superfície do pavimento, conforme se observa na Figura A.7.

2.2.1.4. Escorregamento

Refere-se à movimentação do revestimento, onde este se desloca em relação à camada subjacente do pavimento, resultando no aparecimento de fendas em formato de meia-lua, conforme registrado na Figura A.8.

2.2.1.5. Exsudação

Provocado pelo excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, conforme registrado na Figura A.9. Nele, pode ser claramente observada a migração do ligante por meio da camada de revestimento.

2.2.1.6. Desgaste

Processo de desgaste progressivo, como a Figura A.10 demonstra, em que os agregados são removidos da superfície do pavimento, resultando em uma textura áspera. Esse fenômeno é causado pelos esforços tangenciais gerados pela passagem dos veículos.

2.2.1.7. Panela ou buraco

Cavidade que surge no revestimento, conforme registrado na Figura A.11, causado por diferentes fatores — incluindo a falta de aderência entre camadas, o que leva ao deslocamento. Essa cavidade pode atingir camadas mais profundas do pavimento, resultando na desagregação dessas camadas.

2.2.1.8. Remendo

Panela que passou por processo de recuperação e foi preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação conhecida como “tapa-buraco”. A Figura A.12 ilustra esse tipo de defeito.

2.2.1.9. Remendo profundo

Quando há substituição da camada de revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas subjacentes ao pavimento. Em sua maioria, apresenta formato retangular.

2.2.1.10. Remendo superficial

Recuperação em área localizada da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.

2.2.2. Método DNIT 008/2003 – PRO para cálculo do IES

O objetivo da norma DNIT 008/2003 – PRO é estabelecer o procedimento para determinação do Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF), do Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) para assim se chegar ao Índice de Estado de Superfície (IES). Esses indicadores são calculados a partir das informações obtidas por meio do LVC, aplicado diretamente sobre o pavimento.

Conforme prescrito, o LVC deve ser realizado por uma equipe de dois ou mais avaliadores, além do motorista, em um veículo equipado com velocímetro ou odômetro devidamente calibrados. O trajeto deve ser percorrido em um único sentido a uma velocidade média aproximada de 40 km/h. Em rodovias de pista simples, o levantamento será realizado considerando as duas ou mais faixas de tráfego em um único sentido. Já em rodovias com duas pistas por sentido, o levantamento deverá ser feito individualmente para cada uma delas.

A extensão do trecho deve ser segmentada de modo a garantir uma extensão mínima de 1 km, preferencialmente em áreas onde não é possível assegurar a homogeneidade dos defeitos ao longo do percurso. A extensão máxima permitida para os segmentos onde há plena segurança da homogeneidade dos defeitos no percurso é de 6 km.

Os avaliadores percorrem os trechos selecionados enquadrando cada tipo de defeito conforme as terminologias do DNIT, apresentadas na Revisão Bibliográfica (item 2.2.1). Ao final de cada segmento, a frequência de defeitos deve ser classificada em Alta (A), Média (M) ou Baixa (B), conforme a estimativa da qualidade, e registrada em formulário equivalente ao do Anexo B normativo. A Tabela 2 a seguir determina que para Painéis (P) e Remendos (R) as ocorrências podem ser quantificadas em faixas de valores unitários por quilômetro. Já para os demais defeitos deve ser atribuído um valor percentual.

Tabela 2 – Frequência de defeitos.

Panelas (P) e Remendos (R)		
Código	Frequência	Quant./km
A	Alta	≥ 5
M	Média	2 - 5
B	Baixa	≤ 2
Demais defeitos		
Código	Frequência	%/km
A	Alta	≥ 5
M	Média	2 - 5
B	Baixa	≤ 2

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

Com base nessas informações, um valor individual de ICPF é atribuído, considerando a atividade de manutenção ou reparo julgada adequada por cada avaliador a partir da observação em uma escala de 0 a 5, conforme Tabela 3. O valor final do ICPF corresponde à média aritmética das estimativas atribuídas pelos avaliadores.

Tabela 3 – Conceitos do ICPF.

Conceito	Descrição	ICPF
Ótimo	Necessita apenas de conservação rotineira	5 - 4
Bom	Aplicação de lama asfáltica: Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas.	4 - 3
Regular	Correção de pontos localizados ou recapeamento: pavimento trincado, com “panelas” e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal	3 - 2
Ruim	Recapeamento com correções prévias: defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas – remendos superficiais ou profundos.	2 - 1
Péssimo	Reconstrução: defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas – infiltração de água e descompactação da base.	1 - 0

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

Para o cálculo do IGGE os defeitos observados durante a inspeção, e registrados no formulário do LVC, são classificados em três categorias principais: trincas, deformações (que engloba ondulações e afundamentos) e painéis em conjunto com remendos. Conforme a norma prescreve, sua formulação se baseia no produto das frequências médias registradas pelos pesos atribuídos a cada um desses grupos. Os quais devem ser aplicados na Equação 1, na página seguinte.

$$IGGE = (P_t \times F_t) + (P_{oap} \times F_{oap}) + (P_{pr} \times F_{pr}) \quad (1)$$

Onde:

- F_t e P_t = Frequência e Peso do conjunto de trincas;
- F_{oap} e P_{oap} = Frequência e Peso do conjunto de deformações;
- F_{pr} e P_{pr} = Frequência (quantidade por km) e Peso do conjunto de painéis e remendos.

Os valores dos pesos são determinados pela correlação de gravidade com a frequência média dos defeitos. Frequências altas, médias e baixas correspondem a indicadores de gravidade de 3, 2 e 1, respectivamente, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Gravidade e Peso dos defeitos.

Panelas (P) e Remendos				
Frequência	Fator F_{pr} (Quant./Km)	Gravidade	P_{pr}	
A – Alta	≥ 5	3	1,00	
M – Média	2 - 5	2	0,80	
B - Baixa	≤ 2	1	0,70	
Demais defeitos				
Frequência	Fator F_t e F_{poap} (%)	Gravidade	P_t	P_{oap}
A – Alta	≥ 5	3	0,65	1,00
M – Média	2 - 5	2	0,45	0,70
B - Baixa	≤ 2	1	0,30	0,60

Fonte: adaptado (DNIT 008/2003 – PRO)

Traduz-se o IES, finalmente, com a relação dos valores obtidos para o IGGE e o ICPF, aplicados à Tabela 5. Este índice representa, portanto, uma síntese desses dois primeiros índices e possui valores compreendidos de 0 a 10.

Tabela 5 – Classificação do IES.

Descrição	IES	Código	Conceito
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	A	Ótimo
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1	B	Bom
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2		
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	C	Regular
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	D	Ruim
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7		
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	E	Péssimo
$IGGE > 90$	10		

Fonte: DNIT 008/PRO (2003)

2.3. Concessão de Rodovias

A concessão de serviço público ocorre quando a administração pública, seja federal, estadual ou municipal, transfere ao particular a execução remunerada de um serviço, obra ou o uso de um bem público, seguindo as cláusulas contratuais e regulamentações estabelecidas. Em geral, esse modelo prevê a remuneração da iniciativa privada envolvida. No setor rodoviário, essa compensação financeira dos serviços prestados pelos concessionários ocorre por meio da cobrança de pedágio (Souza, 1997).

É fundamental entender que a parceria entre o Poder Público e a iniciativa privada não significa a privatização das rodovias. Nos programas de concessão, as vias não são vendidas, mas cedidas para administração privada por um período que pode variar de 15 a 75 anos. Ao término do contrato, elas retornam ao patrimônio do Estado ou da União, incluindo todas as melhorias realizadas, sem que haja qualquer compensação financeira à concessionária (Miorando, 2005).

Em 1286, a monarquia britânica implementou a cobrança de tarifas na ponte de Londres. Mais tarde, em 1706, novas legislações no país permitiram a criação de

empresas responsáveis pela arrecadação de pedágios. Esse sistema se expandiu ao longo dos anos e, por volta de 1820, aproximadamente 4 mil quilômetros da malha viária inglesa já contavam com pontos de pedágio (Machado, 2002).

Nos Estados Unidos, o processo de financiamento, por meio do mercado financeiro, para a construção de rodovias e pontes pedagiadas foi amplamente utilizado a partir das décadas de 1950 e 1960, mas perdeu força nos anos seguintes. Apenas nos anos 1990, esse modelo de concessão voltou a ganhar espaço, impulsionado pela necessidade crescente de investimentos em infraestrutura e pelos incentivos do governo federal. Já na América Latina, esse modelo foi iniciado somente no final da década de 80, com o Chile e o México à frente do processo no setor de infraestrutura rodoviária (Petersen; Gross, 1994; Schmitz, 2001).

Atualmente, há rodovias concedidas em praticamente todos os países ocidentais desenvolvidos. Segundo Lee (1996), o pedágio tornou-se uma alternativa financeira adotada por governos de diversos países. Devido a restrições orçamentárias, como a falta de recursos tributários ou a dificuldade de acesso a crédito, governos de diferentes países buscam apoio da iniciativa privada. Essa alternativa possibilita o uso de conhecimentos técnicos e materiais do setor privado para a execução de obras e serviços públicos, garantindo meios para viabilizar seu financiamento.

No Brasil, as concessões rodoviárias foram implementadas no ano de 1993 com o início do Programa de Concessão de Rodovias Federais (Procrofe), criado para atrair investimentos privados e aprimorar a infraestrutura viária do país. A primeira etapa de concessões ocorreu em 1994, sendo concedida a Ponte Rio-Niterói. Nos anos seguintes, o programa foi expandido com novas rodovias incluídas em leilões, passando por diferentes fases que ampliaram a malha concedida em diversas regiões do país. Em 2001, foi criada a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), que assumiu a responsabilidade pela regulação e fiscalização da atuação das Concessionárias Federais de Rodovias (ANTT, 2024). Atualmente, somam-se milhares de quilômetros de rodovias federais concedidas no território nacional, conforme exposto na Figura 9.

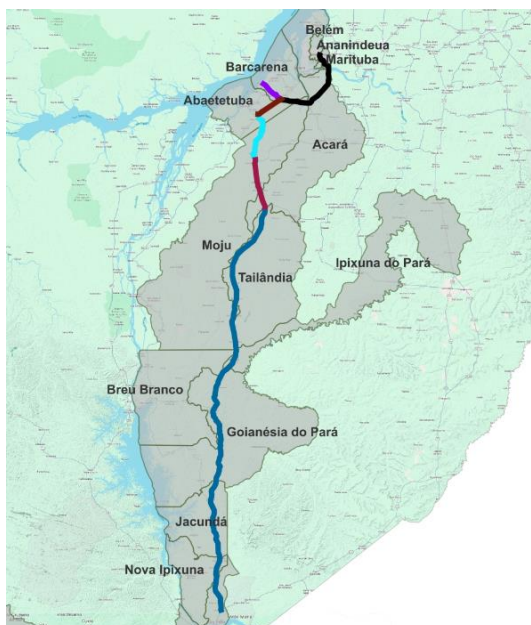
Figura 9 – Mapa de concessão de rodovias federais.



Fonte: ANTT (2025)

Em 2022, teve início o processo de concessão de rodovias no estado do Pará com a BR-163, administrada pelo Consórcio Via Brasil BR-163. O trecho concedido, com mais de 1.000 km entre Sinop (MT) e Itaituba (PA), passou a ser alvo de um plano de melhorias estruturais, que inclui pedágios, bases de atendimento e obras de manutenção, fundamentais para o escoamento agrícola. Já em 2024, o governo estadual concedeu um conjunto de rodovias estaduais que conectam a Região Metropolitana de Belém a Marabá, abrangendo 526 km (Figura 10). O projeto prevê duplicação de trechos, criação de acostamentos e terceiras vias, além da implementação de pedágios. Essas concessões representam avanços na infraestrutura viária do estado, promovendo desenvolvimento econômico e eficiência no transporte de cargas e passageiros (CONASA, s.d.; AGÊNCIA PARÁ, 2023).

Figura 10 – Mapa de concessão do conjunto de rodovias que ligam a Região Metropolitana de Belém a Marabá.



Fonte: Rota do Pará (2024)

2.4. Aplicação do IES em estudos de rodovias brasileiras

Ribeiro et al (2017) realizou um estudo comparativo, utilizando os parâmetros de IGG e IES como recurso avaliativo da superfície de pavimento de um trecho da BR-116 no estado do Ceará. A comparação entre os índices mostrou divergências em vários segmentos, sendo que o IES frequentemente apontou condições piores do pavimento. Essa diferença como no caso de trechos classificados como regular pelo IGG e ruim pelo IES, conforme o autor, decorre da maior subjetividade do método LVC.

Em contrapartida Oliveira (2020, apud Souza, 2021) executou o LVC em trechos das rodovias BR – 230 e a PB – 391 e concluiu que apesar do procedimento apresentar limitações relacionadas à percepção individual dos avaliadores, ainda assim, o estudo refletiu de forma fiel a realidade observada e se mostra relevante para subsidiar futuras ações de manutenção e recuperação nos subtrechos em pior estado.

Alves (2022) pontua que a execução do procedimento IGG pode ser comprometida em trechos em que se tenham grande número de curvas horizontais e verticais, os quais dificultam a visualização da rodovia, ou alto volume de tráfego, trazendo risco também à equipe avaliadora.

Por fim, Sardinha (2024) realizou a investigação e análise dos defeitos encontrados no trajeto de Abaetetuba até o Porto do Arapari, que engloba trechos das PA-252 e PA-151, sendo um dos trechos situados nesta última – especificamente o localizado entre a Colônia Velha e a Alça Viária – coincidente a um dos objetos da presente pesquisa. A avaliação foi realizada por meio da aplicação do método do IGG, normatizado pela DNIT 006/2003 – PRO. Os resultados indicaram que o trecho destacado se apresentou como mais crítico devido ao IGG de 210,46, valor superior ao dos demais trechos analisados, que o atribuiu condição péssima.

3. MÉTODO

Neste capítulo, são apresentadas as características das vias estudadas e o método adotado para a realização do trabalho. O procedimento para coleta de dados e obtenção de resultados é detalhado em etapas progressivas, incluindo: codificação dos trechos, inventário da rede, formulário de campo e coleta de dados, determinação do Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos (ICPF), cálculo do Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE), cálculo do Índice de Estado de Superfície (IES) e a análise dos dados obtidos.

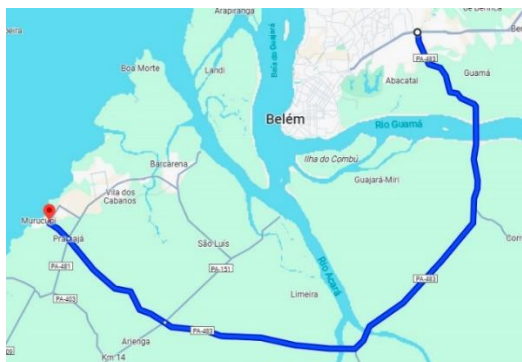
3.1. Caracterização da Área de Estudo

Localizadas no nordeste do estado do Pará, as rodovias PA-483 e PA-151 desempenham papel estratégico no transporte e desenvolvimento econômico regional, uma vez que essas rodovias estão inseridas em uma área onde operam grandes empresas multinacionais, como a Albrás, uma das principais produtoras de alumínio do país, e a Hydro, gigante do setor de mineração e metalurgia. Essas rodovias conectam regiões produtivas a centros urbanos e portuários, facilitando o escoamento da produção agrícola, mineral e industrial.

A rodovia PA-483, também conhecida como Alça Viária do Pará, é um complexo de pontes e estradas que se estende por aproximadamente 74 km, dos quais 4,5 km são compostos por pontes. Foi inaugurada em setembro de 2002 e com o objetivo de conectar a Região Metropolitana de Belém ao interior do estado (SEINFRA, s.d.). Tem seu início na BR-316, município de Marituba e segue até Barcarena, dando acesso a PA-151 e outras rodovias estaduais, conforme mapa apresentado na Figura 11.

Além de seu papel na mobilidade regional, a PA-483 apresenta papel fundamental no transporte de cargas em direção ao porto Vila do Conde, um dos mais importantes do Norte do Brasil. Segundo a Agência Pará (2020), cerca de 900 caminhões circulam diariamente pelo Trevo do Peteca, evidenciando a relevância da rodovia para o setor produtivo paraense.

Figura 11 – PA-483.

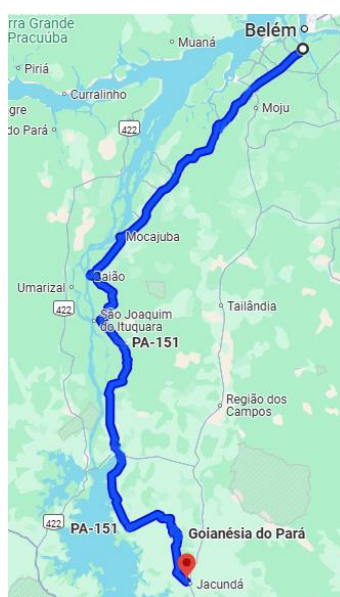


Fonte: Autores (2025).

A PA-151 é uma das principais rodovias estaduais do Pará, com aproximadamente 480 km de extensão, e conecta municípios com Barcarena, Abaetetuba, Igarapé-Miri, Cametá, Mocajuba, Baião, Moju e outros, sendo essencial para o transporte de mercadorias e passageiros. Além disso, a rodovia se conecta a outras vias importantes, como a PA-475 e PA-150, garantindo a integração de diferentes regiões do estado, cujo mapa é indicado na Figura 12.

Nos últimos anos, investimentos foram direcionados à recuperação da rodovia, incluindo um projeto de pavimentação de 137 km no trecho entre Breu Branco e Baião. O objetivo dessas melhorias é reduzir o tempo de deslocamento e ampliar a segurança viária (Agência Pará, 2023).

Figura 12 – PA-151.



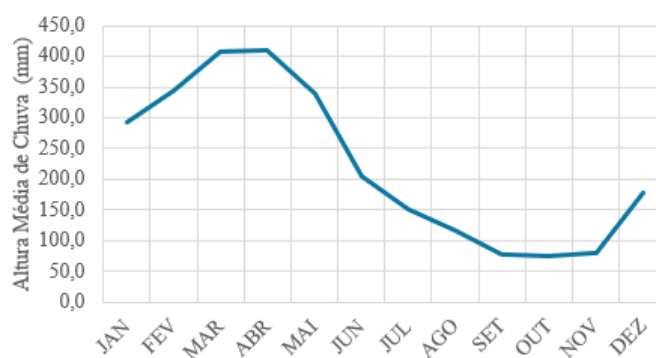
Fonte: Autores (2025).

O estudo de tráfego das rodovias, realizado pela IAMTRAFF Engenharia e Mobilidade (2022), aponta que a PA-151, no trecho entre Moju e Abaetetuba, possui Volume Médio Diário (VMD) próximo a 2500 veículos, sendo destes 35% classificados como pesados e a PA-483 (Alça Viária) possui um VMD de quase 3000 veículos, com 30% de pesados.

Em agosto de 2024, as rodovias PA-483 e PA-151 passaram a integrar um pacote de concessões rodoviárias promovido pelo governo do Pará. A empresa Rota do Pará assumiu a responsabilidade pela manutenção e modernização dessas vias por um período de 30 anos. Entre as melhorias previstas estão a duplicação de trechos, criação de acostamentos, instalação de câmeras de monitoramento e passarelas, além da implementação de serviços de manutenção contínua. As obras iniciais, programadas para 2024 e 2025, incluem recuperação e pavimentação, seguidas de ampliações estruturais entre 2026 e 2030. O investimento na modernização dessas rodovias reflete a necessidade de aprimorar a logística estadual, beneficiando diretamente o transporte de cargas e passageiros (Agência Pará, 2023; O Liberal, 2024).

Além disso, a localidade da rodovia PA-483 e parte da PA-151 é marcada por médias mensais de precipitações elevadas. O intervalo de janeiro a maio contempla o período com maiores alturas de chuva, superiores a 300mm por mês, enquanto nos meses seguintes a quantidade de chuva reduz sensivelmente, conforme demonstrado pelo Gráfico 1, a partir dos dados disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

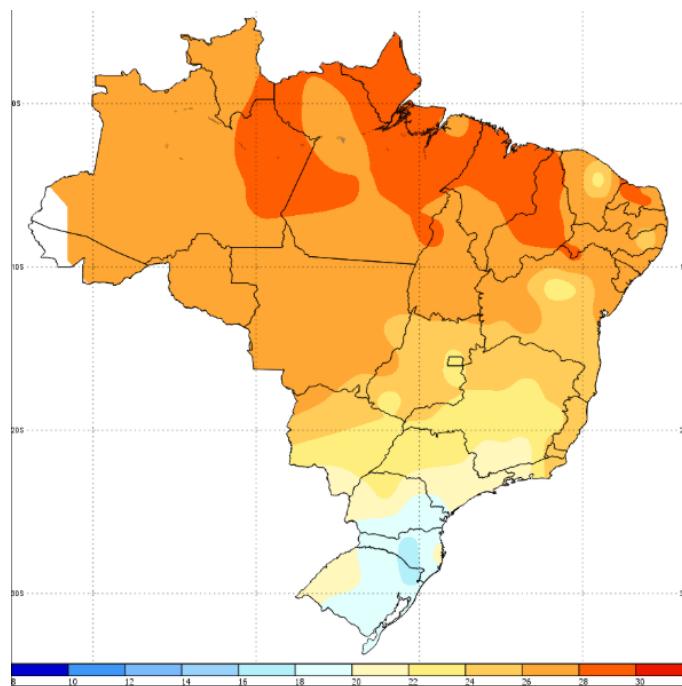
Gráfico 1 – Altura média de chuvas no município de Abaetetuba (PA).



Fonte: Autores (2025).

Por fim, por meio da Figura 13 é apresentada a distribuição espacial da temperatura média anual compensada no Brasil. Observa-se que as maiores temperaturas médias se concentram na região Norte e parte do Nordeste, especialmente no Nordeste Paraense, onde se localiza a área de estudo.

Figura 13 – Temperatura média compensada anual no Brasil.



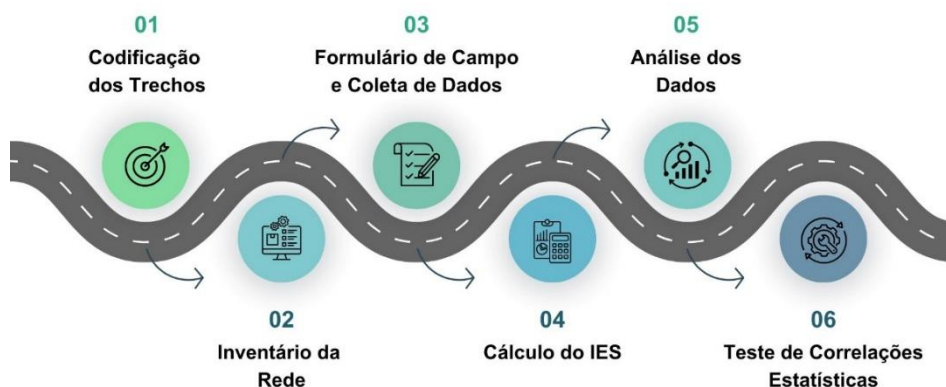
Fonte: INMET (2025).

Nessa região, os valores médios da temperatura anual compensada situam-se, em geral, entre 28 °C, podendo alcançar áreas ligeiramente acima de 28 °C. Isso caracteriza um clima equatorial com elevada umidade, marcado por altas temperaturas e incidência solar forte e direta o ano todo e por baixa amplitude térmica anual, ou seja, diferença relativamente pequena entre os meses mais quentes e os menos quentes (Cal *et al.*, 2024).

3.2. Descrição do Método

A seguir, na Figura 14, é apresentado um fluxograma que ilustra as etapas do método utilizados nesse estudo.

Figura 14 – Fluxograma do Método.



Fonte: Autores (2025).

3.2.1. Codificação dos Trechos

O estudo analisou as rodovias PA-483 (Alça Viária) e PA-151, dividindo o percurso entre a cidade de Marituba e a Colônia Velha em quatro trechos distintos (Figura 15). Na PA-483, foram definidos três trechos numerados sequencialmente: o Trecho 1, que vai da saída da cidade de Marituba à intercessão com a rodovia Perna Leste; o Trecho 2, com início na intercessão da PA-483 com a Perna Leste até o encontro com a rodovia Perna Sul; e o Trecho 3, indo da interseção com a Perna Sul até a rotatória de acesso à PA-151. Já na PA-151, o Trecho 4 foi codificado de forma similar, indo da rotatória da Alça viária até a rotatória da Colônia Velha.

Figura 15 – Trechos.



Fonte: Autores (2025).

