

ANÁLISE DO ÍNDICE DE SERVENTIA DA RODOVIA PR-488 ENTRE O ENTRONCAMENTO DA RODOVIA BR-277 E O MUNICÍPIO DE VERA CRUZ DO OESTE-PR

GROTTO, Luan Gabriel.¹

SALGADO, Lincoln.²

RESUMO: Um dos maiores meios de transportes no Brasil é o sistema rodoviário que tem uma enorme extensão asfáltica sendo esta dividida em concessões estaduais e federais. O pavimento flexível, que é o mais utilizado no Brasil, possui uma vida útil, porém, o mesmo, em certos casos, apresenta uma degradação mais acelerada do que o previsto e acaba sofrendo a falta de manutenção, ocasionando perda da função estética, insegurança, desconforto e danos materiais aos usuários da via. Com essas manifestações patológicas aparentes, é importante o estudo e avaliação da superfície do pavimento que é determinado por normas regulamentadoras para assim, verificar sua aplicabilidade e determinar qual a serventia atual do pavimento observando se ele cumpre o seu propósito, pois manutenções de rotina são necessárias para manter o padrão aceitável de rodagem.

PALAVRAS-CHAVE: Pavimentação Asfáltica. Manifestações Patológicas. Pavimento Flexível.

1 INTRODUÇÃO

Os pavimentos são constituídos de várias camadas de materiais, de acordo com Bernucci et al. (2006), é uma superfície construída sobre um plano previamente terraplanado, destinada a resistir esforços provenientes do tráfego de veículos, suportar as variações climáticas e proporcionar aos usuários, conforto, economia e segurança ao longo do percurso.

As características funcionais de um pavimento de boa qualidade estão vinculadas aos materiais aplicados e seu acabamento superficial. Segundo Jiménez (2010), no Manual de Pavimentação da Companhia Espanhola de Petróleo - S.A.U, os aspectos importantes que influenciam nos utilizadores das vias são os ruídos no exterior e interior dos veículos, o desgaste dos pneus e sua aderência com o pavimento, a comodidade, a estabilidade durante a circulação e a projeção da água em tempo de chuva.

Os pavimentos são idealizados para resistir a um período definido, sendo que após este ciclo, o mesmo apresenta um decréscimo em sua qualidade e serventia. De acordo com a publicação do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte, (DNIT) IPR – 720/2006, a compreensão do mecanismo da degradação do pavimento conduz à identificação

¹ Discente, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR. E-mail: luangrto91@gmail.com

² Especialista, Engenheiro Civil, Prof. Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR. E-mail: salgadozout@gmail.com;

das causas, da programação e da solução técnica mais adequada para a restauração e melhora do seu desempenho funcional e estrutural.

Para o levantamento sistemático das imperfeições do pavimento, o DNIT 006/2003-PRO, estabelece planilhas e tabelas para a classificação, a contagem dos defeitos e a concessão do Índice de Gravidade Global (doravante IGG), que poderá ser aplicado em projetos de reforço ou reparo da superfície.

O Brasil tem como principal meio de transporte o sistema rodoviário, porém algumas dessas rodovias sofrem com a falta de reparo rotineiro na superfície do pavimento, o que ocasiona um conjunto de deformidades ao longo dos trechos. Essa ausência da conservação gera irregularidades, que através de uma análise da superfície, percebe-se que existe a possibilidade de determinar qual o estado atual da via e, se a mesma proporciona segurança, conforto, eficiência aos utilizadores.

Objetivando analisar o estado de conservação de um pavimento, com base nos procedimentos da norma DNIT 006/2003-PRO, pode-se realizar levantamentos de dados in situ, a fim de determinar o IGG, estabelecendo, dessa forma, quais as condições da superfície do pavimento. Sintetizando, este estudo limitou-se à análise do índice de serventia de um trecho da Rodovia PR 488, que liga as cidades de Céu Azul/PR e Vera Cruz do Oeste/PR.

O levantamento de tais condições é realizado por inspeção visual e dados estatísticos, sem a realização de testes laboratoriais. A pesquisa restringiu-se apenas na localização das patologias da rodovia, as quais irão atribuir à condição final da mesma.

