



**GUSTAVO HENRIQUE SILVA SILVÉRIO  
NELSON ANTÔNIO BARBOSA MENDONÇA**

**ANÁLISE QUALITATIVA DE SUPERFÍCIE DE  
PAVIMENTO ASFÁLTICO PELA DETERMINAÇÃO  
DO ÍNDICE DE GRAVIDADE LOCAL: BR265 – TRECHO  
LAVRAS ENTRADA ITUMIRIM/ MG**

**LAVRAS - MG  
2023**

**GUSTAVO HENRIQUE SILVA SILVÉRIO  
NELSON ANTÔNIO BARBOSA MENDONÇA**

**ANÁLISE QUALITATIVA DE SUPERFÍCIE DE PAVIMENTO  
ASFÁLTICOPELA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE  
LOCAL: BR265 – TRECHO LAVRAS – ENTRADA ITUMIRIM/ MG**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Paulo Roberto Borges  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2023**

**GUSTAVO HENRIQUE SILVA SILVÉRIO  
NELSON ANTÔNIO BARBOSA MENDONÇA**

**ANÁLISE QUALITATIVA DE SUPERFÍCIE DE PAVIMENTO  
ASFÁLTICOPELA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE  
LOCAL: BR265 – TRECHO LAVRAS – ENTRADA ITUMIRIM/ MG**

*QUALITATIVE ANALYSIS OF ASPHALT PAVEMENT SURFACE  
BY DETERMINING THE LOCAL GRAVITY INDEX: BR-265 – ENTRY  
SECTION LAVRAS – ENTRY ITUMIRIM /MG.*

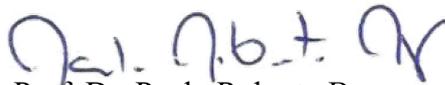
Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em 10 de janeiro de 2023.

Dr. Paulo Roberto Borges

Dr. Victor Buono da Silva Batista

Me. Paulo Henrique Britto Junior



Prof. Dr. Paulo Roberto Borges  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2023**

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos este trabalho monográfico aos nossos familiares, pois sempre serão fontes de inspirações para os nossos desafios diários.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus por nos permitir trilhar este percurso com saúde e disposição.

Ademais, nossos agradecimentos mais sinceros aos professores da Universidade Federal de Lavras, pois foram essenciais para o nosso crescimento e desenvolvimento pessoal e profissional.

Por fim, agradecemos aos nossos familiares e amigos, pois sempre nos concederam suporte para prosseguir.

## RESUMO

Esta pesquisa se referiu a análise qualitativa de superfície de pavimento asfáltico pela determinação do Índice de Gravidade Local da BR-265, no trecho de Lavras com a entrada de Itumirim, Minas Gerais. Levou-se em conta a importância da pavimentação viária para a qualidade, segurança e conforto do transporte e dos usuários. Justificou-se o trabalho por meio da relevância que a abordagem apresenta para a esfera acadêmica, profissional e social, incluindo alunos de Engenharia Civil e engenheiros profissionais que atuam diretamente com as pavimentações asfálticas. O objetivo geral do estudo foi analisar uma análise visual objetiva e funcional do pavimento da rodovia BR-265 no trecho entre a cidade de Lavras e Itumirim – MG, considerando o Método do Índice de Gravidade Global (IGG), e os objetivos específicos foram, discorrer sobre o conceito de pavimentação e sua possível degradação, destacar as principais patologias das pavimentações, explicar a avaliação funcional e objetiva superficial de pavimentos flexíveis e investigar a gravidade do trecho determinado destacando as patologias existentes por meio da degradação pelo Índice de Gravidade Global para propor soluções de manutenção ou restauração do pavimento em estudo. Para a construção do estudo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa e exploratória, além de uma pesquisa de campo para avaliar a superfície de pavimentação do trecho mencionado. Dentre os principais resultados, destaca-se que, a condição da superfície do pavimento asfáltico é muito relevante aos usuários, considerando qualidade e segurança, além de que o IGG apresenta a importância de expor com clareza a base conceitual da via segundo o DNIT 06/2003, bem como os limites que se referem ao estado funcional das vias. Logo, concluiu-se que, o trecho analisado apresenta IGG com conceitos ruins e péssimos, o que demonstrou condição precária de uso, o que ressalta a necessidade de implementação dos reparos a fim de manter a via em boa condição de usabilidade.

**Palavras-chave:** Rolamento, Deterioração, Segurança, Avaliação.

## ABSTRACT

This research referred to the qualitative analysis of the asphalt pavement surface by determining the Local Severity Index of the BR-265, in the stretch from Lavras with the entrance to Itumirim, Minas Gerais. The importance of road paving for the quality, safety and comfort of transport and users was taken into account. The work was justified by the relevance that the approach presents to the academic, professional and social sphere, including Civil Engineering students and professional engineers who work directly with asphalt paving. The general objective of the study was to analyze an objective and functional visual analysis of the pavement of the BR-265 highway in the section between the city of Lavras and Itumirim - MG, considering the Global Severity Index Method (IGG), and the specific objectives were, discuss the concept of paving and its possible degradation, highlight the main pathologies of paving, explain the functional and objective surface evaluation of flexible pavements and investigate the severity of the determined section, highlighting the existing pathologies through degradation by the Global Severity Index to propose solutions for maintenance or restoration of the pavement under study. For the construction of the study, a qualitative and exploratory bibliographical research was carried out, in addition to a field research to evaluate the paving surface of the mentioned section. Among the main results, it is highlighted that the condition of the surface of the asphalt pavement is very relevant to users, considering quality and safety, in addition to the fact that the IGG presents the importance of clearly exposing the conceptual basis of the road according to DNIT 06/ 2003, as well as the limits that refer to the functional status of the roads. Therefore, it was concluded that the section analyzed presents IGG with bad and terrible concepts, which demonstrated a precarious condition of use, which emphasizes the need to implement repairs in order to keep the road in good usability condition.