Após a definição dos trechos, estes foram subdivididos em segmentos menores de 1 km de extensão, haja vista que não se tinha absoluta segurança da uniformidade dos defeitos que poderiam se apresentar ao longo de toda a extensão do segmento, conforme citado no item 2.2.2 da Revisão Bibliográfica. Além disso, visando obter os dados para a avaliação da superfície do pavimento das rodovias em si e garantir maior homogeneidade da coleta, foram desconsiderados os segmentos de pontes presentes ao longo dos trechos.

3.2.2. Inventário da Rede

As extensões dos quatro trechos principais foram mensuradas utilizando ferramentas como Google Earth e Google Maps e posteriormente verificadas in loco. Durante o levantamento em campo, procedeu-se também à aferição da largura das faixas de tráfego e dos acostamentos, considerando como representativas as dimensões obtidas em pontos específicos dos trechos, compilado na Tabela 6.

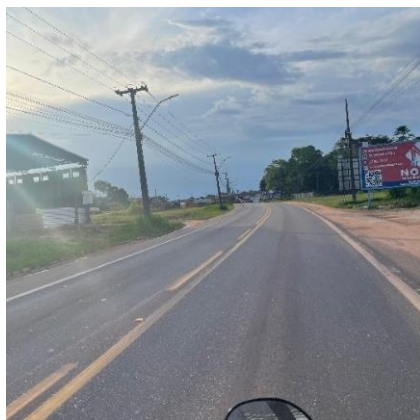
Quanto aos elementos de drenagem superficial, os dados foram registrados a partir de sua observação ao longo do levantamento, sendo classificada como “irregular” a situação em que esses elementos apresentavam descontinuidade – evidenciada pela presença em determinados segmentos e ausência em outros – deterioração ou obstrução, conforme Figura 16.

Tabela 6 – Inventário da rede.

Trecho		1	2	3	4
Rodovia		PA 483	PA 483	PA 483	PA 151
Largura	Faixa de Tráfego (m)	3,6	3,6	3,5	3,6
	Acostamento (m)	2,4	2,4	2,5	2,15
Extensão (km)		20,0	20,0	21,0	20,9
Drenagem Superficial		Irregular	Irregular	Irregular	Não possui

Fonte: Autores (2025).

Figura 16 – Elementos de drenagem superficial nos: (a) Trecho 01 com obstrução por vegetação. (b) Trecho 02 em trecho com ausência de elementos de drenagem. (c) Trecho 03 com obstrução por vegetação. (d) Trecho 04 com ausência de elementos de drenagem.



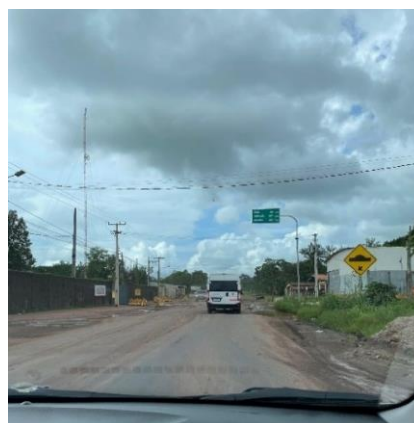
(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Autores (2025).

3.2.3. Formulário de campo e coleta de dados

Para o LVC, o formulário de campo utilizado foi baseado no modelo apresentado pela Norma DNIT 008/2003-PRO e descrito no Apêndice A. Este formulário foi essencial para registrar as condições observadas das superfícies de pavimentos durante as avaliações de campo.

A estrutura do formulário se deu por:

- Campos que permitiram identificar precisamente o local e as condições específicas da avaliação (rodovia, trecho, referência de início e fim dos trechos, largura das faixas e acostamentos, data e hora);

- Identificação numérica, extensão, início e fim dos segmentos;
- Identificação de painéis e remendos e identificação da frequência de trincas, deformações e outros defeitos, sendo cada defeito é quantificado para o cálculo do IGGE (Índice de Gravidade Global Expedito);
- Conceituação do ICPF.

A coleta dos dados em campo, condicionada pelas restrições de tempo e orçamento, foi realizada a cada 2 meses, visando a obtenção da maior quantidade de informações possíveis. As inspeções totalizaram quatro coletas, a saber: a primeira em 07 de janeiro, a segunda em 15 de março, a terceira em 22 de maio e a última no dia 12 de julho de 2025.

3.2.4. Cálculo do IES

O cálculo do IES foi realizado conforme método do DNIT previamente explicado na revisão bibliográfica (item 2.2.2), utilizando-se a aplicação para rodovias de pista simples. Para a obtenção dos dados necessários para o cálculo do IES os trechos, subdivididos em segmentos de 1 km de extensão, foram percorridos em veículo com odômetro calibrado e com velocidade máxima de 40 km/h, sendo realizado o levantamento dos defeitos e atribuição do conceito do ICPF. A Norma DNIT 008/2003 – PRO especifica os defeitos que deveriam ser avaliados com esse método.

Após a realização da coleta, os dados foram tratados para a obtenção do ICPF e IGGE de cada segmento. Após isso, os valores médios de ICPF e IGGE obtidos foram processados, resultando em conceitos de IES que classificaram os segmentos como péssimo, ruim, regular, bom e ótimo. Por fim, a conceituação de cada trecho foi feita a partir da média dos ICPF e IGGE dos segmentos que os compõe, resultando em um IES médio.

3.2.5. Análise de dados

As análises e interpretações desta pesquisa foram elaboradas com base nas avaliações realizadas em campo, seguindo os cálculos dos índices e a determinação de defeitos nos trechos. A avaliação atribuiu conceitos ao estado da superfície de

forma abrangente ao longo da pesquisa, identificando os trechos mais e menos críticos, os defeitos mais e menos frequentes e a variação temporal do IES.

Além disso, foram buscadas correlações estatísticas entre os dados, tais como o coeficiente de contingência (Qui-Quadrado) e o coeficiente de correlação linear de Pearson. O primeiro, utilizado para avaliar a variação temporal do IES em diferentes períodos. Para o segundo, tendo em vista a grande quantidade de dados obtidos, mais de 80 segmentos, coletados em datas diferentes, utilizou-se para determinar a correlação entre o ICPF e o IGGE por segmento.

3.2.5.1. Teste Qui-Quadrado

Neste trabalho, utilizou-se o Teste do Qui-Quadrado (χ^2) como método estatístico para avaliar a existência de associação entre variáveis categóricas por meio do coeficiente de contingência. Esse teste consiste em verificar se as diferenças entre as frequências observadas e as frequências esperadas dos dados podem ser atribuídas ao acaso ou se indicam uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis (BARBETTA, 2014).

O procedimento inicia-se com a organização dos dados em uma tabela de contingência, que dispõe as categorias de uma variável em linhas e as da outra em colunas, permitindo identificar as frequências observadas em cada célula. Em seguida, calcula-se a frequência esperada para cada célula, considerando a hipótese nula de independência entre as variáveis. Esse cálculo é obtido a partir da Equação 2

$$E = \frac{(Total\ da\ linha) \times (Total\ da\ Coluna)}{Total\ Geral} \quad (2)$$

Assim, cada valor esperado representa o número de casos que se observaria em determinada célula caso não houvesse associação entre as variáveis analisadas.

Na sequência, aplica-se a estatística do Qui-Quadrado, Equação 3, que compara diretamente os valores observados (O) com os esperados (E).

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} \quad (3)$$

A soma é realizada sobre todas as células da tabela, de modo que quanto maior a discrepância entre O e E , maior será o valor de χ^2 e, conseqüentemente, maior a evidência contra a hipótese nula. O número de graus de liberdade (gl) é calculado por meio da Equação 4.

$$gl = (n^\circ \text{ de linhas} - 1) \times (n^\circ \text{ de colunas} - 1) \quad (4)$$

Por fim, o valor de χ^2 obtido é comparado ao valor crítico da distribuição qui-quadrado correspondente ao nível de significância previamente definido (α) e ao número de graus de liberdade. Se o valor calculado superar o valor crítico, rejeita-se a hipótese nula, concluindo que existe associação significativa entre as variáveis. Caso contrário, aceita-se a hipótese de independência, entendendo que não há evidência estatística suficiente para indicar uma relação entre elas.

3.2.5.2. Teste de correlação Linear de Pearson

Para a análise da relação entre as variáveis, aplicou-se o Teste de Correlação Linear de Pearson, que tem como objetivo quantificar a intensidade e o sentido da associação linear existente entre duas variáveis quantitativas. Esse método é amplamente empregado quando se busca identificar se há dependência linear entre os dados observados, sem necessariamente implicar em causalidade (BARBETTA, 2014).

Primeiramente realiza-se a padronização dos valores das variáveis X e Y , que consiste em subtrair a média de cada observação e dividir o resultado pelo desvio padrão da respectiva variável. A padronização é necessária para evitar distorções provocadas pela unidade de medida, permitindo que os valores sejam comparáveis em uma mesma escala. Dessa forma, obtêm-se os valores padronizados X' e Y' , mediante a Equações 5 e 6:

$$X' = \frac{X - \bar{X}}{S_x} \quad (5)$$

$$Y' = \frac{Y - \bar{Y}}{S_y} \quad (6)$$

Na sequência, realiza-se o produto entre cada par de valores padronizados e soma-se o resultado para todas as observações. O coeficiente de correlação de Pearson (r) é então obtido pela Equação 7 abaixo.

$$r = \frac{n \times \sum(X \times Y) - (\sum X) \times (\sum Y)}{\sqrt{n \times \sum X^2 - (\sum X)^2} \times \sqrt{n \times \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (7)$$

O valor de r pode variar de -1 a +1, indicando tanto a força quanto o sentido da correlação: valores próximos de +1 representam correlação positiva forte (relação direta), enquanto valores próximos de -1 indicam correlação negativa forte (relação inversa). Valores próximos de zero apontam ausência de correlação linear significativa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta a aplicação prática do método proposto nesta pesquisa. Nele, são explorados os principais resultados obtidos a partir dos dados coletados em campo, os quais são discutidos e comparados entre si. Além disso, são incluídas as considerações finais sobre a malha viária das rodovias analisadas.

4.1. Cálculo do IES

Nos meses de janeiro, março, maio e julho de 2025, realizaram-se coletas de dados, por meio da aplicação do procedimento previsto na DNIT 008/2003 – PRO, para avaliar a superfície dos trechos em estudo. Esse processo envolveu o preenchimento do formulário de campo apresentado no Apêndice A, onde foram registradas a ocorrência de panelas e remendos em termos unitários, os demais defeitos – como deformações permanentes, fissuras, desgastes, ondulações, entre outros – em termos percentuais e o valor do ICPF atribuído pelos avaliadores, para cada segmento.

As Tabelas 7 e 8 apresentam, respectivamente, o registro dos dados resultantes da média dos valores coletados pelos dois avaliadores e o cálculo do IGGE, para os 20 segmentos do Trecho 1 avaliados em janeiro. Os dados completos de frequência dos defeitos, ICPF e IGGE dos 82 segmentos que compõem os 4 trechos analisados nos meses de janeiro, março, maio e julho podem ser consultados na íntegra nos Apêndices B e C.

Tabela 7 – Frequência média dos defeitos e ICPF médio dos segmentos do Trecho 1 no mês de janeiro de 2025

(continua)

Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
1	0,0	1,0	1,0	B	-	-	-	-	A	M	M	-	-	3,5
2	1,0	2,0	1,0	B	B	-	-	-	A	-	B	-	-	3,5
3	2,0	3,0	1,0	M	B	-	-	M	A	M	B	-	-	3,5
4	3,0	4,0	1,0	-	M	-	-	B	A	M	B	-	-	4,0
5	4,0	5,0	1,0	-	B	-	-	-	A	M	-	-	-	4,5
6	5,0	6,0	1,0	-	B	-	-	B	A	M	B	-	-	4,0

Tabela 7 – Frequência média dos defeitos e ICPF médio dos segmentos do Trecho 1 no mês de janeiro de 2025

(conclusão)

Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
7	6,0	7,0	1,0	-	-	-	-	B	A	M	B	-	-	3,5
8	7,0	8,0	1,0	-	M	-	-	B	A	M	-	-	-	3,5
9	8,0	9,0	1,0	B	M	-	-	-	A	M	-	-	-	3,5
10	9,0	10,0	1,0	-	-	-	-	-	-	B	B	-	-	4,5
11	10,0	11,0	1,0	B	-	-	-	B	-	B	-	-	-	4,0
12	11,0	12,0	1,0	-	-	-	-	B	B	B	-	-	-	4,5
13	12,0	13,0	1,0	-	-	-	-	-	A	M	-	-	-	3,5
14	13,0	14,0	1,0	-	B	B	-	B	A	B	-	-	-	4,0
15	14,0	15,0	1,0	-	M	M	-	A	A	-	M	-	-	3,0
16	15,0	16,0	1,0	-	A	M	-	A	M	M	B	-	-	3,0
17	16,0	17,0	1,0	-	-	B	-	A	M	A	M	-	-	3,5
18	17,0	18,0	1,0	-	-	B	-	A	M	-	-	-	-	4,0
19	18,0	19,0	1,0	B	M	-	-	A	-	M	B	-	-	3,0
20	19,0	20,0	1,0	-	M	M	-	A	A	M	-	-	-	3,5

Fonte: Autores (2025).

Tabela 8 – Cálculo do IGGE dos segmentos do Trecho 1 no mês de janeiro de 2025.

(continua)

Segmento	Nº	Ext. (km)	Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
			Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
1	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	46,67	0,70	32,67	1,00	0,70	0,70	33,4
2	1,0	10,00	0,30	3,00	3,00	52,50	1,00	52,50	1,00	0,70	0,70	56,2
3	1,0	10,00	0,30	3,00	3,00	40,00	0,70	28,00	3,50	0,80	2,80	33,8
4	1,0	20,00	0,45	9,00	3,00	35,00	0,70	24,50	1,00	0,70	0,70	34,2
5	1,0	10,00	0,30	3,00	3,00	35,00	0,70	24,50	0,00	0,00	0,00	27,5
6	1,0	10,00	0,30	3,00	3,00	28,33	0,70	19,83	1,00	0,70	0,70	23,5
7	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	42,33	0,70	29,63	2,00	0,70	1,40	31,0
8	1,0	30,00	0,45	13,50	3,00	47,50	0,70	33,25	2,00	0,70	1,40	48,2
9	1,0	20,00	0,45	9,00	3,00	50,00	1,00	50,00	1,00	0,70	0,70	59,7
10	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	0,00	0,00	0,00	6,0
11	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	1,00	0,70	0,70	6,7
12	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	1,00	0,70	0,70	6,7
13	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	49,50	0,70	34,65	0,00	0,00	0,00	34,7
14	1,0	10,00	0,30	3,00	3,00	37,50	0,70	26,25	1,00	0,70	0,70	30,0
15	1,0	37,50	0,45	16,88	3,00	35,00	0,70	24,50	5,00	1,00	5,00	46,4
16	1,0	47,50	0,45	21,38	3,00	23,33	0,70	16,33	9,00	1,00	9,00	46,7
17	1,0	10,00	0,30	3,00	3,00	38,33	0,70	26,83	6,00	1,00	6,00	35,8
18	1,0	10,00	0,30	3,00	3,00	45,00	0,70	31,50	8,00	1,00	8,00	42,5

Tabela 8 – Cálculo do IGGE dos segmentos do Trecho 1 no mês de janeiro de 2025.

(conclusão)

Segmento	Trincas				Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
	Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	
19	1,0	20,00	0,45	9,00	11,00	0,70	7,70	5,50	1,00	5,50	22,2
20	1,0	21,00	0,45	9,45	45,00	0,70	31,50	7,00	1,00	7,00	48,0

Fonte: Autores (2025).

A avaliação teve como objetivo inicial determinar o IES para cada um dos segmentos dos trechos, levando em consideração o valor do IGGE calculado e ICPF atribuído. Por meio da relação desses valores obtidos traduziu-se os valores e conceitos individuais do IES, conforme as Tabelas 9, 10, 11 e 12, as quais representam os Trechos 1, 2, 3 e 4 nos meses de janeiro, março, maio e julho, respectivamente, sendo destacado em negrito os mais representativos de cada coleta.

Tabela 9 – Valores e conceitos do IES no Trecho 1

Seg.	Trecho 1							
	Janeiro		Março		Maio		Julho	
	Valor	Conceito	Valor	Conceito	Valor	Conceito	Valor	Conceito
1	3	Regular	8	Péssimo	3	Regular	2	Bom
2	4	Regular	3	Regular	7	Ruim	2	Bom
3	3	Regular	3	Regular	3	Regular	4	Regular
4	2	Bom	3	Regular	1	Bom	7	Ruim
5	2	Bom	2	Bom	10	Péssimo	10	Péssimo
6	2	Bom	3	Regular	7	Ruim	10	Péssimo
7	3	Regular	2	Bom	3	Regular	10	Péssimo
8	4	Regular	1	Bom	3	Regular	7	Ruim
9	4	Regular	1	Bom	3	Regular	7	Ruim
10	0	Ótimo	0	Ótimo	2	Bom	2	Bom
11	0	Ótimo	0	Ótimo	3	Regular	7	Ruim
12	0	Ótimo	2	Bom	3	Regular	2	Bom
13	3	Regular	2	Bom	7	Ruim	7	Ruim
14	2	Bom	2	Bom	7	Ruim	3	Regular
15	4	Regular	0	Ótimo	3	Regular	7	Ruim
16	4	Regular	3	Regular	3	Regular	3	Regular
17	3	Regular	3	Regular	3	Regular	7	Ruim
18	4	Regular	1	Bom	1	Bom	3	Regular
19	3	Regular	3	Regular	3	Regular	3	Regular
20	4	Regular	3	Regular	3	Regular	4	Regular
IES médio	2	Bom	2	Bom	4	Regular	4	Regular

Fonte: Autores (2025).

Por meio da Tabela 9, observou-se nos segmentos do Trecho 1 que os valores mais recorrentes de IES foram: 4, em janeiro, 3, em março e maio, e 7 para o mês de julho. Quanto aos conceitos, no mês de janeiro demonstrou-se como predominante o “Regular”, registrado em 65% dos segmentos. Em março, a maior frequência de conceitos foi distribuída entre “Regular” e “Bom”, ambos com um percentual de 40%. No mês de maio a predominância dos conceitos voltou ao “Regular”, com 60%. Já em julho, observou-se maior frequência de condições “Ruim”, em 35% dos segmentos, e aparição de segmentos em condições péssimas. -

Tabela 10 – Valores e conceitos do IES no Trecho 2

Seg.	Trecho 2							
	Janeiro		Março		Maio		Julho	
	Valor	Conceito	Valor	Conceito	Valor	Conceito	Valor	Conceito
21	7	Ruim	3	Regular	4	Regular	1	Bom
22	2	Bom	1	Bom	5	Ruim	1	Bom
23	7	Ruim	10	Péssimo	5	Ruim	10	Péssimo
24	7	Ruim	3	Regular	3	Regular	3	Regular
25	2	Bom	3	Regular	3	Regular	3	Regular
26	4	Regular	10	Péssimo	3	Regular	3	Regular
27	0	Ótimo	0	Ótimo	4	Regular	0	Ótimo
28	4	Regular	4	Regular	4	Regular	4	Regular
29	4	Regular	3	Regular	7	Ruim	3	Regular
30	0	Ótimo	0	Ótimo	0	Ótimo	7	Ruim
31	2	Bom	1	Bom	3	Regular	3	Regular
32	4	Regular	1	Bom	3	Regular	7	Ruim
33	3	Regular	8	Péssimo	5	Ruim	10	Péssimo
34	4	Regular	4	Regular	3	Regular	7	Ruim
35	3	Regular	3	Regular	4	Regular	10	Péssimo
36	4	Regular	5	Ruim	4	Regular	10	Péssimo
37	2	Bom	1	Bom	2	Bom	0	Ótimo
38	0	Ótimo	0	Ótimo	0	Ótimo	0	Ótimo
39	0	Ótimo	0	Ótimo	0	Ótimo	2	Bom
40	2	Bom	2	Bom	0	Ótimo	3	Regular
IES médio	2	Bom	3	Regular	3	Regular	4	Regular

Fonte: Autores (2025).

Observando-se a Tabela 10, percebeu-se que o Trecho 2 no mês de janeiro teve como moda IES de valor 4 e nos meses de março, maio e julho o valor 3. Em

relação aos conceitos, registrou-se com maior representatividade a condição “Regular” nos meses de janeiro, março, maio e julho com uma frequência respectiva de 40%, 35%, 55% e 35% do trecho.

Tabela 11 – Valores e conceitos do IES no Trecho 3

Trecho 3								
Seg.	Janeiro		Março		Maio		Julho	
	Valor	Conceito	Valor	Conceito	Valor	Conceito	Valor	Conceito
41	4	Regular	5	Ruim	3	Regular	1	Bom
42	0	Ótimo	3	Regular	3	Regular	0	Ótimo
43	0	Ótimo	0	Ótimo	0	Ótimo	0	Ótimo
44	0	Ótimo	0	Ótimo	0	Ótimo	0	Ótimo
45	3	Regular	1	Bom	3	Regular	4	Regular
46	3	Regular	5	Ruim	8	Péssimo	7	Ruim
47	4	Regular	7	Ruim	4	Regular	7	Ruim
48	3	Regular	3	Regular	10	Péssimo	8	Péssimo
49	0	Ótimo	3	Regular	3	Regular	3	Regular
50	1	Bom	4	Regular	3	Regular	4	Regular
51	1	Bom	5	Ruim	3	Regular	4	Regular
52	3	Regular	3	Regular	3	Regular	10	Péssimo
53	3	Regular	8	Péssimo	3	Regular	7	Ruim
54	3	Regular	3	Regular	1	Bom	8	Péssimo
55	3	Regular	5	Ruim	5	Ruim	5	Ruim
56	0	Ótimo	2	Bom	1	Bom	4	Regular
57	4	Regular	8	Péssimo	5	Ruim	4	Regular
58	3	Regular	4	Regular	3	Regular	3	Regular
59	4	Regular	7	Ruim	3	Regular	10	Péssimo
60	3	Regular	7	Ruim	8	Péssimo	7	Ruim
61	3	Regular	1	Bom	5	Ruim	1	Bom
IES médio	3	Regular	4	Regular	3	Regular	4	Regular

Fonte: Autores (2025).

Na Tabela 11 são expostos os resultados obtidos para o Trecho 3, no qual é possível observar que a moda do valor do IES para os meses de janeiro, março e maio foi 3, enquanto para o mês de julho foi 4. Além disso, o conceito “Regular” apresentou-se como mais representativo nos meses de janeiro, maio e julho, totalizando, respectivamente, 67%, 52% e 33% do trecho. Já em março, a maior frequência de conceitos foi dividida entre os regulares e os ruins - com um percentual de 33% cada.

Tabela 12 – Valores e conceitos do IES no Trecho 4

Trecho 4								
Seg.	Janeiro		Março		Maio		Julho	
	Valor	Conceito	Valor	Conceito	Valor	Conceito	Valor	Conceito
62	5	Ruim	3	Regular	8	Péssimo	7	Ruim
63	8	Péssimo	10	Péssimo	10	Péssimo	10	Péssimo
64	8	Péssimo	3	Regular	3	Regular	3	Regular
65	10	Péssimo	0	Ótimo	1	Bom	1	Bom
66	8	Péssimo	3	Regular	3	Regular	8	Péssimo
67	3	Regular	3	Regular	3	Regular	1	Bom
68	4	Regular	8	Péssimo	1	Bom	4	Regular
69	0	Ótimo	8	Péssimo	3	Regular	4	Regular
70	3	Regular	5	Ruim	3	Regular	7	Ruim
71	5	Ruim	3	Regular	8	Péssimo	10	Péssimo
72	4	Regular	8	Péssimo	10	Péssimo	7	Ruim
73	3	Regular	5	Ruim	3	Regular	10	Péssimo
74	7	Ruim	5	Ruim	5	Ruim	4	Regular
75	3	Regular	5	Ruim	5	Ruim	7	Ruim
76	8	Péssimo	10	Péssimo	8	Péssimo	7	Ruim
77	5	Ruim	5	Ruim	8	Péssimo	7	Ruim
78	4	Regular	8	Péssimo	8	Péssimo	10	Péssimo
79	8	Péssimo	8	Péssimo	8	Péssimo	10	Péssimo
80	7	Ruim	10	Péssimo	8	Péssimo	10	Péssimo
81	10	Péssimo	8	Péssimo	10	Péssimo	4	Regular
82	8	Péssimo	10	Péssimo	5	Ruim	0	Ótimo
IES médio	4	Regular	8	Péssimo	5	Ruim	7	Ruim

Fonte: Autores (2025).

Ao analisar a Tabela 12, percebeu-se um comportamento diferente para o Trecho 4 em comparação aos anteriores. Neste, a moda dos valores do IES para cada coleta apresentou-se mais elevada, sendo 8 nos meses de janeiro, março e maio e 7 e 10 no mês de julho. Por conseguinte, o conceito “Péssimo” apresentou-se como o mais recorrente no trecho em todas as avaliações, no qual atingiu percentuais de 38% ocorrência em janeiro, 48% em março e maio e 33% em julho.

