

AVALIAÇÃO DA MACROTEXTURA E DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PAVIMENTO DA ERS-344¹

**André Luiz Bock², Camila Caroline Venâncio Webler³, Rafaela da Silva⁴, William
Giovani Haacke⁵.**

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

¹ Trabalho desenvolvido no Grupo de Estudos do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Unijuí.

² Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Civil da Unijuí- e-mail: andre.bock@unijui.edu.br

³ Acadêmica do curso de graduação de Engenharia Civil da Unijuí- e-mail: camila.webler@sou.unijui.edu.br

⁴ Acadêmica do curso de graduação de Engenharia Civil da Unijuí- e-mail: rafaela.ds@sou.unijui.edu.br

⁵ Acadêmico do curso de graduação de Engenharia Civil da Unijuí- e-mail: william.haacke@sou.unijui.edu.br

RESUMO

As condições de um pavimento asfáltico e a sua capacidade de drenagem superficial são particularidades de extrema importância em uma rodovia, visto que compreendem diversas propriedades relacionadas ao conforto e segurança do condutor, dessa forma, é essencial realizar análises periódicas a fim de monitorar a pavimentação. Outro fator relevante é a determinação da macrotextura do revestimento, pois, através dela é atribuída a condição de escoamento da água na pista além de ser responsável por efeitos como a aderência entre o pneu e o pavimento. Logo, foram realizados estudos em um trecho da rodovia ERS-344, localizada no Bairro Sulina de Santa Rosa/RS a fim de identificar patologias da via, levantando dados e analisando os principais tipos de defeitos e sua frequência de ocorrência no trecho designado com o auxílio do Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, além da mensuração da macrotextura da camada de rolamento através do ensaio Mancha de Areia, onde este, consiste na aplicação e espalhamento de um volume conhecido de areia na superfície do pavimento, e posteriormente efetuada medição da área total coberta por ela. Através dos resultados obtidos foi concluído que essa parcela da rodovia necessita de intervenção a fim de melhorar a macrotextura e corrigir seus defeitos para assim estender sua vida útil e atender as condições mínimas de segurança.

Palavras-chave: Pavimento. Macrotextura. Mancha de Areia. Defeitos.

ABSTRACT

The conditions of an asphalt pavement and its surface drainage capacity are extremely important particularities on a highway, since they comprise several properties related to the comfort and safety of the driver, therefore, it is essential to carry out periodic analyzes in order to monitor the paving. Another relevant factor is the influence of the coating's macrotexture, as it is the road's runoff condition that is attributed to it, in addition to being responsible for effects such as adhesion between the tire and the pavement. Soon, studies were carried out on a section of the ERS-344 highway, located in the Sulina neighborhood of Santa Rosa/RS, in order to identify road pathologies, collecting data and analyzing the main types of defects and their occurrence in the section designated with the aid of the Asphalt Pavement Restoration Manual, measuring the macrotexture of the road surface through the Sand Stain test, where this consists of applying and spreading a known volume of sand on the surface of the pavement, and subsequently performed from the total coverage area for her.

Through the results obtained, it was concluded that this portion of the highway needs intervention in order to improve the macrotexture and correct its defects, thus extending its useful life and meeting the minimum safety conditions.

Keywords: Pavement. Macrotexture. Sand Stain. Defects.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o Brasil tem experimentado um crescimento constante na sua frota nacional de veículos, ocasionando o aumento significativo no volume de tráfego nas rodovias, segundo o Jornal Novo Horizonte (2020) “em Santa Rosa, maior município da região e que possui a maior frota, o crescimento foi de 75,45%. Segundo o Detran RS, nos últimos 13 anos o número de veículos emplacados na cidade saltou de 31.768 para 55.746”.

A manutenção periódica dos pavimentos é essencial para que suas condições ideais sejam mantidas, à isso, remete-se a análises das condições dos pavimentos a fim de identificar possíveis defeitos, e se necessário, por conseguinte, realizar uma intervenção com o propósito de preservar as características técnicas e operacionais do sistema rodoviário conforme as recomendações das agências regulamentadoras. A Norma DNIT 005/2003 - TER rege como documento base na utilização de termos técnicos rodoviários, referentes a defeitos nos pavimentos flexíveis e semi rígidos.

A aderência de um pneu ao pavimento pode ser definida como um indicador de resistência da superfície do pavimento e manifesta-se durante o seu movimento e muito particularmente durante a travagem, é a aderência na interface pneu-pavimento que é responsável por certificar a segurança do usuário para frear, acelerar e fazer manobras. Alguns estudos já comprovam a existência de uma significativa correlação entre a macrotexture de pavimentos com taxas de acidentes nos Estados Unidos (Pulugurtha et al., 2011).