**Keywords:** Global Severity Index. Highway pathologies. Asphalt pavement surface.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fissura asfáltica.....	19
Figura 2 – Panela no pavimento asfáltico.....	19
Figura 3 – Afundamento asfáltico em trilha de roda.....	20
Figura 4 – Corrugação .....	21
Figura 5 – Escorregamento de capa asfáltica .....	21
Figura 6 – Trinca couro de jacaré.....	22
Figura 7 – Fluxograma das etapas do estudo.....	28
Figura 8 – Delimitação do trecho analisado .....	28
Figura 9 – Trecho estabelecido para a análise dos defeitos rodoviários .....	29
Figura 10 – Representação de implantação de balança.....	33
Figura 11 – Representação da duplicação da rodovia.....	33

## LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1 – Patologias na pavimentação asfáltica .....	18
Gráfico 1 – Frequência das manifestações patológicas .....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Identificação dos defeitos pelo Método IGG.....	30
Tabela 2 – Defeitos pontuadas na rodovia analisada.....	30
Tabela 3 – Ponderação.....	31
Tabela 4 – Preceitos da norma DNIT 06/2003 .....	32
Tabela 5 – Análise do IGG .....	35

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>13</b>
1.1.1 <i>Objetivo geral</i> .....	13
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Pavimentação e degradação de pavimentos .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Principais patologias das pavimentações.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Avaliação funcional e avaliação objetiva superficial de pavimentos flexíveis....</b>	<b>23</b>
<b>2.4 Índice de Gravidade Global – Método IGG.....</b>	<b>25</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 O estudo.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 A aplicação do método IGG.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Avaliação objetiva superficial de pavimentos flexíveis .....</b>	<b>29</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A pavimentação viária é uma premissa nas cidades e estados, sobretudo considerando a necessidade de as estradas adquirirem qualidade para o transporte, bem como segurança aos usuários que transitam com constância. Nesse sentido, o Jornal O Globo realizou um levantamento importante de que 80,3% das rodovias brasileiras ainda não apresentavam pavimentação em 2014. Assim, 7,6% das vias apresentavam somente o planejamento e 12,1% das rodovias já pavimentadas estavam se aproximando do limite correspondente à vida útil (RIBEIRO, 2014).

Parreiras (2022) salienta que a realização de um levantamento efetivado por meio da Pesquisa CNT de Rodovias, a pavimentação considerada perfeita no Brasil se refere, somente, a 8,9%. Deste modo, nota-se a expressividade percentual de rodovias em estado de degradação, e complementar a isso, essa porcentagem se remete ao pior índice de rodovias nacionais bem pavimentadas nos últimos 25 anos (PARREIRAS, 2022).

A pavimentação das rodovias apresenta distintos desafios às empresas que administram a rede de transportes, sobretudo acerca de programar a manutenção viária, além de planejar adequadamente as estratégias que envolvem o ciclo de vida útil dos pavimentos (DIAS, 2018). Assim, diante das técnicas avaliativas é possível otimizar e tornar as propostas de melhorias, economicamente mais viáveis, tornando-as aceitas por meio da realização de diagnósticos assertivos sobre a condição de uso das pavimentações. Ademais, é possível inserir métodos e técnicas para promover a conversação da pavimentação.

Nesse sentido, apresenta-se a importância de técnicas de avaliação dos pavimentos a partir das causas patológicas que comprometem a parte asfáltica, levando em conta a necessidade de considerar os tipos de pavimentos, características estruturais empregadas na edificação inicial, cargas necessárias, além dos meios para se executar as ações intervencionistas.

Portanto, o uso do método de avaliação da condição de estrutura e função das pavimentações, é de suma importância para registrar custos sobre os serviços executados. Além disso, contribui para a compreensão do dinamismo que envolve o desempenho dos pavimentos viários, os quais estão intimamente relacionados às manutenções de caráter

preventivo (BALBO, 2011)

Outro aspecto relevante é que esses métodos são responsáveis diretos pela melhora na condição de uso dos pavimentos, visto que a degradação das pavimentações viárias é uma constante. Assim, os projetos direcionados às vias necessitam de adequação para serem elaborados considerando levantamentos de informações detalhados sobre a condição da superfície asfáltica (BALBO, 2011)

Os métodos de avaliação de pavimentos asfálticos anseiam a obtenção de resultados inerentes a situação do asfalto e de toda a sua superfície para viabilizar as melhores soluções de restauração da via por meio das técnicas mais adequadas. Deste modo, é preciso considerar uma série de fatores, como o sistema de gerenciamento dos pavimentos e as próprias avaliações que são realizadas por meio da identificação dos defeitos, patologias, causas e consequências para a via (BERNUCCI et al., 2008).

Este estudo justifica-se a partir da relevância que as tratativas abordadas representam para o âmbito acadêmico, profissional e social. Aos estudantes de Engenharia Civil, trata-se de uma temática importante para difundir os conhecimentos sobre as pavimentações viárias, considerando o aspecto de durabilidade e segurança aos usuários, os quais promovidos por meio da atividade construtiva e de manutenção e conservação. Aos profissionais engenheiros civis, o tema pode alavancar o entendimento sobre os métodos de avaliação da superfície asfáltica em prol do emprego de técnicas mais assertivas aos pavimentos. Portanto, o tema é importante socialmente, visto que inclui aspectos de segurança, qualidade e conforto aos usuários das rodovias.

Em 1971, na presença do ministro dos transportes, Mario Andriazza, ocorreu o início da pavimentação da rodovia BR-265, trecho em que liga Lavras à São João Del Rei, com aproximadamente 100 quilômetros de extensão. É uma via de grande importância devido a interligação entre as cidades do Circuito das Águas com as capitais de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

Para evitar cenários agravantes em função da estrutura do pavimento da rodovia citada, surge a necessidade de analisar e investigar a estrutura por meio das avaliações funcionais do funcionamento da pista de rolamento e seus componentes, com o propósito de determinar os processos futuros a serem desenvolvidos para assegurar boa trafegabilidade.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

O objetivo central desse estudo é efetivar a análise visual objetiva e funcional do pavimento da rodovia BR-265, especificamente no trecho entre a cidade de Lavras e a entrada de Itumirim considerando a Metodologia do Índice de Gravidade Global junto aos seus estudos complementares.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Discorrer sobre o conceito de pavimentação e sua possível degradação;
- Destacar as principais patologias das pavimentações;
- Explicar a avaliação funcional e a avaliação objetiva superficial de pavimentos flexíveis;
- Investigar a gravidade do trecho determinado destacando as patologias existentes por meio da degradação pelo Índice de Gravidade Global (IGG) para propor soluções de manutenção ou restauração do pavimento em estudo.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Os pavimentos são estruturas que se aplicam sobre o terreno correspondente à fundação do edifício. Assim, as pavimentações estão presentes nas vias e rodovias, de modo que pode se afirmar que os pavimentos são projetados e desenvolvidos como maneira de assegurar que o tráfego veicular ocorra em condição segura e confortável (SILVA, 2006).

Levando em conta que uma via que possui melhor qualidade de rolamento, é possível que os usuários apresentem reduções expressivas no que tange os custos operacionais. Deste modo, considera-se que os gastos com as operações e manutenções veiculares se associam integralmente com a condição da superfície asfáltica das rodovias

(BALBO, 2011).