Além disso, a fim de se expressar um conceito de IES global para cada trecho, calculou-se a média dos valores de ICPF e IGGE referentes ao conjunto de segmentos que os compõem. Dessa forma, pôde-se determinar um valor para o IES médio e seu

respectivo conceito para cada trecho em cada período de análise, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 – Valores e conceitos médios do IES para cada trecho.

Trecho	IES médio							
	Janeiro		Março		Maio		Julho	
	Valor	Conceito	Valor	Conceito	Valor	Conceito	Valor	Conceito
1	2	Bom	2	Bom	4	Regular	4	Regular
2	2	Bom	3	Regular	3	Regular	4	Regular
3	3	Regular	4	Regular	3	Regular	4	Regular
4	4	Regular	8	Péssimo	5	Ruim	7	Ruim

Fonte: Autores (2025).

Na avaliação do pavimento, os valores do ICPF e IGGE médio dos segmentos enquadraram o Trecho 1 com IES de valor 2 e uma condição “Boa” em janeiro e março e valor 4 e condição “Regular” em maio e julho. Assim, concluiu-se que o trecho foi o que apresentou melhores condições a cada período, como visto na Tabela 13.

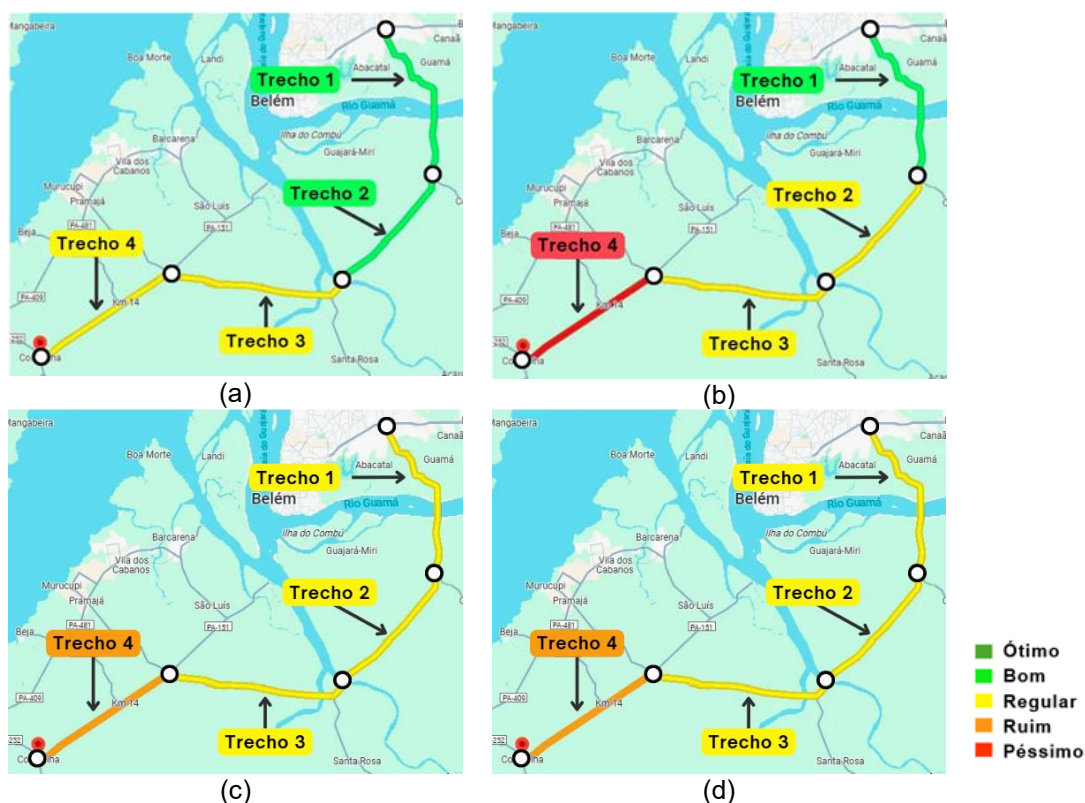
Além disso, atribuiu-se ao Trecho 2 um IES de valor 2, que conceituou o trecho como “Bom” em janeiro, valor 3 e condição “Regular” em março e maio e valor 4 com conceito “Regular” em julho (Figura 18).

Já a classificação do Trecho 3 se apresentou com IES de valores 3 para janeiro e maio e 4 para março e julho, enquadrando-o em condição regular durante todo o período de coleta.

Finalmente, a análise do Trecho 4, resultou em um IES igual a 4 em janeiro, classificando-o como “Regular”. Em março, o valor subiu para 8, com conceito “Péssimo”. Já em maio e julho, os resultados foram 5 e 7, respectivamente, ambos com conceito “Ruim”. Esses valores altos e conceitos ruins, observados na Tabela 13, evidenciaram o trecho como o pior dentre os quatro analisados, durante todo o estudo.

Na Figura 17, a seguir, ilustram-se os IES médios ao longo dos trechos analisados – agora de forma agrupada – durante os quatro meses de estudo, representados em uma escala de cores, em que cada tonalidade corresponde a uma faixa de classificação do índice. Essa representação possibilita uma visualização comparativa das condições do pavimento em diferentes períodos, destacando o desempenho relativo a cada trecho.

Figura 17 – IES médio dos trechos por escala de cor, nos meses de (a) janeiro, (b) março, (c) maio e (d) julho.



Fonte: Autores (2025).

4.2. Análise dos dados

Este capítulo apresenta a análise dos dados obtidos ao longo da pesquisa, buscando interpretar os resultados de forma clara e consistente. Nele, são examinados os trechos mais e menos críticos, os defeitos mais e menos frequentes, a variação temporal do IES dos segmentos e dos trechos e determinação de correlação estatística válida entre o ICPF e o IGGE.

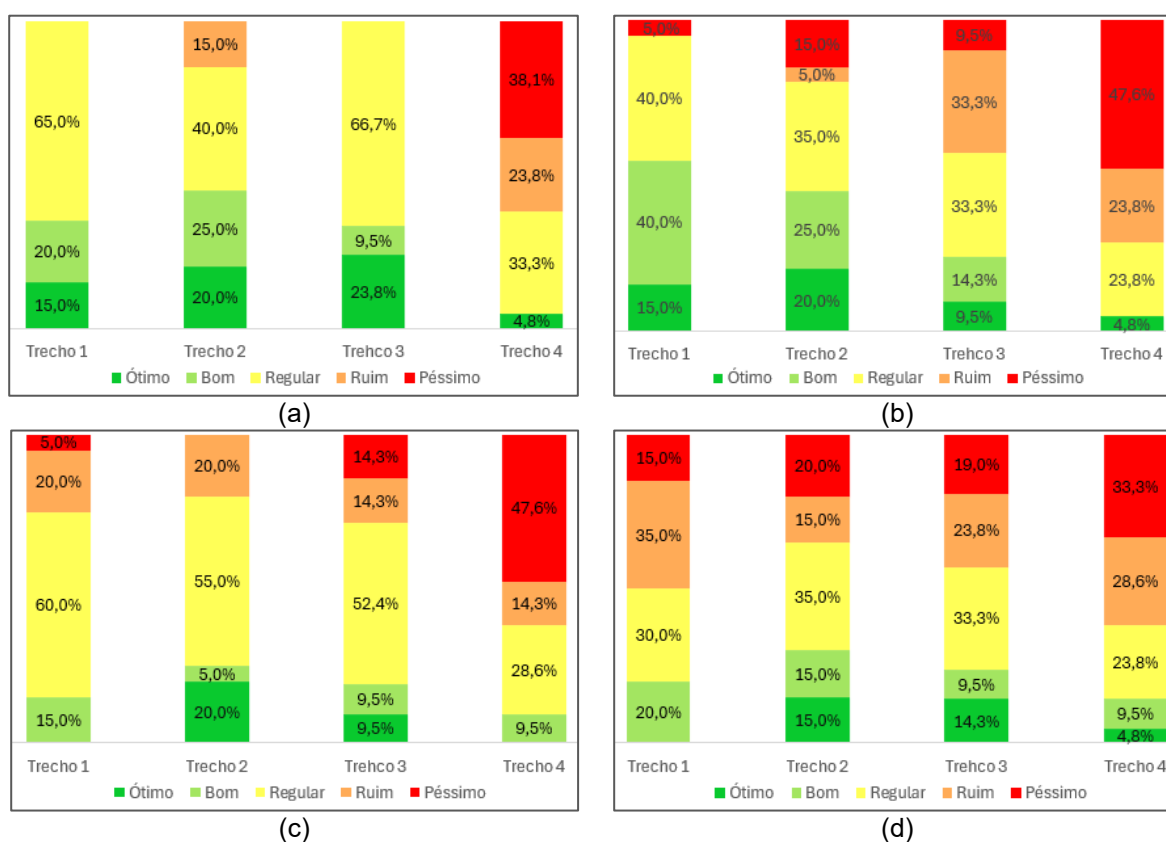
4.2.1. Trecho crítico

Ao analisar os resultados obtidos nas quatro avaliações (janeiro, março, maio e julho), observa-se que o Trecho 4, localizado na PA-151 entre a Colônia Velha e a rotatória da Alça-Viária, se manteve como o mais crítico das rodovias. Em todos os levantamentos, este trecho se apresentou com maiores valores do IES médio, sendo

o único a obter valores como 7 e 8, e conseqüentemente piores conceitos, conforme visto na Tabela 9.

Ademais, os percentuais somados de conceitos “Ruim” e “Péssimo”, evidenciaram um quadro de maior deterioração do trecho quando comparado aos demais, conforme exposto no Gráfico 2. Nos meses de janeiro, maio e julho, o Trecho 4 apresentou um total de 61,9% de segmentos com conceitos entre “Ruim” e “Péssimo”. Já em março, esse percentual atingiu um valor de 71,4%. Esses percentuais elevados podem ser atribuídos ao intenso tráfego de veículos pesados e de passageiros, uma vez que essa via desempenha um papel crucial como acesso ao polo industrial de Barcarena, ao Porto de Vila do Conde e à capital, Belém. Além disso, trata-se do único trecho, dentre os analisados, que recebe diretamente o tráfego proveniente das regiões Sul e Sudeste do Pará com destino ao Porto de Vila do Conde, o que acarreta uma concentração ainda maior de veículos de carga pesada.

Gráfico 2 – Distribuição do percentual de conceitos por trecho em cada mês. (a) Distribuição em janeiro. (b) Distribuição em março. (c) Distribuição em maio. (d) Distribuição em julho.



Fonte: Autores (2025).

Alguns dos principais defeitos encontrados no Trecho 4, ao longo do período de avaliação, podem ser observados nas Figuras 18, 19 e 20. Esses defeitos, além de evidenciar problemas estruturais no pavimento, também refletem a ausência de ações preventivas de manutenção e o desgaste natural da camada asfáltica. Esse processo de deterioração é intensificado tanto pelo tráfego constante, em especial de veículos pesados, quanto pelas condições ambientais adversas.

Figura 18 – Ondulações e trincas interligadas tipo “jacaré”, com erosão nas bordas, presentes no trecho crítico.



Fonte: Autores (2025).

Por meio da Figura 17, nota-se que o pavimento do trecho crítico apresentou alguns defeitos como ondulações, além de trincas interligadas do tipo “couro de jacaré” com erosão acentuada nas bordas das trincas. A ondulação se concentrou à borda da pista de rodagem. Esse tipo de defeito surge devido aos esforços tangenciais (frenagem ou aceleração) do tráfego intenso quando se há problemas na dosagem da mistura asfáltica ou falta de aderência entre a base e o revestimento (SHRP, 1993).

Outro defeito evidente são as trincas por fadiga, onde observou-se sinais de desagregação, no qual o pavimento se desintegra e deixa material solto, como fragmentos de asfalto e agregados, iniciando a formação de panela. Esses defeitos geralmente indicam desgaste estrutural causado por cargas repetidas aplicadas sobre o pavimento.

Na Figura 18 são mostradas manifestações patológicas na superfície do pavimento, evidenciadas pela presença de trincas interligadas tipo “couro de jacaré”, que indicam um processo avançado de fadiga. Esse desgaste é acentuado pela

presença de erosão nas bordas das trincas, o que contribui para a desagregação do material superficial e expõe camadas mais profundas à ação de agentes externos, como a água.

Figura 19 – Trincas interligadas do tipo “jacaré” presentes no trecho crítico.



Fonte: Autores (2025).

É relevante destacar que, nos meses de maio e julho, aproximadamente 71% dos segmentos do Trecho 4 apresentaram claros indícios de desgaste, perceptíveis pela tonalidade "acinzentada" do revestimento asfáltico. Essa alteração de cor indica o processo de oxidação e envelhecimento do pavimento, processo que ocorre quando o ligante asfáltico perde suas propriedades devido à exposição contínua a fatores climáticos, como raios UV, calor e chuva. A coloração acinzentada indica que a mistura asfáltica sofreu perda significativa de seus constituintes voláteis e óleos, adquirindo maior rigidez e, conseqüentemente, maior propensão ao aparecimento de fissuras e trincas (SARDINHA, 2024).

Além disso, observa-se que esse processo de desgaste não compromete apenas a durabilidade do pavimento, mas também influencia diretamente na segurança viária. À medida que a superfície se torna mais rígida e oxidada, pode ocorrer a redução na aderência dos pneus, aumentando o risco de derrapagens, especialmente em condições de chuva.

Figura 20 – Painéis de alta severidade presentes no trecho crítico.



Fonte: Autores (2025).

Do mesmo modo, a estrutura do pavimento do Trecho 4, no mês de maio, foi marcada pela presença de painéis de grandes extensões e alta severidade, conforme exposto na Figura 20. Ressalta-se que estas painéis apresentaram como característica comum as suas concentrações nas bordas do pavimento. Segundo *Abed et al. (2023)* e *Fernandes Jr. (1999)* esse tipo de defeito pode ser resultado da fragmentação causada por trincas por fadiga, desgaste ou remoção localizada de partes do revestimento, sob a ação do tráfego e a presença de água na estrutura, no qual sua causa pode ser associada a falhas estruturais, segregação da mistura e drenagem insuficiente.

Convém destacar que os segmentos desse trecho se localizam em um entorno predominantemente urbanizado, com edificações residenciais e comerciais próximas à rodovia. Em função dessa ocupação, observou-se a inexistência ou severa restrição do acostamento, uma relativa impermeabilização do terreno ao redor da via, bem como a ausência de dispositivos adequados de drenagem superficial e sub-superficial capazes de promover o escoamento eficiente das águas pluviais, demonstrado pela Figura 21. Esta configuração contribui para o aumento da exposição das margens da via, favorecendo processos erosivos e o surgimento de outros defeitos que comprometem a integridade estrutural do pavimento, a segurança viária e os custos de operações dos veículos.

Figura 21 – Ineficiência e ausência dos elementos de drenagem no trecho crítico.



Fonte: Autores (2025).

Por outro lado, o Trecho 1, localizado entre a saída da cidade de Marituba e o acesso à rodovia Perna Leste, apresentou condições menos críticas em comparação aos demais. Nos meses de janeiro e março, conforme observado na Tabela 9, os IES médios foram registrados com valores de 2, classificando o trecho como “Bom”, e em maio e julho o trecho passou a apresentar valor 4 para o IES médio e conceito “Regular”. Esse desempenho pode ser explicado pela menor frequência de defeitos presentes ao longo dos segmentos, observado no Apêndice C. Assim, mesmo com a progressão gradual do desgaste nos últimos dois meses, o trecho permaneceu como o menos crítico do conjunto avaliado.

Diferentemente dos outros trechos, o Trecho 1 apresentou baixa diversidade de defeitos. Entre os danos observados, o afundamento da trilha de roda foi o mais recorrente (Figura 22), presente em praticamente todos os segmentos e registrado em todas as coletas. Sua ocorrência variou ao longo do período: cerca de 85% dos segmentos em janeiro e maio, 75% em março e 100% em julho, evidenciando agravamento progressivo.

Figura 22 – Afundamento de consolidação de trilha de roda presente no trecho 1.



Fonte: Autores (2025).

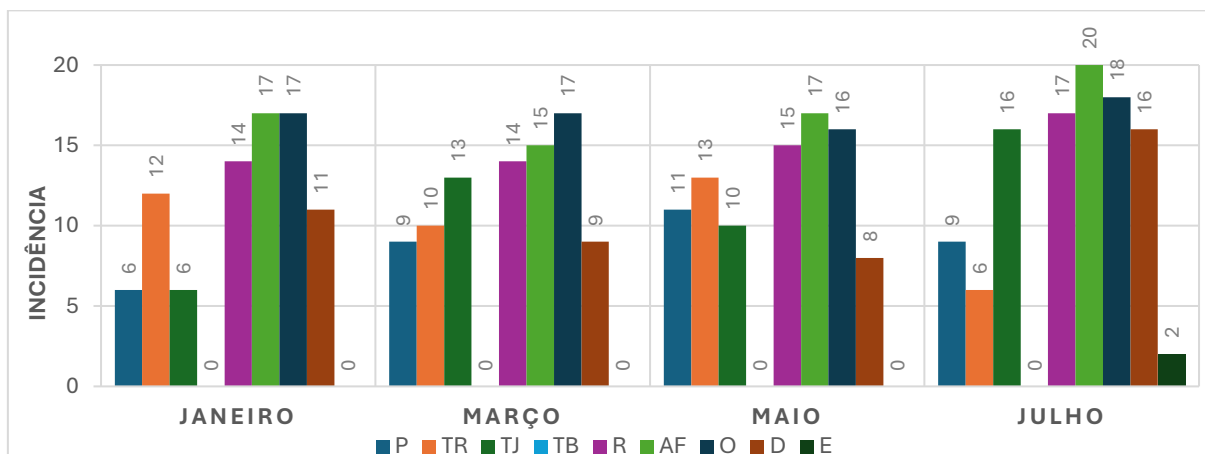
Esse defeito manifesta-se por depressões longitudinais na superfície do pavimento e está geralmente associado à consolidação das camadas de base ou sub-base, à sobrecarga repetida de veículos pesados e à ação da água infiltrada, que compromete a resistência do material granular subjacente. Além do mais, essa deformação pode ser potencializada pelas temperaturas diárias altas e regulares, características da região em que está inserida. A constância desse defeito evidencia a sensibilidade do pavimento frente às condições de carregamento, drenagem e temperatura no trecho avaliado (CHOUDHARY; GAUTAM, 2024).

4.2.2. Defeitos de maior e menor frequência

Com base nos resultados obtidos, foram elaborados os Gráficos 3, 4, 5 e 6, que evidenciam os defeitos mais recorrentes e aqueles de menor ocorrência em cada trecho nos meses de coleta. Esses gráficos foram construídos levando-se em consideração a incidência dos defeitos nos segmentos de cada trecho e não a quantidade ou porcentagem em que foram observados. Além disso, a exsudação – defeito componente do formulário de levantamento (Apêndice A) – não foi registrada em nenhum dos quatro trechos avaliados. Por essa razão, foi suprimida dos gráficos, a fim de favorecer a clareza e a melhor visualização das demais manifestações patológicas.

No Trecho 1, conforme ilustrado no Gráfico 3, os defeitos mais recorrentes ao longo das coletas foram os afundamentos (AF), as ondulações (O) e os remendos (R), evidenciando a predominância consistente dessas manifestações patológicas. Dentre elas, destacam-se os afundamentos e as ondulações, que se configuraram como os principais defeitos do trecho, com incidência média, respectivamente, de 86,2% e 85,0% dos segmentos avaliados, valor superior aos demais em todo o período de estudo.

Gráfico 3 – Incidência de defeitos por segmento no Trecho 01 durante o período estudado.



Fonte: Autores (2025).

Observa-se ainda uma tendência de crescimento na frequência do afundamento, culminando em sua ocorrência máxima em julho, quando foi registrado em todos os 20 segmentos (Figura 23). Esse comportamento pode estar associado ao aumento da temperatura nesse período, que favorece a instabilidade da mistura asfáltica e potencializa o avanço deste tipo de defeito. Medina e Motta (2015), destacam que a elevação de temperatura interfere em diversas propriedades das misturas asfálticas, como a redução do módulo de resiliência, que as torna mais deformáveis, e da resistência à tração. Por outro lado, o envelhecimento do ligante asfáltico, intensificado por variações térmicas, contribui para o aumento do desgaste e para a rigidez excessiva da mistura, acelerando a deterioração do pavimento.

Figura 23 – Afundamentos de trilha de roda no Trecho 1 no mês de julho.



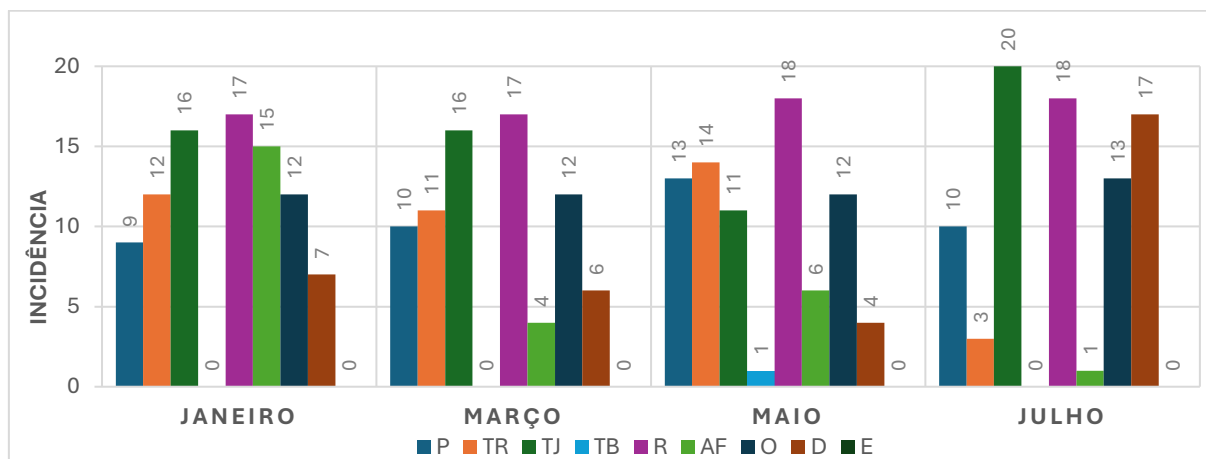
Fonte: Autores (2025).

Por outro lado, verificou-se redução das trincas isoladas ao final do período de estudo, possivelmente em decorrência de sua evolução para trincas interligadas, cujo aumento progressivo também foi constatado.

O aumento da incidência de remendos, por sua vez, e a redução da incidência de painéis (P) no mês de julho sugere a adoção de medidas corretivas para este defeito. Por outro lado, a ausência de trincas em bloco (TB) indica a menor relevância dessa manifestação patológica no período analisado. A ocorrência pontual do escorregamento (E), verificada apenas em julho, possivelmente está associada à elevação das temperaturas sobre o pavimento.

Já no Trecho 2, de acordo com o Gráfico 4 abaixo, verificou-se uma grande variação na incidência dos defeitos ao longo do período, com exceção dos remendos (Figura 24), que apresentaram pouca variação em todo o período e se mantiveram predominantes nos três primeiros meses, alcançando uma incidência média de 87,5% dos segmentos nos quatro meses do estudo.

Gráfico 4 – Incidência de defeitos por segmento no Trecho 02 durante o período estudado.



Fonte: Autores (2025).

Observou-se também um aumento das trincas interligadas tipo “couro de jacaré” (TJ), que, no mês de julho, foram registradas em todos os segmentos do trecho, bem como do desgaste superficial (D) que no mesmo mês afetava 17 dos 20 segmentos do trecho. Além disso, a diminuição abrupta nos afundamentos pode estar

relacionada ao fato de a atenção ter sido direcionada para os demais defeitos que apresentaram crescimento.

Em contrapartida, a ausência de escorregamentos e a ocorrência pontual de trincas em bloco, verificada apenas em maio, evidenciam a baixa relevância dessas patologias no período. Este último resultado pode, inclusive, decorrer de uma falha de observação ou a uma manifestação isolada do defeito.