A macrotexture do revestimento é responsável pela drenagem superficial do pavimento, estabelecendo canais que proporcionam ao revestimento a capacidade de escoar a água acumulada na superfície da pista. O método mais utilizado para determinar a macrotexture de um pavimento, no Brasil, é pelo ensaio da Profundidade Média da Mancha de Areia (ABNT, 2016). O ensaio qualifica a superfície do revestimento, define a capacidade de dispersão da água presente entre o pneu, e mensura a distância média entre os agregados emerso e a superfície do pavimento (DNIT, 2006).

Deste modo, tendo em vista as informações apresentadas, o objetivo deste artigo é avaliar um determinado trecho da ERS-344 através de pesquisas de campo, identificando defeitos com base na norma DNIT 005/2003 – TER - Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia, e avaliar a condição da macrotextura do pavimento através do ensaio mancha de areia.

EMBASAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Definição de pavimento

De modo geral, podemos classificar os pavimentos em flexíveis, rígido e semi-rígido segundo o Manual de Pavimentação (DNIT-2006).

Pavimento Flexível: aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Exemplo típico: pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica.

Pavimento Rígido: Aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Exemplo típico: pavimento constituído por lajes de concreto de cimento portland.

Pavimento Semi-rígido: caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

Avaliação e classificação dos defeitos no pavimento

O pavimento tem por principal função o tráfego de veículos automotores, de forma segura e confortável durante toda sua vida útil. No passar dos anos, é recorrente o aparecimento de patologias na pista de rodagem, onde os mesmos comprometem a sua capacidade funcional e estrutural. Para Segre (2019) As principais causas podem variar desde o projeto à execução do pavimento, quanto às intempéries do clima, como sol, chuva, frio e

calor, e também ações decorrentes ao tráfego de veículos com sobrecarga, e/ou aumento considerável de trafegabilidade dos mesmos.

Segundo a norma Brasileira DNIT 005 (2003), dentre os principais defeitos encontrados em pavimentação asfáltica, podemos citar como exemplo: fendas (fissuras e trincas, podendo ser isoladas ou interligadas), afundamento (plástico e de consolidação), ondulação ou corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panela ou buraco, remendo (profundo ou superficial). Desta forma, para garantir boa condição de uso do pavimento, é imprescindível a realização de avaliações periódicas nos mesmos, a fim de verificar necessidade de reparos e intervenções necessárias.

Avaliação da macrotextura superficial do pavimento

A macrotextura é definida pela característica da faixa granulométrica do concreto asfáltico, pelo método de execução em campo, isto é, a compactação do material. A mesma é responsável pela aderência em médias e altas velocidades em pista molhada. Contribuindo para o escoamento da água entre o pneu e a superfície do revestimento com isso possibilitando uma diminuição significativa na ocorrência de hidroplanagem de modo que restabelece, mesmo que parcialmente, o contato seco (FERREIRA, 2002).

Conforme o “Manual de restauração de pavimentos asfálticos” do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT, 2006), a principal propriedade do pavimento no que diz respeito à segurança, independentemente de fatores relacionados com as condições em planta, perfil e seção transversal da rodovia, é a sua capacidade de proporcionar a adequada aderência e atrito entre a sua superfície e os pneus dos veículos. Nas especificações atuais do DNIT sobre misturas betuminosas foram incluídos dois métodos simples para avaliação das condições de aderência Pneu/Pavimento, sendo um deles o método da Mancha de Areia.

Mancha de areia

Segundo o “Manual de restauração de pavimentos asfálticos” do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT, 2006) o ensaio mancha de areia avalia a macrotextura e caracteriza a superfície do pavimento quanto a sua capacidade de escoamento

da água confinada entre o pneu e o pavimento, e quantifica a densidade, ou seja, a distância média entre os agregados aflorados na superfície do revestimento.

Tabela 01: Classe de Macrotextura (Mancha de areia).

AVALIAÇÃO DA MACROTEXTURA / MÉTODO DA ALTURA DE AREIA	
Classe	Profundidade Média (mm)
Muito fina ou muito fechada	$HS \leq 0,2$
Fina ou fechada	$0,20 < HS \leq 0,40$
Média	$0,40 < HS \leq 0,80$
Grosseira ou aberta	$0,80 < HS \leq 1,20$
Muito grosseira ou muito aberta	$HS \leq 1,20$

Fonte: Autoria Própria (2023).

A mancha de areia é uma medida indireta de textura que serve para determinar a média da profundidade da altura da mancha de areia (HS) em superfícies de pavimentos, este ensaio é regulamentado por duas normas, uma francesa (Mode Opératoires du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - Mesure de la Profondeur 40 au Sable - Mode Opérateur RG/2 Paris - 1971) e uma americana (ASTM E 965-96). Este procedimento consiste em preencher os vazios da textura da superfície do pavimento com um volume pré-definido, de areia natural limpa e seca, uniforme, espalhando-a com um disco espaçador com movimentos circulares e uniformes (PEREIRA, 2010).

