

## **ANÁLISE TEMPORAL DA MICROTTEXTURA EM PAVIMENTOS URBANOS EM REVESTIMENTO TSD COM CAPA SELANTE NO MUNICÍPIO DE SINOP/MT**

### **TEMPORAL ANALYSIS OF MICROTTEXTURE IN URBAN PAVEMENTS WITH TSD COATING WITH SEALANT LAYER IN THE CITY OF SINOP/MT**

**ANDRÉ LUIZ DE ANDRADE FRITSCH.** Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) *Campus* de Sinop.

**AMANDA DA SILVA CUBAR.** Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) *Campus* de Sinop.

**FRANCIELI SCHOENHALS DELAVY.** Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) *Campus* de Sinop.

**GUSTAVO HENRIQUE NUNES.** Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) *Campus* de Sinop.

**JOÃO PAULO BOFF ALMEIDA.** Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) *Campus* de Sinop.

**ROGÉRIO DIAS DALLA RIVA.** Doutor pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Mestre pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Docente do curso de graduação em Engenharia Civil da UNEMAT *Campus* de Sinop.

Endereço para correspondência: Avenida dos Ingás, 3001, Jardim Imperial, Sinop, Mato Grosso, Brasil. CEP: 78550-000. E-mail: gustavon@outlook.com.br Tel: (44) 99156-5894 | (66) 99904-0333

#### **RESUMO**

A análise da microtextura em pavimentos urbanos, em função da sua idade, para verificação de prejuízos causados por acidentes de trânsito, mesmo que os fatores causais humanos sejam os que prevaleçam em número, o melhoramento do atrito entre pneu-pavimento causaria redução de danos em geral. Foram realizados ensaios de microtextura em dez trechos de pavimentos em revestimento TSD com capa selante, executados pela mesma empresa, com anos de execução diferentes, tráfego baixo e semelhante, e ausentes de qualquer tipo de intervenção utilizando-se o Pêndulo Britânico. Determinou-se também o *International Friction Index* – IFI utilizando-se os dados de microtextura e de macrotextura. Os valores encontrados de microtextura, que variam de 4 a 37 BPN, e os de IFI, que não variam, mostram que os pavimentos analisados não apresentam bom atrito ou aderência, e que sua redução, notada nos trechos mais antigos, indica que existe um pequeno desgaste em relação ao tempo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pavimentos urbanos. *International Friction Index* – IFI; Microtextura. Desgaste.

#### **ABSTRACT**

The microtexture analysis in urban pavements, depending on their age, to wear checks, presents interesting when it comes to losses reduction caused by traffic accidents, even if the human causal factors are those that prevail in number, improving the friction between tire and pavement causes a general reduction in these damages. Microtexture tests were performed in ten sections of pavements with TSD coating with sealing cover, built by the same company, with different

years of execution, with low and similar traffic, and absent of any intervention, using the British Pendulum Tester. In this project, also it was determined the International Friction Index – IFI using the data of microtexture and macrotexture. The values found for microtexture, which has a high variation, from 4 to 37 BPN, and IFI, which has no variations, shows that the analyzed pavements do not have good friction nor a good grip, and its reduction, noticed in older sections, it indicates that there is a low wear over time.

**KEYWORDS:** Urban Pavements. International Friction Index – IFI. Microtexture. Wear.

## INTRODUÇÃO

O desrespeito às velocidades máximas permitidas em vias urbanas ocorre com muita frequência e, apesar de não ser a causa, intensifica os danos causados em acidentes de trânsito.

Este desrespeito quanto às velocidades permitidas inclui-se na componente humana, a qual é considerada a mais frequente causadora de acidentes, seguido do componente viário e do componente veicular. Ainda que seja a mais frequente causadora, tal componente é muito complexa para ser avaliada (MATTOS, 2009). Logo, estudos acerca das condições de superfície do pavimento em relação à aderência entre o mesmo e o pneu, seriam menos difíceis e mais econômicos (NODARI, 2003).

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (DENATRAN, 2000) o limite de velocidade em vias urbanas locais, geralmente não ultrapassa 30km/h. apesar de algumas vezes não ser respeitado, é uma velocidade dentro da qual em pistas molhadas a microtextura tem maior influência sobre a aderência pneu-pavimento, pois, devido ao maior tempo de contato, impede o efeito de aquaplanagem. Segundo Aps (2006), a aquaplanagem ocorre quando o pneu perde o contato com a pista devido à presença de um filme d'água sobre a mesma.

Em velocidades acima de 50km/h, a macrotextura tem maior interferência, pois a mesma é também responsável pela drenabilidade da pista, evitando que lâminas de água surjam na superfície do pavimento.

