

## AVALIAÇÃO DA MACROTEXTURA EM TRECHO PAVIMENTADO NO MUNICÍPIO DE IJUÍ-RS<sup>1</sup>

**Natiele Andressa Kamphorst<sup>2</sup>, Paula Bellé Blume<sup>3</sup>, André Luiz Böck<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisa realizada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso pertencente ao curso de Engenharia Civil da UNIJUI – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande de Sul.

<sup>2</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Civil da UNIJUI, natiele.kamphorst@sou.unijui.edu.br

<sup>3</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Civil da UNIJUI, paula.blume@sou.unijui.edu.br

<sup>4</sup> Docente do curso de graduação em Engenharia Civil da UNIJUI – andre.bock@unijui.edu.br

### RESUMO

A pavimentação faz parte da infraestrutura do município e com o grande aumento de veículos a demanda por vias asfaltadas cresce, já que a necessidade de locomoção e o transporte vem aumentando. A estrutura do pavimento é composta por várias camadas, sendo a última a camada de revestimento asfáltico, de maneira que essa tem o papel de receber as cargas e transmitir para o restante da estrutura e, é nela que se manifestam as patologias encontradas e também traz aos usuários conforto e segurança quando trafegam. A camada de rolamento apresenta uma textura, a aderência pneu-pavimento, que tem grande importância quanto aos aspectos relacionados à segurança viária, quando a aderência não acontece há ocorrência de acidentes, o gasto com pneus e combustível aumenta, gerando também um desconforto durante a trajetória. Com isso, o presente trabalho tem como principal objetivo analisar a macrotextura dos pavimentos localizado em Ijuí que estão sendo executados, observando a variabilidade das texturas existentes, conforme especificações e normas que orientam essa verificação. Para as análises foi realizado o ensaio de Altura média de Mancha de Areia, e seguiu-se o procedimento citado em norma para verificação. Os resultados para textura do pavimento foram satisfatórios apresentando valores consideráveis e de acordo com as especificações, houve uma variabilidade elevada em alguns pontos levando em conta uma obra recém executada, porém essa variabilidade acontece pois o processo de execução do pavimento é realizado em etapas onde tem-se diferentes climas e períodos de execução. Com isso busca-se contribuir para melhorar ainda mais as condições de futuros serviços, prezando sempre na qualidade e segurança dos usuários.

**Palavras-chave:** Pavimentação asfáltica. Textura. Condição de segurança.

### ABSTRACT

Paving is part of the municipality's infrastructure and with the large increase in vehicles, the demand for paved roads grows, as the need for locomotion and transportation is increasing. The pavement structure is made up of several layers, the last being the asphalt coating layer, so that it has the role of receiving the loads and transmitting them to the rest of the structure, and it is there that the pathologies found are manifested and also brings users comfort and safety when traveling. The tread layer presents a texture, the tire-pavement adhesion, which is of great importance in terms of aspects related to road safety. trajectory. With this, the present work has as main objective to analyze the macrotexture of the pavements located in Ijuí that are being executed, observing the variability of the existing textures, according to specifications and norms that guide this verification. For the analyses, the Sand Spot Average Height test was

carried out, and the procedure mentioned in the norm for verification was followed. The results for the texture of the pavement were satisfactory, showing considerable values and according to the specifications, there was a high variability in some points, taking into account a recently executed work, but this variability happens because the process of execution of the pavement is carried out in stages where there is up different climates and running times. With this, we seek to contribute to further improving the conditions of future services, always focusing on the quality and safety of users.

**Keywords:** Asphalt paving. Texture. Security conditions.

## INTRODUÇÃO

O aumento da necessidade por deslocamento tanto de pessoas como o transporte fez com que a pavimentação de novas estradas cresça juntamente com as melhorias nas pavimentações já existentes, melhorando na infraestrutura dos municípios e permitindo que motoristas se desloquem com mais segurança, conforto e menor tempo. Quando se fala em avaliação de pavimento a primeira ideia que se tem são as irregularidades e patologias que podemos encontrar, as fissuras, trincas e buracos são notadas com mais facilidades aos motoristas que trafegam pela via (PEDER, 2017). Mas a principal propriedade do pavimento em relação à segurança é a aderência e atrito da superfície do revestimento em contato com o pneu do veículo (DNIT, 2006).