METODOLOGIA

A natureza desta pesquisa tem âmbito quantitativo e qualitativo, pois tem como finalidade analisar os dados coletados em campo. Ademais, esta pesquisa tem como metodologia pesquisas bibliográficas em Artigos, Trabalhos de Conclusão de Curso e o Manual de Pavimentação, que contribuíram para abranger os conhecimentos no determinado assunto desejado.

Delimitação do trecho

A avaliação do pavimento flexível se deu num trecho, de 500m, da ERS-344, situado no contorno rodoviário da cidade de Santa Rosa/RS, mais precisamente próximo ao Bairro Sulina da mesma cidade (Imagem 01).

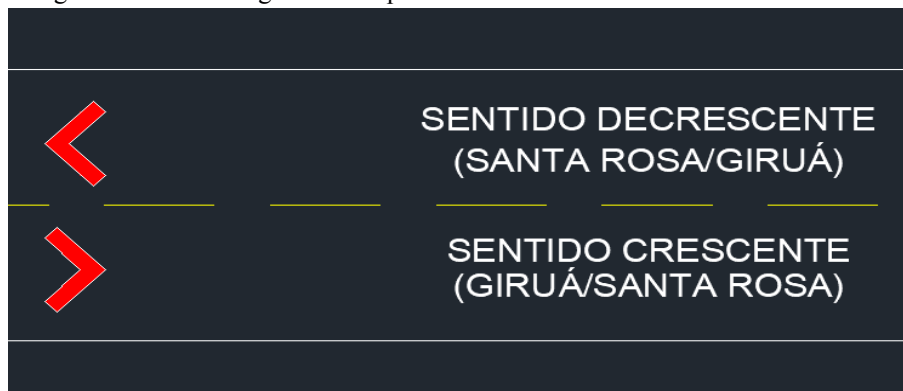
Imagem 01: Localização do trecho analisado.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2023).

O trecho possui uma extensão de 500 m, possuindo estaca inicial em 40+600 m e encontra-se localizado entre a rotatória de intersecção da ERS-344 e a BR-472, e a rotatória de intersecção das rodovias ERS-307 e ERS-162, conforme representado na Figura 01. Ambos os sentidos da rodovia foram analisados, sendo eles denominados como decrescente o sentido Santa Rosa/Giruá/RS, e crescente o sentido Giruá/Santa Rosa/RS, Imagem 02.

Imagem 02: Terminologia adotada para referenciar os sentidos do trecho em análise.



Fonte: Autoria própria (2023).

Após delimitar o trecho, foram definidas 13 estações em ambos os sentidos da via, onde a cada estação foi atribuído um número correspondente a uma estaca, as quais foram espaçadas a cada 40 metros. A localização das estacas na superfície de avaliação foram demarcadas sobre o pavimento por meio de pintura com tinta de demarcação na cor branca (Imagem 03) e, posteriormente, pintados mais dois traços, um 3,00m avante e outro 3,00m à ré em relação a cada estaca, DNIT 006 (2003).

Imagem 03: Demarcação das estacas.



Fonte: Autoria própria (2023).

Inventário das ocorrências - defeitos

Para obtenção de uma avaliação mais detalhada, utiliza-se o inventário de ocorrências estabelecido pelo DNIT 006 (2003), ANEXO B. Em cada estaca demarcada, no caso de pista única deve-se fazer para faixas de ambos os sentidos, necessita ser anotada a existência de todas patologias no pavimento, conforme estabelecido pela norma DNIT 005/2003 – TER, através de uma inspeção visual. Além dos defeitos, deve-se anotar ainda o tipo de seção de terraplenagem ocorrida na estação de avaliação, podendo ser aterro, corte ou mista (corte e aterro).

Para determinação da macrotextura foi utilizado o método da mancha de areia conforme a norma ASTM E 965-96, onde este consiste na aplicação uniforme de uma areia limpa e seca, com um volume conhecido de $25000\text{mm}^3 \pm 150\text{mm}^3$, composta por grãos que passam pela peneira de 0,250 mm e ficam retidos na peneira com abertura de 0,180 mm. A areia é espalhada sobre a superfície do revestimento de forma a preencher os seus vazios, por meio de um espalhador em forma cilíndrica de material metálico com o volume interno de 24cm^3 , é executado movimentos circulares até atingir uma perfeita distribuição da areia, de forma mais homogênea possível. Posteriormente, são medidos os diâmetros da mancha de areia em quatro direções e calculada a média desses valores, dessa forma, determinando a altura da macrotextura através da seguinte fórmula.

$$HS = \frac{4V}{\pi D^2}$$

Onde:

HS = altura média da mancha de areia em milímetros,

V = volume da areia (25000mm^3)

D = diâmetro médio do círculo de areia em milímetros.