Devido a essa maior influência da microtextura em velocidades menores, um estudo mais aplicado em relação à superfície e aspereza dos agregados utilizados na pavimentação urbana, seria um avanço na prevenção de acidentes de trânsito, diretamente e indiretamente relacionados à terraplanagem.

Deve ser observado que a superfície do pavimento sofre desgastes em relação ao tempo (idade) e ao tráfego, e com o aumento da frota de veículos a cada ano, mais se intensifica este desgaste. Por isso, uma análise da microtextura e macrotextura e a determinação do *International Friction Index* – IFI do pavimento urbano torna-se importante para que possa haver intervenções visando o melhoramento do pavimento viário urbano.

Neste trabalho foram realizados ensaios para determinação de microtextura e do IFI em 10 ruas com anos de execução diferentes no município

de Sinop-MT, e utilizados dados de macrotextura encontrados por CUBAR (2015), para o cálculo do IFI.

## REFERENCIAL TEÓRICO

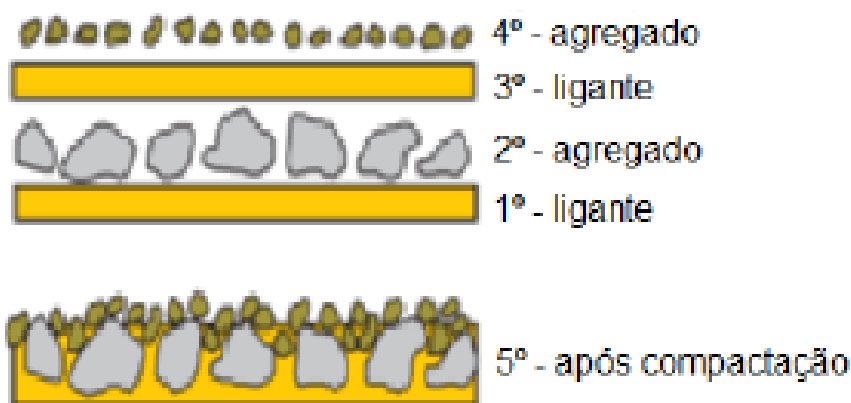
### REVESTIMENTO

De acordo com Bernucci *et al.* (2006), os pavimentos são estruturas de várias camadas, responsáveis por receber os esforços resultantes das cargas dos veículos. Dado este fato, o revestimento deve ser impermeável e resistir a estes esforços e desgastes causados pelo tráfego e pela ação climática.

Existem vários tipos de revestimentos, como de misturas usinadas *in situ* em usinas móveis, asfálticas recicladas e tratamentos superficiais, sendo este último o mais comum no município de Sinop-MT.

De acordo com Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006) os tratamentos superficiais são aqueles que são executados com despejo alternado entre material ligante e cobertura de agregado.

No caso do Tratamento Superficial Duplo – TSD, são executadas duas camadas de ligante e duas de agregado (Figura 1).



**Figura 1** - Esquema de Tratamento Superficial Duplo. **Fonte:** Adaptado de Bernucci (2006).

Após a compactação pode ser executada a capa selante, que é a selagem do revestimento com ligante betuminoso, que pode ser, ou não, coberta com agregado miúdo.

### SEGURANÇA VIÁRIA

De acordo com Nodari (2003) é difícil atribuir uma única causa a um acidente viário, sendo que tais acidentes são provocados por uma combinação de fatores de causa, ou contribuintes. Grande parte destes fatores se encaixa em uma das três categorias, sendo elas: o componente humano, o componente veicular e o componente viário (Tabela 1).

**Tabela 1** – Componentes que contribuem para acidentes de trânsito

Componentes Causais	Contribuição (%)
Apenas componente humano	65,00
Componente humano + viário	24,00
Componente humano + veicular	4,50
Apenas componente viário	2,50
Apenas componente veicular	2,50
Componente humano + veicular + viário	1,25
Componente veicular + viário	0,25

**Fonte:** APS (2006).

Dentro da categoria do componente humano, que segundo Nodari (2003) é o maior responsável por acidentes de trânsito, estão o consumo de bebidas alcoólicas, a falta de atenção, o excesso de velocidade e manobras arriscadas. O componente veicular trata de defeitos, ou desgastes no próprio veículo, como nos freios ou pneus. E o componente viário corresponde a todos os defeitos da via em si, como suas características geométricas, sua macrotextura e microtextura, ou irregularidades e patologias.

Devido ao fato de o componente humano ser de alta complexidade para ser estudado (MATTOS, 2009), e o componente veicular ter uma menor influência em acidentes de trânsito, as medidas a serem tomadas, sendo as com melhor custo/benefício e com maior facilidade de execução e implantação, estão relacionadas à componente viária (NODARI, 2003).