De acordo com Mattos (2009), a aderência pneu-pavimento indica o comportamento funcional do pavimento, o contato de interação entre ambos, ainda com ajuda de uma boa textura e drenagem superficial, certifica-se de bons resultados em relação a frenagens de emergência e manobras desejadas. Para Pereira (2010), além das leis de trânsito, outra medida que pode auxiliar na diminuição de acidentes é trazer as estradas qualidade durante a execução e com isso melhores condições da superfície do pavimento.

A condição da camada de rolamento interfere no conforto e principalmente na segurança dos usuários, a aderência pneu-pavimento em pistas molhadas contribuem para redução da ocorrência de acidentes, pois a hidroplanagem acontece devido à falta de escoamento da água deixando uma fina camada de água sobre o pavimento fazendo com que os pneus percam o contato com a superfície do revestimento. (BERNUCCI *et al.* 2006). A superfície quando mal executada além do risco de acidentes, causa vários malefícios tanto aos usuários quanto aos veículos que trafegam sobre ela. A qualidade da camada de rolamento

proporciona redução de manutenção dos veículos principalmente o gasto com pneus e consumo de combustível, trazendo maior conforto e menor tempo de viagem. (BALBO, 2007).

Segundo o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (2006, p. 105), o ensaio mancha de areia avalia essa característica de suma importância, a macrotextura da superfície do pavimento é a capacidade de escoamento da água confinada entre pneu e pavimento, a partir desse ensaio pode-se quantificar a distância média entre os agregados emersos na superfície do revestimento. Com isso, o objetivo geral da pesquisa é analisar a macrotextura de um pavimento flexível e a sua variabilidade em obra de pavimentação escolhida no município de Ijuí.

## **METODOLOGIA**

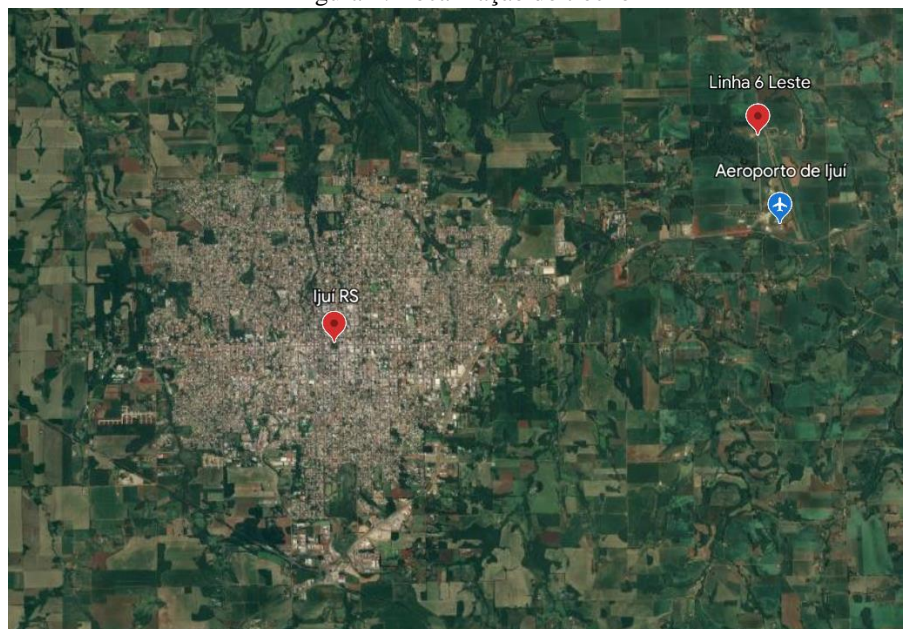
O estudo pode ser classificado quanto a sua natureza como básica, objetivando buscar novos conhecimentos para aplicação prática. Sendo classificada com uma pesquisa quantitativa, ou seja, traduz opiniões e número em informações que serão analisadas e quantificadas e também uma pesquisa exploratória e descritiva, envolvendo levantamento bibliográfico e estudo de caso, incluindo coleta de dados, análise a partir de ensaios e interpretação de resultados. Inicialmente foi escolhido o trecho para o estudo, sendo esse uma via recém pavimentada no município de Ijuí. A partir disso, foi realizado os ensaios de Mancha de Areia no local, de posse aos dados coletados os resultados foram analisados e comparados com valores sugeridos em normas.