A funcionalidade central dos pavimentos é a resistência aos esforços que advêm do tráfego, de modo a conferir durabilidade para a superfície de rolamento, além de proporcionar o maior nível de segurança e conforto para aqueles que utilizam as vias e rodovias. Deste modo, as análises ao estado da superfície servem para apontar os potenciais motivos que geram defeitos à rodovia. Ademais, é possível tomar decisão e inserir medidas de melhoria para retomar a qualidade da pavimentação (BALBO, 2011).

Os dados colhidos em análise de superfície de rolamento podem ser usados posteriormente como parâmetros com o intento de efetivar obras, como as manutenções preventivas ou corretivas na rodovia, considerando a análise das causas patológicas que se apresentam no local. Assim, torna-se possível identificá-las desde as origens (SILVA, 2006).

As pavimentações consideradas rígidas se referem ao pavimento com elevada rigidez no que tange a camada inferior, logo, é um pavimento que tende a absorver quase todas as tensões referentes ao carregamento que se aplica sobre ele (SENÇO, 2007).

No pavimento flexível, a carga é distribuída em quantidades que são consideradas equivalentes por meio das camadas. A pavimentação flexível tende a aceitar mais deformações, de modo que não se rompa, bem como recebem dimensionamentos em concordância com as especificidades geotécnicas acerca dos materiais construtivos (BALBO, 2011).

Assim, os esforços que o tráfego provoca na superfície asfáltica, são absorvidos pelas camadas do pavimento (FERREIRA; ANDRADE, 2010).

A deterioração das pavimentações asfálticas considera que o pavimento da superfície asfáltica contém várias fases no decorrer de sua vida útil, assim como os edifícios apresentam um período de utilidade (FERREIRA; ANDRADE, 2010).

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006) explica que, durante o período de vida útil do pavimento, a fase inicial conta com uma ótima condição de uso, e com o passar do tempo atinge um estado ruim, degradado, sobretudo devido aos fatores que condicionam essas mudanças.

Com o declínio da condição de usabilidade do pavimento, surge o estado de deterioração, que é o momento em que a superfície asfáltica perde a sua funcionalidade central, bem como reduz a qualidade daquilo que, em fase inicial, era bem atendido (PÁEZ, 2015).

Diante disso, com a baixa qualidade do pavimento, existe a diminuição do desempenho funcional. Esse desempenho se refere à capacidade de fornecimento de uma condição de rolamento adequada que visa também a capacidade de conceder ao pavimento, o bom desempenho estrutural que está intimamente relacionado ao aspecto funcional. Com isso, a estrutura e a função em boas condições promovem a integridade do pavimento (PÁEZ, 2015).

A partir disso, as pavimentações são realizadas para durarem uma quantidade de tempo, e isso se refere à vida útil conforme mencionado. A utilidade do pavimento está pautada nos períodos que o pavimento passa, ou seja, os ciclos ou fases da vida do pavimento. Inicialmente é bom e com o tempo, essa qualidade sofre um declínio que compromete a estrutura e a função do pavimento atingindo a sua fase ruim (BALBO, 2011).

Muitas vezes, essa fase ruim, de fadiga, ocorre prematuramente. Ou seja, antes do período de vida útil estimado inicialmente (PÁEZ, 2015).

As diversas análises que permeiam o aspecto da superfície asfáltica anseiam verificar a eficiência dos tipos de recuperação das pavimentações, levando em conta o dever de constatar e se aprofundar em cada ocorrência proveniente às deformações, desagregações de materiais construtivos utilizados, adventos patológicos e demais fatores de origem natural que geram falhas a este elemento (CARVALHO et al., 2019).

#### Principais patologias das pavimentações

O Quadro 1 expõe alguns tipos de defeitos recorrentes em pavimentos flexíveis, junto às suas especificidades, conceitos e causas.

Quadro 1 – Patologias na pavimentação asfáltica.

Defeito	Conceito	Causa
Trincas isoladas – longitudinal e transversal	Longitudinal: direção paralela ao eixo da via Transversal: direção ortogonal ao eixo da via.	Construção mal executada, contração, dilatação do revestimento, trincas de camadas.
Trincas interligadas – jacaré e bloco	Jacaré: parecido com couro de jacaré Bloco: parecido com um retângulo, como os blocos.	Ações repetidas das cargas de tráfego, variação térmica, junção de trincas transversais e longitudinais.
Afundamento – plástico e consolidação	Plástico: depressão na região das trilhas de rodas Consolidação: depressão do revestimento na região da trilha de roda.	Rupturas das camadas do pavimento devido ao tráfego, compactação insuficiente das camadas, mistura asfáltica com pouca estabilidade, infiltração hídrica.
Ondulação/ Corrugação	Ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento de natureza plástica e permanente.	Instabilidade da mistura de base, excesso de umidade das camadas, materiais estranho presentes na mistura, retenção hídrica.
Deterioração de remendos	Local do pavimento em que houve substituição do material.	Tráfego intenso, utilização de materiais de má qualidade, condição ambiente, problema construtivo.
Panela ou buraco	Cavidade que se forma no pavimento, tamanho variado.	Trinca por fadiga, desgaste severo.

Fonte: Adaptado de Rocha e Costa (2009)

Diante do exposto, também é necessário discorrer sobre outros tipos de transtornos que podem acometer os pavimentos, como as fissuras que são compreendidas como fendas que ocorrem no revestimento da superfície asfáltico e pode ter posicionamento longitudinal ou transversal. A fissuração é uma patologia superficial que não é capaz de afetar a estrutura do pavimento, e visualmente, são fendas com distância de no máximo 150cm (FIGUEIREDO, 2017), conforme Figura 1.

Figura 1 – Fissura asfáltica



Fonte: CTI (2019)

As panelas são representadas por cavidades com tamanhos diferentes que se instalam na extensão da via, procedendo das trincas que já existem no pavimento em decorrência da ação do tráfego. A Figura 2 ilustra um exemplo de panela no pavimento.

Figura 2 – Panela no pavimento asfáltico



Fonte: Figueiredo (2017)

A panela possui distintos graus de deformação asfáltica, os quais variam entre

baixo, médio e alto. O nível baixo apresenta profundidade inferior a 2,5cm, o médio varia entre 2,5 e 5cm e o alto apresenta profundidade superior a 5cm. O advento das panelas nas rodovias possui o seu agravamento com as chuvas, as quais empoçam água nas trincas superficiais que contribuem para a desagregação do material que gera deformações em formatos de buracos (CARVALHO et al., 2019).