## TEXTURA DO PAVIMENTO

De acordo com Rogrigues Filho (2006), a textura do pavimento é o conjunto de suas características unidas à capacidade do mesmo de resistir ao tráfego proporcionando conforto, segurança e economia.

A textura do pavimento pode ser classificada em até três partes, as quais são caracterizadas pelo intervalo das dimensões horizontais e verticais. São elas microtextura, macrotextura e megatextura (Tabela 2).

**Tabela 2** – Textura da superfície em função da macro e microtextura

Classificação	Intervalo	
	Horizontal	Vertical
Microtextura	0 - 0,5 mm	0 - 0,2 mm
Macrotextura	0,5 - 50 mm	0,2 - 10 mm
Megatextura	5 - 50 cm	1 - 50 mm
Irregularidade	0,5 - 50 m	1 - 1200 m

**Fonte:** APS (2006).

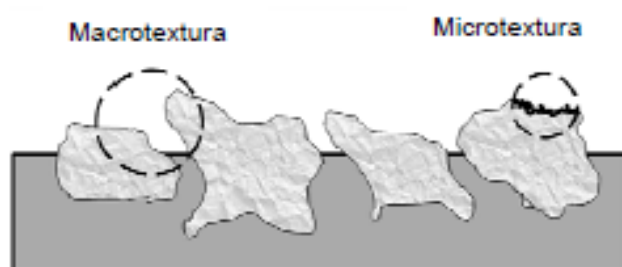
De acordo com Bernucci *et al* (2008), as faixas de textura que interferem na aderência do pneu com o pavimento são a microtextura. Já a megatextura e

as irregularidades estão ligadas à estabilidade do veículo e do seu contato com o pavimento.

A norma ASTM (2002) define a microtextura como sendo os desvios da superfície do pavimento a partir de uma superfície verdadeiramente plana com dimensões características de comprimento de onda e amplitude menores que 0,5 mm.

Basicamente a microtextura se refere ao grau de rugosidade da superfície do agregado que compõe o pavimento, sendo que tal característica está relacionada com a estrutura e composição mineralógica do agregado utilizado (MATTOS, 2009).

Por outro lado a macrotextura é determinada pelo tamanho, pela geometria e pelos vazios existentes entre os agregados na superfície do pavimento (RODRIGUES FILHO, 2006). E de acordo com Mattos (2009), estas características podem ser determinadas também pela origem mineralógica e britagem dos agregados, e pelo projeto, método de preparo e execução do revestimento asfáltico, podendo ser caracterizadas conforme Figura 2.

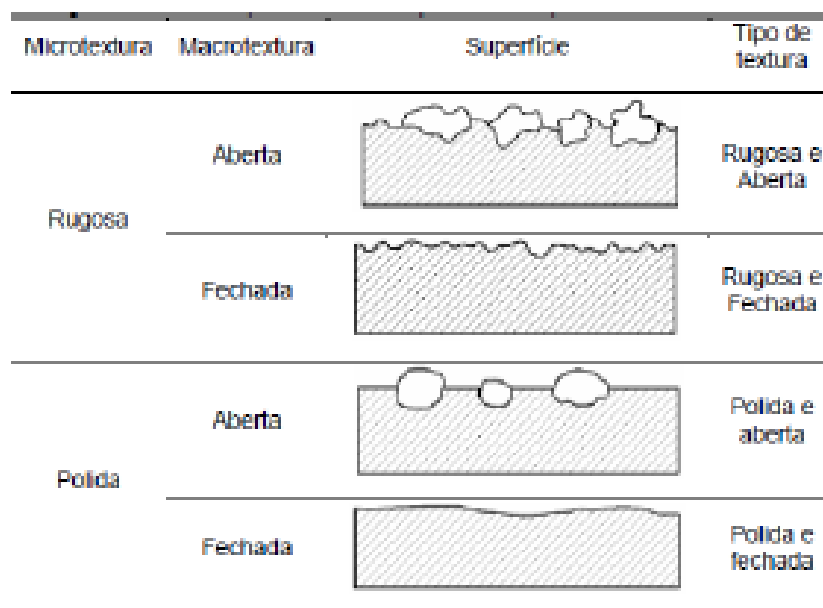


**Figura 2** - Ilustração da macro e microtextura. **Fonte:** Mattos (2009).

Apesar de ambas as faixas de textura colaborarem para a resistência à derrapagem, a boa qualidade da microtextura é fator predominante para velocidades inferiores a 50 km/h, nas quais a lâmina d'água não interfere na aderência pneu-pavimento por causa do maior tempo de contato do pneu com pavimento. Para velocidades maiores que esta, devido ao risco de aquaplanagem, a macrotextura é muito importante para proporcionar boa drenabilidade do pavimento (MATTOS, 2009).