RESULTADOS

Nesta seção são abordados os resultados obtidos através dos estudos realizados, descrevendo os mesmos e analisando o comportamento do pavimento dentro dos parâmetros normativos. Conforme mencionado anteriormente, os dados apresentados são relativos aos ensaios de macrotextura, a mancha de areia, e a apresentação dos principais defeitos, através do inventário normativo.

Avaliação do sentido decrescente

O trecho decrescente refere-se ao sentido Santa Rosa/Giruá, o qual apresenta leve declive e curva em sua extensão. Para a primeira análise, foram contabilizados todos os defeitos existentes no trecho em estudo e descritos no inventário normativo, disposto pelo Anexo B, DNIT 006 (2003), conforme Tabela 02.

Tabela 02: Inventário do estado da superfície do pavimento do trecho decrescente.

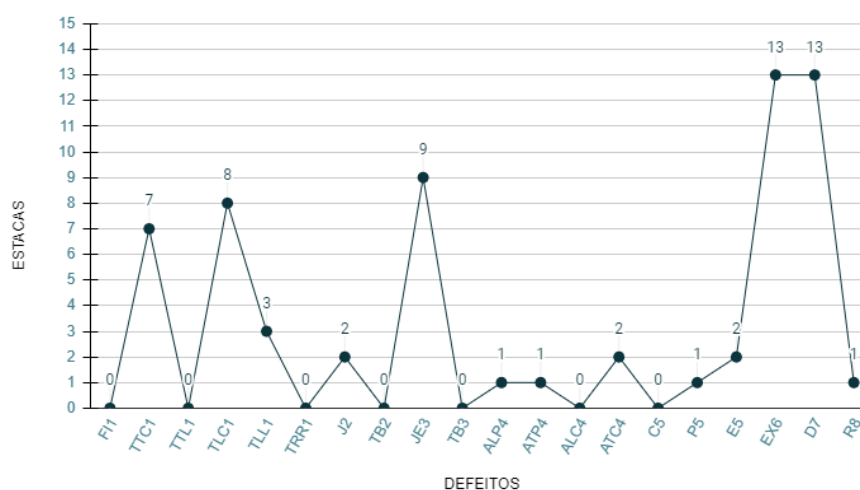
INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																						
RODOVIA		ERS-344																				
TRECHO		DECRESCENTE																				
		TRINCAS												AFUNDAMENTOS				DATA				
ESTACA	SEÇÃO TERRAP.	OK	ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID		OUTROS DEFEITOS					
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC-2		FC-3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8
									J 2	TB 2	JE 3	TBE 3										
1	M			X		X					X									X	X	
2	C													X						X	X	X
3	C															X				X	X	
4	C															X				X	X	
5	C			X		X	X				X									X	X	
6	C			X		X			X		X								X	X	X	
7	C			X		X	X		X		X									X	X	
8	C																			X	X	
9	C					X					X								X	X	X	X
10	M			X		X					X									X	X	
11	M			X		X	X				X									X	X	
12	M			X		X					X		X							X	X	
13	A																			X	X	

Fonte: Anexo B, DNIT 006 (2003), modificado.

No que tangencia os defeitos da pavimentação, evidenciados pela Tabela 02, podemos observar que o trecho apresentou diversos defeitos na superfície do pavimento, os quais em sua grande maioria, são relacionados às tipologias “1” e “3” (trincas isoladas transversais e verticais, e trincas interligadas do tipo jacaré), e a tipologia “6” e “7” (exsudação e desgaste), onde estes últimos ocorreram por toda a extensão do trecho em análise. Outros defeitos, em pequena escala, foram encontrados, onde observamos a tipologia “4” (afundamento plástico e consolidado), “5” (escorregamento e panelas) e “6” (remendo).

A seguir, a Imagem 04 traz uma relação de quantas vezes cada defeito pontuado na tabela anterior foram encontrados no decorrer das 13 estacas analisadas.

Imagem 04: Total de estacas com defeitos no trecho decrescente.



Fonte: Autoria própria (2023)

A seguir, na Tabela 3, são apresentados os dados referentes ao sentido decrescente do trecho obtidos através do ensaio de mancha de areia, onde consta quatro medições do diâmetro da mancha em diferentes orientações e respectivamente a sua média, e ainda apresenta o cálculo da altura da mancha de areia (HS) das estacas em que foram executados o ensaio em campo bem como a classificação da macrotextura do pavimento conforme a norma da ASTM E 965-96.

Tabela 3: Valores da Macrotextura pelo Método Mancha de Areia.