O reparo dessa patologia requer a substituição do material base, o qual apresenta comprometimento e necessita de nova aplicação para ser executado corretamente na extensão superficial afetada pelo problema (CARVALHO et al., 2019).

Assim, na fase de execução do material, o asfalto pode se apresentar estável e com estrutura mole, alta quantidade de substância ligante e que agrega grãos em grande proporção. A partir da aplicação, as deformações acontecem sem que haja a compactação necessária do material (CARVALHO et al., 2019).

Nesse sentido, as deformações em pavimentos asfálticos podem ser: afundamento em trilha de roda, o qual afeta de maneira direta a via flexível devido ao excesso de carga no local, tais como a passagem de caminhões pesados que atingem a estruturação do pavimento. Representam “bacias” transversais, como aponta a Figura 3.

Figura 3 – Afundamento asfáltico em trilha de roda



Fonte: SindEtrans (2018)

Já as corrugações são ocasionadas devido a contaminação na mistura asfáltica, bem como no processo fabril responsável pela mistura dos líquidos que compõem o material asfáltico, tais como umidade, ausência de estabilidade do asfalto, dentre outros (BERBEL, 2016). A Figura 4 é um exemplo de corrugação em rodovia de pavimentoasfáltico.

Figura 4 – Corrugação



Fonte: SindEtrans (2018)

Ainda ao que diz respeito à má ligação existente entre o revestimento e a camada subjacente. Assim, trata-se de uma mistura não muito estável, parada e saída de automóveis nas intersecções, compactação insuficiente das misturas asfálticas, como aponta a Figura 5.

Figura 5 – Escorregamento de capa asfáltica



Fonte: Pinheiro (2019)

Já as depressões se referem a uma concavidade que surge no pavimento, em nível inferior a superfície. Trata-se de uma avaria funcional que ocorre por meio de defeitos no

terreno, por recalque e falhas construtivas (ALBUQUERQUE, 2017). Ademais, é um tipo de patologia que não apresenta alta severidade, visto que não é capaz de afetar a estruturação do pavimento, mas existe certo desconforto aos veículos que passam sobre a depressão, conforme saliente o autor.

Ademais, existe a exsudação que é uma deformação gerada pela dilatação do asfalto, e isso ocorre devido a temperatura elevada em que o pavimento é submetido. Assim, é uma patologia recorrente ao meio ambiente, visto que as ações solares excessivas comprometem a qualidade asfáltica gerando esse problema (ALBUQUERQUE, 2017). A exsudação ocorre quando os ligantes da massa asfáltica reagem com o calor e impactam diretamente na viscosidade do asfalto.

As trincas são fendas no revestimento e são muito visíveis, visto que são maiores do que as fissuras, e podem ocorrer isoladamente ou interligadas. Com isso, Albuquerque (2017) salienta que os tipos de trincas são compreendidos como trinca em bloco, que apresenta aparência retangular e de tamanho variável entre 0,1m<sup>2</sup> e 10m<sup>2</sup>. Já as trincas couro de jacaré se referem ao desgaste do ligante, o qual compromete à flexibilidade asfáltica, ausência de compactação do revestimento, recalques, dentre outros (ALBUQUERQUE, 2017). A Figura 6 demonstra a trinca couro de jacaré.

Figura 6 – Trinca couro de jacaré



Fonte: LPE (2016)

As trincas longitudinais apresentam a sua deterioração levando em conta a umidade, assim, não há correlação com o esforço do tráfego sobre a rodovia. São trincas geradas longitudinalmente em razão do eixo do pavimento. Ademais, são subdivididas em nível baixo, quando qualquer abertura não selada apresente tamanho menor que 6mm, e não há impacto quando o automóvel atravessa (BERBEL, 2016).

Já o nível médio se refere às trincas erodidas, que também não geram impactos com a passagem veicular. Por fim, o nível alto se refere as trincas que impactam com a travessia dos veículos (BERBEL, 2016).

As trincas transversais são compreendidas como um conjunto de trincas que se posicionam de modo perpendicular à linha central da pavimentação, mas não existe relação com as cargas, contudo, é possível que que ocorra a deterioração mais acelerada da rodovia (BERBEL, 2016).

Essas trincas podem gerar irregularidades variadas nas funções e estruturas do pavimento. Assim, os danos podem enfraquecer os revestimentos das pavimentações. Portanto, por meio da falta de regularidade (função), existe o dano estrutural (BERBEL, 2016).

## **2.1 Avaliação funcional qualitativa e objetiva superficial de pavimentos flexíveis**

A pesquisa com métodos qualitativos se tornou uma ferramenta muito relevante para a reflexão de diversos fenômenos estudados, visto que anseia ofertar ao leitor e ao pesquisador, subsídios essenciais de natureza teórica e prática (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Nesse sentido, existem muitas discussões acerca das abordagens qualitativas serem altamente aplicáveis para a resolução de problemas investigados e demais situações de cunho empírico, cuja base contextual seja realizada teoricamente para ancorar estudos práticos (GIL, 2008).

Levando em conta a grande influência do método qualitativo para as pesquisas científicas, escolheu-se essa metodologia acerca da problemática apresentada e dos objetivos a serem contemplados. Ademais, o método qualitativo foi selecionado, visto que auxilia na análise dos dados (PRODANOV; FREITAS, 2013).

As avaliações funcionais dos pavimentos objetivam, de modo geral, estabelecer o nível de degradação da via através de uma quantificação que identifica os problemas relacionados à superfície asfáltica, os quais comprometem a segurança e o conforto do trecho (SILVA, 2006).

Portanto, as avaliações funcionais dos pavimentos estão relacionadas à avaliação superficial do asfalto e como esse aspecto pode afetar a qualidade de rolamento, o conforto e a segurança (BERNUCCI et al., 2008). O Departamento Nacional de

Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2003) explica que o desempenho funcional diz respeito à eficácia do pavimento em atender as suas principais funcionalidades, ofertando qualidade de rolamento.

No cerne da avaliação superficial objetivo, o DNIT 006 de 2003 expõe o Procedimento de Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos, cujo objetivo central é identificar a contagem e a classificação dos defeitos existentes na via, bem como o modo que as deformações se encontram, além de encontrar o valor do Índice de Gravidade Global (IGG) para a determinação da degradação da via. Portanto, existe a aplicação da normatização DNIT 006/2003, a qual se correlaciona à DNIT 005/2003 que discorre sobre a Terminologia de Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos (TER) e o Procedimento de Levantamento para Avaliação da Condição de Superfície de Subtrecho Homogêneo de Rodovias de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos para Gerência de Pavimentos e Estudos e Projetos (PRO), referente a DNIT 007/2003.