## **LOCALIZAÇÃO DO TRECHO**

O trecho escolhido para a análise está localizado no município de Ijuí, Linha 6 Leste, Distrito Floresta, próximo ao aeroporto de Ijuí, nas coordenadas 28°21'31.8"S e 53°51'02.8"W. Na Figura 1 apresenta-se o mapa com sua localização.



Figura 1: Localização do trecho



Fonte: Google Earth (2023).

O motivo pelo qual foi escolhido essa obra foi justamente por ser uma obra de pavimentação nova e um trecho extenso com várias possibilidades de variabilidades para o estudo. A obra começou em dezembro de 2022 com a terraplanagem do trecho, logo após as camadas de estrutura do pavimento e por fim a camada de C.B.U.Q., iniciada sua execução em fevereiro de 2023 e finalizada em abril de 2023. Os ensaios de altura média de mancha de areia foram realizados em maio de 2023 posterior a conclusão da obra. Na Figura 2 pode-se observar o antes e depois da pavimentação.

Figura 2: Trecho antes, durante a execução e concluído



Fonte: Autoria própria (2023).



Foram escolhidos três trechos para análise da macrotextura do pavimento, cada um com características diferentes, localizados conforme mostra a Figura 3.

Figura 3: Local dos ensaios



Fonte: Google Earth (2023).

Todos os trechos são caracterizados diferentemente de acordo com seu perfil longitudinal final, o primeiro sendo um trecho plano, o segundo um declive e o terceiro um acive. Para a análise foi utilizado a pista da direita na trilha de roda externa no sentido BR-285 ao interior do município (sentido sul – norte).

### ENSAIO DE ALTURA MÉDIA DE MANCHA DE AREIA

O principal objetivo é a verificação da aderência pneu-pavimento garantindo uma segurança aos usuários. O ensaio foi realizado em 3 diferentes trechos, conforme já mencionados. Cada um dos trechos analisados foi demarcado 10 pontos tendo entre eles uma distância de 10 metros. Na figura temos as demarcações dos trechos.



Figura 4: Demarções dos pontos nos trechos



Fonte: Autoria própria (2023).

Esse procedimento de demarcação foi realizado nos 3 trechos escolhidos, nas figuras 5, 6 e 7 temos uma imagem do mapa e na via da localização dos pontos em cada um dos trechos.

Figura 5: Trecho 1, 2 e 3 mapas de localização dos pontos



Fonte: Autoria própria (2023).

O trecho 1 conforme já mencionado se trata de um trecho plano, onde foi necessário apenas uma regularização da superfície durante a etapa de terraplanagem. No trecho 2 um terreno em declive sendo necessário um corte no perfil do terreno durante a terraplanagem para cumprir os requisitos do projeto. E no trecho 3 caracterizado pelo aclave do terreno foi necessários aterros e cortes para evitar uma rampa com uma inclinação muito acentuada. Na Figura 6 pode-se observar fotos tiradas no dia do ensaio.



Figura 6: Trecho 1, 2 e 3 locais de ensaio



Fonte: Autoria própria (2023).

O ensaio consiste em espalhar um volume de 25.000mm<sup>3</sup> de areia padrão (material granular constituído por esferas de vidro), conforme especificações, sendo essa passante na peneira nº 60 (0,250mm) e retida na peneira nº 80 (0,180mm), espalhando-a com movimentos circulares sobre a superfície com o auxílio de um espalhador circular distribuindo uniformemente até o aparecimento de algumas pontas dos agregados, após esse procedimento mede-se o diâmetro da mancha em quatro direções distintas, com o auxílio de régua e finaliza com a média das medidas encontradas (BERNUCCI *et al.*, 2006). Na figura 7 observa-se os equipamentos utilizados juntamente com o processo de medição para os ensaios.

Figura 7: Procedimento e materiais utilizados para ensaio



Fonte: Autoria própria (2023).

A altura média da mancha é calculada através da expressão:

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

Onde:

HS = altura média de mancha de areia em mm;



$V$  = volume constante de areia de 25.000mm<sup>3</sup>;

$D$  = diâmetro médio do círculo de areia em mm.

A análise é finalizada comparando os resultados com a tabela a seguir:

Tabela 1: Classes de macrotextura

Classe	Altura média de mancha de areia (mm)
Muito fina ou muito fechada	$HS \leq 0,20$
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	$HS > 1,20$

Fonte: BERNUCCI *et al.* (2006, p.432).