DETERMINAÇÃO MACROTEXTURA SUPERFICIAL								
TRECHO 1- SENTIDO DECRESCENTE							DATA:	8/5/2023
Ponto	Estaca	d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	d4 (mm)	d Médio (mm)	Altura Média (mm)	Classe
1	0	310	320	345	324	324,8	0,30	Fina ou fechada
2	40	355	347	350	380	358,0	0,25	Fina ou fechada
3	80	460	415	414	422	427,8	0,17	Muito fina ou Muito fechada
4	120	410	415	445	435	426,3	0,18	Muito fina ou Muito fechada
5	160	290	295	295	305	296,3	0,36	Fina ou fechada
6	200	344	293	33	340	252,5	0,50	Média
7	240	314	325	335	292	316,5	0,32	Fina ou fechada

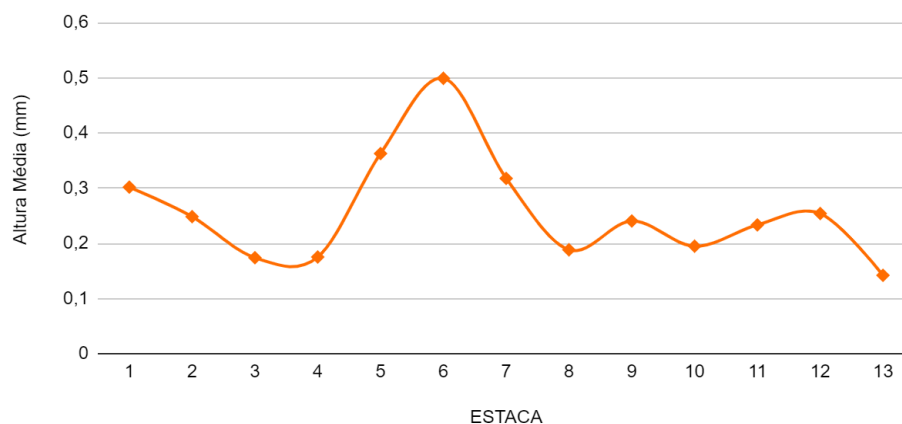
Ponto	Estaca	d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	d4 (mm)	d Médio (mm)	Altura Média (mm)	Classe
8	280	410	415	425	395	411,3	0,19	Muito fina ou Muito fechada
9	320	367	370	383	335	363,8	0,24	Fina ou fechada
10	360	405	373	441	398	404,3	0,19	Muito fina ou Muito fechada
11	400	380	375	382	340	369,3	0,23	Fina ou fechada
12	440	380	333	370	333	354,0	0,25	Fina ou fechada
13	480	470	440	498	486	473,5	0,14	Muito fina ou Muito fechada

Fonte: Autoria própria (2023)

Pode-se perceber que o trecho descrente apresenta em sua maioria uma macrotextura fina ou fechada, dos 13 pontos analisados, 7 foram classificados dessa forma, o que totalizou 53,85%. Enquanto 38,46%, possuem textura muito fina, o que representa 5 pontos dos analisados. E apenas 1 ponto apresentou textura média, ou seja, apenas 7,69% do trecho.

No Imagem 05 é possível observar a variação dos valores da macrotextura do pavimento entre as estacas analisadas. O manual do DNIT recomenda limites de valores para a altura média da mancha de areia entre $0,6 \text{ mm} < H_m < 1,2 \text{ mm}$, ou seja, textura superficial do pavimento média a grosseira. Sendo assim, nenhum dos pontos analisados atendeu às condições de segurança impostas pelos DNIT.

Imagem 05: Variação da Macrotextura do Pavimento.



Fonte: Autoria própria (2023)

Avaliação do sentido crescente

O trecho crescente refere-se ao sentido Giruá/Santa Rosa, o qual apresenta leve aclive e curva em sua extensão. Para a análise, foram contabilizados todos os defeitos existentes no

trecho em estudo e descritos no inventário normativo, disposto pelo Anexo B, do DNIT 006 (2003), conforme apresentado na Tabela 04.

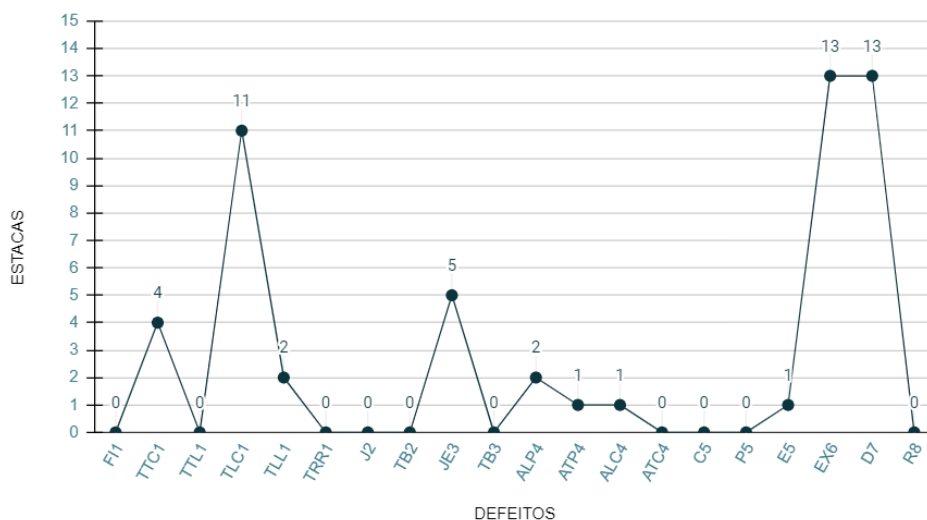
Tabela 04: Inventário do estado da superfície do pavimento do trecho crescente.