A macrotextura pode ser avaliada por ensaios como o de Mancha de Areia, o de Mancha de Graxa, o de drenabilidade, o de Perfilômetro a Laser, entre outros. Já a microtextura é obtida através de ensaios como o Pêndulo Britânico, o *Dynamic Friction Tester*, o *μ-meter*, o *Grip Tester*, entre outros.

De acordo com APS (2006), existem quatro tipos de superfícies resultantes das características de micro e macrotextura, sendo elas: rugosa e aberta, rugosa e fechada, polida e aberta, e polida e fechada (Figura 3), sendo a superfície rugosa e aberta a melhor situação de textura e polida e fechada a pior, devendo ser evitada em qualquer circunstância.



**Figura 3** - Caracterização da textura da superfície em função da macro e microtextura. **Fonte:** APS (2006).

### Mancha de areia

De acordo com Mattos (2009), o ensaio de mancha de areia determina a macrotextura por meio da medida de sua altura (HS) dada em milímetros. E por mais que seja um ensaio rudimentar apresenta resultados consistentes, mesmo ocorrendo a mudança de operador.

O método, padronizado segundo a norma ASTM (1996), se dá pelo espalhamento, de uma forma circular, de 25.000 mm<sup>3</sup> de areia limpa, uniforme e de forma arredondada e padronizada sobre a superfície do pavimento. A altura da mancha de areia é encontrada medindo-se o diâmetro da mesma, em quatro direções distintas, fazendo-se a média das quatro determinações.

A macrotextura do pavimento pode ser classificada conforme a altura da mancha de areia (HS), de acordo com a Tabela 3.

**Tabela 3** – Classificação quanto à macrotextura

Classificação da Macrotextura	Limites de HS (mm)	
	Mínimo	Máximo
Muito Fina	< 0,20	
Fina	0,20	0,40
Medianamente Fina	0,40	0,60
Média	0,60	0,80
Medianamente grossa	0,80	1,00
Grossa	1,00	1,20
Muito Grossa	> 1,2	

**Fonte:** APS (2006).

## Pêndulo Britânico

Segundo Bucharles (2014), o Pêndulo Britânico, entre os testes que avaliam a microtextura, é o mais conhecido e utilizado no Brasil e que permite também a avaliação do atrito na superfície do pavimento.

O ensaio é padronizado segundo a norma ASTM (2013), e consiste em verificar a perda de energia cinética, soltando-se um braço pendular com uma base de borracha padronizada em sua ponta, fazendo com que a borracha atrite com a superfície do pavimento molhado. O valor encontrado é dado em BPN (*British Pendulum Number*).

A microtextura do pavimento rodoviário rural pode ser classificada de acordo com o valor de resistência a derrapagem, dado em BPN encontrado na Tabela 4.

**Tabela 4** – Classificação quanto à microtextura

Classificação da Microtextura	VDR (BPN)	
	Mínimo	Máximo
Perigosa	< 25	
Muito Lisa	25	31
Lisa	32	39
Insuficientemente Rugosa	40	46
Medianamente Rugosa	47	54
Rugosa	55	75
Muito Rugosa	> 75	

Fonte: DNIT (2006).

## IFI – *International Friction Index*

Devido à grande variedade de equipamentos para medição de textura e atrito em relação ao pavimento, em diferentes países, decidiu-se criar um método que harmonizasse os dados de macrotextura e microtextura obtidos por meio destes diferentes ensaios, ou equipamentos de teste, para que fosse possível avaliar as irregularidades do pavimento de forma independente da metodologia utilizada.

Tal método é chamado de IFI e foi desenvolvido pela PIARC (Permanent International Association of Roads Congress) no ano de 1992. O cálculo do IFI consiste, basicamente, no uso de equações com denominadas constantes com valores tabelados para cada tipo de ensaio de macrotextura e de microtextura.

A classificação do pavimento de acordo com os valores encontrados de IFI apresenta-se na Tabela 5.