Conforme DNIT (2006) a altura média recomendada para a macrotextura do pavimento asfáltico fica na faixa de 0,6mm e 1,2mm, sendo abaixo de 0,6mm uma textura muito fina com riscos de hidroplanagem e acima de 1,2mm uma textura muito rugosa causando ruído durante a passagem no rolamento, maior consumo de combustível e desgaste dos pneus.

Para Ferreira (2002, p.41) *apud* Pasquet (1968) além da classificação conforme a altura média encontrada é proposta uma recomendação considerando a velocidade permitida da via. No quadro abaixo apresenta-se a recomendação.

Quadro 1: Altura média recomendada de acordo com a velocidade permitida

Altura Média de Areia HS (mm)	Textura Superficial	Aplicação do Revestimento
$HS \leq 0,20$	Muito fina ou muito fechada	Não deve ser utilizado
$0,20 < HS \leq 0,40$	Fina ou fechada	Reservado para zonas urbanas ( $V < 80$ km/h)
$0,40 < HS \leq 0,80$	Média	Indicado para vias com $80$ km/h $< V < 120$ km/h
$0,80 < HS \leq 1,20$	Grosseira ou aberta	Indicado para vias rápidas com $V > 120$ km/h
$HS > 1,20$	Muito aberta	Indicado em casos especiais (zonas de perigo constante com longos trechos retos, zonas onde há uma presença constante de contaminantes, etc.)

Fonte: Ferreira (2002) *apud* Pasquet (1968).

Como se trata de uma via onde o limite de velocidade permitida é de 60 Km/h, conforme apresentado no quadro acima a altura média limite mínima para esse trecho é de 0,20mm, fora dela, os riscos com acidentes tendem a aumentar.



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

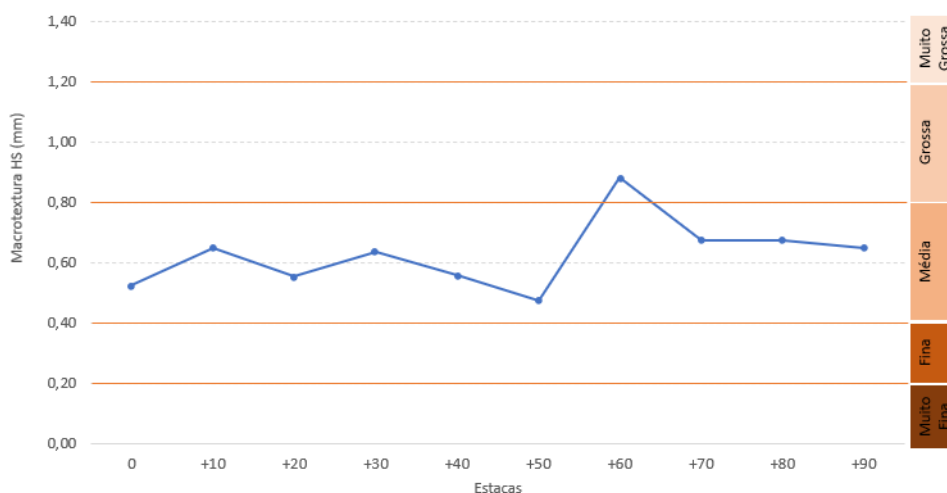
A variabilidade da textura da superfície foi analisada em três diferentes trechos e serão apresentados logo abaixo, inicialmente com uma análise individual de cada seguimento e após os resultados em conjunto. Na tabela abaixo encontra-se os resultados finais da altura média de mancha de areia calculada em cada um dos trechos.

Tabela 2: Levantamento dos resultados

Ponto	ESTACA	Trecho 1 (Plano)		Trecho 2 (Declive)		Trecho 3 (Active)	
		Altura Média (mm)	Textura Superficial	Altura Média (mm)	Textura Superficial	Altura Média (mm)	Textura Superficial
1	0	0,52	Média	0,60	Média	0,55	Média
2	+10	0,65	Média	0,57	Média	0,40	Fina
3	+20	0,55	Média	0,60	Média	0,49	Média
4	+30	0,64	Média	0,38	Fina	0,75	Média
5	+40	0,56	Média	0,57	Média	0,74	Média
6	+50	0,48	Média	0,48	Média	0,93	Grosseira
7	+60	0,88	Grosseira	0,42	Média	0,70	Média
8	+70	0,67	Média	0,39	Fina	0,74	Média
9	+80	0,67	Média	0,44	Média	0,62	Média
10	+90	0,65	Média	0,42	Média	0,57	Média

Na tabela podemos observar 3 pontos onde a textura ficou classificada como fina e outros 2 pontos classificados como grosseira, como isso já podemos perceber a variabilidade existente entre os trechos. Abaixo segue as análises separadamente.