Fundamentado na hipótese de que esta é uma das formas adequadas de se referenciar o estado de trafegabilidade em uma rodovia, pois à norma 006/2003-PRO, fixa às condições exigíveis para a avaliação dos pavimentos considerando a ocorrência de patologias por meio da utilização de um inventariado destas. Portanto, é possível verificar a aplicabilidade da norma supracitada, considerando o resultado encontrado com a situação efetiva da via.

Desse modo, com a realização da presente pesquisa, respondemos a seguinte questão: Qual o índice de serventia de um trecho da rodovia realizada sobre pavimento flexível que liga as cidades de Céu Azul/PR e Vera Cruz do Oeste/PR?

Ora, face as considerações aduzidas anteriormente, este trabalho teve como objetivo geral analisar o índice de serventia da rodovia que liga as cidades de Céu Azul/PR e Vera

Cruz do Oeste/PR. Ainda, ressalta-se que, para que se obtivesse pleno êxito, foram elencados alguns objetivos específicos tais como:

- Levantar as patologias aparentes nas faixas de domínio da rodovia;
- Determinar os tipos de defeitos existentes;
- Determinar a condição de trafegabilidade em que a rodovia se encontra;
- Analisar o Índice de Serventia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Definição de pavimento

Balbo (2007), traz em seu livro, *Pavimentação Asfáltica*, o conceito de pavimento como sendo uma estrutura composta de múltiplas camadas de diferentes materiais compactados, postos sobre o subleito da rodovia, adequadas para suportar de várias formas o esforço imposto pelo tráfego, com o mínimo de custo possível e passível de manutenções posteriores.

Conforme estudo feito por Senço (2008), a estrutura desenvolvida a partir de prévia terraplanagem, seguida de camadas com brita e cimento asfáltico, chama-se pavimento. O objetivo deste pavimento é resistir às forças oriundas do tráfego de veículos, além de suportar ao tempo calculado em projeto, trazer também conforto e segurança aos usuários.

Segundo Jiménez (2010, p.30), o pavimento ou rodovia, tem como principal função “proporcionar uma superfície cômoda e segura para a circulação dos veículos, ao longo de sua vida útil”, também, precisa distribuir em meio às seções o esforço imposto pelo tráfego para que possa ser suportada pela estrutura.

2.2 Tipos de pavimentos

Conforme salienta Bernucci et al. (2006) os pavimentos se dividem em rígidos e flexíveis, ou conforme nomenclatura contemporânea, pavimentos de concreto-cimento e pavimentos asfálticos, respectivamente.

Senço (2008) também classifica os pavimentos como rígidos e flexíveis, e explica que é possível utilizar os dois tipos em uma mesma estrutura, pois nada impede que uma camada de revestimento flexível (asfáltico) seja posta sobre uma camada rígida (concreto-cimento).

Segundo a norma DNIT IPR 719/2006, os pavimentos rígidos são preparados em lajes de concreto de cimento Portland, já os flexíveis são constituídos por brita ou pedregulhos, revestidos por uma camada asfáltica. Respectivamente, os rígidos absorvem praticamente todos os esforços impostos pelo tráfego, já os flexíveis sofrem uma deformação elástica de forma significativa referente ao esforço aplicado, e essa carga se divide em parcelas quase proporcionais entre as camadas.

A pesquisa, ora aqui aludida, será executada apenas sobre pavimento flexível, portanto, adiante será desenvolvido apenas este assunto.

2.2.1 Pavimentos flexíveis

Nos pavimentos flexíveis, a princípio, não há rompimento por deformações, pois são dimensionados para suportar a compressão e a tração na flexão, contudo, o excesso de peso acarreta em bacias de deformação, que influem a alterações permanentes e, é nesse momento que há o rompimento por fadiga (SENÇO, 2008).

De acordo com a norma DNIT IPR 719/2006, os pavimentos flexíveis não têm grande rigidez comparado às suas camadas inferiores como em pavimentos rígidos, sendo assim, sofrem deformações elásticas consideráveis, nas quais ocorrem a distribuição desta carga através de todas as camadas do mesmo.