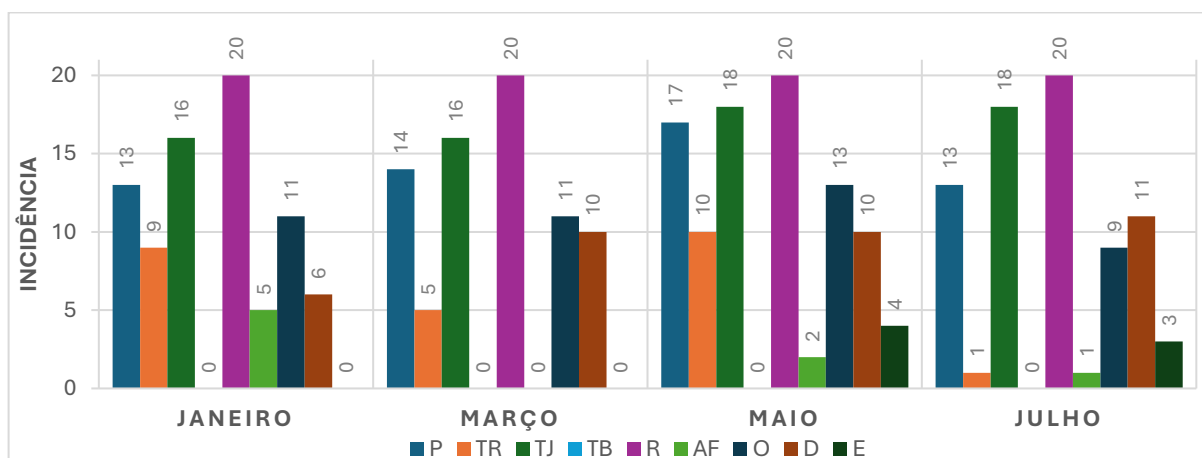
Figura 24 – Registro de remendos observadas em março no Trecho 2.



Fonte: Google Earth (2025).

Em sequência, no Trecho 3, vide ilustração no Gráfico 5, verificou-se a predominância dos remendos (Figura 25), que se mantiveram em todos os meses com incidência máxima, atingindo 95,2% dos segmentos de forma ininterrupta.

Gráfico 5 – Incidência de defeitos por segmento no Trecho 03 durante o período estudado.



Fonte: Autores (2025).

As trincas tipo “couro de jacaré” e as panelas também demonstraram elevada frequência, com incidências médias de 80,9% e 67,9%, respectivamente, no período estudado. Tais manifestações patológicas podem estar associadas entre si, visto que trincas desse tipo constituem manifestações precedentes ao surgimento de panelas, enquanto as panelas, por sua vez, demandam intervenções de remendos. Ademais, a redução, em quase 100%, da incidência de trincas isoladas, principalmente no mês de julho, pode ser explicada por sua evolução para as trincas tipo “couro de jacaré”.

Destaca-se, ainda, que o enquadramento de remendos como defeito decorre, em grande parte, de sua má execução, a qual quando realizada em desacordo com os critérios técnicos adequados, resulta em desníveis ou cria pontos frágeis suscetíveis ao retrincamento. Defeitos como trincas em bloco (TB) não foram observados em nenhum momento, enquanto o escorregamento (E) ocorreu apenas em maio e julho, com uma frequência média de apenas 8,3%.

Figura 25 – Registro de remendos observadas em julho no Trecho 3

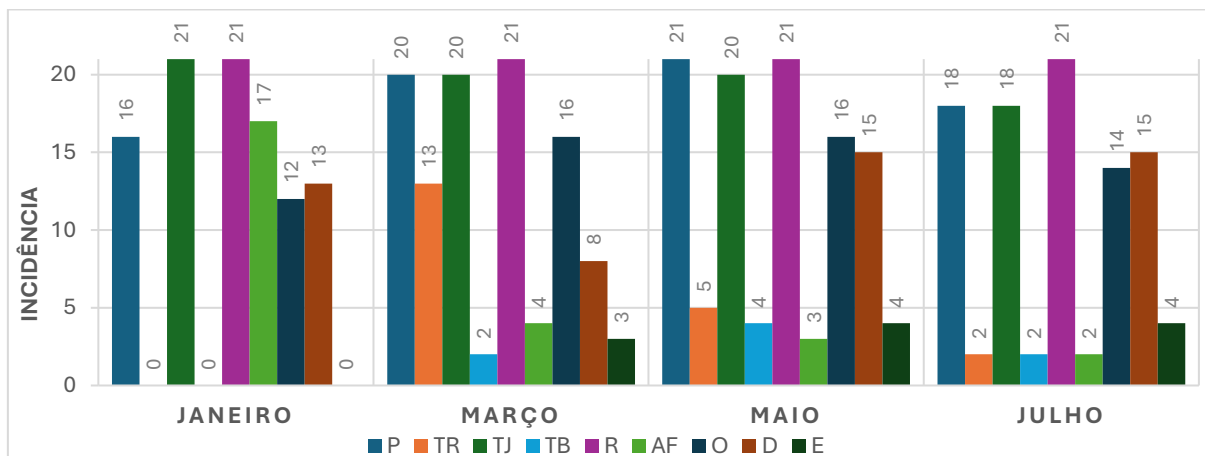


Fonte: Autores (2025).

O Trecho 4, por fim, se destacou, conforme precitado, como o trecho crítico com valores de IES elevados e a alta incidência de defeitos relacionados a problemas estruturais a qual pode ser observada no Gráfico 6, e os registros fotográficos no item 4.2.1, abordado previamente. Desses se destacam os remendos, que incidiram em 100% dos segmentos. Além das trincas tipo “couro de jacaré” com uma incidência média de 94,0%, e as panelas, com uma incidência média de 89,0%, ambas em

relação ao período todo de análise. Esse cenário evidencia que o trecho apresenta problemas estruturais persistentes, sobretudo relacionados à perda de capacidade estrutural do revestimento, decorrente do trincamento generalizado e da evolução para panelas.

Gráfico 6 – Incidência de defeitos por segmento no Trecho 04 durante o período estudado.



Fonte: Autores (2025).

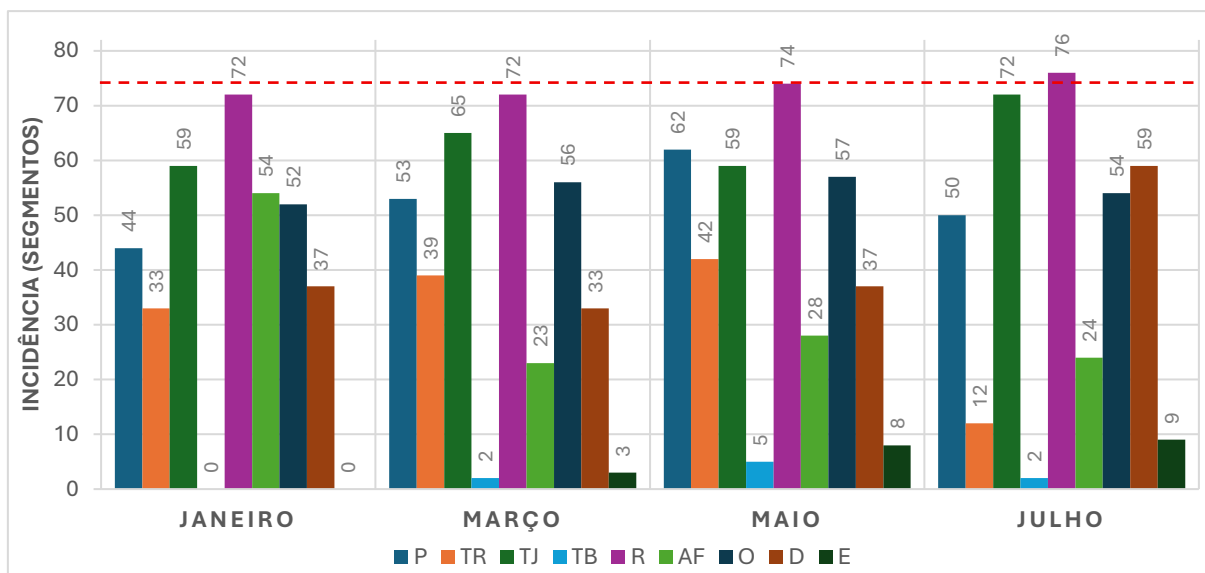
Pontua-se, ainda, que a ausência de registro dos defeitos de trincas, trincas em bloco e escorregamento no mês de janeiro, em divergência aos demais períodos, pode estar relacionada à elevada incidência de panelas e remendos, que demandavam maior atenção durante a contagem e possivelmente comprometeram a identificação desses outros defeitos.

Ademais, observa-se o surgimento de trinca em blocos e escorregamentos em frequências mais significativas que nos demais trechos, sendo este último frequentemente associado a instabilidade da camada de revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, ocasionado por esforços tangenciais decorrentes de frenagem ou aceleração. Tal comportamento mostrou-se particularmente evidente neste trecho, sobretudo nos segmentos inseridos em áreas de maior adensamento urbano e que apresentavam a presença recorrente de lombadas ao longo de sua extensão.

Assim, a média da incidência dos defeitos nos quatro trechos agrupados, ou seja, considerando-se os 82 segmentos em conjunto, durante os quatro meses de coleta, foi utilizada como parâmetro de síntese, a qual pode ser observada no Gráfico

7. Desse modo, foi possível condensar os resultados obtidos mês a mês e identificar os defeitos mais frequentes nos trechos, reconhecendo-se, contudo, que essa abordagem não evidencia as variações sazonais.

Gráfico 7 – Incidência de defeitos nos 82 segmentos a cada mês do período estudado.



Fonte: Autores (2025).

Finalmente, permitiu-se apontar que o remendo foi o defeito mais frequente nos trechos avaliados, ocorrido em média 89,6% dos 82 segmentos analisados (Gráfico 7), seguido das trincas tipo “couro de jacaré” (77,7%) e ondulações (66,7%). Observa-se, ainda, o crescimento da incidência do primeiro ao longo de todo o período analisado, o que reforça a adoção dessa alternativa como forma recorrente de manutenção no trecho.

No entanto, o aumento no número médio de segmentos que apresentaram remendo não necessariamente implicou na redução no número de segmentos que apresentaram algum outro defeito, uma vez que a análise se baseou na quantidade média de segmentos com cada defeito e não na quantidade de defeitos por segmento, bastando apenas uma ocorrência de baixa severidade de um determinado defeito para sua contabilização.

Em contrapartida, as exsudações, as trincas em bloco e os escorregamentos configuraram-se como as manifestações patológicas de menor ocorrência, com

frequência média, respectivamente, de apenas 0%, 2,7% e 6,1% dos segmentos analisados.

4.2.3. Variação temporal do IES

A análise da variação temporal do Índice de Estado de Superfície (IES) dos segmentos no geral, possibilitou compreender a evolução das condições dos segmentos tanto nos intervalos consecutivos quanto nos períodos acumulados entre as coletas de dados. A Tabela 14, sintetiza, em termos percentuais, a proporção de segmentos cujos conceitos do IES, no intervalo de tempo estudado, pioraram, permaneceram estáveis ou apresentaram melhoria.

Tabela 14 – Evolução percentual do IES em períodos consecutivos e acumulados.

Período	Intervalo (meses)	IES		
		Piorou	Estável	Melhorou
Jan - Mar	2	36,6%	43,9%	19,5%
Mar - Mai	2	31,7%	45,1%	23,2%
Mai - Jul	2	34,1%	37,8%	28,0%
Jan - Mai	4	40,2%	47,6%	12,2%
Mar - Jul	4	40,2%	39,0%	20,7%
Jan - Jul	6	54,9%	28,0%	17,1%

Fonte: Autores (2025).

Nos intervalos mais curtos (janeiro-março, março-maio e maio-julho), notou-se que o comportamento predominante foi de estabilidade, embora, em todos esses intervalos também tenha significativa parcela de segmentos que sofreram piora, ao passo que as melhorias apresentaram tendência crescente no decorrer dos meses.

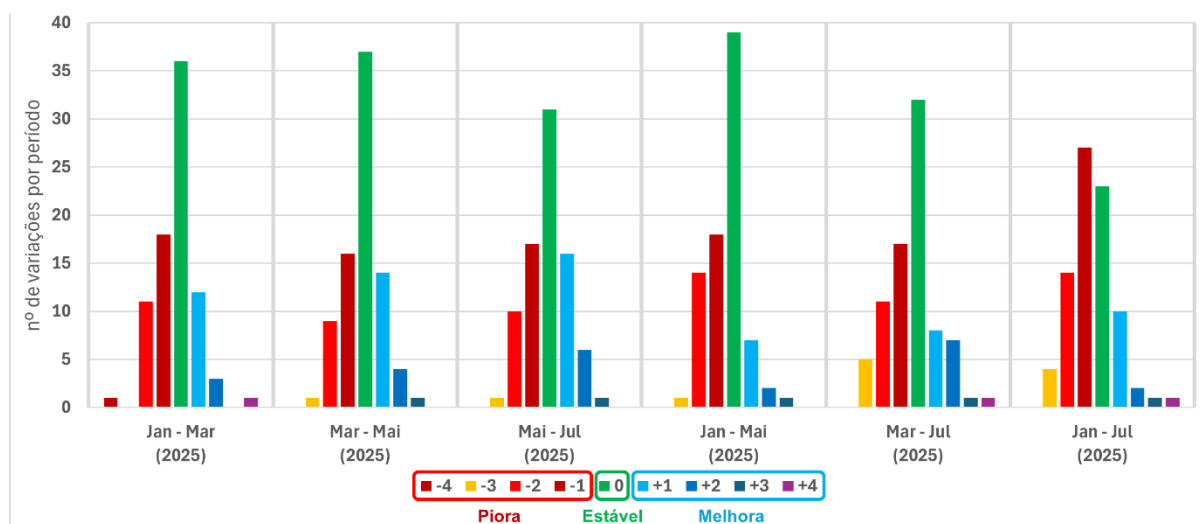
Por outro lado, quando considerados os intervalos mais longos (janeiro-maio, janeiro-julho e março-julho), percebeu-se um aumento da parcela de segmentos que pioraram, destacando-se o período janeiro–julho (período de início e fim da coleta de dados), no qual 54,9%, mais da metade dos segmentos, apresentaram redução de condição, enquanto apenas 28,0% permaneceram estáveis e 17,1% melhoraram.

Esse resultado indica que os defeitos registrados no início da pesquisa, devido a insuficiência, ou até mesmo a falta, de atividades de M&R, podem ter se agravados

com o passar do tempo, de maneira que os efeitos de deterioração do pavimento se tornaram mais evidentes ao final da pesquisa.

O Gráfico 8 ilustra de forma detalhada as variações nos conceitos atribuídos aos segmentos, na ordem: Ótimo, Bom, Regular, Ruim e Péssimo. A categoria “Estável” indica os segmentos que mantiveram o conceito do IES de um mês para outro. Variações negativas são representadas por valores com sinal “-”, em que “-1” corresponde à queda de uma categoria (ex.: Bom para Regular) e “-3” à redução de três níveis (ex.: Ótimo para Ruim). Valores positivos indicam melhorias, como “2”, que representa elevação de duas categorias (ex.: Regular para Ótimo). Essa sistemática permitiu avaliar não apenas a alteração no estado do pavimento, mas também a intensidade da variação, evidenciando as oscilações ao longo do período.

Gráfico 8 – Variações nos conceitos atribuídos aos segmentos.



Fonte: Autores (2025).

Ao observar-se o Gráfico 8, percebe-se nos intervalos mais curtos (2 meses) – janeiro a março, março a maio e maio a julho – uma concentração predominante de dados na estabilidade, enquanto as situações de melhora e piora dos IES encontram-se próximas do equilíbrio, aproximando-se de uma Curva de Gauss. Já nos intervalos de 4 meses (janeiro a maio e março a julho), observa-se, ainda, haver uma centralidade considerável da estabilidade, no entanto começa-se a se afastar do desenho da Curva de Gauss, haja vista que começa a apresentar um deslocamento para o lado da piora.

Finalmente, ao se considerar o intervalo acumulado de janeiro a julho (6 meses), observa-se uma queda significativa dessa estabilidade, acompanhada por um aumento das variações negativas, com destaque nas classificadas em -1, seguida das -2 e -3, que evidenciam queda em duas ou três categorias.

Ademais, observa-se no Gráfico 8 que tanto as variações positivas (melhora), quanto as negativas (piora) dos conceitos do IES nos períodos curtos (2 meses) ocorreram de forma semelhante e proporcional. Esse comportamento foi ratificado pela aplicação do Teste Qui-Quadrado, que testou a hipótese de as variações serem iguais nos três períodos (H_0) ou diferentes (H_1), adotando um nível de significância (α), em que $p > \alpha$ aceita H_0 e $p \leq \alpha$ rejeita H_0 , em favor de H_1 , descrito na Tabela 15.

Tabela 15 – Teste Qui-Quadrado para variações do IES em períodos consecutivos.

Variação do IES	Períodos			
	Janeiro-Março	Março-Maio	Maio-Julho	Total
Positiva	19,33 16 0,57	19,33 19 0,01	19,33 23 0,70	58
Estável	34,67 36 0,05	34,67 37 0,16	34,67 31 0,39	104
Negativa	28,00 30 0,14	28,00 26 0,14	28,00 28 0,00	84
Total	82	82	82	246
$\chi^2 = 2,16$ $gl = 4$ $p > 0,25$ $\alpha = 0,05$				

Fonte: Autores (2025).

Por meio da Tabela 15, verificou-se que $p > 0,25$. Considerando um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), ou até mesmo de 10% ($\alpha = 0,10$), o teste não detectou associação. Assim, não houve diferença significativa na variação do IES nos períodos curtos, de maneira que a recuperação, estabilidade ou degradação das condições do pavimento foram proporcionais a cada mês.

No entanto, na investigação das variações do IES dos períodos consecutivos em relação a variação do período acumulado da pesquisa (janeiro-julho), o Teste Qui-Quadrado, vide Tabela 16, aferiu que $p < 0,05$, mostrando haver diferença significativa entre evolução dos conceitos do IES em relação ao espaço de tempo analisado.

Tabela 16 – Teste Qui-Quadrado para variações do IES nos períodos consecutivos e acumulado total.

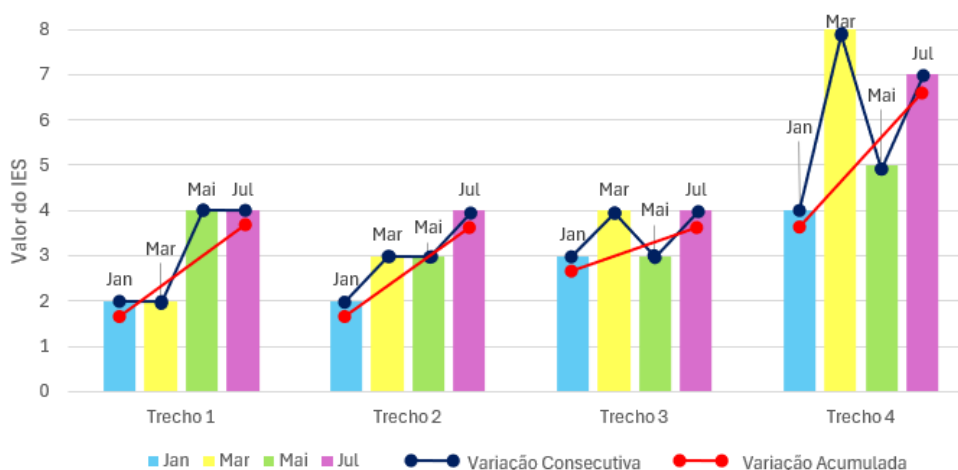
Variação do IES	Períodos				
	Janeiro-Março	Março-Maio	Mai-Julho	Janeiro-Julho	Total
Positiva	18,00 16 0,22	18,00 19 0,06	18,00 23 1,39	18,00 14 0,89	72
Estável	31,75 36 0,57	31,75 37 0,87	31,75 31 0,02	31,75 23 2,41	127
Negativa	32,25 30 0,16	32,25 26 1,21	32,25 28 0,56	32,25 45 5,04	129
Total	82	82	82	82	328
$\chi^2 = 13,39$		gl = 6	0,025 < p < 0,05	$\alpha = 0,05$	

Fonte: Autores (2025).

Esse resultado aponta que a evolução das condições dos segmentos ocorreu de maneira gradual e proporcionalmente a cada mês. No entanto, devido as variações mensais negativas terem se mostrado sempre em percentuais maiores que as positivas, a degradação da estrutura do pavimento se deu maneira persistente e acumulada, ao passo que, no consolidado de janeiro a julho, observou-se que os segmentos encerraram o período em condições mais degradadas do que aquelas verificadas no início da pesquisa.

Por outro lado, ao observar-se o Gráfico 9, nota-se que o comportamento dos trechos, quando analisado em termos de variações de IES médios ao longo do período, apresentou variações importantes.

Gráfico 9 – Variação do IES médio.



Fonte: Autores (2025).

O Trecho 1 se manteve estável nos dois primeiros meses, registrando um aumento do IES em maio, suficiente para desenquadrá-lo do conceito “bom” para o conceito “regular”, o qual permaneceu constante até julho.

Já o Trecho 2 apresentou crescimento do valor de IES em duas etapas distintas – entre janeiro e março e entre maio e julho – permanecendo estável nos meses intermediários. A primeira elevação resultou na mudança de conceito de “bom” para “regular”, condição que se manteve até o encerramento do período analisado.

O Trecho 3, por sua vez, evidenciou oscilações sucessivas do IES, insuficientes para alterar seu conceito “regular”. No entanto, em termos numéricos da escala deste índice, essas oscilações resultaram em um valor final superior ao inicial.

Finalmente, o Trecho 4 apresentou um pico de aumento do IES no mês de março, atingindo níveis de degradação que o classificaram como “péssimo” nesse mês. Em maio, o valor do IES reduziu-se, voltando a subir apenas em julho, alcançando o conceito “ruim”, que, embora inferior ao mensurado em março, ainda se manteve acima do valor registrado em janeiro.

Em suma, observou-se uma tendência de piora nas condições do pavimento no período de janeiro a março. Com isso, foram observadas medidas de manutenção emergencial, traduzindo-se em melhoria entre março e maio. No entanto, com a continuidade do período mais intenso de chuvas da região, novamente houve clara tendência de agravamento das condições dos trechos de maio para julho.

Assim, em todos os meses, observou-se um aumento do IES, ora mais acentuado, ora mais sutil, perceptível ao comparar os valores do índice nos meses de início e término da pesquisa. Esse comportamento confirmou uma degradação gradual da superfície do pavimento.

4.3. Correlação entre o ICPF e o IGGE

Por meio dos dados obtidos nesta pesquisa, foi possível determinar a correlação linear entre os valores médios, das quatro coletas, dos ICPF e dos IGGE de cada segmento, expostos na Tabela 17. Para isso, utilizou-se o Teste de Correlação Linear de Pearson, aplicado aos 82 segmentos analisados. Considerando a natureza antagônica desses índices, esperava-se que o resultado indicasse uma correlação linear negativa.

Tabela 17 – Valores do ICPF e IGGE para o teste de correlação linear de Pearson.