A DNIT 007/2003 corresponde ao TER, de modo que define o processo executado para o levantamento da avaliação sobre a condição superficial dos trechos homogêneos rodoviários, sobretudo no que tange o pavimento flexível e semirrígido.

## **2.2 Índice de Gravidade Global – Método IGG**

A norma DNIT 006/2003 discorre sobre a Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos e Procedimento, o qual estabelece diversos parâmetros para a aplicação do método de Índice de Gravidade Global (IGG). Este método possui o intento de achar um valor numérico que represente a condição de determinado pavimento. Assim, existe uma variação de 0 (ótimo) a maior que 160 (péssimo) (RAMOS, 2017). Portanto, o IGG anseia avaliar a ocorrência de defeitos nas pavimentações.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Foi realizado um estudo bibliográfico do assunto com o objetivo de familiarizar com o objeto de estudo, a fim de fornecer o subsídio necessário para uma participação ativa relacionada à área temática. Posteriormente, foi feito estudo aprofundado e específico sobre a rodovia a ser analisada.

Para a coleta dos dados, realizou-se uma pesquisa de campo para desenvolver a avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos por meio dos procedimentos normativos que constam no Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Para complementar, as análises visuais ocorreram na região do estudo envolvendo observâncias acerca do pavimento rodoviário do trecho da BR-265 nos limites entre a entrada do município de Lavras e o acesso à Itumirim, no período de cinco dias.

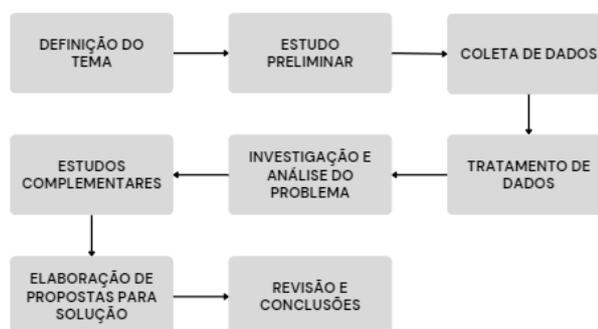
### 3.1 O estudo

Para este estudo de caso, foi escolhida uma rodovia que apresenta grande fluxo veicular diário, e pertence ao estado de Minas Gerais, a BR-265 – trecho entre Lavras e Itumirim, que vem sendo atribuída como perigosa pela população, devido aos altos índices de acidentes causado no trecho.

Por meio do procedimento normatizado pelo DNIT, foi realizada a avaliação visual objetiva da superfície do pavimento flexível do trecho delimitado na BR-265, onde preliminarmente foram elaborados os estudos e posteriormente as visitas a campo para coleta de dados.

As informações coletadas foram levadas para análise e aplicação do método do Índice de Gravidade Global (IGG) e correlacionado com demais dados coletados visualmente. O trabalho foi desenvolvido em etapas, sendo elas: estudo preliminar e delimitação do tema, elaboração do planejamento da aplicação do procedimento de avaliação, coleta de dados em campo e análise delas, pesquisa e estudos para elaboração de sugestões de alternativas de melhorias. A Figura 7 demonstra as fases delimitadas para a construção do estudo.

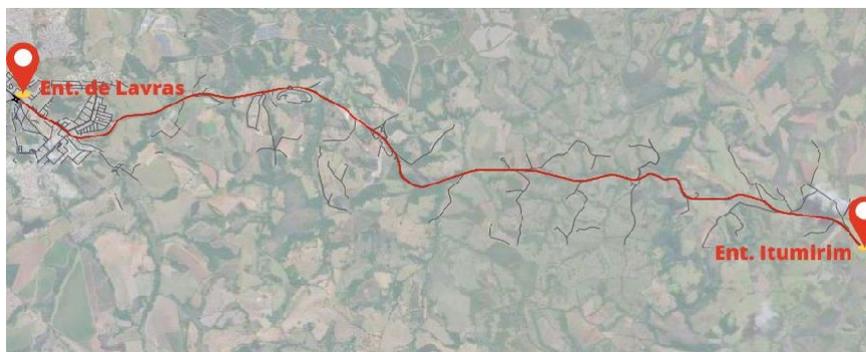
Figura 7 – Fluxograma das etapas do estudo



Fonte: Os autores (2023)

Diante do exposto, a Figura 8 demonstra o trecho selecionado para a realização do estudo.

Figura 8 – Delimitação do trecho analisado



Fonte: Os autores (2023)

Para tornar mais evidente a proposta do estudo diante das delimitações já mencionadas.

### 3.2 A aplicação do método IGG

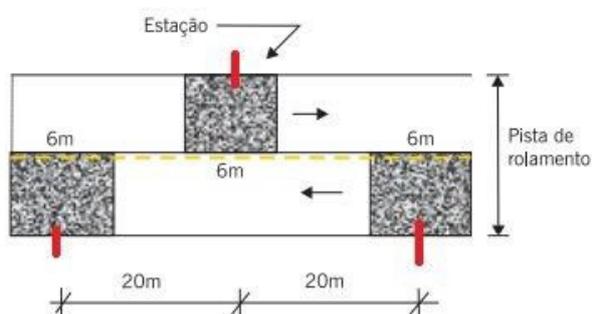
Para a aplicação do método IGG, foi realizado um levantamento em campo a respeito da quantificação dos defeitos superficiais, de acordo com DNIT (2003).

Preliminarmente realizou-se estudos sobre o tema definido, investigando os possíveis problemas, métodos de avaliações, limitações, grau de relevância e demais fatores que poderiam envolver o desenvolvimento do trabalho.

Assim que pré-definidos os procedimentos para a realização da avaliação da condição da superfície do pavimento asfáltico, métodos e delimitações, realizou-se a coleta em campo durante cinco dias, baseando-se nas normas do DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes para o levantamento dos dados necessários para aplicação do Método IGG. As visitas em campo, realizadas na BR-265, teve início no KM 343, saída da cidade de Lavras, situada em Minas Gerais, e prosseguiu-se até o trevo entre a rodovia que liga a Itumirim – MG, aproximadamente em 12km de extensão.

As seções de análise foram realizadas de 20 metros, intercalando entre o lado direito e o esquerdo da rodovia, gerando observâncias de 6m, sendo 3m para a frente e 3m para trás da estação. A Figura 9 o trecho que ficou estabelecido para as análises dos defeitos da rodovia.