**Tabela 5** – Faixas de classificação do IFI

Classificação	Limites IFI	
	Mínimo	Máximo
Péssimo		< 0,06
Ruim	0,06	0,12
Regular	0,13	0,16
Bom	0,17	0,3
Ótimo		> 0,30

Fonte: APS (2006).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para se calcular o IFI – *International Friction Index*, foram necessários os dados de macrotextura e microtextura, obtidos através dos ensaios de Mancha de Areia e do Pêndulo Britânico, de acordo com as normas seguintes:

- DNIT 006/2003
- ASTM E 303-93
- ASTM E1960-98

## LOCAIS DE ESTUDO

Foram selecionados no município de Sinop vias urbanas com Tratamento Superficial Duplo com capa selante com diferentes anos de execução, apresentado na Tabela 6. Estas foram escolhidas baseadas nos seguintes critérios:

- (i) Tráfego baixo com predominância de carros de passeio;
- (ii) Inexistência de intervenção no pavimento desde sua execução;
- (iii) Mesmo tipo de revestimento;
- (iv) Executado pela mesma empresa.

**Tabela 6** - Composição de custo unitário original

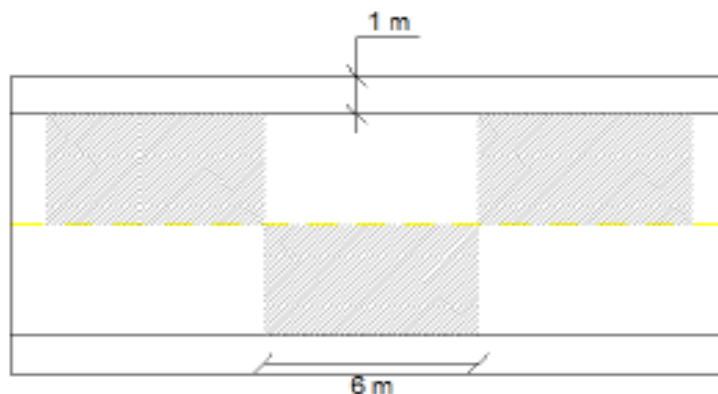
Rua	Bairro	Idade do Pavimento (anos)
Caxias do Sul	Terra Rica	2014
Uberlândia	Belo Horizonte	2013
Codomas	Jardim das Nações	2012
Paulo Altran	Cidade Jardim	2010
Cajueiros	Jardim Imperial	2009
Gerânios	Jardim Ibirapuera	2008
Adolpho Paiva	N. Sr <sup>a</sup> Aparecida II	2005
Cedros	Jardim Paraíso I	2004
Adolpho Paiva	N. Sr <sup>a</sup> Aparecida I	2003
Magnólias	Jardim Maringá I	1997

Fonte: Os autores.



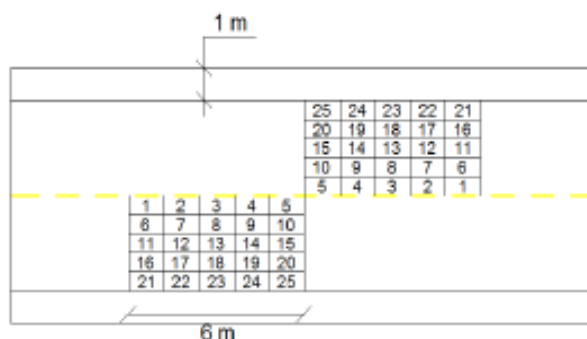
## PLANO AMOSTRAL

Cada trecho avaliado tem extensão total de 102 metros, divididos em 17 estações de 6 metros de comprimento cada, alternadas entre as duas pistas. Foi desconsiderado 1 metro das laterais da pista por ser área de estacionamento e de acúmulo de detritos. A Figura 4 ilustra um trecho avaliado.



**Figura 4 - Estações. Fonte:** Adaptado de DNITM (2006).

As estações foram divididas em malhas de 25 pontos (Figura 5), nos quais 3 deles foram escolhidos aleatoriamente, através de planilha eletrônica, para que fossem executados os ensaios de Mancha de Areia e de Pêndulo Brutânico. Os pontos sorteados, que incidem sobre patologias ou irregularidades foram substituídos pelo próximo número sorteado.



**Figura 5 - Malha adotada. Fonte:** Os autores.

## ENSAIO DE PÊNDULO BRITÂNICO

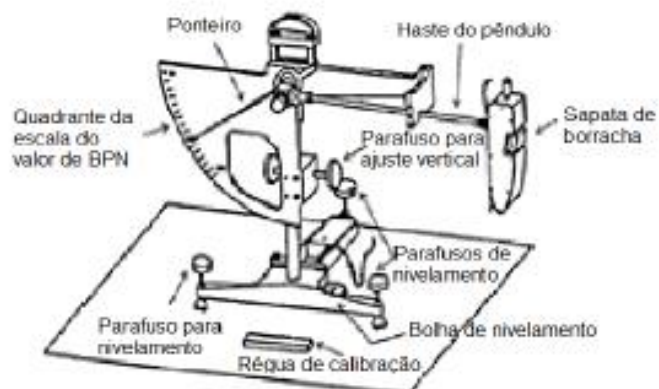
Para o uso do Pêndulo Britânico (Figuras 6 e 7) foram feitos alguns ajustes no equipamento antes do ensaio, padronizados pela norma ASTM (2013). São eles:

- O instrumento teve de ser nivelado com a superfície, através dos parafusos de nivelamento, até que a bolha de nivelamento estivesse no centro;
- Ajustou-se o ponteiro de medição em BPN em zero;

- Após a regulagem do ponteiro, com auxílio da régua que demarca a área atingida pela sapata de borracha, foi ajustada a área de contato com a superfície do pavimento;
- Após estes ajustes, realizou-se o ensaio, com o pavimento já molhado;
- O teste foi executado 5 vezes em cada ponto dentro de cada estação;
- O valor final, em BPN, foi calculado encontrando-se a média aritmética dos quatro últimos valores encontrados no ensaio em cada ponto, descartando-se o primeiro valor.



**Figura 6** - Pêndulo Britânico utilizado. **Fonte:** Os autores.



**Figura 7** - Pêndulo Britânico e seus componentes. **Fonte:** Mattos (2009).

## CÁLCULO DO IFI – *INTERNATIONAL FRICTION INDEX*

O cálculo de IFI é amparado pela normativa ASTM (2011), segundo os passos descritos a seguir:

- 1) Inicialmente foi encontrada a constante de velocidade ( $S_p$ ), calculada com base na medida de textura ( $T_x$ ), conforme Equação 1:

$$S_p = a + b \times T_x \quad \text{(Equação 1)}$$

Sendo:

A e b = constantes tabeladas;

$T_x$  (HS) = medida de textura (mm);

$S_p$  = constante de velocidade.

- 2) Como a medida de textura deu-se pelo ensaio de Mancha de Areia, foram usados os valores de a e b de acordo com a Tabela 7.

**Tabela 7** – Informações dos trechos estudados

Norma	Ensaio	a	b
ASTM E-965	Mancha de Areia	-11,6	113,6

Fonte: APS (2006).

- 3) Em seguida foi calculado o  $FR_{60}$ , que é constante de deslizamento na velocidade de 60km/h, utilizando o valor de atrito obtido (FRS), através da Equação 2:

$$FR_{60} = FRS \frac{(S-60)}{S_p} \quad \text{(Equação 2)}$$

Sendo:

FRS (BPN) = valor obtido de atrito através de ensaio;

S = velocidade referente ao equipamento utilizado (km/h);

$S_p$  = constante de velocidade;

$FR_{60}$  = valor de atrito ajustado para velocidade de 60 km/h.

- 4) Como o método utilizado é o do Pêndulo Britânico, segue a tabela 8 os valores de S, A, B e C a serem utilizados nas Equações 2 e 3.

**Tabela 8** – Informações dos trechos estudados

Equipamento	S	A	B	C
Pêndulo Britânico	10	0,1	0	0

Fonte: Adaptado de APS (2006).

$$F_{60} = A + B \times F_{60} + C \times T_x \quad \text{(Equação 3)}$$

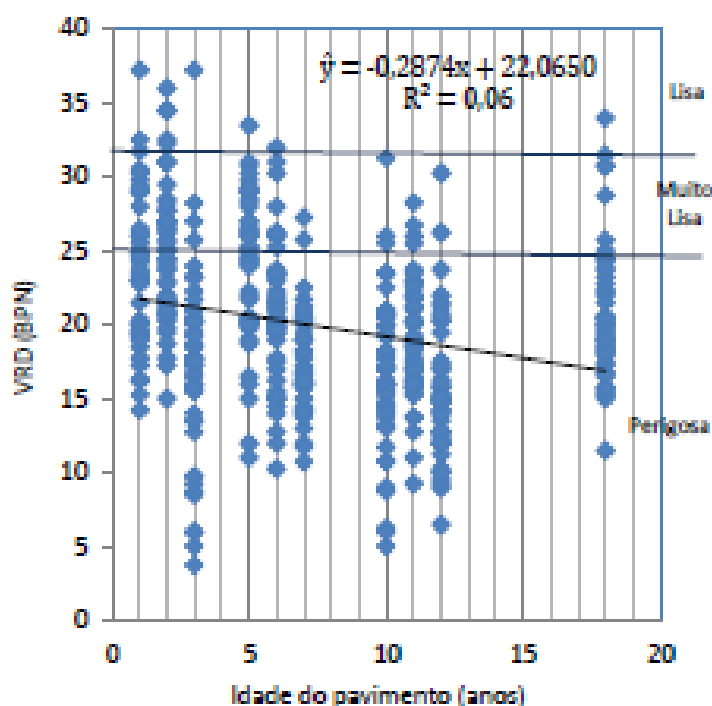
Sendo:

A, B e C = constantes tabeladas;

$F_{60}$  (IFI) = número de atrito.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os valores de microtextura (VDR) encontrados podem ser verificados na Figura 8, através de gráfico de valor de microtextura pela idade do pavimento.