Seg.	ICPF	IGGE	X ²	Y ²	X . Y	Seg.	ICPF	IGGE	X ²	Y ²	X . Y
1	3,5	38,9	12,3	1510,0	136,0	42	4,0	18,7	16,0	351,1	75,0
2	3,5	44,2	12,3	1950,9	154,6	43	5,0	1,5	25,0	2,3	7,5
3	3,5	31,7	12,3	1003,3	110,9	44	4,5	7,0	20,3	49,0	31,5
4	3,5	41,6	12,3	1729,9	145,6	45	3,5	32,6	12,3	1064,4	114,2
5	3,5	69,7	12,3	4859,0	244,0	46	3,0	60,7	9,0	3685,2	182,1
6	3,5	62,9	12,3	3955,9	220,1	47	3,0	58,0	9,0	3364,0	174,0
7	4,0	45,2	16,0	2039,3	180,6	48	3,0	56,7	9,0	3216,8	170,2
8	3,5	41,4	12,3	1713,6	144,9	49	3,5	24,2	12,3	585,6	84,7
9	3,5	45,0	12,3	2022,0	157,4	50	3,5	34,6	12,3	1198,9	121,2
10	4,5	16,2	20,3	262,0	72,8	51	3,0	38,3	9,0	1463,1	114,8
11	4,0	29,7	16,0	880,9	118,7	52	3,0	56,2	9,0	3162,7	168,7
12	4,5	22,3	20,3	496,0	100,2	53	2,5	53,0	6,3	2812,3	132,6
13	3,5	49,1	12,3	2405,9	171,7	54	2,5	34,1	6,3	1164,5	85,3
14	4,0	40,5	16,0	1641,3	162,1	55	2,5	39,6	6,3	1566,3	98,9
15	3,5	41,3	12,3	1706,7	144,6	56	3,5	25,7	12,3	660,5	90,0
16	3,0	31,4	9,0	986,2	94,2	57	3,0	48,8	9,0	2382,7	146,4
17	3,5	39,9	12,3	1589,4	139,5	58	3,5	37,4	12,3	1402,0	131,1
18	3,5	25,3	12,3	638,8	88,5	59	3,0	62,2	9,0	3867,3	186,6
19	3,0	31,4	9,0	985,6	94,2	60	2,5	59,3	6,3	3520,4	148,3
20	3,0	39,4	9,0	1551,0	118,2	61	3,0	28,0	9,0	785,4	84,1
21	3,0	39,4	9,0	1550,4	118,1	62	3,0	50,5	9,0	2545,2	151,4
22	3,0	25,9	9,0	671,8	77,8	63	2,0	120,0	4,0	14397,0	240,0
23	3,0	76,7	9,0	5887,4	230,2	64	3,0	35,1	9,0	1230,3	105,2
24	3,0	42,3	9,0	1785,1	126,8	65	3,0	36,2	9,0	1313,8	108,7
25	3,5	26,1	12,3	681,2	91,4	66	2,5	52,7	6,3	2778,2	131,8
26	3,0	54,7	9,0	2990,7	164,1	67	3,0	21,8	9,0	476,7	65,5
27	4,5	21,6	20,3	464,9	97,0	68	2,5	48,5	6,3	2351,0	121,2
28	4,0	43,2	16,0	1869,5	173,0	69	3,0	39,8	9,0	1585,0	119,4
29	3,5	40,8	12,3	1664,6	142,8	70	3,0	48,0	9,0	2306,0	144,1
30	4,0	23,2	16,0	537,7	92,8	71	2,0	65,0	4,0	4223,6	130,0
31	3,5	24,0	12,3	577,2	84,1	72	2,5	76,5	6,3	5857,0	191,3
32	3,0	39,3	9,0	1547,9	118,0	73	3,0	44,6	9,0	1985,3	133,7
33	2,5	75,5	6,3	5703,1	188,8	74	2,0	57,6	4,0	3315,6	115,2
34	3,0	53,5	9,0	2857,8	160,4	75	2,0	54,2	4,0	2934,9	108,4
35	3,0	57,3	9,0	3287,6	172,0	76	1,5	82,7	2,3	6833,8	124,0
36	3,0	67,5	9,0	4559,1	202,6	77	1,5	63,8	2,3	4073,6	95,7
37	3,5	24,2	12,3	583,8	84,6	78	2,0	73,1	4,0	5337,5	146,1
38	5,0	8,5	25,0	72,9	42,7	79	1,0	102,8	1,0	10561,8	102,8
39	4,5	10,5	20,3	111,0	47,4	80	2,0	97,5	4,0	9507,5	195,0
40	4,0	24,5	16,0	599,0	97,9	81	1,5	82,9	2,3	6873,4	124,4
41	3,0	38,0	9,0	1441,6	113,9	82	2,5	67,0	6,3	4486,2	167,4

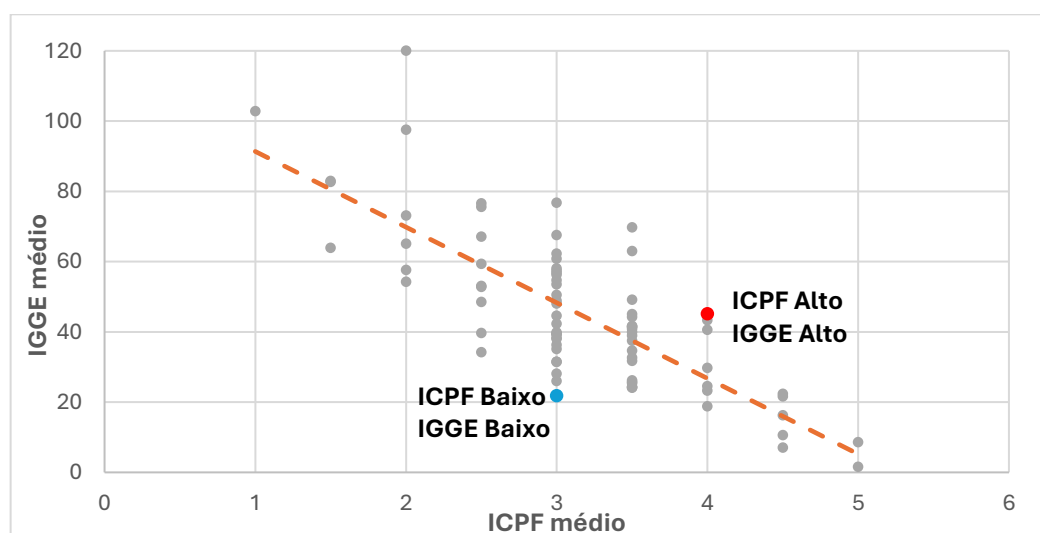
Fonte: Autores (2025).

Efetuada-se o cálculo do coeficiente de correlação linear de Pearson, mediante a Equação 7, obteve-se $r = -0,78$, o que representou uma correlação negativa entre moderada e forte, confirmando a expectativa inicial e demonstrando que, à medida que um dos índices aumentava, o outro tendia a apresentar redução significativa.

Além disso, também se avaliou a probabilidade de significância (valor p). Com os resultados encontrados, verificou-se que o valor encontrado ($r = |-0,78|$) é superior a todos os valores dos níveis de significância tabelados para $n = 82$, sendo o maior igual 0,336, obtidos por meio da interpolação dos valores para $n = 80$ e $n = 90$ do Anexo C, ou seja, $p < 0,001$ (teste unilateral). Assim, mesmo que o teste fosse feito ao nível de significância de $\alpha = 0,1\%$, o teste ainda apontaria correlação significativa. Por meio desse resultado, constatou-se que a realização da avaliação subjetiva (ICPF) pelos avaliadores da pesquisa demonstrou-se coerente e válida em relação à avaliação objetiva (IGGE).

Com base nos valores apresentados na Tabela 17, o Gráfico 10 ilustra a relação entre as variáveis analisadas por meio de um diagrama de dispersão. Além da distribuição dos pontos, foi inserida a linha de tendência, que evidencia de forma mais clara o comportamento geral dos dados e a intensidade da correlação entre eles. Verifica-se que os valores médios do ICPF (avaliação subjetiva) e do IGGE (avaliação objetiva) apresentam tendência de correlação negativa, isto é, o aumento de um indicador tende a ser acompanhado pela redução do outro. Contudo, nota-se a presença de alguns pontos discrepantes em relação a essa tendência.

Gráfico 10 – Correlação entre o ICPF médio e o IGGE médio.



Fonte: Autores (2025).

Em determinados segmentos, verificam-se valores mais elevados de ICPF (melhor avaliação) associados a valores igualmente elevados de IGGE (pior

avaliação), conforme demarcado no Gráfico 10. Essa condição pode ser explicada pelo fato de que o avaliador atribuiu notas melhores ao pavimento em função da condição e aceitabilidade do rolamento e medidas de manutenção e reabilitação necessárias para o segmento. Dessa forma, segmentos que apresentem uma grande quantidade de remendos podem necessitar somente conservação rotineira, levando a notas mais altas do ICPF pelos avaliadores. No entanto, como o IGGE resulta da soma das frequências de defeitos multiplicada pelos seus pesos, sem considerar a severidade, essa situação eleva o índice, mesmo em segmentos julgados em condições satisfatórias.

Além disso, defeitos como trincas de baixa severidade, que necessitam somente de selagem, podem ter ocorrido em grande quantidade, levando o avaliador a atribuir notas altas ao ICPF, enquanto o IGGE aumenta pelo efeito cumulativo das frequências.

Por outro lado, também é possível identificar no Gráfico 10 casos em que valores baixos de ICPF (pior avaliação) aparecem associados a valores menores de IGGE (melhor avaliação). Tal situação ocorreu, por exemplo, em segmentos com defeitos pontuais, mas de alta severidade, como uma única panela em estado avançado de erosão. Nesse cenário, o avaliador atribuiu uma nota baixa no ICPF, recomendando até a reconstrução do segmento, enquanto o IGGE permanece reduzido, pois a frequência registrada é pequena.

Dessa forma, nota-se que a avaliação subjetiva do ICPF e a objetiva do IGGE tendem a se equilibrar, uma vez que cada índice capta aspectos distintos do estado do pavimento: o primeiro está fortemente ligado à percepção da condição de rolamento e análise subjetiva dos avaliadores, enquanto o segundo se concentra na quantidade de defeitos observados e na análise objetiva.

4.4. Considerações finais

Com as observações realizadas neste trabalho, pôde-se constatar que o método do LVC demonstrou eficiência na avaliação de trechos de grandes extensões, ao oferecer um panorama geral do comportamento da malha viária de forma mais simplificada e ágil, especialmente, em comparação a outros métodos como o IGG e o ICP. Ainda que apresente limitações – sobretudo no que se refere ao menor nível de

detalhamento na quantificação e qualificação dos defeitos em relação aos métodos citados –, os resultados de IES evidenciaram que, apesar da predominância de qualidade regular na maioria dos trechos, as rodovias analisadas encontravam-se em processo de degradação progressiva.

Além disso, uma das principais preocupações relacionadas à aplicação do método esteve na divisão da atenção dos avaliadores, durante a coleta, entre o registro dos defeitos em cada segmento e a reflexão simultânea acerca da atividade de manutenção ou reabilitação mais apropriada para se definir o ICPF dele. Ainda assim, verificou-se que a dimensão subjetiva do método não se sobrepôs à objetiva, confirmado pela análise de significância, que apresentou resultados de correlação variando entre moderada e forte.

Um dos pontos principais a serem analisados diz respeito à efetividade da atuação da empresa de concessão rodoviária. Embora suas atividades estivessem em andamento ao longo dos meses de vigência do contrato — perceptíveis, por exemplo, na preparação da infraestrutura para a implementação da praça de pedágio, observada nos meses de janeiro, março e maio —, ainda havia carência de ações visíveis relacionadas à sua atribuição principal: a remediação das manifestações patológicas abundantes nos trechos. Observou-se que, em janeiro, logo após o período seco, as condições médias da via se apresentavam melhores; entretanto, em julho, após a estação chuvosa, todos os trechos mostraram piora significativa. Embora tal comportamento esteja parcialmente associado às intempéries, também evidencia a falta de efetividade da concessionária nas ações de manutenção.

A atuação mais significativa da concessionária tornou-se evidente apenas na coleta de julho, quando se verificou a reconstrução de uma pequena parcela no trecho 4, acompanhada de melhora pontual nos resultados obtidos e da demarcação dos defeitos a serem corrigidos. Cabe destacar que a priorização do reparo das painéis deixou outras áreas suscetíveis ao agravamento das manifestações patológicas, como no trecho 1, onde o afundamento da trilha de roda, inicialmente leve, apresentou deterioração acentuada ao final do período.

Essa deterioração importante das condições do pavimento, em um período relativamente curto, dá indícios, conforme a Figura 7, de que os trechos já estejam no final de sua vida útil e, portanto, haverá necessidade de uma reabilitação ou reconstrução do trecho em curto prazo, visto que as atividades de manutenção,

somente, não estão sendo capazes de promover adequadas condições de rolamento. Infelizmente, não foi possível obter as datas das atividades de M&R aplicadas aos trechos para corroborar essa afirmação.

Tal cenário ganha ainda mais relevância diante do fato de que, no mês seguinte, iniciou-se a cobrança efetiva do pedágio, o que amplia a responsabilidade da concessionária em demonstrar resultados compatíveis com os encargos assumidos e com a expectativa dos usuários. Diante disso, é importante destacar que a intensificação de atividades de manutenção e reabilitação é vital para garantir a consolidação e a continuidade de suas atividades. Por outro lado, a falta de atendimento às expectativas dos usuários poderia levá-los a optar por rotas alternativas, acarretando prejuízos à arrecadação e comprometendo a sustentabilidade do sistema.

Ressalta-se ainda que, à medida que os usuários passem a perceber de forma concreta tais benefícios, poderá haver maior mobilização social no sentido de cobrar do Estado melhorias em rodovias de grande relevância regional, como a PA-124, que dá acesso a Salinópolis, município de forte atrativo turístico e com elevado fluxo de visitantes.

Por fim, dada a natureza das manifestações patológicas e a alta incidência de chuvas, as falhas estruturais predominantes no pavimento podem refletir os prejuízos causados pela ausência ou deficiência de elementos de drenagem superficial em condições adequadas frente ao efeito climático cíclico da região. Embora não tenha sido realizada uma avaliação anual, foi possível perceber de forma clara a influência do período chuvoso. O acúmulo de água sobre a pista, além de acelerar a degradação estrutural da rodovia, potencializa riscos de aquaplanagem e compromete a segurança dos usuários. Esses problemas se tornam ainda mais evidentes quando há falhas nos projetos, na execução ou na manutenção dos dispositivos de drenagem, realidade comum nas rodovias brasileiras. Assim, destaca-se a importância da instalação adequada desses sistemas e da intensificação de atividades de M&R no período crítico entre abril e julho, a fim de mitigar degradações acentuadas como as verificadas.

Considerando-se a dificuldade de garantir a impermeabilização do pavimento ao longo de sua vida útil, torna-se ainda mais preocupante o crescimento desordenado de construções às margens das rodovias, que compromete o funcionamento

adequado da drenagem e, conseqüentemente, intensifica os problemas anteriormente mencionados.

Portanto, este trabalho representa não apenas um exercício da aplicação da norma DNIT 008/2003 – PRO, mas também uma reflexão crítica sobre as condições reais das rodovias estudadas e os desafios associados à sua conservação. Nesse sentido, reforçando a urgência de ações voltadas à manutenção, reabilitação e gestão eficiente da malha viária, assim como contribuindo para um planejamento mais eficaz em benefício de todos os usuários e da infraestrutura regional.

5. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi identificar o IES de trechos das rodovias PA-483 e PA-151 que fazem parte da rota concedida à iniciativa privada pelo processo de Levantamento Visual Contínuo, regido pela norma DNIT 008/2003-PRO. Frente a necessidade de avaliar o desempenho dos pavimentos frente às chuvas, ao tráfego intenso e ao início da concessão. Dessa forma, foram realizadas inspeções em campo em quatro meses distintos que permitiram avaliar o índice de estado de superfície do pavimento para cada trecho analisado e sua respectiva variação.

A relevância deste estudo se pautou em destacar a importância da gestão de pavimentos como ferramenta essencial para orientar a conservação da malha viária e otimizar a aplicação de recursos. Ao analisar trechos recentemente concedidos à iniciativa privada, o trabalho contribuiu para o acompanhamento da fase inicial da concessão, oferecendo subsídios para avaliar a efetividade das ações implementadas que buscam garantir que a infraestrutura atenda às necessidades de mobilidade e desenvolvimento regional.

Os principais resultados alcançados foram:

- Conceito do IES médio:
 - ✓ No Trecho 1 = 2 (Bom) em janeiro, 2 (Bom) em março, 4 (Regular) em maio e 4 (Regular) em julho.
 - ✓ No Trecho 2 = 2 (Bom) em janeiro, 3 (Regular) em março, 3 (Regular) em maio e 4 (Regular) em julho.
 - ✓ No Trecho 3 = 3 (Regular) em janeiro, 4 (Regular) em março, 3 (Regular) em maio e 4 (Regular) em julho.
 - ✓ No Trecho 4 = 4 (Regular) em janeiro, 8 (Péssimo) em março, 5 (Ruim) em maio e 7 (Ruim) em julho.
- Trecho mais e menos crítico
 - ✓ Trecho mais crítico: 4 (PA-151, entre rotatória com Alça Viária e rotatória da Colônia Velha), apresentando predominância de elevados valores de IES.
 - ✓ Trecho menos crítico: 1 (PA-483, entre o município de Marituba e intercessão da PA-483 com a rodovia Perna Leste), apresentando predominância de valores IES e incidência de defeitos baixos.

- Defeitos mais e menos frequentes:
 - ✓ Defeitos em maior frequência: Remendos (89,6%), Trincas tipo “couro de jacaré” (77,7%), Ondulações (66,7%) e Panelas (63,7%) – sendo percentuais de incidência média por segmento.
 - ✓ Defeitos em menor frequência: Exsudação (0%), Trincas em Bloco (2,7%) e Escorregamento (6,1%) – sendo percentuais de incidência média por segmento.
- Variação do IES dos segmentos e dos trechos:
 - ✓ Nos intervalos curtos (2 meses – jan–mar, mar–mai e mai–jul), predominou a estabilidade dos segmentos, enquanto as parcelas de segmentos em piora e em melhora mostraram-se próximas do equilíbrio. Ademais, constatou-se que para esses períodos a degradação e a recuperação dos pavimentos ocorreram de forma semelhante e proporcional, tendência confirmada pelo Teste Qui-Quadrado, que indicou ausência de diferença significativa.
 - ✓ Nos Intervalos médios (4 meses – jan–mai e mar–jul), manteve-se a centralidade na estabilidade dos conceitos, contudo iniciou-se deslocamento dos demais conceitos para o lado da piora, afastando-se do equilíbrio observado nos intervalos curtos.
 - ✓ Nos Intervalo acumulado (6 meses – jan–jul), houve redução dos conceitos em estabilidade e aumento das variações negativas, que representaram a queda de uma a três categorias dos conceitos. Além disso, o Teste Qui-Quadrado mostrou diferença significativa do período acumulado em relação aos períodos curtos, na degradação e recuperação do pavimento, evidenciando que a evolução das condições da malha viária se agravou no período mais longo
 - ✓ Tendência geral: as variações negativas sempre superaram as positivas, resultando em uma degradação persistente e acumulada da estrutura do pavimento, ou seja, os segmentos encerraram o período em condições mais degradadas do que aquelas verificadas no início da pesquisa.
 - ✓ Tendência geral: identificou-se uma piora acentuada entre janeiro e março, seguida de melhoria em maio em razão de medidas de

manutenção emergencial; no entanto, de maio a julho houve nova degradação das condições.

- ✓ Todos os trechos apresentaram aumento do IES entre o início e o fim do período, confirmando uma degradação gradual e acumulada da superfície do pavimento.
- Correlação estatística válida entre o IGGE e o ICPF:
 - ✓ Apresentou correlação negativa entre moderada e forte, demonstrando que, à medida que um dos índices aumentava, o outro tendia a apresentar redução significativa.
 - ✓ Constatou-se que a realização da avaliação subjetiva (ICPF) pelos avaliadores da pesquisa demonstrou-se coerente e válida em relação à avaliação objetiva (IGGE).
 - ✓ Identificaram-se pontos discrepantes, explicados por diferentes formas de avaliação entre os índices.
 - ✓ Notas altas de ICPF associadas a IGGE elevado ocorreram em segmentos com boa condição de rolamento, mas com alta frequência de remendos ou trincas de baixa severidade.
 - ✓ Notas baixas de ICPF acompanhadas de IGGE reduzido foram ligadas a defeitos pontuais de alta severidade, como panelas.
 - ✓ Constatou-se que ICPF (subjetivo) e IGGE (objetivo) se complementam, equilibrando-se na avaliação global do pavimento.

5.1. Sugestões para trabalhos futuros

Destacam-se, a seguir algumas sugestões para aprimoramento e novas abordagens relacionada ao método utilizado a fim de auxiliar em pesquisas futuras dentro desta temática:

- Inclusão do histórico de construção e dados de manutenção da via: adicionar informações sobre a construção e as manutenções anteriores das vias para aprimorar a análise do desempenho do pavimento ao longo do tempo;
- Estudos que proponham atividades de M&R com base no IES: para que o LVC integre de forma mais completa o SGP;

- Reaplicação do método pós início da concessão: objetivando comparar a evolução dos IES com a concessionária atuando há mais tempo;
- Aumento da coleta temporal de dados: realizar avaliações periódicas para acompanhamento da evolução do IES e construção de base história que facilite o planejamento de manutenção preventiva;
- Utilização do mesmo método em outras rodovias do Pará: aplicar o mesmo método em outras rodovias a fim de verificar sua aplicabilidade e estudar as semelhanças das condições de conservação das rodovias do estado;
- Adição de dados de tráfego: incluir informações sobre o volume e os tipos de tráfego que viabilize a correlação desses fatores com o desgaste das rodovias;
- Aplicação de método de Levantamento Visual Contínuo Informatizado, com auxílio de registro por computador: para a elaboração de relatórios mais completos com registros integrais da rodovia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. **Pavement management guide**. American Association of State Highway and Transportation Officials. 2 Ed. Washington, DCC/USA, 2012.

ABED, A., *et al.* **Analysis and Prediction of Pothole Formation Rate Using Spatial Density Measurements and Pavement Condition Indicators**. Journal of Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. v. 2677, n. 11, 2023. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03611981231166684>. Acesso em: 16 set. 2025;

AGÊNCIA PARÁ. **Obras da Setran garantirão trafegabilidade na rodovia PA-483**. 2020. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/20049>. Acesso em: 12 mar. 2025.

AGÊNCIA PARÁ. **Pará leiloa a estrada Marabá x Marituba e receberá R\$ 3,720 bilhões em investimentos**. 2023. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/42083>. Acesso em: 13 mar. 2025.

ALBUQUERQUE, T. P. **Índice de condição baseado em defeitos superficiais para gerência de pavimentos urbanos**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

ALVES, R. P. **Avaliação funcional de pavimento flexível em trechos das rodovias BR-426 e PB306, na cidade de Princesa Isabel-PB**. Orientador: Prof. Me. Rodrigo Mendes Patrício Chagas. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2021.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Histórico das concessões de rodovias federais**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/concessionarias/historico>. Acesso em: 13 mar. 2025.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às Ciências Sociais**. 9. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2014.

BERNUCCI, L. B. *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS/ABEDA, 2ª edição, 2022.

BRASIL. Decreto nº 4.803, de 8 de agosto de 2003. **Dispõe sobre a transferência das atribuições do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER para o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 ago. 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4803.htm. Acesso em: 05 mar. 2025.

CAL, D. G. *et al.* **Degradação de obras em revestimentos cerâmicos: Impacto das condições climáticas e dos detalhes arquitetônicos: Estudo de caso na Amazônia Brasileira.** Anais. 65^o Congresso Brasileiro do Concreto. Alagoas/Maceió. Outubro, 2024.

CAREY, W. N.; IRICK, P. E. **The Pavement Serviceability: Performance Concept.** *Highway Research Board - Bulletin 250*, p. 40-58. Washington, DCC/USA, 1960.

CARVALHO, P. H. F. C. **Coleta de dados de inventário e levantamento de defeitos com smartphones e tratamento por meio de aprendizado de máquina para uso em sistemas de gerência de pavimentos.** 71 f. Mestrado (Engenharia de Transportes) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

CHOUDHARY, P.; GAUTAM, A. **Rutting in Flexible Pavements: Influence of Temperature and Loading on Structural Performance.** *Innovative Infrastructure Solutions*, v. 9, n. 2, 2024. Springer. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42947-024-00466-4>. Acesso em: 07 set. 2025.

CONASA. **Via Brasil BR - 163 - Concessionária de Rodovias S.A.** Disponível: <https://www.conasa.com/unidades/unidade/via-brasil-br-163-concessionaria-de-rodovias-sa>. Acesso em: 13 mar. 2025.

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

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento - Norma DNIT 009/2003 – PRO.** Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2003.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia - Norma DNIT 005/2003 – TER.** Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2003.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento – Norma DNIT 008/2003 – PRO.** Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2003.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Gerência de Pavimentos.** 2. ed. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2011.

FERNANDES Jr., J. L. *et al.* **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos.** Apostila. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 1999.

FERNANDES JR., J. L. **Sistemas de Gerência de Pavimentos para Cidades de Médio Porte**. Tese de Livre Docência – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001, 109 p.

FERNANDES Jr., J. L.; PANTIGOSO, J. F. G. **Uso dos sistemas de informações geográficas para integração da gerência de pavimentos urbanos com as atividades das concessionárias de serviços públicos**. 1998. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

HAAS, R.; HUDSON, W. R.; ZANIEWSKI, J. P. **Modern Pavement Management**. Krieger Publishing. Malabar, Fla, 1994.

IAMTRAFF Engenharia e Mobilidade. **Estudo de tráfego Rodovias PA-150, PA-475, PA-252, PA-151, PA-483 e Alça Viária do Pará**. Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://seinfra.pa.gov.br/site/Conteudo/47>

LEE, S. H. **Concessão de rodovias à iniciativa privada: critérios para limitação de tarifas em processos de licitação**. 1996. 196 f. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 1996.

MACHADO, K. **Concessões de rodovias: mito e realidade**. São Paulo: Prêmio, 2002, 215 f.

MAPC. **Pavement Management, A Manual for Communities**. U. S. Department of Transportation. Metropolitan Area Planning Council, Boston, MA, 1986.

MEDINA, J.; MOTTA, L. M. G. **Mecânica dos Pavimentos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2015. 632 p.

MIORANDO, R. F. **Desenvolvimento e aplicação de um modelo de avaliação de rodovias federais concedidas: uma abordagem voltada aos usuários**. 2005. 171 f. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

O LIBERAL. **Governo do Pará assina concessão histórica para modernizar estradas que ligam Marabá à Marituba**. 2024. Disponível em: https://www.oliberal.com/para/governo-do-para-assina-concessao-historica-para-modernizar-estradas-que-ligam-maraba-a-marituba-1.844606#google_vignette. Acesso em: 12 mar. 2025.