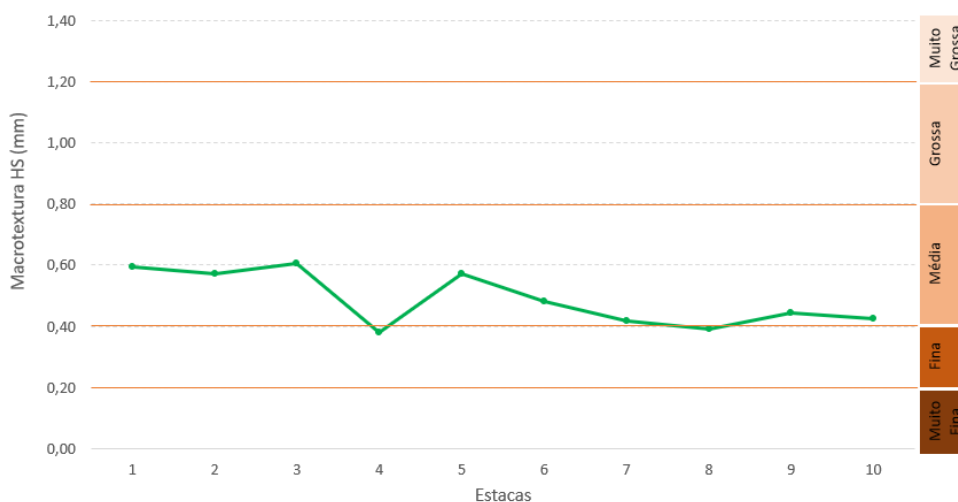
Figura 8: Trecho 1 (plano)



Fonte: Autoria própria (2023)

O primeiro trecho temos um valor médio de 0,63mm segundo a classificação uma textura média, os valores variam de 0,48mm a 0,88mm com desvio padrão de 0,11. Podemos observar que temos um ponto na estaca +60 onde a macrotextura é grossa e no ponto anterior a ele estaca +50 o valor ficou próximo a classificação da textura fina apresentando um coeficiente de variação é 17,01% uma variabilidade média entre os pontos naquele trecho.

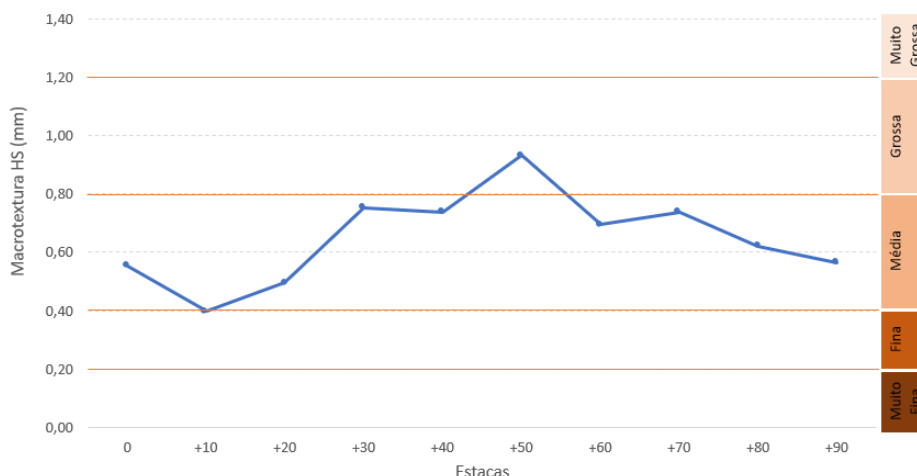
Figura 9: Trecho 2 (Declive)



Fonte: Autoria própria (2023)

No segundo trecho o valor médio das alturas obtidas resultou em 0,49mm classificada com textura média, os valores nesse trecho variam de 0,38mm a 0,60mm com desvio padrão de 0,08. De acordo com a Figura 9 as alturas tiveram um decréscimo nos resultados levando a texturas próximas a fina, apresenta um coeficiente de variação entre os pontos de 17,35% uma variável média presente no trecho 2.