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																					
RODOVIA		ERS-344																			
TRECHO		CRESCENTE																			
		DATA 8/5/2023																			
ESTACÃO	SEÇÃO TERRA P	OK	TRINCAS						AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS								
			ISOLADAS			INTERLIGADAS			PLÁSTICO		CONSOLID		OUTROS DEFEITOS								
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC-2	TB 2	JE 3	TBE 3	ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7
1	M				X	X				X			X					X	X	X	
2	C		X		X														X	X	
3	C				X														X	X	
4	C																		X	X	
5	C		X							X									X	X	
6	C				X														X	X	
7	C				X														X	X	
8	C				X														X	X	
9	C		X		X					X			X		X				X	X	
10	M		X		X					X									X	X	
11	M				X	X													X	X	
12	M				X														X	X	
13	A				X					X									X	X	

Fonte: Anexo B, DNIT 006 (2003), modificado.

Vinculado aos dados, a Imagem 06 traz novamente uma relação de quantas vezes cada defeito foi encontrado no decorrer das 13 estacas analisadas do sentido crescente.

Imagem 06: Total de estacas com defeitos no trecho crescente.



Fonte: Autoria própria (2023)

Observamos que os defeitos da pavimentação referente à esse trecho, se limitaram às tipologias “1” (trinca longitudinal curta), “6” (exsudação) e “7” (desgaste), onde os dois últimos novamente se deram no decorrer de toda extensão da pavimentação. Os demais

defeitos pontuados, se encontram de forma moderada, como os casos das “trincas transversais curtas” e “trincas interligadas de jacaré”.

A seguir, na Tabela 5, são apresentados os dados referentes ao sentido crescente do trecho obtidos através do ensaio de mancha de areia, onde consta quatro medições do diâmetro da mancha em diferentes orientações e respectivamente a sua média, e ainda apresenta o cálculo da altura da mancha de areia (HS) das estacas em que foram executados o ensaio em campo bem como a classificação da macrotextura do pavimento conforme a norma da ASTM E 965-96.

Tabela 5: Valores da Macrotextura pelo Método Mancha de Areia.

DETERMINAÇÃO MACROTEXTURA SUPERFICIAL								
TRECHO 1- SENTIDO CRESCENTE							DATA:	8/5/2023
Ponto	ESTACA	d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	d4 (mm)	d Médio (mm)	Altura Média (mm)	Classe
1	40+600	334,0	352,0	325,0	367,0	344,5	0,27	Fina ou fechada
2	40+640	344,0	331,0	314,0	332,0	330,3	0,29	Fina ou fechada
3	40+680	320,0	300,0	324,0	314,0	314,5	0,32	Fina ou fechada
4	40+720	398,0	384,0	377,0	415,0	393,5	0,21	Fina ou fechada
5	40+760	300,0	299,0	318,0	276,0	298,3	0,36	Fina ou fechada
6	40+800	445,0	413,0	445,0	438,0	435,3	0,17	Muito fina ou Muito fechada
7	40+840	220,0	214,0	207,0	210,0	212,8	0,70	Média
8	40+880	303,0	315,0	284,0	262,0	291,0	0,38	Fina ou fechada
9	40+920	286,0	322,0	279,0	323,0	302,5	0,35	Fina ou fechada
10	40+960	290,0	258,0	280,0	270,0	274,5	0,42	Média
11	41+000	254,0	252,0	243,0	255,0	251,0	0,51	Média
12	41+040	292,0	280,0	306,0	254,0	283,0	0,40	Fina ou fechada
13	41+080	260,0	250,0	253,0	252,0	253,8	0,49	Média