OLIVEIRA, R. R. de. **Degradação no pavimento demandada por veículos de carga, em trecho da Av. Gen. Rodrigo Otávio Ramos, na cidade de Manaus – AM**. 2023. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, 2023.

PESSOA, F. H. C. **Avaliações Funcional e Estrutural de Trechos de Rodovias no Distrito Federal Construídos com Diferentes Materiais**. 2012. Tese (Doutorado em

Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

PETERSEN, J. E.; GROSS, J. J. **Perspective on the current role of bonds in highway capital program: designing debt policy and selecting bond instruments.** Washington: [s.ed.]: 1994.

RIBEIRO, T. R. *et al.* **Análise comparativa da avaliação funcional de trecho da BR-116 no estado do Ceará.** Trabalho apresentado no XIX CILA - Congresso Íbero-Latinoamericano do Asfalto, 2017, Medellín.

SCHMITZ, R. **Uma contribuição metodológica para a avaliação da tarifa de pedágio em rodovias.** 2001, 212 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - UFSC, Florianópolis, 2001.

SEINFRA - SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DO PARÁ. **Rodovia PA-483 - Alça Viária.** Disponível em: <https://seinfra.pa.gov.br>. Acesso em: 12 mar. 2025.

SHAHIN, M. Y. **Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots.** Editora Chapman & Hall: New York, 1994.

SHOJI, E. S. **Desenvolvimento de um Programa de Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos para Cidades Brasileiras de Médio Porte.** 2000. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

SOUZA, D. A. **Avaliação econômico-financeira de modelos de cálculo de tarifas para infraestruturas rodoviárias.** 1997. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 1997.

SOUZA, W. N. **Avaliação funcional da rodovia Alça Sudeste no município de Patos-PB por meio dos métodos de Levantamento Visual Contínuo (LVC) e Índice de Gravidade Global (IGG).** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2021.

SHRP. **Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies.** The Strategic Highway Research Program. National Academy of Science. Washington, D.C., 1993.

ZANCHETTA, F. **Aquisição de dados sobre a condição dos pavimentos visando a implementação de sistemas de gerência de pavimentos urbanos.** 2005. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

ANEXOS
ANEXO A – REPRESENTAÇÃO FOTOGRÁFICA DOS DEFEITOS EM
PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Figura A.1 - Trinca isolada transversal.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

Figura A.2 - Trinca isolada longitudinal.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

Figura A.3 - Trinca tipo “Couro de Jacaré”.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

Figura A.4 - Trinca tipo “Bloco”.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

Figura A.5 - Afundamento plástico.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

Figura A.6 - Afundamento de consolidação.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

Figura A.7 - Ondulação ou Corrugação.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

Figura A.8 – Escorregamento.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

Figura A.9 – Exsudação.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

Figura A.9 – Desgaste.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

Figura A.10 - Panela ou buraco.



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

Figura A.11 – Remendo mal executado.



Fonte: Bernucci *et al* (2022)

ANEXO B – DISTRIBUIÇÃO QUI-QUADRADO

gl	Área na cauda superior								
	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0025	0,001	0,0005
1	1,32	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88	9,14	10,83	12,12
2	2,77	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60	11,98	13,82	15,20
3	4,11	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84	14,32	16,27	17,73
4	5,39	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86	16,42	18,47	20,00
5	6,63	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75	18,39	20,51	22,11
6	7,84	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55	20,25	22,46	24,10
7	9,04	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28	22,04	24,32	26,02
8	10,22	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95	23,77	26,12	27,87
9	11,39	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59	25,46	27,88	29,67
10	12,55	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19	27,11	29,59	31,42
11	13,70	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76	28,73	31,26	33,14
12	14,85	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30	30,32	32,91	34,82
13	15,98	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82	31,88	34,53	36,48
14	17,12	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32	33,43	36,12	38,11
15	18,25	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80	34,95	37,70	39,72
16	19,37	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27	36,46	39,25	41,31
17	20,49	24,77	27,59	30,19	33,41	35,72	37,95	40,79	42,88
18	21,60	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16	39,42	42,31	44,43
19	22,72	27,20	30,14	32,85	36,19	38,58	40,88	43,82	45,97
20	23,83	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00	42,34	45,31	47,50
21	24,93	29,62	32,67	35,48	38,93	41,40	43,77	46,80	49,01
22	26,04	30,81	33,92	36,78	40,29	42,80	45,20	48,27	50,51
23	27,14	32,01	35,17	38,08	41,64	44,18	46,62	49,73	52,00
24	28,24	33,20	36,42	39,36	42,98	45,56	48,03	51,18	53,48
25	29,34	34,38	37,65	40,65	44,31	46,93	49,44	52,62	54,95
26	30,43	35,56	38,89	41,92	45,64	48,29	50,83	54,05	56,41
27	31,53	36,74	40,11	43,19	46,96	49,65	52,22	55,48	57,86
28	32,62	37,92	41,34	44,46	48,28	50,99	53,59	56,89	59,30
29	33,71	39,09	42,56	45,72	49,59	52,34	54,97	58,30	60,73
30	34,80	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67	56,33	59,70	62,16
35	40,22	46,06	49,80	53,20	57,34	60,27	63,08	66,62	69,20
40	45,62	51,81	55,76	59,34	63,69	66,77	69,70	73,40	76,10
45	50,98	57,51	61,66	65,41	69,96	73,17	76,22	80,08	82,87
50	56,33	63,17	67,50	71,42	76,15	79,49	82,66	86,66	89,56
100	109,1	118,5	124,3	129,6	135,8	140,2	144,3	149,4	153,2

NOTA: A coluna em destaque é a mais usada.

**ANEXO C – TABELA DO VALOR ABSOLUTO MÍNIMO PARA O COEFICIENTE DE
CORRELAÇÃO r DE PEARSON SER SIGNIFICATIVO**

n	Nível de significância, α , num teste unilateral					
	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001
n	Nível de significância, α , num teste bilateral					
	0,200	0,100	0,050	0,020	0,010	0,002
5	0,687	0,805	0,878	0,934	0,959	0,986
6	0,608	0,729	0,811	0,882	0,917	0,963
7	0,551	0,669	0,754	0,833	0,875	0,935
8	0,507	0,621	0,707	0,789	0,834	0,905
9	0,472	0,582	0,666	0,750	0,798	0,875
10	0,443	0,549	0,632	0,715	0,765	0,847
11	0,419	0,521	0,602	0,685	0,735	0,820
12	0,398	0,497	0,576	0,658	0,708	0,795
13	0,380	0,476	0,553	0,634	0,684	0,772
14	0,365	0,458	0,532	0,612	0,661	0,750
15	0,351	0,441	0,514	0,592	0,641	0,730
16	0,338	0,426	0,497	0,574	0,623	0,711
17	0,327	0,412	0,482	0,558	0,606	0,694
18	0,317	0,400	0,468	0,543	0,590	0,678
19	0,308	0,389	0,456	0,529	0,575	0,662
20	0,299	0,378	0,444	0,516	0,561	0,648
21	0,291	0,369	0,433	0,503	0,549	0,635
22	0,284	0,360	0,423	0,492	0,537	0,622
23	0,277	0,352	0,413	0,482	0,526	0,610
24	0,271	0,344	0,404	0,472	0,515	0,599
25	0,265	0,337	0,396	0,462	0,505	0,588
26	0,260	0,330	0,388	0,453	0,496	0,578
27	0,255	0,323	0,381	0,445	0,487	0,568
28	0,250	0,317	0,374	0,437	0,479	0,559
29	0,245	0,311	0,367	0,430	0,471	0,550
30	0,241	0,306	0,361	0,423	0,463	0,541
35	0,222	0,283	0,334	0,392	0,430	0,504
40	0,207	0,264	0,312	0,367	0,403	0,474
45	0,195	0,248	0,294	0,346	0,380	0,449
50	0,184	0,235	0,279	0,328	0,361	0,427
60	0,168	0,214	0,254	0,300	0,330	0,391
70	0,155	0,198	0,235	0,278	0,306	0,363
80	0,145	0,185	0,220	0,260	0,286	0,340
90	0,136	0,174	0,207	0,245	0,270	0,322
100	0,129	0,165	0,197	0,232	0,256	0,305

NOTAS: (1) Tabela construída a partir da estatística $t = r.(n-2)/(1-r)$ que tem distribuição *t de Student* com $gl = n - 2$, sob as suposições de os dados terem distribuição normal e a correlação ser linear.

(2) A coluna em destaque é a mais usada.

APÊNDICE B – FREQUÊNCIA DOS DEFEITOS E ICPF COLETADOS

TRECHO 1 - JANEIRO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
1	0,00	1,00	1,00	B	-	-	-	-	A	M	M	-	-	3,50
2	1,00	2,00	1,00	B	B	-	-	-	A	-	B	-	-	3,50
3	2,00	3,00	1,00	M	B	-	-	M	A	M	B	-	-	3,50
4	3,00	4,00	1,00	-	M	-	-	B	A	M	B	-	-	4,00
5	4,00	5,00	1,00	-	B	-	-	-	A	M	-	-	-	4,50
6	5,00	6,00	1,00	-	B	-	-	B	A	M	B	-	-	4,00
7	6,00	7,00	1,00	-	-	-	-	B	A	M	B	-	-	3,50
8	7,00	8,00	1,00	-	M	-	-	B	A	M	-	-	-	3,50
9	8,00	9,00	1,00	B	M	-	-	-	A	M	-	-	-	3,50
10	9,00	10,00	1,00	-	-	-	-	-	-	B	B	-	-	4,50
11	10,00	11,00	1,00	B	-	-	-	B	-	B	-	-	-	4,00
12	11,00	12,00	1,00	-	-	-	-	B	B	B	-	-	-	4,50
13	12,00	13,00	1,00	-	-	-	-	-	A	M	-	-	-	3,50
14	13,00	14,00	1,00	-	B	B	-	B	A	B	-	-	-	4,00
15	14,00	15,00	1,00	-	M	M	-	A	A	-	M	-	-	3,00
16	15,00	16,00	1,00	-	A	M	-	A	M	M	B	-	-	3,00
17	16,00	17,00	1,00	-	-	B	-	A	M	A	M	-	-	3,50
18	17,00	18,00	1,00	-	-	B	-	A	M	-	-	-	-	4,00
19	18,00	19,00	1,00	B	M	-	-	A	-	M	B	-	-	3,00
20	19,00	20,00	1,00	-	M	M	-	A	A	M	-	-	-	3,50
TRECHO 2 - JANEIRO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
21	20,00	21,00	1,00	B	-	A	-	A	M	M	-	-	-	3,50
22	21,00	22,00	1,00	-	B	M	-	M	M	-	B	-	-	4,00
23	22,00	23,00	1,00	B	M	M	-	A	A	A	M	-	-	3,00
24	23,00	24,00	1,00	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	3,50
25	24,00	25,00	1,00	-	M	-	-	A	-	M	-	-	-	4,00
26	25,00	26,00	1,00	B	-	M	-	A	M	M	-	-	-	3,50
27	26,00	27,00	1,00	-	-	-	-	B	B	B	-	-	-	4,50
28	27,00	28,00	1,00	-	-	M	-	A	A	M	-	-	-	4,00
29	28,00	29,00	1,00	-	B	M	-	A	A	M	-	-	-	4,50
30	29,00	30,00	1,00	-	B	M	-	A	-	-	-	-	-	4,50
31	30,00	31,00	1,00	-	B	M	-	A	M	-	-	-	-	4,00
32	31,00	32,00	1,00	B	M	M	-	A	M	-	-	-	-	4,00
33	32,00	33,00	1,00	B	M	M	-	A	B	M	-	-	-	3,50
34	33,00	34,00	1,00	-	M	M	-	A	M	M	M	-	-	3,50
35	34,00	35,00	1,00	B	-	M	-	A	-	M	M	-	-	3,50
36	35,00	36,00	1,00	-	M	M	-	A	M	A	M	-	-	3,50
37	36,00	37,00	1,00	-	-	M	-	A	-	-	B	-	-	4,00
38	37,00	38,00	1,00	B	B	-	-	-	B	-	-	-	-	4,50
39	38,00	39,00	1,00	B	B	M	-	-	-	-	-	-	-	4,50
40	39,00	40,00	1,00	B	-	M	-	-	M	M	M	-	-	4,00

TRECHO 3 - JANEIRO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
41	40,00	41,00	1,00	B	M	M	-	A	-	A	B	-	-	3,00
42	41,00	42,00	1,00	-	-	-	-	B	-	M	-	-	-	4,00
43	42,00	43,00	1,00	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	5,00
44	43,00	44,00	1,00	-	-	-	-	B	-	B	B	-	-	4,50
45	44,00	45,00	1,00	B	-	M	-	A	-	B	-	-	-	3,50
46	45,00	46,00	1,00	B	M	-	-	A	-	-	-	-	-	3,00
47	46,00	47,00	1,00	B	M	A	-	A	B	M	-	-	-	3,00
48	47,00	48,00	1,00	M	-	M	-	A	-	-	-	-	-	3,00
49	48,00	49,00	1,00	B	-	B	-	A	-	-	-	-	-	4,50
50	49,00	50,00	1,00	B	B	B	-	A	-	-	-	-	-	3,50
51	50,00	51,00	1,00	B	-	B	-	A	-	-	-	-	-	3,50
52	51,00	52,00	1,00	M	B	M	-	A	B	-	B	-	-	3,50
53	52,00	53,00	1,00	B	B	M	-	A	B	B	-	-	-	3,00
54	53,00	54,00	1,00	B	-	B	-	A	-	-	B	-	-	3,00
55	54,00	55,00	1,00	B	-	B	-	A	M	B	M	-	-	3,00
56	55,00	56,00	1,00	-	-	B	-	M	M	-	-	-	-	4,00
57	56,00	57,00	1,00	-	-	B	-	A	-	B	-	-	-	3,50
58	57,00	58,00	1,00	-	-	M	-	A	-	B	-	-	-	3,50
59	58,00	59,00	1,00	-	B	-	-	A	-	M	-	-	-	3,00
60	59,00	60,00	1,00	M	M	A	-	A	-	-	B	-	-	2,50
61	60,00	61,00	1,00	-	B	M	-	A	-	-	-	-	-	3,00
TRECHO 4 - JANEIRO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
62	61,00	62,00	1,00	B	-	M	-	B	-	A	M	-	-	2,50
63	62,00	63,00	1,00	M	-	A	-	A	-	-	M	-	-	2,50
64	63,00	64,00	1,00	M	-	A	-	A	B	M	M	-	-	2,00
65	64,00	65,00	1,00	M	-	A	-	A	M	M	M	-	-	1,50
66	65,00	66,00	1,00	-	-	A	-	A	B	-	B	-	-	1,50
67	66,00	67,00	1,00	-	-	M	-	A	B	-	-	-	-	3,50
68	67,00	68,00	1,00	B	-	A	-	A	M	B	-	-	-	3,50
69	68,00	69,00	1,00	-	-	B	-	M	B	M	-	-	-	4,00
70	69,00	70,00	1,00	B	-	M	-	B	M	B	B	-	-	3,50
71	70,00	71,00	1,00	M	-	A	-	A	M	M	B	-	-	2,50
72	71,00	72,00	1,00	-	-	A	-	A	-	-	-	-	-	3,00
73	72,00	73,00	1,00	M	-	M	-	B	-	-	B	-	-	3,50
74	73,00	74,00	1,00	A	-	A	-	B	M	-	-	-	-	3,00
75	74,00	75,00	1,00	A	-	M	-	B	M	-	-	-	-	3,00
76	75,00	76,00	1,00	A	-	A	-	A	M	A	M	-	-	2,50
77	76,00	77,00	1,00	A	-	A	-	A	M	-	-	-	-	2,00
78	77,00	78,00	1,00	B	-	A	-	A	M	-	M	-	-	3,00
79	78,00	79,00	1,00	A	-	A	-	A	M	M	M	-	-	1,50
80	79,00	80,00	1,00	M	-	A	-	A	M	M	B	-	-	3,00
81	80,00	81,00	1,00	-	-	A	-	A	M	M	M	-	-	2,50
82	81,00	81,90	0,90	B	-	A	-	A	M	B	-	-	-	2,50

TRECHO 1 - MARÇO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
1	0,00	1,00	1,00	A	-	-	-	-	A	-	B	-	-	2,50
2	1,00	2,00	1,00	B	-	-	-	-	A	B	B	-	-	3,00
3	2,00	3,00	1,00	B	B	-	-	A	A	M	B	-	-	2,50
4	3,00	4,00	1,00	-	B	-	-	M	A	M	B	-	-	3,50
5	4,00	5,00	1,00	-	M	A	-	B	M	B	B	-	-	4,00
6	5,00	6,00	1,00	B	M	M	-	-	A	B	-	-	-	3,00
7	6,00	7,00	1,00	B	-	-	-	B	A	B	-	-	-	4,50
8	7,00	8,00	1,00	-	B	M	-	M	-	M	-	-	-	3,50
9	8,00	9,00	1,00	B	B	-	-	-	-	B	B	-	-	3,50
10	9,00	10,00	1,00	-	-	-	-	-	-	M	-	-	-	4,50
11	10,00	11,00	1,00	B	-	M	-	-	-	B	B	-	-	4,00
12	11,00	12,00	1,00	-	-	M	-	B	M	B	-	-	-	5,00
13	12,00	13,00	1,00	-	B	B	-	B	A	M	-	-	-	4,50
14	13,00	14,00	1,00	-	-	B	-	B	M	-	-	-	-	4,00
15	14,00	15,00	1,00	-	-	M	-	M	-	-	-	-	-	4,00
16	15,00	16,00	1,00	B	B	M	-	A	M	B	B	-	-	3,00
17	16,00	17,00	1,00	-	-	B	-	A	M	M	B	-	-	3,00
18	17,00	18,00	1,00	-	B	B	-	A	M	B	-	-	-	3,50
19	18,00	19,00	1,00	-	M	B	-	A	M	B	-	-	-	3,00
20	19,00	20,00	1,00	B	-	M	-	A	M	M	-	-	-	2,50
TRECHO 2 - MARÇO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
21	20,00	21,00	1,00	B	-	B	-	A	M	B	-	-	-	2,50
22	21,00	22,00	1,00	B	B	M	-	M	B	-	-	-	-	3,00
23	22,00	23,00	1,00	A	-	A	-	A	-	A	B	-	-	2,00
24	23,00	24,00	1,00	B	M	-	-	A	B	-	-	-	-	3,00
25	24,00	25,00	1,00	-	M	M	-	M	-	B	-	-	-	3,50
26	25,00	26,00	1,00	A	M	M	-	A	-	A	-	-	-	2,50
27	26,00	27,00	1,00	-	-	-	-	B	-	B	-	-	-	4,50
28	27,00	28,00	1,00	-	A	-	-	A	-	B	-	-	-	4,50
29	28,00	29,00	1,00	-	-	B	-	A	-	M	-	-	-	3,50
30	29,00	30,00	1,00	-	B	M	-	A	-	-	-	-	-	4,00
31	30,00	31,00	1,00	B	M	M	-	A	-	-	-	-	-	3,00
32	31,00	32,00	1,00	M	M	B	-	A	B	-	-	-	-	2,50
33	32,00	33,00	1,00	B	A	A	-	A	-	A	M	-	-	1,50
34	33,00	34,00	1,00	-	M	M	-	A	-	M	M	-	-	3,00
35	34,00	35,00	1,00	B	-	M	-	A	-	-	M	-	-	2,00
36	35,00	36,00	1,00	-	-	M	-	A	-	M	M	-	-	2,50
37	36,00	37,00	1,00	B	-	M	-	M	-	-	-	-	-	2,50
38	37,00	38,00	1,00	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	5,00
39	38,00	39,00	1,00	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	5,00
40	39,00	40,00	1,00	-	B	B	-	-	-	M	M	-	-	4,00

TRECHO 3 - MAIO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
41	40,00	41,00	1,00	B	-	M	-	A	-	M	M	-	-	2,50
42	41,00	42,00	1,00	-	-	B	-	M	-	M	-	-	-	3,50
43	42,00	43,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,00
44	43,00	44,00	1,00	-	-	-	-	M	-	-	B	-	-	4,50
45	44,00	45,00	1,00	B	-	-	-	A	-	-	-	-	-	2,50
46	45,00	46,00	1,00	M	-	-	-	A	-	-	M	-	-	2,50
47	46,00	47,00	1,00	B	-	M	-	A	-	A	-	-	-	3,00
48	47,00	48,00	1,00	M	-	M	-	A	-	M	B	-	-	3,00
49	48,00	49,00	1,00	B	-	M	-	A	-	-	-	-	-	3,50
50	49,00	50,00	1,00	B	-	A	-	A	-	-	-	-	-	4,00
51	50,00	51,00	1,00	B	M	M	-	A	-	M	M	-	-	2,50
52	51,00	52,00	1,00	M	B	A	-	A	-	-	B	-	-	2,00
53	52,00	53,00	1,00	M	-	M	-	A	-	A	M	-	-	1,50
54	53,00	54,00	1,00	M	-	M	-	A	-	-	-	-	-	2,00
55	54,00	55,00	1,00	B	M	M	-	A	-	M	M	-	-	2,50
56	55,00	56,00	1,00	-	M	-	-	A	-	-	B	-	-	4,00
57	56,00	57,00	1,00	-	-	M	-	A	-	M	B	-	-	2,50
58	57,00	58,00	1,00	-	-	A	-	A	-	B	-	-	-	4,00
59	58,00	59,00	1,00	-	-	M	-	A	-	B	-	-	-	3,50
60	59,00	60,00	1,00	M	-	M	-	A	-	M	-	-	-	3,00
61	60,00	61,00	1,00	B	B	M	-	A	-	-	-	-	-	3,50
TRECHO 4 - JULHO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
62	61,00	62,00	1,00	A	B	B	-	B	-	A	M	-	-	3,00
63	62,00	63,00	1,00	A	-	A	-	A	-	A	-	-	-	1,50
64	63,00	64,00	1,00	B	-	M	-	M	-	M	-	-	-	3,00
65	64,00	65,00	1,00	-	-	-	-	B	-	M	-	-	-	5,00
66	65,00	66,00	1,00	B	A	M	-	B	-	-	M	-	-	3,50
67	66,00	67,00	1,00	B	-	M	-	A	-	-	-	-	-	3,00
68	67,00	68,00	1,00	A	M	A	-	A	M	-	M	-	-	2,00
69	68,00	69,00	1,00	M	A	A	-	B	-	M	-	-	-	2,00
70	69,00	70,00	1,00	A	A	A	-	M	-	M	B	-	-	2,00
71	70,00	71,00	1,00	A	-	A	B	A	M	M	-	-	B	1,00
72	71,00	72,00	1,00	M	A	A	-	A	-	M	-	-	-	1,50
73	72,00	73,00	1,00	A	A	A	-	B	-	-	-	-	-	2,00
74	73,00	74,00	1,00	A	-	A	-	M	-	B	-	-	-	1,00
75	74,00	75,00	1,00	A	-	A	-	A	-	-	-	-	-	1,50
76	75,00	76,00	1,00	A	A	A	-	B	-	A	A	-	-	0,50
77	76,00	77,00	1,00	A	B	A	M	A	-	M	-	-	-	1,00
78	77,00	78,00	1,00	A	A	A	-	A	-	M	-	-	B	1,00
79	78,00	79,00	1,00	A	B	A	-	A	-	M	B	-	-	0,00
80	79,00	80,00	1,00	A	-	A	-	A	-	B	B	-	B	0,50
81	80,00	81,00	1,00	A	A	A	-	A	M	A	M	-	-	0,50
82	81,00	81,90	0,90	M	A	A	-	A	A	B	-	-	-	1,00