2.3 Patologias

Para se obter um padrão das patologias existentes na rodovia, o DNIT disponibiliza o manual 005/2003-TER, que contempla as terminologias usadas para obter a definição e a nomenclatura usada:

- Fenda: irregularidade existente no pavimento, de várias formas, podendo ser de pequeno ou grande porte;
- Fissura (FI): fendas que não proporcionam problemas na superfície do revestimento, pode-se encontrar em várias direções em relação ao eixo da rodovia, sendo somente avistada em distâncias menores que 1,50 m;
- Trincas Isoladas: com dimensões maiores que as fissuras, podendo ser classificadas quanto à sua posição ao eixo da rodovia, longitudinal (TLC, TLL), transversais (TTC, TTL)

separadas pelos tamanhos em curtas (menores que 1 m) ou longas (maiores que 1 m). Com exceção da trinca isolada de retração que não ocorre pela fadiga do pavimento;

- Trincas Interligadas: apresentam uma malha de diferentes formas com fendas em vários sentidos, pode ser do tipo couro de jacaré (J, JE) e tipo bloco (TB, TBE);

- Afundamento: podendo ser seguida de um levantamento, é caracterizada por uma depressão no pavimento, sendo dividida em plástica (ALP, ATP) ou de consolidação (ALC, ATC), sendo que as duas podem ser classificadas como local (até 6 m de extensão) ou afundamento da trilha de roda (maiores que 6 m ao longo da faixa de domínio);

- Ondulação ou corrugação (O): deformações transversais que ocorrem em forma de ondulações;

- Escorregamento (E): locomoção do pavimento quanto a sua camada latente;

- Exsudação (EX): excesso de ligante de betume no pavimento formando uma faixa com granulometria alterada, com excesso de material fino ligante;

- Desgaste (D):o esforço causado advindo do tráfego de veículos extrai material granular do pavimento;

- Painéis ou Buraco (P): depressão ocasionada pela falta de aderência entre as camadas, podendo alcançar níveis mais profundos;

- Remendo: correção das painéis, podendo ser profunda (RP), onde há uma substituição por completo das camadas atingidas, ou superficial (RS), onde a correção por meio da aplicação de material betuminoso é o suficiente;

2.4 Métodos de avaliação de pavimentos

Para a avaliação da superfície do pavimento, o DNIT disponibiliza três procedimentos que são o 006/2003-PRO, o 008/2003-PRO e o 009/2003-PRO, que definem os métodos de se avaliar a situação em que se encontra a rodovia, os equipamentos necessários, os cálculos de frequência e tabelas anexadas para classificar à condição do revestimento.

Conforme determina a norma DNIT 009/2003-PRO, o método para avaliação subjetiva em relação à suavidade e conforto que o pavimento irá proporcionar ao usuário, a técnica utilizada se baseia em vários grupos conhecedores do procedimento descrito, que irão trafegar

pela rodovia em carros iguais. O resultado é obtido através da avaliação individual de cada participante, que preencherá uma escala com valores de 0,0 a 5,0. A serventia atual do pavimento será consequência da média dessa escala.

Segundo a norma DNIT 008/2003-PRO, o método de avaliação da superfície do pavimento pode ser determinado por algumas equações, sendo elas: o Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF); o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE); e o Índice do Estado de Superfície do pavimento (IES).

Para o levantamento das informações necessárias é utilizado um veículo com velocímetro e odômetro calibrado para tal procedimento. Para contabilizar os defeitos na rodovia é preciso uma equipe de no mínimo dois técnicos, além do condutor. Com os dados já estabelecidos, são calculados os índices do pavimento, para se chegar à condição que a mesma se encontra.

A norma DNIT 006/2003-PRO utiliza como aparelho para mensurar o tamanho da flecha, uma treliça metálica com 1,20 metros de comprimento, além de usar materiais auxiliares para demarcação no pavimento e preenchimento do formulário de dados.

Para se fazer a avaliação é necessário inventariar as ocorrências do pavimento, e, por isso, o DNIT impôs demarcações com espaçamento de 20 metros, que serão utilizadas para medir as flechas na faixa de domínio, como também, quais defeitos a rodovia apresenta. Esses valores são dispostos em uma planilha disponibilizada (Anexo A), anotando a terminologia da patologia e a quantidade.