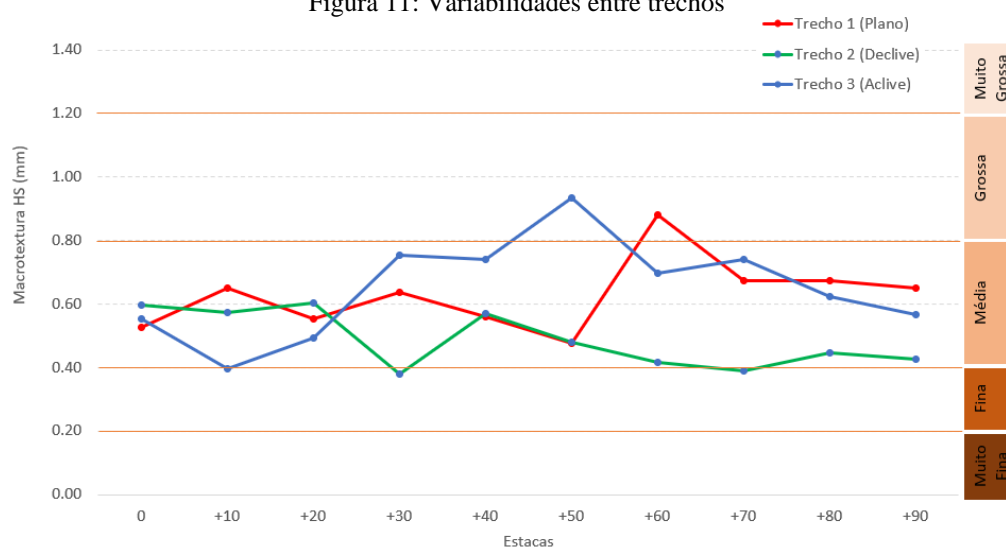
Figura 10: Trecho 3 (Active)



Fonte: Autoria própria (2023)

No trecho 3 pode-se observar, conforme Figura 10, uma variabilidade entre os pontos maior em comparação com os demais e a média entre os valores das alturas ensaiadas ficou em 0,65mm uma textura média próxima ao trecho 1, os valores nesse trecho variam de 0,40mm a 0,93mm apresentando um desvio padrão de 0,15. Ainda na Figura 10 pode-se perceber que os valores foram próximos a texturas grossas segundo a classificação, possui um coeficiente de variação de 22,54% uma variabilidade maior em comparação aos demais trechos.

Figura 11: Variabilidades entre trechos



Fonte: Autoria própria (2023)

De modo geral os valores em ambos os trechos variam dentro da classificação média de textura, porém segundo as especificações de segurança os valores devem variar entre 0,6 mm a 1,2 mm podendo em alguns pontos a textura ser mais grosseira, principalmente no trecho 2 (demostrado no gráfico a linha verde) se tratando de um trecho onde se tem um declive no terreno exigindo em alguns casos maiores manobras dos veículos e elevando a velocidade podendo apresentar patologias como os afundamentos. Já os trechos 1 e 3 (demostrados na Figura 11 a linha vermelha e azul sucessivamente) apresentam valores mais próximos com pontos classificados com texturas grossas e outros próximos a textura fina, existe uma grande variabilidade entre os trechos analisados visto que se trata de um pavimento novo.

Em todos os trechos em comparação a velocidade permitida na via possuem valores de texturas dentro do sugerido para o trecho, conforme pode-se observar no quadro 1, a média entre os valores dos três trechos resultou em 0,59 mm classificada como textura média apresentando um desvio padrão de 0,14 e coeficiente de variação 23,08% demonstrando a variabilidade presente no trecho.