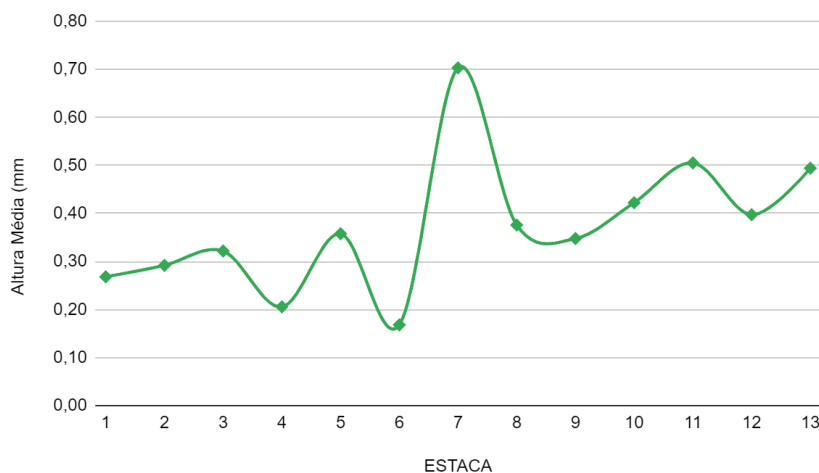
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados da tabela é possível observar que o sentido crescente apresenta 61,54% do seu trecho classificado como fino ou fechado, ou seja, 8 pontos dos 13 analisados. Já 30,69%, possuem textura média, contabilizando 4 dos pontos. Enquanto 7,69% do trecho, dispõem de textura muito fina, o que representa apenas 1 ponto analisado do total.

Na Imagem 07, onde apresenta a variação dos valores da macrotextura do pavimento entre as estacas analisadas, podemos observar que dos 13 pontos analisados, apenas 1 atendeu

às condições de segurança impostas pelos DNIT, esta que recomenda valores para a altura média da mancha de areia entre **0,6 mm < Hm < 1,2 mm**.

Imagem 07: Variação da Macrotextura do Pavimento

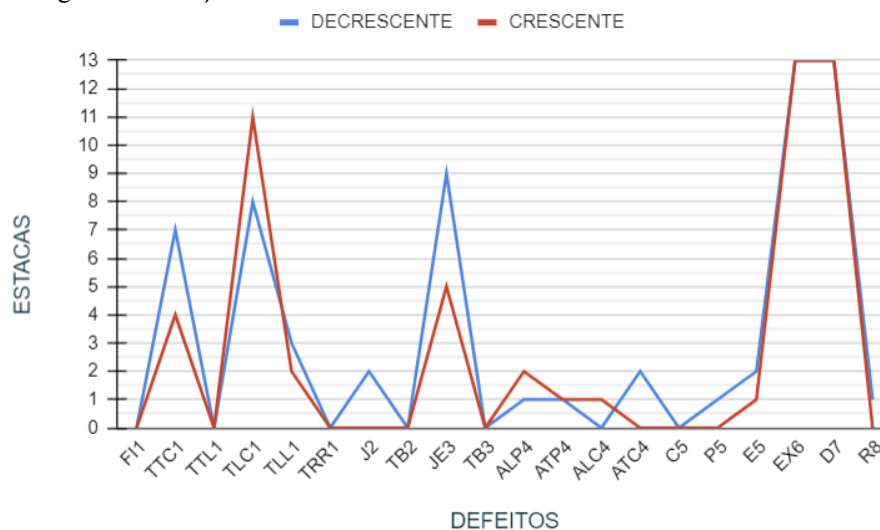


Fonte: Autoria própria

Análise de ambos os trechos

A partir do estudo realizado, percebe-se que para cada sentido há solicitações distintas do pavimento, em virtude do mesmo haver declive e aclave, o que reflete diretamente nos defeitos mensurados, conforme demonstrativo na Imagem 08.

Imagem 08: Relação dos defeitos encontrados em ambos os sentidos do trecho em análise.



Fonte: Autoria própria (2023).

Diante dos dados apresentados, concluímos que o agravante de maior intensidade situou-se no sentido decrescente, declive, visto que o mesmo apresentou maiores pontos com diversos tipos de trincas, além de apresentar outros defeitos como panela, remendo e escorregamento. Em complemento, a Imagem 09 traz os principais defeitos encontrados em ambos os sentidos.