Figura 9 – Trecho estabelecido para a análise dos defeitos rodoviários



Fonte: Os autores (2023)

As observações foram realizadas por meio de um percurso a pé, de modo que foram medidas as seções com a utilização de uma fita métrica, que serviu para as marcações no pavimento.

### 3.3 Avaliação objetiva superficial de pavimentos flexíveis

A Tabela 1 expõe os defeitos a partir do Método IGG, de modo padrão.

Tabela 1 – Identificação dos defeitos pelo Método IGG

Tipo	OK	Sem defeito
1	F1	Fissuras
(FCI)	TTC	Trincas transversais curtas
	TTL	Trincas transversais longas
	TLC	Trincas longitudinais curtas
	TLL	Trincas longitudinais longas
	TRR	Trincas isoladas retração
2	J	Couro de jacaré
(FCII)	TB	Trincas em bloco
3	JE	Couro de jacaré com erosão
(FCIII)	TBE	Trincas em bloco com erosão
4	ALP	Afundamento plástico local
	ATP	Afundamento plástico trilha
5	O	Ondulação
	P	Panela
6	EX	Exsudação
7	D	Desgaste
8	R	Remendo
	ALC	Afundamento consolidação local
	ATC	Afundamento consolidação trilha
	E	Escorregamento
	TRI	Afundamento trilha interna (mm)
	TRE	Afundamento trilha externa (mm)

Fonte: Bernucci (et al., 2008)



Tabela 3 - Ponderação

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

Fonte: DNIT (2003).

Os afundamentos de trilha (tipos de defeito 9 e 10) não foram levados em consideração nos cálculos, devido a limitação pela falta de equipamento, a treliça metálica, onde não foi possível coletar dados precisos, mesmo que substituídos por régua metálica ou trena.

O índice de gravidade individual foi calculado de acordo com a Equação 2:

$$IGI = f_r * f_p \quad \text{Equação 2.}$$

Onde:

IGI representa o índice de gravidade individual de cada tipo de defeito;

$f_r$  equivale à frequência relativa;

$f_p$  é o fator de ponderação.

O índice de gravidade global foi calculado por meio da Equação 3:

$$IGG = \sum IGI \quad \text{Equação 3.}$$

Onde:

IGG se refere ao índice de gravidade global do segmento em análise;

IGI significa cada índice de gravidade individual calculado para os oito tipos de defeitos e para as trilhas de roda.

Posteriormente, foi analisado o índice de gravidade global de acordo com a norma

DNIT 06/2003, classificando e estabelecendo faixas de qualidade do segmento com base no valor de IGG, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Preceitos da norma DNIT 06/2003

Norma DNIT 06/2003	
Conceito	Limites
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} \leq 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} \leq 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

Fonte: DNIT (2003)

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo realizado ansiou verificar a condição da superfície do pavimento asfáltico de um trecho da BR-265, e para isso, levantaram-se observações sobre os defeitos atribuídos numericamente aos indicadores, os quais contribuiriam para a compreensão geral do estado da via.

Por meio do estabelecido pelo DNIT 006/2003, foi utilizado o IGG como método para o levantamento sistemático dos defeitos e atribuições a eles em face das observações realizadas em campo. Deste modo, foram utilizadas as tabelas para a exposição dos defeitos que foram levantados.

O IGG foi determinado para toda a extensão da rodovia sobretudo em concordância com o DNIT. Deste modo, seguiu-se o padrão de inventarias as estações da pista a cada 20m, alternadamente entre os lados da via verificada.

Foram realizados os cálculos para os 59 subtrechos da rodovia, conforme o **AnexoA**, e a análise do IGG. Conforme a Tabela 5 a seguir, foi possível detalhar os conceitos adequadamente.

Tabela 5 – Análise do IGG

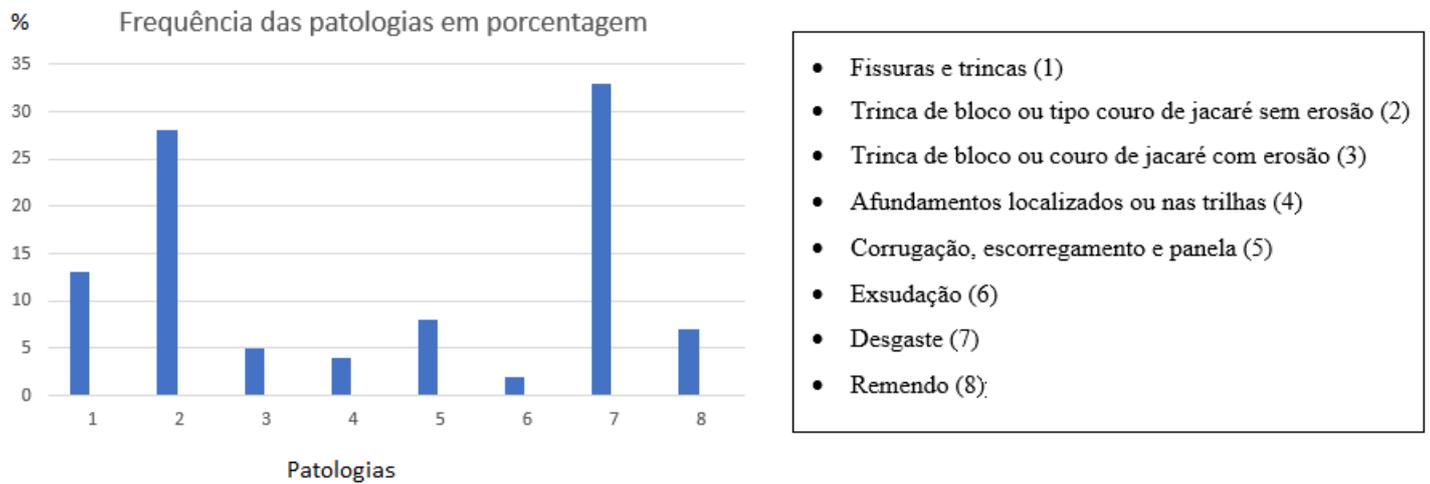
Trecho	Km	IGG	Conceito	Trecho	Km	IGG	Conceito		
1	345	345,18	121	Ruim	31	351	351,18	90	Ruim
2	345,2	345,38	132	Ruim	32	351,2	351,38	157	Ruim
3	345,4	345,58	161	Péssimo	33	351,4	351,58	178	Ruim
4	345,6	345,78	145	Ruim	34	351,6	351,78	104	Ruim
5	345,8	345,98	170	Péssimo	35	351,8	351,98	124	Ruim
6	346	346,18	145	Ruim	36	352	352,18	193	Péssimo
7	346,2	346,38	148	Ruim	37	352,2	352,38	148	Ruim
8	346,4	346,58	126	Ruim	38	352,4	352,58	90	Ruim
9	346,6	346,78	142	Ruim	39	352,6	352,78	139	Ruim
10	346,8	346,98	135	Ruim	40	352,8	352,98	118	Ruim
11	347	347,18	149	Ruim	41	353	353,18	132	Ruim
12	347,2	347,38	137	Ruim	42	353,2	353,38	155	Ruim
13	347,4	347,58	98	Ruim	43	353,4	353,58	111	Ruim
14	347,6	347,78	130	Ruim	44	353,6	353,78	104	Ruim
15	347,8	347,98	118	Ruim	45	353,8	353,98	187	Péssimo
16	348	348,18	156	Ruim	46	354	354,18	115	Ruim
17	348,2	348,38	128	Ruim	47	354,2	354,38	190	Ruim
18	348,4	348,58	127	Ruim	48	354,4	354,58	163	Péssimo
19	348,6	348,78	161	Péssimo	49	354,6	354,78	130	Ruim
20	348,8	348,98	88	Ruim	50	354,8	354,98	117	Ruim
21	349	349,18	122	Ruim	51	355	355,18	132	Ruim
22	349,2	349,38	158	Ruim	52	355,2	355,38	116	Ruim
23	349,4	349,58	133	Ruim	53	355,4	355,58	125	Ruim
24	349,6	349,78	103	Ruim	54	355,6	355,78	167	Péssimo
25	349,8	349,98	122	Ruim	55	355,8	355,98	108	Ruim
26	350	350,18	130	Ruim	56	356	356,18	128	Ruim
27	350,2	350,38	152	Ruim	57	356,2	356,38	122	Ruim
28	350,4	350,58	134	Ruim	58	356,4	356,58	128	Ruim
29	350,6	350,78	121	Ruim	59	356,6	356,78	196	Péssimo
30	350,8	350,98	181	Péssimo					