Com o levantamento de todo o trecho é necessário realizar a variância das flechas obtidas a partir de cálculos, como também, as frequências relativas e seus respectivos fatores de ponderação, podendo determinar assim o Índice de Gravidade Individual (IGI) que, posteriormente, auxilia na somatória e determinação do IGG, disponibilizada por meio de uma tabela que aponta qual é a condição de trafegabilidade que a rodovia encontra-se.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

A presente pesquisa consistiu-se em um estudo de caso em campo, para identificação, levantamento e análise das patologias existentes na rodovia PR-488. Utilizando-se da norma DNIT 006/2003-PRO que contabiliza as patologias existentes e sua frequência ao longo do trecho a cada 20 metros. Todas as patologias (fendas, fissuras, remendos e etc.) foram quantificadas.

Já os afundamentos não foram aferidos tendo em vista que, para a realização deste é necessário que o tráfego seja interrompido e há a necessidade do acompanhamento dos responsáveis pela fiscalização da via, sendo assim, considerando que, em razão das patologias encontradas, em função do peso dos afundamentos na análise geral do índice de degradação, optou-se por excluir esta análise do montante estudado, embora pode-se afirmar que possivelmente os índices seriam maiores caso estes fossem realizados.

O estudo foi realizado em uma rodovia estadual, situada no oeste do Paraná, que liga as cidades de Santa Helena-PR e Céu Azul-PR, fazendo o entroncamento com a BR-277, possui uma extensão de 68,77 km executada em pavimento flexível de pista simples e sem acostamento. A mesma é utilizada por tráfego médio, como rota alternativa para as cidades como Toledo, Santa Helena, entre outras.

3.2 Características do trecho

O trecho analisado possui uma extensão de 4,5 km, do Km 0 ao Km 5, ligando Vera Cruz do Oeste-PR à BR-277. A rodovia foi inaugurada na década de 90, denominada Rodovia Coluna Prestes que se inicia no município de Céu Azul-PR, percorrendo também as cidades de Vera Cruz do Oeste-PR, Diamante D'Oeste-PR e se encerra em Santa Helena-PR. A extensão não possui sinalização com tachas, apenas pintura nas faixas de rodagem e a sinalização vertical por placas.

3.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

A coleta dos dados foi feita nos meses de Julho e Agosto de 2019, de forma visual no local da pesquisa. Foram dispostas estacas, separadas a cada 20 metros e demarcado trechos de 3 metros à frente e atrás de cada estaca analisada, identificando, conforme as classes da norma DNIT 006/2003-PRO (Anexo B), os defeitos aparentes na superfície do pavimento e a

quantificação dos mesmos em todo o trecho percorrido. Para o auxílio na contabilização, foi usada a planilha disponibilizada pela norma DNIT 006/2003-PRO (Anexo A).

Para inventariar as ocorrências, as patologias foram anotadas de acordo com a norma DNIT 005/2003-TER, contudo, algumas exceções tiveram que ser seguidas:

- Trincas Isoladas devem ser registradas como Tipo 1.
- Adota-se Remendo (R) para remendo profundo e superficial.
- Inventariar o tipo de terraplanagem adjacente ao trecho analisado (A = Aterro, C = Corte, SMA = Seção mista, aterro, SMC = Seção mista, corte, CR = Corte em rocha, PP = Ponto de passagem).

Para as patologias encontradas, as frequências relativas das mesmas foram calculadas e anotadas na planilha do cálculo do IGG (Anexo C). A frequência relativa é dada através da equação 1.

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n} \quad (1)$$

Onde:

fr – Frequência Relativa;

fa – Frequência absoluta;

n – Número de aparições.

Para cada patologia contabilizada, foi calculado o IGI, dado pela fórmula:

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

Onde:

fr - "frequência relativa;"

fp - "fator de ponderação, obtido de acordo com Anexo D."

A somatória dos índices de gravidade individuais calculados anteriormente resulta no IGG.

$$IGG = \sum IGI \quad (3)$$

A conclusão do nível de degradação da rodovia inventariada é dada pela Tabela a seguir:

Tabela 1: Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

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

Fonte: DNIT 006/2003-PRO (2003).