TRECHO 1 - MAIO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
1	0,00	1,00	1,00	B	-	-	-	B	A	M	B	-	-	3,00
2	1,00	2,00	1,00	-	-	M	-	B	A	M	-	-	-	3,50
3	2,00	3,00	1,00	B	B	B	-	M	M	M	-	-	-	3,00
4	3,00	4,00	1,00	B	B	B	-	B	M	B	M	-	-	3,00
5	4,00	5,00	1,00	-	M	M	-	B	A	-	-	-	-	3,00
6	5,00	6,00	1,00	B	B	B	-	-	A	-	-	-	-	3,00
7	6,00	7,00	1,00	-	-	-	-	-	A	B	-	-	-	3,50
8	7,00	8,00	1,00	B	B	-	-	B	A	M	B	-	-	3,00
9	8,00	9,00	1,00	B	-	-	-	B	A	M	B	-	-	3,00
10	9,00	10,00	1,00	-	-	B	-	-	M	M	-	-	-	4,00
11	10,00	11,00	1,00	B	B	B	-	-	A	B	-	-	-	3,00
12	11,00	12,00	1,00	-	M	-	-	B	A	M	B	-	-	3,00
13	12,00	13,00	1,00	-	B	-	-	-	A	M	-	-	-	3,00
14	13,00	14,00	1,00	B	B	-	-	B	A	-	-	-	-	3,50
15	14,00	15,00	1,00	-	M	M	-	A	-	M	-	-	-	3,50
16	15,00	16,00	1,00	-	B	B	-	A	-	M	-	-	-	3,50
17	16,00	17,00	1,00	B	B	-	-	A	M	A	B	-	-	3,50
18	17,00	18,00	1,00	-	-	-	-	A	-	M	-	-	-	3,50
19	18,00	19,00	1,00	B	M	B	-	A	M	-	B	-	-	3,00
20	19,00	20,00	1,00	B	-	-	-	A	M	M	B	-	-	3,50
TRECHO 2 - MAIO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
21	20,00	21,00	1,00	B	M	-	-	A	A	B	-	-	-	3,00
22	21,00	22,00	1,00	B	M	M	-	A	A	M	-	-	-	2,50
23	22,00	23,00	1,00	M	M	-	-	A	A	B	B	-	-	2,50
24	23,00	24,00	1,00	B	M	-	-	A	-	-	-	-	-	2,00
25	24,00	25,00	1,00	-	M	-	-	M	-	B	-	-	-	3,50
26	25,00	26,00	1,00	M	B	M	-	A	B	-	-	-	-	2,00
27	26,00	27,00	1,00	-	M	-	-	B	A	-	-	-	-	4,00
28	27,00	28,00	1,00	B	A	-	-	A	-	B	B	-	-	3,00
29	28,00	29,00	1,00	-	B	-	-	A	-	A	-	-	-	3,00
30	29,00	30,00	1,00	-	B	B	-	A	-	-	-	-	-	4,00
31	30,00	31,00	1,00	M	A	M	-	A	-	B	-	-	-	3,00
32	31,00	32,00	1,00	B	-	M	-	A	-	-	-	-	-	2,50
33	32,00	33,00	1,00	B	-	M	-	A	-	M	-	-	-	2,50
34	33,00	34,00	1,00	B	M	A	-	A	-	M	B	-	-	3,00
35	34,00	35,00	1,00	M	-	A	-	A	-	-	-	-	-	3,00
36	35,00	36,00	1,00	B	-	M	M	A	B	M	-	-	-	3,00
37	36,00	37,00	1,00	-	B	A	-	A	-	M	-	-	-	4,00
38	37,00	38,00	1,00	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	5,00
39	38,00	39,00	1,00	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	5,00
40	39,00	40,00	1,00	B	-	-	-	B	-	M	M	-	-	4,00

TRECHO 3 - MAIO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
41	40,00	41,00	1,00	B	M	A	-	A	-	M	-	-	B	3,00
42	41,00	42,00	1,00	-	B	B	-	B	-	M	-	-	-	3,50
43	42,00	43,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,00
44	43,00	44,00	1,00	-	B	-	-	B	B	B	B	-	-	4,00
45	44,00	45,00	1,00	M	-	B	-	A	-	-	B	-	-	3,00
46	45,00	46,00	1,00	M	B	M	-	A	-	A	M	-	-	2,50
47	46,00	47,00	1,00	M	M	A	-	A	-	B	M	-	-	3,00
48	47,00	48,00	1,00	M	-	A	-	A	-	-	A	-	-	2,50
49	48,00	49,00	1,00	M	M	M	-	A	-	-	M	-	-	3,00
50	49,00	50,00	1,00	M	-	M	-	A	-	B	-	-	-	3,00
51	50,00	51,00	1,00	B	-	B	-	A	-	M	-	-	-	3,00
52	51,00	52,00	1,00	B	B	M	-	A	-	M	M	-	-	3,00
53	52,00	53,00	1,00	M	-	B	-	A	-	-	M	-	-	2,50
54	53,00	54,00	1,00	M	-	-	-	A	-	-	-	-	-	2,50
55	54,00	55,00	1,00	B	-	M	-	A	-	M	M	-	M	2,50
56	55,00	56,00	1,00	B	-	B	-	A	-	B	-	-	B	3,00
57	56,00	57,00	1,00	B	-	M	-	A	-	B	-	-	-	2,50
58	57,00	58,00	1,00	-	M	M	-	A	-	-	-	-	-	3,50
59	58,00	59,00	1,00	B	-	M	-	A	-	B	-	-	B	3,00
60	59,00	60,00	1,00	B	A	A	-	A	B	B	M	-	-	2,00
61	60,00	61,00	1,00	M	A	A	-	A	-	-	-	-	-	2,50
TRECHO 4 - MAIO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
62	61,00	62,00	1,00	M	M	B	-	B	-	A	M	-	-	2,50
63	62,00	63,00	1,00	A	-	A	-	M	-	A	A	-	-	1,00
64	63,00	64,00	1,00	M	-	M	-	A	-	B	B	-	-	3,00
65	64,00	65,00	1,00	B	-	-	-	B	-	M	-	-	M	3,00
66	65,00	66,00	1,00	M	-	B	-	M	M	M	M	-	-	2,50
67	66,00	67,00	1,00	B	-	M	-	A	M	-	B	-	-	2,50
68	67,00	68,00	1,00	A	-	M	-	A	-	-	-	-	-	1,50
69	68,00	69,00	1,00	M	-	M	-	B	-	B	B	-	-	3,00
70	69,00	70,00	1,00	A	-	M	-	M	-	M	M	-	-	2,50
71	70,00	71,00	1,00	A	-	A	-	A	-	M	-	-	-	0,50
72	71,00	72,00	1,00	M	-	A	-	A	-	A	-	-	-	1,50
73	72,00	73,00	1,00	M	-	M	-	B	-	B	-	-	-	3,00
74	73,00	74,00	1,00	A	M	A	-	B	-	M	M	-	-	1,50
75	74,00	75,00	1,00	A	-	A	-	B	M	-	M	-	-	1,00
76	75,00	76,00	1,00	A	-	M	-	M	-	B	A	-	-	0,00
77	76,00	77,00	1,00	A	A	A	-	A	-	B	M	-	-	0,50
78	77,00	78,00	1,00	A	A	M	M	A	-	-	A	-	B	0,50
79	78,00	79,00	1,00	A	-	A	-	A	-	M	A	-	B	0,50
80	79,00	80,00	1,00	A	-	M	A	A	-	M	A	-	B	1,00
81	80,00	81,00	1,00	A	-	M	M	A	-	A	A	-	-	0,50
82	81,00	81,90	0,90	B	A	A	M	A	-	-	-	-	-	1,50

TRECHO 1 - JULHO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
1	0,00	1,00	1,00	-	-	-	-	B	A	M	B	-	-	4,00
2	1,00	2,00	1,00	-	-	B	-	B	A	M	M	-	B	4,00
3	2,00	3,00	1,00	-	M	M	-	B	A	B	A	-	-	4,00
4	3,00	4,00	1,00	B	M	M	-	B	A	-	M	-	-	3,00
5	4,00	5,00	1,00	-	A	A	-	B	A	M	A	-	-	2,50
6	5,00	6,00	1,00	-	-	A	-	B	A	M	A	-	-	4,00
7	6,00	7,00	1,00	-	-	A	-	M	A	M	A	-	-	4,00
8	7,00	8,00	1,00	B	-	B	-	B	A	A	M	-	-	3,50
9	8,00	9,00	1,00	-	-	M	-	-	A	M	A	-	-	3,00
10	9,00	10,00	1,00	B	-	B	-	B	A	M	M	-	-	4,00
11	10,00	11,00	1,00	-	-	M	-	B	A	M	A	-	-	4,00
12	11,00	12,00	1,00	-	-	-	-	-	A	B	-	-	-	4,50
13	12,00	13,00	1,00	-	-	-	-	-	A	M	-	-	-	3,50
14	13,00	14,00	1,00	B	B	M	-	B	A	B	-	-	-	3,50
15	14,00	15,00	1,00	M	M	M	-	M	A	M	A	-	-	3,00
16	15,00	16,00	1,00	B	M	M	-	A	M	M	M	-	B	3,00
17	16,00	17,00	1,00	B	-	M	-	A	M	A	A	-	-	3,00
18	17,00	18,00	1,00	-	-	-	-	A	M	-	-	-	-	3,50
19	18,00	19,00	1,00	B	-	M	-	A	M	B	B	-	-	3,00
20	19,00	20,00	1,00	B	-	M	-	A	M	A	A	-	-	3,00
TRECHO 2 - JULHO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
21	20,00	21,00	1,00	B	-	B	-	A	-	B	B	-	-	3,00
22	21,00	22,00	1,00	B	-	M	-	A	-	-	-	-	-	3,00
23	22,00	23,00	1,00	B	-	M	-	A	-	A	A	-	-	3,50
24	23,00	24,00	1,00	B	-	M	-	A	-	B	M	-	-	3,00
25	24,00	25,00	1,00	B	-	M	-	A	-	-	M	-	-	3,00
26	25,00	26,00	1,00	B	-	M	-	A	-	B	M	-	-	3,50
27	26,00	27,00	1,00	-	B	M	-	A	-	-	-	-	-	4,00
28	27,00	28,00	1,00	-	-	M	-	A	-	M	M	-	-	3,50
29	28,00	29,00	1,00	B	B	M	-	A	M	-	B	-	-	3,50
30	29,00	30,00	1,00	-	-	A	-	A	-	B	M	-	-	4,00
31	30,00	31,00	1,00	B	-	M	-	A	-	-	M	-	-	3,00
32	31,00	32,00	1,00	M	-	A	-	A	-	-	B	-	-	3,00
33	32,00	33,00	1,00	-	-	A	-	A	-	M	A	-	-	3,00
34	33,00	34,00	1,00	-	-	A	-	A	-	-	M	-	-	3,00
35	34,00	35,00	1,00	-	-	A	-	A	-	M	A	-	-	3,50
36	35,00	36,00	1,00	-	-	A	-	A	-	M	A	-	-	3,00
37	36,00	37,00	1,00	-	M	B	-	B	-	M	B	-	-	4,00
38	37,00	38,00	1,00	-	-	M	-	-	-	B	-	-	-	5,00
39	38,00	39,00	1,00	B	-	M	-	-	-	M	B	-	-	4,00
40	39,00	40,00	1,00	-	-	M	-	B	-	M	M	-	-	3,50

TRECHO 3 - JULHO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
41	40,00	41,00	1,00	B	-	-	-	A	-	B	-	-	-	3,00
42	41,00	42,00	1,00	-	-	-	-	M	-	B	-	-	-	5,00
43	42,00	43,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,00
44	43,00	44,00	1,00	-	-	B	-	M	-	-	-	-	-	5,00
45	44,00	45,00	1,00	-	-	A	-	A	-	-	-	-	-	4,00
46	45,00	46,00	1,00	M	-	A	-	A	-	-	-	-	-	3,00
47	46,00	47,00	1,00	B	-	A	-	A	-	-	B	-	-	3,00
48	47,00	48,00	1,00	A	-	A	-	A	B	A	M	-	-	2,50
49	48,00	49,00	1,00	M	-	M	-	A	-	-	M	-	-	3,00
50	49,00	50,00	1,00	B	-	M	-	A	-	-	M	-	-	3,00
51	50,00	51,00	1,00	-	B	A	-	A	-	M	B	-	-	3,00
52	51,00	52,00	1,00	-	-	A	-	A	-	-	A	-	-	3,00
53	52,00	53,00	1,00	-	-	A	-	A	-	-	M	-	-	3,00
54	53,00	54,00	1,00	B	-	A	-	A	-	M	-	-	B	2,50
55	54,00	55,00	1,00	M	-	M	-	A	-	M	M	-	B	2,50
56	55,00	56,00	1,00	B	-	M	-	A	-	M	M	-	B	3,00
57	56,00	57,00	1,00	-	-	A	-	A	-	-	-	-	-	4,00
58	57,00	58,00	1,00	M	-	M	-	A	-	-	-	-	-	3,00
59	58,00	59,00	1,00	A	-	A	-	A	-	M	A	-	-	2,50
60	59,00	60,00	1,00	A	-	A	-	A	-	M	M	-	-	3,00
61	60,00	61,00	1,00	B	-	M	-	M	-	-	-	-	-	3,00
TRECHO 4 - JULHO/2025														
Seg.	Odômetro		Ext. (km)	P	Trincas			R	Deformações		Outros Defeitos			ICPF
	Início	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
62	61,00	62,00	1,00	M	-	A	-	M	-	M	A	-	-	3,00
63	62,00	63,00	1,00	M	-	A	-	A	-	-	A	-	-	2,50
64	63,00	64,00	1,00	B	-	M	-	A	-	M	-	-	-	3,00
65	64,00	65,00	1,00	B	-	-	-	M	-	B	B	-	-	3,00
66	65,00	66,00	1,00	M	-	A	-	A	-	-	A	-	B	2,50
67	66,00	67,00	1,00	B	-	-	-	A	-	M	B	-	B	3,00
68	67,00	68,00	1,00	B	-	A	-	A	-	-	B	-	-	3,00
69	68,00	69,00	1,00	A	-	M	-	A	-	M	M	-	-	3,00
70	69,00	70,00	1,00	B	-	A	-	A	-	B	-	-	-	3,00
71	70,00	71,00	1,00	-	-	A	-	A	B	M	-	-	-	3,50
72	71,00	72,00	1,00	M	-	A	-	A	B	-	B	-	-	3,00
73	72,00	73,00	1,00	A	-	A	-	A	-	M	M	-	-	2,50
74	73,00	74,00	1,00	A	M	A	-	A	-	-	-	-	-	3,00
75	74,00	75,00	1,00	B	-	A	-	A	-	B	-	-	-	3,00
76	75,00	76,00	1,00	A	-	A	-	A	-	M	M	-	B	3,00
77	76,00	77,00	1,00	M	-	A	-	A	-	-	B	-	B	3,00
78	77,00	78,00	1,00	A	-	A	-	A	-	A	B	-	-	3,00
79	78,00	79,00	1,00	A	-	A	-	A	-	A	A	-	-	2,50
80	79,00	80,00	1,00	B	-	A	M	A	-	A	A	-	-	3,00
81	80,00	81,00	1,00	-	M	A	M	A	-	-	-	-	-	3,00
82	81,00	81,90	0,90	-	-	-	-	B	-	B	B	-	-	5,00

APÊNDICE C – CÁLCULOS DOS IGGE

TRECHO 1 - JANEIRO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
1	1,00	0,00	0,00	0,00	46,67	0,70	32,67	1,00	0,70	0,70	33,4
2	1,00	10,00	0,30	3,00	52,50	1,00	52,50	1,00	0,70	0,70	56,2
3	1,00	10,00	0,30	3,00	40,00	0,70	28,00	3,50	0,80	2,80	33,8
4	1,00	20,00	0,45	9,00	35,00	0,70	24,50	1,00	0,70	0,70	34,2
5	1,00	10,00	0,30	3,00	35,00	0,70	24,50	0,00	0,00	0,00	27,5
6	1,00	10,00	0,30	3,00	28,33	0,70	19,83	1,00	0,70	0,70	23,5
7	1,00	0,00	0,00	0,00	42,33	0,70	29,63	2,00	0,70	1,40	31,0
8	1,00	30,00	0,45	13,50	47,50	0,70	33,25	2,00	0,70	1,40	48,2
9	1,00	20,00	0,45	9,00	50,00	1,00	50,00	1,00	0,70	0,70	59,7
10	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	0,00	0,00	0,00	6,0
11	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	1,00	0,70	0,70	6,7
12	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	1,00	0,70	0,70	6,7
13	1,00	0,00	0,00	0,00	49,50	0,70	34,65	0,00	0,00	0,00	34,7
14	1,00	10,00	0,30	3,00	37,50	0,70	26,25	1,00	0,70	0,70	30,0
15	1,00	37,50	0,45	16,88	35,00	0,70	24,50	5,00	1,00	5,00	46,4
16	1,00	47,50	0,45	21,38	23,33	0,70	16,33	9,00	1,00	9,00	46,7
17	1,00	10,00	0,30	3,00	38,33	0,70	26,83	6,00	1,00	6,00	35,8
18	1,00	10,00	0,30	3,00	45,00	0,70	31,50	8,00	1,00	8,00	42,5
19	1,00	20,00	0,45	9,00	11,00	0,70	7,70	5,50	1,00	5,50	22,2
20	1,00	21,00	0,45	9,45	45,00	0,70	31,50	7,00	1,00	7,00	48,0
TRECHO 2 - JANEIRO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
21	1,00	60,00	0,65	39,00	20,00	0,70	14,00	9,50	1,00	9,50	62,5
22	1,00	17,50	0,45	7,88	27,50	0,70	19,25	4,00	0,80	3,20	30,3
23	1,00	20,00	0,45	9,00	53,33	1,00	53,33	13,50	1,00	13,50	75,8
24	1,00	0,00	0,00	0,00	50,00	1,00	50,00	26,00	1,00	26,00	76,0
25	1,00	20,00	0,45	9,00	30,00	0,70	21,00	5,00	1,00	5,00	35,0
26	1,00	20,00	0,45	9,00	27,50	0,70	19,25	14,00	1,00	14,00	42,3
27	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	2,00	0,70	1,40	7,4
28	1,00	20,00	0,45	9,00	41,00	0,70	28,70	7,00	1,00	7,00	44,7
29	1,00	11,00	0,45	4,95	35,00	0,70	24,50	11,00	1,00	11,00	40,5
30	1,00	15,00	0,45	6,75	0,00	0,00	0,00	6,00	1,00	6,00	12,8
31	1,00	23,50	0,45	10,58	20,00	0,70	14,00	7,00	1,00	7,00	31,6
32	1,00	37,50	0,45	16,88	30,00	0,70	21,00	11,00	1,00	11,00	48,9
33	1,00	30,00	0,45	13,50	16,00	0,70	11,20	12,50	1,00	12,50	37,2
34	1,00	42,50	0,45	19,13	23,33	0,70	16,33	14,00	1,00	14,00	49,5
35	1,00	27,00	0,45	12,15	28,50	0,70	19,95	7,00	1,00	7,00	39,1
36	1,00	40,00	0,45	18,00	33,33	0,70	23,33	18,00	1,00	18,00	59,3
37	1,00	35,00	0,45	15,75	5,00	0,60	3,00	5,00	1,00	5,00	23,8
38	1,00	10,00	0,30	3,00	10,00	0,60	6,00	1,00	0,70	0,70	9,7
39	1,00	15,00	0,45	6,75	0,00	0,00	0,00	1,00	0,70	0,70	7,5
40	1,00	20,00	0,45	9,00	20,00	0,70	14,00	1,00	0,70	0,70	23,7

TRECHO 3 - JANEIRO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
41	1,00	42,50	0,45	19,13	32,50	0,70	22,75	13,50	1,00	13,50	55,4
42	1,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,70	14,00	1,00	0,70	0,70	14,7
43	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	0,00	0,00	0,00	6,0
44	1,00	0,00	0,00	0,00	8,50	0,60	5,10	2,00	0,70	1,40	6,5
45	1,00	30,00	0,45	13,50	10,00	0,60	6,00	13,50	1,00	13,50	33,0
46	1,00	40,00	0,45	18,00	0,00	0,00	0,00	22,00	1,00	22,00	40,0
47	1,00	55,00	0,65	35,75	15,00	0,70	10,50	9,00	1,00	9,00	55,3
48	1,00	30,00	0,45	13,50	0,00	0,00	0,00	7,00	1,00	7,00	20,5
49	1,00	10,00	0,30	3,00	0,00	0,00	0,00	3,50	0,80	2,80	5,8
50	1,00	10,00	0,30	3,00	0,00	0,00	0,00	8,00	1,00	8,00	11,0
51	1,00	10,00	0,30	3,00	0,00	0,00	0,00	17,00	1,00	17,00	20,0
52	1,00	18,50	0,45	8,33	10,00	0,60	6,00	13,50	1,00	13,50	27,8
53	1,00	22,50	0,45	10,13	10,00	0,60	6,00	10,50	1,00	10,50	26,6
54	1,00	10,00	0,30	3,00	10,00	0,60	6,00	14,00	1,00	14,00	23,0
55	1,00	7,00	0,30	2,10	13,33	0,70	9,33	10,50	1,00	10,50	21,9
56	1,00	5,00	0,30	1,50	12,00	0,70	8,40	3,00	0,80	2,40	12,3
57	1,00	10,00	0,30	3,00	5,00	0,60	3,00	37,00	1,00	37,00	43,0
58	1,00	12,00	0,45	5,40	10,00	0,60	6,00	24,00	1,00	24,00	35,4
59	1,00	10,00	0,30	3,00	15,00	0,70	10,50	27,00	1,00	27,00	40,5
60	1,00	40,00	0,45	18,00	10,00	0,60	6,00	14,00	1,00	14,00	38,0
61	1,00	16,00	0,45	7,20	0,00	0,00	0,00	24,00	1,00	24,00	31,2
TRECHO 4 - JANEIRO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
62	1,00	35,00	0,45	15,75	42,50	0,70	29,75	1,00	0,70	0,70	46,2
63	1,00	70,00	0,65	45,50	30,00	0,70	21,00	4,00	0,80	3,20	69,7
64	1,00	75,00	0,65	48,75	20,00	0,70	14,00	12,00	1,00	12,00	74,8
65	1,00	90,00	0,65	58,50	28,33	0,70	19,83	22,50	1,00	22,50	100,8
66	1,00	100,00	0,65	65,00	8,50	0,60	5,10	5,00	1,00	5,00	75,1
67	1,00	25,00	0,45	11,25	10,00	0,60	6,00	5,00	1,00	5,00	22,3
68	1,00	50,00	0,65	32,50	13,50	0,70	9,45	8,00	1,00	8,00	50,0
69	1,00	5,00	0,30	1,50	11,00	0,70	7,70	3,00	0,80	2,40	11,6
70	1,00	35,00	0,45	15,75	10,67	0,70	7,47	1,50	0,70	1,05	24,3
71	1,00	55,00	0,65	35,75	15,00	0,70	10,50	8,50	1,00	8,50	54,8
72	1,00	70,00	0,65	45,50	0,00	0,00	0,00	12,00	1,00	12,00	57,5
73	1,00	35,00	0,45	15,75	5,00	0,60	3,00	2,00	0,70	1,40	20,2
74	1,00	70,00	0,65	45,50	30,00	0,70	21,00	4,00	0,80	3,20	69,7
75	1,00	35,00	0,45	15,75	20,00	0,70	14,00	3,50	0,80	2,80	32,6
76	1,00	60,00	0,65	39,00	40,00	0,70	28,00	8,00	1,00	8,00	75,0
77	1,00	50,00	0,65	32,50	20,00	0,70	14,00	11,50	1,00	11,50	58,0
78	1,00	55,00	0,65	35,75	13,50	0,70	9,45	9,00	1,00	9,00	54,2
79	1,00	55,00	0,65	35,75	31,67	0,70	22,17	21,50	1,00	21,50	79,4
80	1,00	70,00	0,65	45,50	26,67	0,70	18,67	15,50	1,00	15,50	79,7
81	1,00	95,00	0,65	61,75	23,33	0,70	16,33	27,00	1,00	27,00	105,1
82	0,90	85,00	0,65	55,25	13,50	0,70	9,45	6,00	1,00	6,00	70,7