Fonte: Os autores (2023)

Portanto, os conceitos apresentados de acordo com o IGG constataram que, 15,25% do trecho foi conceituado como péssimo e 84,75% conceituado como ruim.

As observações efetivadas foram anotadas conforme as terminologias e codificações dos defeitos de acordo com o DNIT, o qual exige que o método de exposição dos defeitos seja realizado dentro dos parâmetros disponibilizados pela norma. Pode-se analisar através deles algumas informações pertinentes como as principais ocorrências das manifestações patológicas que estão dispostas a seguir no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Frequência das manifestações patológicas



Fonte: Os autores (2023)

Frente ao gráfico exposto, a maior parte das ocorrências se relacionaram ao tipo (2) Trinca de bloco ou couro de jacaré sem erosão e tipo (7) desgaste. Deste modo, as possíveis falhas de desgaste foram analisadas como: falha de adesividade ligante-agregado; presença hídrica aprisionada e sobreposição em vazio da camada de revestimento com a geração de deslocamento de ligante; deficiência no teor de ligante e problemas executivos inerentes ao projeto de misturas.

Sobre as trincas de bloco, as possíveis falhas foram avaliadas como: contração da capa asfáltica devido à alternância entre altas e baixas temperaturas e baixa resistência à tração da mistura asfáltica.

Já nas falhas de trincas tipo couro de jacaré sem erosão, pode-se destacar o colapso do revestimento asfáltico devido a repetição das ações do tráfego; subdimensionamento ou má qualidade estrutural de uma ou mais camadas do pavimento; baixa capacidade de suporte do solo; envelhecimento do pavimento (ciclo de vida útil) e asfalto rígido ou quebradiço.

A restauração do pavimento da estrada é executada pelo governo municipal, segue o procedimento de verificação de custos e promove o trabalho de reparo em buracos e recapeamento. Muitas vezes, essas atitudes ainda são suficientes para garantir a qualidade da estrada, pois os recursos podem não estar no seu melhor e a manutenção muitas vezes pode ser realizada de forma pouco confiável.

## **5 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES PARA REPARO E CONSERVAÇÃO DA RODOVIA**

É importante considerar que o excesso de cargas no trecho analisado, é um fator relevante pois impacta negativamente em sua superfície de rolamento, deteriorando o pavimento, assim é sugestivo a implantação do projeto de balança de pesagem, como na Figura 9, onde é representado um exemplo, para que em projetos futuro sejam reduzidos os defeitos na pista causados pela sobrecarga.

Figura 10 – Representação de implantação de balança.



Fonte: Os autores (2023)

No trecho em estudo, a rodovia é de pista simples, e em sua condição atual não há presença de acostamentos e raramente de sinalizações verticais e horizontais. Também existe o fator atrelado as condições de rolamento, já citadas como o alto índice de tráfego de veículos de carga, onde ocasionam lentidão, e acabam colocando em risco os usuários. Foi proposto a sugestão da duplicação da rodovia para melhorias no tráfego.

Figura 11 – Representação de duplicação da rodovia.



Fonte: Os autores (2023)

Este trabalho é limitado a percepções sobre a qualidade deste trecho, porém o estudo realizado poderá ser fundamental para novo estudos e ter relevância considerável para futuras pesquisas com a temática abordada.

Com o desenvolvimento deste trabalho verificou-se a necessidade, de adoção de metodologias eficientes para priorização de investimentos no segmento rodoviário, uma vez que economicamente é um cenário que atinge o país como um todo. Diante disso,

recomenda-se a análise comparativa do desempenho de rodovias sob concessão privada e pública, estudos econômicos sobre impactos das más condições na BR-265 e de benefícios com possíveis futuros investimentos na rodovia.

## 6 CONCLUSÃO

Em síntese, retomando ao objetivo central selecionado acerca de analisar visual, objetivamente e funcionalmente o pavimento da rodovia BR-265, trecho entre Lavras e Itumirim, Minas Gerais a partir do Método do Índice de Gravidade Global, conclui-se que foi amplamente atingido por meio do estudo realizado em campo. Além disso, os estudos complementares também foram valiosos para o alcance dos objetivos específicos mencionados com o propósito de aprofundar o entendimento sobre a temática.

Constatou-se que, os conceitos do IGG calculado referente aos trechos analisados, variaram entre “Ruim” ou “Péssimo”, desconsiderando o afudamento dos trilhos de roda, o que valida que a via requer reparos e restaurações com urgência para melhorar a qualidade do tráfego. A ausência de equipamentos adequados e a falta de informação oficial para análises, foram fatores importantes que devem ser considerados.