**Figura 8** - Valores de VRD encontrados pela idade do pavimento. **Fonte:** Os autores.

Os valores médios de BPN destes 10 trechos variaram de 15 a 25, tendo um coeficiente de variação total de 29%.

Foi feita a regressão dos dados de microtextura, apresentados na Figura 8 com auxílio de planilha eletrônica e foi verificada e certificada a significância dos mesmos (Tabela 9).

**Tabela 9** – Teste de Significância para os valores de VRD

Item	Intercepto	Inclinação da Reta	R <sup>2</sup>
TSD	22,065 <sup>(*)</sup>	-0,2874 <sup>(*)</sup>	0,06

<sup>(\*)</sup> Significativo a 5% de probabilidade

**Fonte:** Os autores.

Através da média dos valores de resistência à derrapagem obtidos, pôde-se caracterizar a microtextura do pavimento. A Tabela 10 apresenta as médias encontradas para cada trecho.

**Tabela 10** – BPN médio dos trechos estudados

Rua	Idade (anos)	VRD (BPN)
Caxias do Sul	1	23
Uberlândia	2	25
Codomas	3	17
Paulo Altran	5	24
Cajueiros	6	20
Gerânios	7	17

Adolpho Paiva	10	17
Cedros	11	19
Adolpho Paiva	12	15
Magnólias	18	21

Fonte: Os autores.

Observando-se as médias encontradas, as vias analisadas podem ser classificadas de acordo com a microtextura (Tabela 4) como perigosas, pois nenhuma possui uma média de BPN maior que 25.

Foi também feita análise dos dados de acordo com a distância do centro da pista até a margem de 1 metro. Como as estações foram divididas em 25 pontos, foi possível dividir em 5 faixas como mostra a Figura 9.

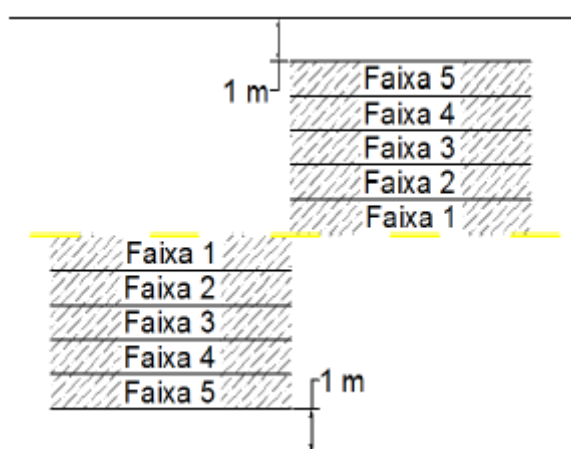


Figura 9 - Divisão das estações por faixas. Fonte: Os autores.

A Figura 10 mostra o comportamento destes dados através da média do VRD por faixa analisada.

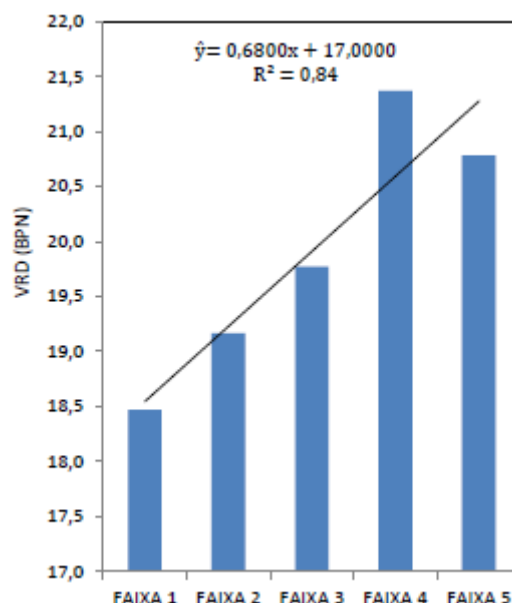
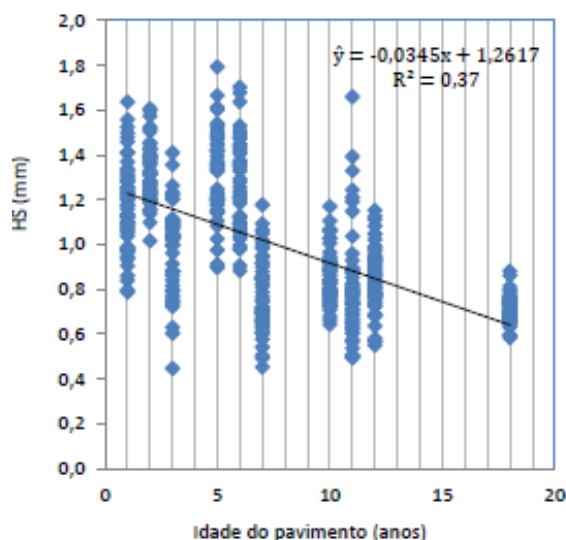