3.4 Análise dos dados obtidos

A norma DNIT 006/2003-PRO fornece duas planilhas para o preenchimento dos dados obtidos por meio do estudo em campo. Na planilha Inventário do Estado da Superfície do Pavimento (Anexo A), foram quantificadas as patologias a cada 20 metros, separando-as pela terminologia dos defeitos. Na segunda tabela, Planilha de Cálculo do IGG (Anexo C), foi apurada a frequência de cada defeito, resultando, através de cálculos específicos, em um IGI que após a somatória de todos, obtém-se o IGG final.

3.5 Índice de serventia

Bernucci et al. (2006), conceitua serventia como sendo a condição do pavimento, num determinado instante, quanto à finalidade para o qual foi construído em relação ao conforto, ao rolamento e à segurança.

O índice de serventia é uma atribuição numérica, compreendida em uma escala de 0 a 160, resultado do cálculo da frequência das patologias existentes no pavimento. Esta escala compreende cinco patamares de serventia, conforme tabela 1 citada anteriormente, sendo que esta é a adotada pela norma DNIT 006/2003-PRO.

A condição “Ótimo”, de 0 a 20, é dada a pavimentos perfeitos, que fornecem excelente conforto e segurança aos usuários, mas pode-se dizer que na prática não são encontradas. Já as condições “Bom”, “Regular” e “Ruim”, de 20 a 160, possuem taxas de aceitabilidade medianas, com necessidade de correções leves ou recapeamento e são as mais encontradas na prática. A categoria “Péssimo”, acima de 160, são pavimentos que não fornecem nenhuma qualidade a seus usuários, sem conforto ou segurança alguma, são rodovias que necessitam de reconstrução imediata, pois seus defeitos são generalizados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

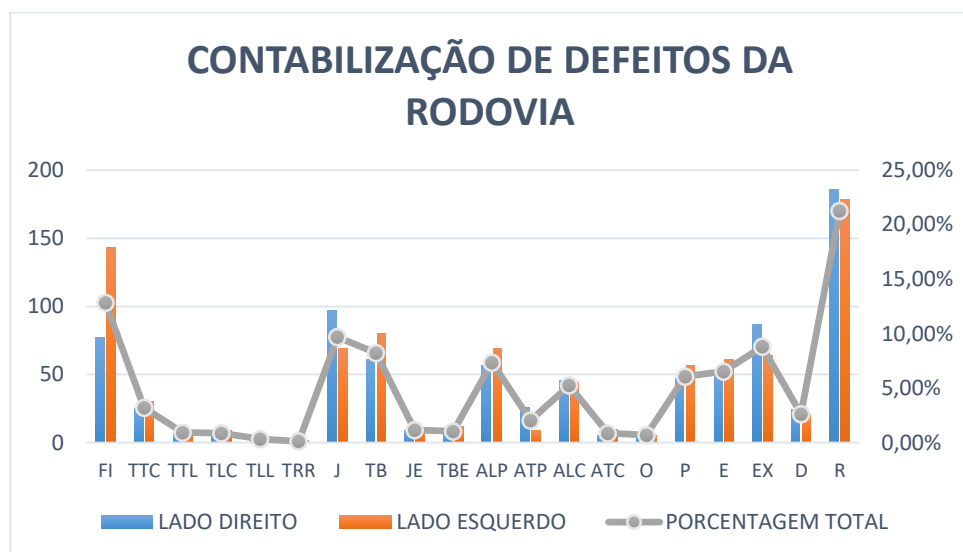
Foram contabilizados e quantificados as patologias encontradas do km 0 ao km 5 da rodovia PR-488 situada no Oeste do Paraná, totalizando 4,5 quilômetros (225 estacas). Essa rodovia possui faixa simples em pavimento flexível e sem acostamentos.

No trecho analisado, a condição da via apresenta-se precocemente danificada, tendo em vista que as restaurações foram feitas há pouco tempo. Para uma melhor visualização dos resultados e uma comparação entre a serventia esperada do pavimento e a real obtida em campo, estabelecemos uma vida útil de 10 anos que através do auxílio do manual do DNIT IPR – 720/2006 possui dados e embasamento teórico para a determinação da degradação da via.