Embora o IGG reflita a real situação da funcionalidade acerca do estado da superfície dos pavimentos, as conceituações abordadas foram de grande valia para o caso específico analisado, de modo que cada caso tende subdividir as classes da análise, substituindo os valores referentes ao cálculo adotado, visto que os resultados de IGG se alteram. Portanto, a condição de cada via é variável sob a perspectiva desse índice.

A apresentação teórica dos conceitos e termos abordados foram importantes para o complemento da compreensão do resultado do IGG, e de igual maneira, esse índice assume caráter complementar às verificações, observações e anotações. Logo, por meio do cálculo do IGG foi possível compreender e diagnosticar os defeitos encontrados na rodovia, reforçando a necessidade de implementar projetos de restauração e reparos diretos aos defeitos apontamentos a fim de que o IGG seja recalculado e aponte melhoria, tornando a via boa ou ótima para os usuários.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, T.P. **Índice de Condição baseado em defeitos superficiais para gerência de pavimentos urbanos**. 140p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, 2017.

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração**, V.1. Ed. Oficina dos Textos, 1ª edição, 1ª reimpressão, São Paulo, 2011.

BERBEL, M. F. **Aplicação do método PCI – Pavement Conditions Index – para determinação de serviços de restauração e manutenção em um trecho da Avenida Tupi Pato Branco-PR**. 122p. Trabalho de conclusão de curso de Bacharelado em Engenharia Civil (graduação), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, PR, 2016.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**, V.1. Ed. Imprinta Express Gráfica, 1ª edição, Rio de Janeiro, 2008.

CARVALHO, J. R. et al. **Avaliação de condições superficiais de pavimento urbano utilizando o manual Shrp e o método de Vizir**. 2019. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – Universidade Federal de Campina Grande – PB, 2019.

CAVALCANTE, F. P. **Avaliação das características funcionais e estruturais da Rodovia BR-230 / PB**. 561 p. Dissertação de mestrado (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, 2005.

CTI. **How plastic shrinkage cracking affects concrete** – CTI Ready, 2019. Disponível em: [How Plastic Shrinkage Cracking Affects Concrete - CTI Ready Mix \(cti-ia.net\)](http://How Plastic Shrinkage Cracking Affects Concrete - CTI Ready Mix (cti-ia.net)). Acesso em: 22 nov. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos: Terminologia**. Rio de Janeiro: 005/2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro: IPR - 719, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Manual de Restauração de Pavimento Asfálticos**. Rio de Janeiro: IPR – 720, 2006.

DI MASCIO, P. e MORETTI, L. **Implementation of a pavement management system for maintenance and rehabilitation of airport surfaces**. Case Studies in Construction Materials. 11, e00251. 10.1016/j.cscm. 2019.e00251, 2019.

DIAS, F. C. **A influência da infraestrutura urbana na qualidade dos pavimentos**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Escola Politécnica do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 2018.

FERREIRA, E. M.; ANDRADE, L. C. A. **“Avaliação Crítica dos Procedimentos Metodológicos Empregados no Projeto e Dimensionamento de Drenos de Pavimento Rodoviário na Avenida Deputado Luiz Eduardo Magalhães, em Salvador –Bahia.”** Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.

FIGUEIREDO, V. L. **Aplicação de whitetopping tradicional para a recuperação de rodovias**, 2017. Disponível em: Aplicação de Whitetopping Tradicional para Recuperação de Rodovias (nucleodoconhecimento.com.br). Acesso em: 23 nov. 2022.

LOPRENCIPE, G.; PANTUSO, A.; DI MASCIO, P. Pavement Management System in Urban Areas Considering the Vehicle Operating Costs. **Sustainability** 2017. n.9, v.3, 453. 10.3390/su9030453, 2017.

LPE. **Fissuras tipo couro de jacaré: é de fato um problema?** 2016. Disponível em: Fissuras tipo “couro de jacaré”: é de fato um problema? | LPE Engenharia | Blog sobre Engenharia e Construção Civil (tempsite.ws). Acesso em: 23 nov. 2022.

PÁEZ, E. M. A. **Índice de Condição do Pavimento (ICP) para Aplicação em Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos**. 2015. Dissertação (Mestrado em transporte) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2015.

PARREIRAS, M. **Menos de 10% de rodovias nacionais estão perfeitas, pior índice em 25 anos**, 2022. Disponível em: Menos de 10% de rodovias nacionais estão perfeitas, pior índice em 25 anos - Gerais - Estado de Minas. Acesso em: 20 nov. 2022.  
Pesquisa CNT de rodovias 2016: **Relatório gerencial**. – 20.ed. – Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2016.

PESQUISA CNT. Disponível em: Pesquisa CNT de Rodovias. Acesso em: 22 nov. 2022.

PINHEIRO, I. **As patologias mais comuns nas estradas**, 2019. Disponível em: As Patologias Mais Comuns nas Estradas – (inovacivil.com.br). Acesso em: 23 nov. 2022.

RIBEIRO, M. **No Brasil, 80% das estradas não contam com pavimentação de qualidade**, 2014. Disponível em: No Brasil, 80% das estradas não contam com pavimentação - Jornal O Globo. Acesso em: 19 nov. 2022.

ROCHA, R. S. da; COSTA, E. A. L. **Patologias de pavimentos asfálticos e suas recuperações** - estudo de caso da avenida Pinto de Aguiar. 2009.

SENÇO, W. **“Manual de técnicas de pavimentação”**. 2ª edição Editora PINI. São Paulo.  
SILVA, Ary (2013). Rua Alfredo Pujot, em Santana, será recapada pela Prefeitura. A Gazeta da Zona Norte, edição 2502, março de 2012. São Paulo, 2007.

SHAH, Y.U. J., S.S. PARIDA, M. Evaluation of prioritization methods for effective pavement maintenance of urban roads. **International Journal of Pavement Engineering** – INT J PAVEMENT ENG. 15. 1-13. 10.1080/10298436.2012.657798, 2014.

SHAHIN, M. Y. **Pavement management for airports, roads and parking lots**. (2ª ed.) Springer US, 2006.

SINDETRNAS. Sindicato das Empresas de Transportes de Cargas de Ribeirão Preto e Região: **Conheça os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias**, 2018. Disponível em: Conheça os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias | SindEtrans - Sindicato das empresas de transportes de cargas de Ribeirão Preto e Região (sindettransrp.com). Acesso em: 23 nov. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

RAMOS, D. M. **Determinação de patologias em pavimentação asfáltica nas avenidas: av. Sergipe, av. Joaquim aires, av. Das nações unidas em porto nacional - TO**. 2017.