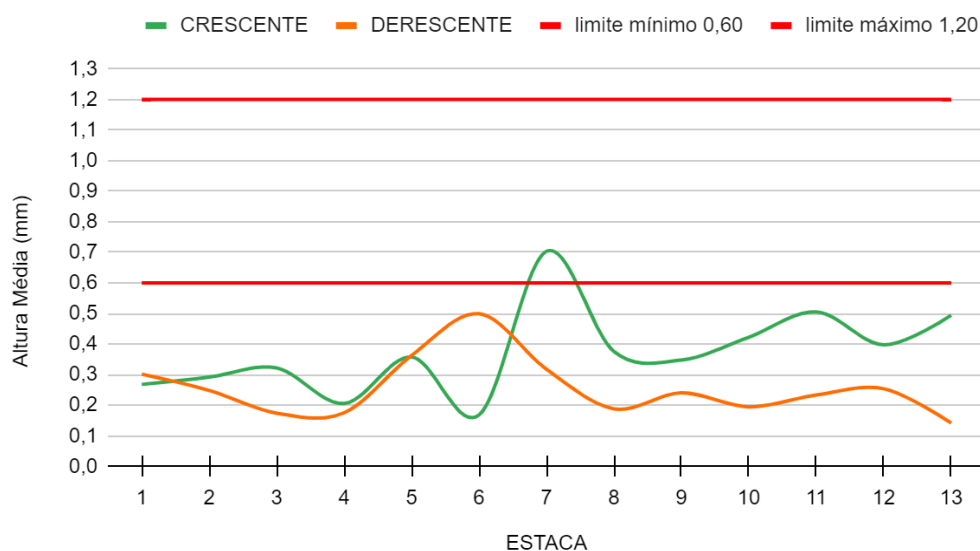
Imagem 09: Principais defeitos do pavimento analisado.



Fonte: Autoria própria (2023)

A Imagem 10 demonstra a variação dos valores da macrotextura em ambos os sentidos da via, onde é possível observar que o sentido crescente apresenta condições pouco superiores em relação ao sentido decrescente, mas que ainda assim não atende às condições mínimas de segurança. Pode-se observar ainda que em toda a extensão do pavimento analisado, o sentido crescente possui apenas 1 dos 13 pontos dentro das recomendações, enquanto o sentido decrescente não obteve nenhum. Dados estes, que apontam para uma intervenção a fim de melhorar a textura do pavimento e proporcionar um aumento do atrito, para dessa forma, atender às condições mínimas de segurança recomendadas pelo DNIT.

Imagem 10: Variação da Macrotextura em Ambos os Sentidos.



Fonte: Autoria própria (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo objetivou analisar os defeitos existentes e a macrotextura em uma pista de rodagem de um pavimento pertencente à ERS-344, situado no entorno do município de Santa Rosa/RS. Após análise dos dados obtidos, concluímos que ambos os trechos apresentaram defeitos em comum, por grande parte das estacas, como exsudação, desgastes, trincas longitudinais, transversais e interligadas. Em ambos os sentidos, outros desgastes foram encontrados em pequena escala, como afundamentos plásticos e consolidados.

Quanto aos ensaios de mancha de areia, os resultados expressam a atual condição da camada superficial do revestimento asfáltico referente ao trecho da ERS-344, e comprovam um valor médio da macrotextura no sentido crescente de 0,36mm e no sentido decrescente 0,24mm, assim demonstrando que nenhum dos pontos analisados está com a macrotextura dentro da especificação recomendadas pelo DNIT. Dessa maneira, foi concluído que, todo o trecho está com as condições de segurança comprometidas em virtude da falta de aderência superficial, comprometendo não somente na condição de pavimento seco, mas principalmente sob condição de chuva, visto que implica na resistência à derrapagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS - FALTA FORMATAR

Pulugurtha, S. S.; Patel, K.; KUSAM, P. R. (2011) **Pavement Macrotexture Thresholds to Enhance Safety: Case Study Using I-40 Data in Durham County, North Carolina.** Transportation Research Board. Washington DC, Estados Unidos, 2011

Disponível em

<https://trid.trb.org/view/1092274>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES.

Manual de restauração de pavimentos asfálticos. DNIT. Rio de Janeiro: IPR-720, 2006. 310 p. Disponível em:

https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/720_manual_restauracao_pavimentos_afalticos.pdf

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT 005/2003 - TER: **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia.** Rio de Janeiro, 2003. Disponível em:

https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit_005_2003_ter-1.pdf

SEGRE, T. S. P. **Pavimentos flexíveis: análise dos defeitos em função da sua origem e suas consequências na vida útil.** Geocentro. Brasília/DF. 2019.

MATTOS, J. R. G. **Avaliação da aderência pneu-pavimento e tendências de desempenho para a rodovia BR-290/RS.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

PEREIRA, C. A.. **Análise da Aderência Pneu-Pavimento em Rodovias dos Estados de Pernambuco e da Paraíba com Elevado índice de Acidentes.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

FERREIRA, Patrícia Nunes. **Avaliação da macrotextura de trechos pavimentados de rodovias estaduais situadas na região insular do município de Florianópolis.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Em 13 anos, frota de veículos aumenta mais de 80% em Horizontina. Jornal Novo Horizonte, Horizontina, 3 de abril de 2020. Disponível em:

<https://www.jornalnovohorizonte.com.br/em-13-anos-frota-de-veiculos-aumenta-mais-de-80-e-m-horizontina/#:~:text=Em%20Santa%20Rosa%2C%20maior%20munic%C3%ADpio,outros%20dois%20munic%C3%ADpios%20da%20regi%C3%A3o.>