4.1 Levantamento e quantificação dos defeitos aparentes

Para auxiliar a identificação destes defeitos foi necessário estudar a norma DNIT 005/2003 – TER, que possui a terminologia e os tipos de manifestações patológicas, assim como foi utilizada a planilha sugerida pela norma DNIT 006/2003 – PRO (Anexo A), que serviu para calcular o índice de degradação da via.

A contabilização foi feita conforme a metodologia da norma DNIT 006/2003 – PRO, dividindo o trecho a cada 20 metros e separando o lado esquerdo do lado direito. O resultado dessa quantificação pode ser observado no gráfico que mostra a quantidade de defeitos encontrados no lado direito (cor azul), lado esquerdo (cor laranja) e a porcentagem que o tipo de patologia representa (cor cinza).

Gráfico 1: Contabilização de defeitos da rodovia.

Fonte: Autor (2019).

A contabilização resultou em 1.713 defeitos aparentes sendo eles 826 situados no lado direito da via e 887 no lado esquerdo. A maior parte dos defeitos são provenientes de remendos (R) possuindo 21,25% das manifestações encontradas, seguido das fissuras (FI) e trincas jacaré (J) e bloco (TB). As trincas devem ser analisadas, pois as mesmas podem ocasionar um aumento no tamanho, causando erosão no pavimento, o que pode acarrear em painéis (P) (figura 1).

Figura 1: Trinca tipo bloco.

Fonte: Autor (2019).

4.2 Determinação da condição da rodovia

Com os dados quantitativos do pavimento separados a cada 50 estacas (1quilômetro) obtemos uma análise do índice de gravidade global (IGG) por quilômetro de rodovia. Para o cálculo deste índice foi utilizado o método de cálculo da norma DNIT 006/2003 – PRO considerando os lados separados e posteriormente o pavimento total.

Levando em consideração que o levantamento das manifestações patológicas apresentam afundamentos na rodovia e os mesmos não foram contabilizados, os resultados do gráfico 2 são apenas dos valores obtidos por meio dos defeitos do pavimento sem levar em consideração a flecha média pavimentada, ocasionando um resultado menor que o real.

Gráfico 2: Índice de gravidade global.

LE	45,11	55,73	53,51	49,56	26,84	MÉDIA	46,15	LE
LD	51,24	48,84	56,40	44,36	22,40		44,65	LD
	0	1	2	3	4		45,40	TOTAL
Legenda:	ÓTIMO		BOM					
	REGULAR		RUIM		PÉSSIMO			

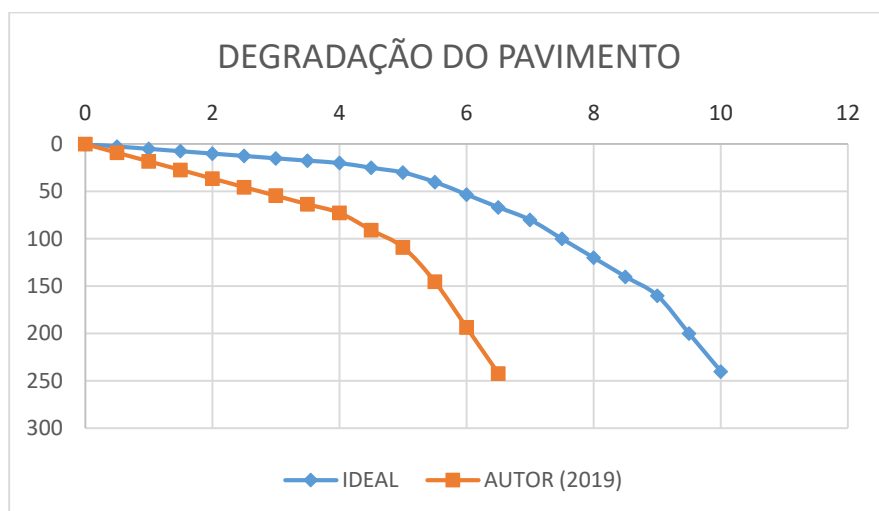
Fonte: Autor (2019).