TRECHO 1 - MARÇO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
1	1,00	0,00	0,00	0,00	52,50	1,00	52,50	11,00	1,00	11,00	63,5
2	1,00	0,00	0,00	0,00	35,00	0,70	24,50	2,00	0,70	1,40	25,9
3	1,00	10,00	0,30	3,00	32,33	0,70	22,63	4,00	0,80	3,20	28,8
4	1,00	10,00	0,30	3,00	36,67	0,70	25,67	3,00	0,80	2,40	31,1
5	1,00	35,00	0,45	15,75	15,00	0,70	10,50	1,00	0,70	0,70	27,0
6	1,00	26,00	0,45	11,70	35,00	0,70	24,50	1,00	0,70	0,70	36,9
7	1,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,70	21,00	1,00	0,70	0,70	21,7
8	1,00	15,00	0,45	6,75	12,00	0,70	8,40	4,00	0,80	3,20	18,4
9	1,00	10,00	0,30	3,00	6,00	0,60	3,60	1,00	0,70	0,70	7,3
10	1,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,70	10,50	0,00	0,00	0,00	10,5
11	1,00	12,00	0,45	5,40	8,50	0,60	5,10	1,00	0,70	0,70	11,2
12	1,00	12,00	0,45	5,40	20,00	0,70	14,00	1,00	0,70	0,70	20,1
13	1,00	10,00	0,30	3,00	42,50	0,70	29,75	1,00	0,70	0,70	33,5
14	1,00	5,00	0,30	1,50	30,00	0,70	21,00	1,00	0,70	0,70	23,2
15	1,00	35,00	0,45	15,75	0,00	0,00	0,00	4,00	0,80	3,20	19,0
16	1,00	17,50	0,45	7,88	12,33	0,70	8,63	5,50	1,00	5,50	22,0
17	1,00	7,00	0,30	2,10	23,33	0,70	16,33	10,00	1,00	10,00	28,4
18	1,00	10,00	0,30	3,00	8,50	0,60	5,10	8,00	1,00	8,00	16,1
19	1,00	15,00	0,45	6,75	15,00	0,70	10,50	21,00	1,00	21,00	38,3
20	1,00	20,00	0,45	9,00	27,50	0,70	19,25	5,50	1,00	5,50	33,8
TRECHO 2 - MARÇO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
21	1,00	10,00	0,30	3,00	15,00	0,70	10,50	9,00	1,00	9,00	22,5
22	1,00	20,00	0,45	9,00	10,00	0,60	6,00	2,00	0,70	1,40	16,4
23	1,00	80,00	0,65	52,00	45,00	0,70	31,50	16,00	1,00	16,00	99,5
24	1,00	20,00	0,45	9,00	10,00	0,60	6,00	17,00	1,00	17,00	32,0
25	1,00	30,00	0,45	13,50	7,00	0,60	4,20	4,00	0,80	3,20	20,9
26	1,00	25,00	0,45	11,25	80,00	1,00	80,00	17,50	1,00	17,50	108,8
27	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	2,00	0,70	1,40	7,4
28	1,00	50,00	0,65	32,50	7,00	0,60	4,20	6,00	1,00	6,00	42,7
29	1,00	10,00	0,30	3,00	30,00	0,70	21,00	10,00	1,00	10,00	34,0
30	1,00	15,00	0,45	6,75	0,00	0,00	0,00	5,00	1,00	5,00	11,8
31	1,00	22,50	0,45	10,13	0,00	0,00	0,00	4,00	0,80	3,20	13,3
32	1,00	15,00	0,45	6,75	5,00	0,60	3,00	9,50	1,00	9,50	19,3
33	1,00	67,50	0,65	43,88	45,00	0,70	31,50	14,00	1,00	14,00	89,4
34	1,00	20,00	0,45	9,00	25,00	0,70	17,50	17,00	1,00	17,00	43,5
35	1,00	20,00	0,45	9,00	20,00	0,70	14,00	7,00	1,00	7,00	30,0
36	1,00	35,00	0,45	15,75	30,00	0,70	21,00	20,00	1,00	20,00	56,8
37	1,00	35,00	0,45	15,75	0,00	0,00	0,00	2,50	0,80	2,00	17,8
38	1,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,60	4,20	0,00	0,00	0,00	4,2
39	1,00	10,00	0,30	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,0
40	1,00	7,50	0,30	2,25	30,00	0,70	21,00	0,00	0,00	0,00	23,3

TRECHO 3 - MARÇO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
41	1,00	40,00	0,45	18,00	17,50	0,70	12,25	12,50	1,00	12,50	42,8
42	1,00	10,00	0,30	3,00	25,00	0,70	17,50	4,00	0,80	3,20	23,7
43	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
44	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	3,00	0,80	2,40	8,4
45	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,00	1,00	17,00	17,0
46	1,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,70	28,00	26,50	1,00	26,50	54,5
47	1,00	20,00	0,45	9,00	50,00	1,00	50,00	9,50	1,00	9,50	68,5
48	1,00	40,00	0,45	18,00	15,00	0,70	10,50	4,50	0,80	3,60	32,1
49	1,00	30,00	0,45	13,50	0,00	0,00	0,00	11,00	1,00	11,00	24,5
50	1,00	60,00	0,65	39,00	0,00	0,00	0,00	10,00	1,00	10,00	49,0
51	1,00	27,50	0,45	12,38	20,00	0,70	14,00	19,00	1,00	19,00	45,4
52	1,00	35,00	0,45	15,75	10,00	0,60	6,00	14,50	1,00	14,50	36,3
53	1,00	30,00	0,45	13,50	55,00	1,00	55,00	11,50	1,00	11,50	80,0
54	1,00	35,00	0,45	15,75	0,00	0,00	0,00	16,50	1,00	16,50	32,3
55	1,00	17,50	0,45	7,88	32,50	0,70	22,75	14,50	1,00	14,50	45,1
56	1,00	20,00	0,45	9,00	10,00	0,60	6,00	16,00	1,00	16,00	31,0
57	1,00	30,00	0,45	13,50	17,50	0,70	12,25	41,00	1,00	41,00	66,8
58	1,00	50,00	0,65	32,50	10,00	0,60	6,00	12,00	1,00	12,00	50,5
59	1,00	30,00	0,45	13,50	10,00	0,60	6,00	51,00	1,00	51,00	70,5
60	1,00	35,00	0,45	15,75	40,00	0,70	28,00	19,50	1,00	19,50	63,3
61	1,00	15,00	0,45	6,75	0,00	0,00	0,00	10,00	1,00	10,00	16,8
TRECHO 4 - MARÇO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
62	1,00	10,00	0,30	3,00	37,50	0,70	26,25	3,00	0,80	2,40	31,7
63	1,00	80,00	0,65	52,00	70,00	1,00	70,00	10,00	1,00	10,00	132,0
64	1,00	20,00	0,45	9,00	15,00	0,70	10,50	2,50	0,80	2,00	21,5
65	1,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,70	14,00	1,00	0,70	0,70	14,7
66	1,00	45,00	0,45	20,25	20,00	0,70	14,00	2,00	0,70	1,40	35,7
67	1,00	40,00	0,45	18,00	0,00	0,00	0,00	6,00	1,00	6,00	24,0
68	1,00	60,00	0,65	39,00	30,00	0,70	21,00	16,50	1,00	16,50	76,5
69	1,00	90,00	0,65	58,50	30,00	0,70	21,00	2,50	0,80	2,00	81,5
70	1,00	65,00	0,65	42,25	12,50	0,70	8,75	4,00	0,80	3,20	54,2
71	1,00	37,50	0,45	16,88	15,67	0,70	10,97	10,50	1,00	10,50	38,3
72	1,00	62,50	0,65	40,63	20,00	0,70	14,00	7,00	1,00	7,00	61,6
73	1,00	57,50	0,65	37,38	0,00	0,00	0,00	4,00	0,80	3,20	40,6
74	1,00	60,00	0,65	39,00	10,00	0,60	6,00	10,50	1,00	10,50	55,5
75	1,00	80,00	0,65	52,00	0,00	0,00	0,00	5,00	1,00	5,00	57,0
76	1,00	70,00	0,65	45,50	50,00	1,00	50,00	8,50	1,00	8,50	104,0
77	1,00	33,33	0,45	15,00	25,00	0,70	17,50	16,50	1,00	16,50	49,0
78	1,00	65,00	0,65	42,25	15,00	0,70	10,50	9,50	1,00	9,50	62,3
79	1,00	50,00	0,65	32,50	25,00	0,70	17,50	19,50	1,00	19,50	69,5
80	1,00	100,00	0,65	65,00	9,00	0,60	5,40	21,00	1,00	21,00	91,4
81	1,00	72,50	0,65	47,13	41,67	0,70	29,17	11,50	1,00	11,50	87,8
82	0,90	60,00	0,65	39,00	105,00	1,00	105,00	4,50	0,80	3,60	147,6

TRECHO 1 - MAIO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
1	1,00	0,00	0,00	0,00	38,33	0,70	26,83	1,00	0,70	0,70	27,5
2	1,00	12,00	0,45	5,40	54,50	1,00	54,50	2,00	0,70	1,40	61,3
3	1,00	8,50	0,30	2,55	23,50	0,70	16,45	2,50	0,80	2,00	21,0
4	1,00	6,00	0,30	1,80	24,00	0,70	16,80	1,00	0,70	0,70	19,3
5	1,00	13,50	0,45	6,08	100,00	1,00	100,00	2,00	0,70	1,40	107,5
6	1,00	7,50	0,30	2,25	85,00	1,00	85,00	1,00	0,70	0,70	88,0
7	1,00	0,00	0,00	0,00	45,00	0,70	31,50	0,00	0,00	0,00	31,5
8	1,00	10,00	0,30	3,00	35,00	0,70	24,50	1,50	0,70	1,05	28,6
9	1,00	0,00	0,00	0,00	43,33	0,70	30,33	1,00	0,70	0,70	31,0
10	1,00	10,00	0,30	3,00	27,50	0,70	19,25	0,00	0,00	0,00	22,3
11	1,00	7,50	0,30	2,25	42,50	0,70	29,75	1,00	0,70	0,70	32,7
12	1,00	15,00	0,45	6,75	33,33	0,70	23,33	1,00	0,70	0,70	30,8
13	1,00	7,00	0,30	2,10	61,00	1,00	61,00	0,00	0,00	0,00	63,1
14	1,00	5,00	0,30	1,50	72,00	1,00	72,00	1,00	0,70	0,70	74,2
15	1,00	30,00	0,45	13,50	20,00	0,70	14,00	5,00	1,00	5,00	32,5
16	1,00	8,50	0,30	2,55	30,00	0,70	21,00	9,00	1,00	9,00	32,6
17	1,00	5,00	0,30	1,50	30,00	0,70	21,00	6,00	1,00	6,00	28,5
18	1,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,70	10,50	9,00	1,00	9,00	19,5
19	1,00	12,50	0,45	5,63	22,50	0,70	15,75	6,50	1,00	6,50	27,9
20	1,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,70	17,50	5,00	1,00	5,00	22,5
TRECHO 2 - MAIO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
21	1,00	30,00	0,45	13,50	45,00	0,70	31,50	8,00	1,00	8,00	53,0
22	1,00	20,00	0,45	9,00	45,00	0,70	31,50	3,00	0,80	2,40	42,9
23	1,00	20,00	0,45	9,00	23,33	0,70	16,33	16,00	1,00	16,00	41,3
24	1,00	20,00	0,45	9,00	0,00	0,00	0,00	12,50	1,00	12,50	21,5
25	1,00	30,00	0,45	13,50	10,00	0,60	6,00	4,00	0,80	3,20	22,7
26	1,00	20,00	0,45	9,00	10,00	0,60	6,00	17,50	1,00	17,50	32,5
27	1,00	20,00	0,45	9,00	50,00	1,00	50,00	1,00	0,70	0,70	59,7
28	1,00	50,00	0,65	32,50	10,00	0,60	6,00	3,50	0,80	2,80	41,3
29	1,00	10,00	0,30	3,00	50,00	1,00	50,00	12,00	1,00	12,00	65,0
30	1,00	10,00	0,30	3,00	0,00	0,00	0,00	5,00	1,00	5,00	8,0
31	1,00	35,00	0,45	15,75	10,00	0,60	6,00	4,00	0,80	3,20	25,0
32	1,00	30,00	0,45	13,50	0,00	0,00	0,00	8,00	1,00	8,00	21,5
33	1,00	30,00	0,45	13,50	30,00	0,70	21,00	15,50	1,00	15,50	50,0
34	1,00	32,50	0,45	14,63	12,50	0,70	8,75	9,00	1,00	9,00	32,4
35	1,00	70,00	0,65	45,50	0,00	0,00	0,00	9,00	1,00	9,00	54,5
36	1,00	40,00	0,45	18,00	27,50	0,70	19,25	10,00	1,00	10,00	47,3
37	1,00	30,00	0,45	13,50	20,00	0,70	14,00	9,00	1,00	9,00	36,5
38	1,00	10,00	0,30	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,0
39	1,00	10,00	0,30	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,0
40	1,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,70	17,50	1,50	0,70	1,05	18,6

TRECHO 3 - MAIO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
41	1,00	35,00	0,45	15,75	15,00	0,70	10,50	11,50	1,00	11,50	37,8
42	1,00	7,50	0,30	2,25	35,00	0,70	24,50	2,00	0,70	1,40	28,2
43	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
44	1,00	10,00	0,30	3,00	6,67	0,60	4,00	1,00	0,70	0,70	7,7
45	1,00	10,00	0,30	3,00	5,00	0,60	3,00	17,00	1,00	17,00	23,0
46	1,00	18,50	0,45	8,33	45,00	0,70	31,50	26,50	1,00	26,50	66,3
47	1,00	45,00	0,45	20,25	15,00	0,70	10,50	12,00	1,00	12,00	42,8
48	1,00	75,00	0,65	48,75	50,00	1,00	50,00	4,50	0,80	3,60	102,4
49	1,00	25,00	0,45	11,25	15,00	0,70	10,50	7,00	1,00	7,00	28,8
50	1,00	45,00	0,45	20,25	10,00	0,60	6,00	9,00	1,00	9,00	35,3
51	1,00	10,00	0,30	3,00	20,00	0,70	14,00	13,50	1,00	13,50	30,5
52	1,00	27,50	0,45	12,38	27,50	0,70	19,25	8,00	1,00	8,00	39,6
53	1,00	10,00	0,30	3,00	20,00	0,70	14,00	13,00	1,00	13,00	30,0
54	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	1,00	11,00	11,0
55	1,00	30,00	0,45	13,50	25,00	0,70	17,50	14,00	1,00	14,00	45,0
56	1,00	10,00	0,30	3,00	7,50	0,60	4,50	10,00	1,00	10,00	17,5
57	1,00	40,00	0,45	18,00	10,00	0,60	6,00	17,00	1,00	17,00	41,0
58	1,00	42,50	0,45	19,13	0,00	0,00	0,00	12,00	1,00	12,00	31,1
59	1,00	40,00	0,45	18,00	7,50	0,60	4,50	17,00	1,00	17,00	39,5
60	1,00	65,00	0,65	42,25	13,33	0,70	9,33	16,00	1,00	16,00	67,6
61	1,00	55,00	0,65	35,75	0,00	0,00	0,00	12,50	1,00	12,50	48,3
TRECHO 4 - MAIO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
62	1,00	15,00	0,45	6,75	55,00	1,00	55,00	2,50	0,80	2,00	63,8
63	1,00	85,00	0,65	55,25	70,00	1,00	70,00	10,00	1,00	10,00	135,3
64	1,00	30,00	0,45	13,50	5,00	0,60	3,00	4,50	0,80	3,60	20,1
65	1,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,70	17,50	1,50	0,70	1,05	18,6
66	1,00	10,00	0,30	3,00	23,33	0,70	16,33	3,50	0,80	2,80	22,1
67	1,00	20,00	0,45	9,00	12,50	0,70	8,75	5,00	1,00	5,00	22,8
68	1,00	20,00	0,45	9,00	0,00	0,00	0,00	9,50	1,00	9,50	18,5
69	1,00	30,00	0,45	13,50	10,00	0,60	6,00	2,00	0,70	1,40	20,9
70	1,00	30,00	0,45	13,50	27,50	0,70	19,25	5,00	1,00	5,00	37,8
71	1,00	50,00	0,65	32,50	35,00	0,70	24,50	7,00	1,00	7,00	64,0
72	1,00	60,00	0,65	39,00	60,00	1,00	60,00	8,50	1,00	8,50	107,5
73	1,00	30,00	0,45	13,50	10,00	0,60	6,00	2,50	0,80	2,00	21,5
74	1,00	47,50	0,45	21,38	32,50	0,70	22,75	6,00	1,00	6,00	50,1
75	1,00	55,00	0,65	35,75	20,00	0,70	14,00	3,00	0,80	2,40	52,2
76	1,00	20,00	0,45	9,00	55,00	1,00	55,00	15,50	1,00	15,50	79,5
77	1,00	65,00	0,65	42,25	20,00	0,70	14,00	18,50	1,00	18,50	74,8
78	1,00	51,67	0,65	33,58	28,50	0,70	19,95	13,50	1,00	13,50	67,0
79	1,00	60,00	0,65	39,00	41,67	0,70	29,17	21,00	1,00	21,00	89,2
80	1,00	62,50	0,65	40,63	43,33	0,70	30,33	13,50	1,00	13,50	84,5
81	1,00	30,00	0,45	13,50	67,50	1,00	67,50	13,00	1,00	13,00	94,0
82	0,90	58,33	0,65	37,92	0,00	0,00	0,00	8,00	1,00	8,00	45,9

TRECHO 1 - JULHO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
1	1,00	0,00	0,00	0,00	43,33	0,70	30,33	1,00	0,70	0,70	31,0
2	1,00	10,00	0,30	3,00	41,25	0,70	28,88	2,00	0,70	1,40	33,3
3	1,00	20,00	0,45	9,00	46,67	0,70	32,67	2,00	0,70	1,40	43,1
4	1,00	35,00	0,45	15,75	65,00	1,00	65,00	1,50	0,70	1,05	81,8
5	1,00	70,00	0,65	45,50	70,00	1,00	70,00	2,00	0,70	1,40	116,9
6	1,00	50,00	0,65	32,50	70,00	1,00	70,00	1,00	0,70	0,70	103,2
7	1,00	60,00	0,65	39,00	55,00	1,00	55,00	3,00	0,80	2,40	96,4
8	1,00	5,00	0,30	1,50	68,33	1,00	68,33	1,00	0,70	0,70	70,5
9	1,00	30,00	0,45	13,50	68,33	1,00	68,33	0,00	0,00	0,00	81,8
10	1,00	5,00	0,30	1,50	34,00	0,70	23,80	1,00	0,70	0,70	26,0
11	1,00	35,00	0,45	15,75	51,67	1,00	51,67	1,00	0,70	0,70	68,1
12	1,00	0,00	0,00	0,00	45,00	0,70	31,50	0,00	0,00	0,00	31,5
13	1,00	0,00	0,00	0,00	65,00	1,00	65,00	0,00	0,00	0,00	65,0
14	1,00	25,00	0,45	11,25	32,50	0,70	22,75	1,00	0,70	0,70	34,7
15	1,00	32,50	0,45	14,63	50,00	1,00	50,00	3,50	0,80	2,80	67,4
16	1,00	16,00	0,45	7,20	20,50	0,70	14,35	3,50	0,80	2,80	24,4
17	1,00	30,00	0,45	13,50	50,00	1,00	50,00	4,00	0,80	3,20	66,7
18	1,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,70	14,00	9,00	1,00	9,00	23,0
19	1,00	35,00	0,45	15,75	20,00	0,70	14,00	7,50	1,00	7,50	37,3
20	1,00	30,00	0,45	13,50	48,33	0,70	33,83	6,00	1,00	6,00	53,3
TRECHO 2 - JULHO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
21	1,00	10,00	0,30	3,00	10,00	0,60	6,00	10,50	1,00	10,50	19,5
22	1,00	25,00	0,45	11,25	0,00	0,00	0,00	3,50	0,80	2,80	14,1
23	1,00	35,00	0,45	15,75	52,50	1,00	52,50	22,00	1,00	22,00	90,3
24	1,00	25,00	0,45	11,25	17,50	0,70	12,25	16,00	1,00	16,00	39,5
25	1,00	20,00	0,45	9,00	20,00	0,70	14,00	3,50	0,80	2,80	25,8
26	1,00	15,00	0,45	6,75	15,00	0,70	10,50	18,00	1,00	18,00	35,3
27	1,00	15,00	0,45	6,75	0,00	0,00	0,00	5,00	1,00	5,00	11,8
28	1,00	20,00	0,45	9,00	37,50	0,70	26,25	9,00	1,00	9,00	44,3
29	1,00	15,00	0,45	6,75	15,00	0,70	10,50	6,50	1,00	6,50	23,8
30	1,00	60,00	0,65	39,00	17,50	0,70	12,25	9,00	1,00	9,00	60,3
31	1,00	15,00	0,45	6,75	20,00	0,70	14,00	5,50	1,00	5,50	26,3
32	1,00	75,00	0,65	48,75	10,00	0,60	6,00	13,00	1,00	13,00	67,8
33	1,00	95,00	0,65	61,75	42,50	0,70	29,75	34,00	1,00	34,00	125,5
34	1,00	80,00	0,65	52,00	35,00	0,70	24,50	12,00	1,00	12,00	88,5
35	1,00	90,00	0,65	58,50	37,50	0,70	26,25	21,00	1,00	21,00	105,8
36	1,00	90,00	0,65	58,50	47,50	0,70	33,25	15,00	1,00	15,00	106,8
37	1,00	15,00	0,45	6,75	15,00	0,70	10,50	2,00	0,70	1,40	18,7
38	1,00	25,00	0,45	11,25	10,00	0,60	6,00	0,00	0,00	0,00	17,3
39	1,00	35,00	0,45	15,75	17,50	0,70	12,25	1,00	0,70	0,70	28,7
40	1,00	30,00	0,45	13,50	25,00	0,70	17,50	2,00	0,70	1,40	32,4

TRECHO 3 - JULHO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
41	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	10,00	1,00	10,00	16,0
42	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	3,00	0,80	2,40	8,4
43	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
44	1,00	10,00	0,30	3,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,80	2,40	5,4
45	1,00	50,00	0,65	32,50	0,00	0,00	0,00	25,00	1,00	25,00	57,5
46	1,00	80,00	0,65	52,00	0,00	0,00	0,00	30,00	1,00	30,00	82,0
47	1,00	80,00	0,65	52,00	10,00	0,60	6,00	7,50	1,00	7,50	65,5
48	1,00	65,00	0,65	42,25	26,67	0,70	18,67	11,00	1,00	11,00	71,9
49	1,00	35,00	0,45	15,75	20,00	0,70	14,00	8,00	1,00	8,00	37,8
50	1,00	45,00	0,45	20,25	20,00	0,70	14,00	9,00	1,00	9,00	43,3
51	1,00	32,50	0,45	14,63	15,00	0,70	10,50	32,00	1,00	32,00	57,1
52	1,00	65,00	0,65	42,25	50,00	1,00	50,00	29,00	1,00	29,00	121,3
53	1,00	50,00	0,65	32,50	20,00	0,70	14,00	29,00	1,00	29,00	75,5
54	1,00	70,00	0,65	45,50	12,50	0,70	8,75	16,00	1,00	16,00	70,3
55	1,00	45,00	0,45	20,25	15,00	0,70	10,50	15,50	1,00	15,50	46,3
56	1,00	40,00	0,45	18,00	15,00	0,70	10,50	13,50	1,00	13,50	42,0
57	1,00	50,00	0,65	32,50	0,00	0,00	0,00	12,00	1,00	12,00	44,5
58	1,00	25,00	0,45	11,25	0,00	0,00	0,00	21,50	1,00	21,50	32,8
59	1,00	65,00	0,65	42,25	45,00	0,70	31,50	24,50	1,00	24,50	98,3
60	1,00	50,00	0,65	32,50	30,00	0,70	21,00	15,00	1,00	15,00	68,5
61	1,00	30,00	0,45	13,50	0,00	0,00	0,00	3,00	0,80	2,40	15,9
TRECHO 4 - JULHO/2025											
Segmento		Trincas			Deformações			Painéis + Remendos			IGGE
Nº	Ext. (km)	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
62	1,00	50,00	0,65	32,50	35,00	0,70	24,50	4,00	0,80	3,20	60,2
63	1,00	100,00	0,65	65,00	65,00	1,00	65,00	13,00	1,00	13,00	143,0
64	1,00	15,00	0,45	6,75	20,00	0,70	14,00	4,00	0,80	3,20	24,0
65	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	2,00	0,70	1,40	7,4
66	1,00	80,00	0,65	52,00	32,50	0,70	22,75	4,00	0,80	3,20	78,0
67	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	6,00	5,50	1,00	5,50	11,5
68	1,00	50,00	0,65	32,50	10,00	0,60	6,00	10,50	1,00	10,50	49,0
69	1,00	45,00	0,45	20,25	20,00	0,70	14,00	9,50	1,00	9,50	43,8
70	1,00	100,00	0,65	65,00	7,00	0,60	4,20	5,50	1,00	5,50	74,7
71	1,00	100,00	0,65	65,00	11,00	0,70	7,70	29,00	1,00	29,00	101,7
72	1,00	100,00	0,65	65,00	10,00	0,60	6,00	8,50	1,00	8,50	79,5
73	1,00	100,00	0,65	65,00	25,00	0,70	17,50	10,50	1,00	10,50	93,0
74	1,00	70,00	0,65	45,50	0,00	0,00	0,00	9,50	1,00	9,50	55,0
75	1,00	90,00	0,65	58,50	10,00	0,60	6,00	10,50	1,00	10,50	75,0
76	1,00	70,00	0,65	45,50	21,67	0,70	15,17	11,50	1,00	11,50	72,2
77	1,00	85,00	0,65	55,25	5,50	0,60	3,30	15,00	1,00	15,00	73,6
78	1,00	100,00	0,65	65,00	37,50	0,70	26,25	17,50	1,00	17,50	108,8
79	1,00	90,00	0,65	58,50	87,50	1,00	87,50	27,00	1,00	27,00	173,0
80	1,00	50,00	0,65	32,50	90,00	1,00	90,00	12,00	1,00	12,00	134,5
81	1,00	48,33	0,45	21,75	0,00	0,00	0,00	23,00	1,00	23,00	44,8
82	0,90	0,00	0,00	0,00	5,00	0,60	3,00	1,00	0,70	0,70	3,7