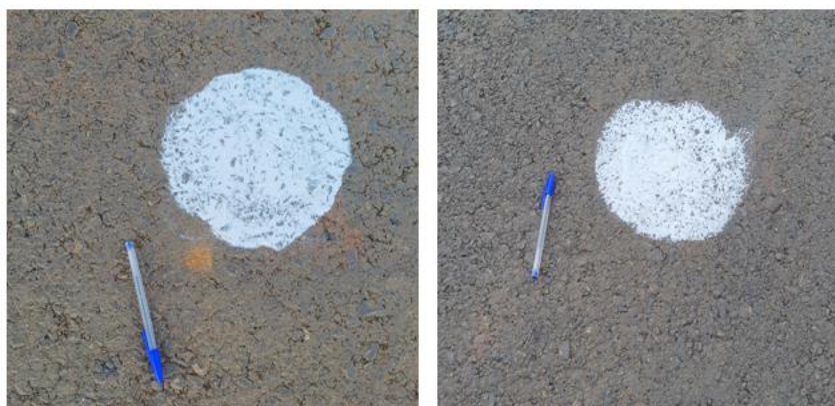
Nas figuras abaixo observa-se algumas variações nas texturas, essas foram tiradas no momento que foi realizado os ensaios e pode-se ver claramente a diferença existente comparando a dimensão da mancha em relação a referência (caneta).

Figura 12: Texturas ensaiadas (Textura fechada)



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 13: Texturas ensaiadas (Textura aberta)



Fonte: Autoria própria (2023)

Na figura 12 temos exemplos encontrados de uma textura fechada, percebe-se pelo aspecto da via apresentar uma textura lisa, gerando valores correspondentes a macrotextura fina que aumenta os riscos de hidroplanagem. Na Figura 13 representa uma textura aberta, apresentada pelo aspecto de uma via mais rugosa, trata-se de uma macrotextura grossa que pode causar desgaste em pneus, ruído ao transitar e maior consumo de combustível.

Vale ressaltar que a mistura utilizada em todo trecho pavimentado é a mesma e consegue-se ver que a textura apresentou uma variabilidade em vários pontos, porém o trecho como um todo foi pavimentado em etapas, em dias e temperaturas diferentes, tempo de transporte, espalhamento e compactação também pode haver diferenças. Outro fator que pode

afetar a variabilidade é o processo de execução durante as obras, de forma que o primeiro trecho é justamente o primeiro a ser finalizado, dessa maneira para a execução do restante da via foi necessário transitar sobre ele, sendo assim todos esses fatores podem interferir diretamente na textura final da superfície.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho tratou sobre a macrotextura de uma pavimentação nova executada no município de Ijuí, para assim analisar a variabilidade das texturas e as condições de segurança da camada superficial.

A macrotextura, ensaio de mancha de areia, apresentou um resultado satisfatório dentro das especificações, seguindo uma textura que se enquadra na velocidade permitida da via, sendo fundamental uma atenção nesse aspecto já que se trata de uma condição que afeta principalmente a segurança dos usuários. Conforme já mencionado o trecho apresenta grande variabilidade entre pontos se tratando de um pavimento recém executado, mas essas diferenças acontecem muitas vezes ao processo de execução sendo necessário um cuidado pois podem resultar em patologias a curto prazo ou riscos à segurança.

A textura garante aos motoristas uma aderência durante as manobras em situações emergenciais e em dias de chuva, uma superfície bem executada evita custos de manutenção desnecessários, menor consumo de combustível e a diminuição do tempo de viagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**BALBO, José Tadeu. Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projetos e Restauração.** São Paulo: Oficina de textos, 2007. 558p.

**BERNUCCI, Liedi Bariani. MOTTA, Laura Maria Goretti da. CERATTI, Jorge Augusto Pereira. SOARES, Jorge Barbosa. Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros.** Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006, 509 p.

**DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES.** Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006, 313p. (IPR. Publ. 720).

**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



PósGraduação em Engenharia Civil. Disponível em:  
<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/83763>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

**MATTOS**, João Rodrigo Guerreiro. **Avaliação das condições de aderência pneu-pavimento na rodovia BR-290/RS**. 2009. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/30215/000778679.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 28 mai. 2023.

**PEDER**, Marlon Alexandre de. **Avaliação da macrotextura do pavimento asfáltico de um trecho de rodovia localizada no noroeste do estado do Paraná**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6415/2/macrotexturapavimentoasfaltico.pdf>>. Acesso em 27 mai. 2023.

**PEREIRA**, Cláudia Azevedo. **Análise da aderência pneu-pavimento em rodovias do Estado de Pernambuco e da Paraíba com elevado índice de acidentes**. 2010. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE., 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5192>>. Acesso em 25 jun. 2023.