Concluimos com o gráfico 2 que a média dos Índices de gravidade global de cada seção é 45,40 e se enquadra segundo a tabela 1 como sendo regular. A rodovia apresenta apenas 20% considerada boa e os 80% restantes como regular.

4.3 Índice de serventia do pavimento

Os resultados apresentados nos apontam que a rodovia está perto do seu limite de aceitabilidade e precisando de manutenções rotineiras. Visando uma vida útil de 10 anos o manual DNIT IPR – 720/2006 estabelece-nos uma relação entre a degradação do pavimento e o Índice Internacional de Irregularidade (IRI) considerada a idade do pavimento em anos.

Com base na última reforma feita em 2017 podemos traçar uma curva com os valores do IGG esperado (curva azul), compará-la com os valores obtidos depois de 2 anos (curva laranja) e analisando quão o processo de deterioração está à frente do esperado.

Gráfico 3: Degradação do pavimento.

Fonte: Autor (2019).

Tabela 2: Comparativo do pavimento.

	ANOS	IDEAL	AUTOR (2019)
2017	0	0	0
	0,5	2,5	9,08
2018	1	5	18,16
	1,5	7,5	27,24
2019	2	10	36,32
	2,5	12,5	45,4
2020	3	15	54,48
	3,5	17,5	63,56
2021	4	20	72,64
	4,5	25	90,8
2022	5	30	108,96
	5,5	40	145,28
2023	6	53,3	193,5856
	6,5	66,7	242,2544
2024	7	80	
	7,5	100	
2025	8	120	
	8,5	140	
2026	9	160	
	9,5	200	
2027	10	240	

Fonte: Autor (2019)

Com a comparação da tabela 2 e do gráfico 3 podemos ter uma visão melhor da situação real do pavimento. Para o pavimento atingir a classificação regular como o obtido em campo necessitaria mais 3 anos, o que resultaria numa estimativa de IGG de 145,28 (condição ruim). Portanto, podemos concluir que a degradação do pavimento está adiantada, o que é importante, pois a partir de um IRI de 7 anos o pavimento, apesar de estar habilitado a receber o tráfego, começa a possuir uma degradação acentuada o que torna inviável a reforma. Assim, é melhor executar um novo pavimento e atender um novo ciclo de vida.

Outro dado importante é o estágio final da vida útil do pavimento que o mesmo no ritmo atual de degradação irá atingir o IGG máximo (240), 3,5 anos antes do estimado, sendo assim as manutenções rotineiras precisam ser feitas antes do esperado.

Como os dados das flechas não foram contabilizados, a situação real do pavimento é ainda mais crítica, podendo estar mais acelerado o processo de degradação do pavimento. Dessa forma, o pavimento está mais de 3 anos de degradação adiantado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir com este trabalho que o pavimento analisado possui uma degradação acelerada, o que permite adiantar sua vida útil em até 4 anos antes do esperado. Essa verificação do estado de serventia do pavimento ajuda-nos a estabelecer em qual estágio está a rodovia, possibilitando, dessa maneira, definir quando a mesma necessitaria de uma reforma.

Com a falta das medições das flechas no pavimento, o resultado ficou abaixo do esperado, pois considera-se que não há afundamento no trilho de rodagem. Porém, observando os resultados, podemos afirmar que mais de 15% dos defeitos encontrados são afundamentos plásticos e consolidados sustentando assim a presença de flechas na rodovia, o que aumentaria o Índice de Gravidade Global (IGG) resultando em uma escala de degradação maior.

Pela falta de estudos específicos de cada defeito, falta de ensaios e testes laboratoriais não podemos afirmar quais as causas dos defeitos, mas, pela grande quantidade e variedades de defeitos em um período curto de tempo, há a hipótese que pode ter ocorrido um conjunto de erros que propiciaram a propagação acelerada de manifestações patológicas.

É importante destacar que a rodovia analisada possui uma quantidade alta de veículos que trafegam todos os dias e muitos destes defeitos presentes podem ocasionar danos materiais aos usuários, insegurança e desconforto, o que torna a rodovia analisada um trecho perigoso por se tratar de uma via de pista simples em ambos os lados.

Devido à segurança que o pavimento precisa proporcionar ao usuário e o índice de serventia obtido, é necessário destacar que as reformas deverão ser executadas antes do esperado, pois o pavimento pode chegar a um ponto onde a degradação será acentuada sendo inviável economicamente uma reforma, tendo que ser demolido o pavimento e refeito por completo.

Com a norma do DNIT 006/2003 – PRO é possível realizar a avaliação da superfície em diferentes pavimentos, a mesma abrange todos os tipos de manifestações e nos retorna claramente qual é a condição da via, o que facilita na conclusão da serventia atual do pavimento.

A norma citada anteriormente, apesar de contemplar métodos de cálculos por meio de estudos estatísticos e o procedimento de avaliação da superfície, acaba deixando alguns trechos fora da análise, o que pode ser prejudicial em casos onde há a predominância de manifestações patológicas localizadas e não ao longo do trecho.

Este estudo possibilitou observações de outros elementos da rodovia que podem ser revistos em uma nova reforma ou melhoria. A rodovia não possui acostamento, tachões de sinalização e as faixas não são refletivas. Esses elementos podem ser prejudiciais para a segurança do usuário em casos de tráfego em condições adversas.

Concluindo assim que o estudo foi muito importante para a obtenção da serventia atual do pavimento, se o mesmo atende seu objetivo ao qual foi proposto e se há a falta de manutenções rotineiras. A norma utilizada para avaliação foi essencial para obtermos dados com embasamento teórico e estatístico para a correta determinação dos resultados.

REFERÊNCIAS

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. 1. ed. Rio de Janeiro - RJ, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**. 2ª Ed. - Rio de Janeiro: IPR, 2006, 310p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de pavimentação**. 3ª Ed. - Rio de Janeiro: IPR, 2006, 274p.

_____. **DNIT 005/2003 – TER**. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **DNIT 006/2003 – PRO**. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento Rio de Janeiro, 2003.

_____. **DNIT 008/2003 – PRO**. Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **DNIT 009/2003 – PRO**. Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **DNIT 719/2006 – IPR**. Manual de Pavimentação. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **DNIT 720/2006 – IPR**. Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. Rio de Janeiro, 2006.

JIMÉNEZ, F. E. P. **Manual de Pavimentação**. Espanha: CEPESA, 2010.

SENÇO, W. de. **Manual de Técnicas de Projetos Rodoviários**. São Paulo: Pini, 2008.

ANEXO B – Classes dos defeitos existentes

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	“Jacaré”	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	“Bloco”	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3

OUTROS DEFEITOS					CODIFICAÇÃO
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ALP
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ATP
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ALC
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ATC
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base					O
Escorregamento (do revestimento betuminoso)					E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento					EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento					D
“Painéis” ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores					P
Remendos			Remendo Superficial		RS
			Remendo Profundo		RP

Fonte: DNIT 006/2003-PRO (2003).

ANEXO C - Planilha de cálculo do Índice de Gravidade Global

RODOVIA:		PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)					Data:	Folha:
TRECHO:							Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
SUB-TRECHO:		REVESTIMENTO TIPO:						
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações	
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR				0,2			
2	(FC - 2) J, TB				0,5			
3	(FC - 3) JE, TBE				0,8			
4	ALP, ATP, ALC, ATC				0,9			
5	O, P, E				1,0			
6	EX				0,5			
7	D				0,3			
8	R				0,6			
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1 A () 1 B ()			
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv =	TRIV =	FV =	2 A () 2 B ()			
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n =	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG				Concelto	
1A) IGI = $\bar{F} \times 4/3$ quando $\bar{F} \leq 30$		2A) IGI = $\bar{FV}$ quando $\bar{FV} \leq 50$						
1B) IGI = 40 quando $\bar{F} > 30$		2B) IGI = 50 quando $\bar{FV} > 50$						
		Operador						
		Cálculo						
		Visto						

Fonte: DNIT 006/2003-PRO (2003).

ANEXO D - Fator de ponderação

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia" (ver item 6.4 e Anexo D)	Fator de Ponderação fp
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 (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT 006/2003-PRO (2003).