Figura 10 - Valores de VRD por faixa. Fonte: Os autores.

É possível notar um aumento nos valores de resistência a derrapagem quanto mais se distancia do centro de pista, tendo um valor mínimo de 18 na faixa 1, e um máximo de 21 na faixa 4.

**IFI – INTERNATIONAL FRICTION INDEX**

Para que fosse possível o cálculo do IFI foram utilizados os dados de microtextura já apresentados e os de macrotextura encontrados por CUBAR (2015) que podem ser visualizados na Figura 11.



**Figura 11** - Valores de HS encontrados pela idade do pavimento. **Fonte:** CUBAR (2015).

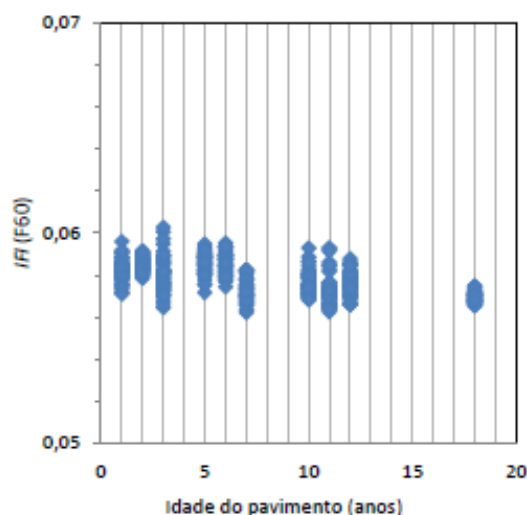
Os valores médios de HS variaram de 0,71 mm à 1,32mm, com um Coeficiente de Variação de 28%. Na Tabela 11 podem ser verificadas as médias de HS dos 10 trechos.

**Tabela 11** – HS médio dos trechos estudados

Rua	Idade (anos)	HS (mm)
Caxias do Sul	1	1,17
Uberlândia	2	1,32
Codomas	3	0,98
Paulo Altran	5	1,31
Cajueiros	6	1,27
Gerânios	7	0,78
Adolpho Paiva	10	0,85
Cedros	11	0,81
Adolpho Paiva	12	0,84
Magnólias	18	0,71

**Fonte:** Cubar (2015).

Semelhante aos valores de microtextura e de macrotextura, os valores de IFI foram calculados e colocados em gráfico em função da idade de execução do pavimento (Figura 12).



**Figura 12** - Valores de IFI encontrados pela idade do pavimento. **Fonte:** Os autores.

Observa-se que os valores de IFI não variaram dentro de escala apresentável, e estão todos em torno de 0,06. As médias de IFI nos trechos podem ser observadas na Tabela 12.

**Tabela 12** – HS médio dos trechos estudados

Rua	Idade (anos)	IFI (F60)
Caxias do Sul	1	0,06
Uberlândia	2	0,06
Codomas	3	0,06
Paulo Altran	5	0,06
Cajueiros	6	0,06
Gerânios	7	0,06
Adolpho Paiva	10	0,06
Cedros	11	0,06
Adolpho Paiva	12	0,06
Magnólias	18	0,06

**Fonte:** Os autores.

Analisando as médias de IFI encontradas, de acordo com a Tabela 5, pode-se classificar os pavimentos analisados como péssimos, devido a não possuírem valores médios de IFI maiores que 0,06.

## CONCLUSÃO

De acordo com a microtextura e com o IFI, todos os trechos foram classificados como perigosos e péssimos respectivamente.

Os dados de microtextura e de IFI, de acordo com as linhas de tendências encontradas e a significância do coeficiente angular de suas equações, apesar de serem valores baixos, mostraram tendência de decréscimo em função do tempo, que pode ser oriundo do desgaste do pavimento, ocasionando redução de atrito e de aderência.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **E 867-02: Terminology relating to vehicle-pavement systems**. West Conshohocken, 2002<sup>a</sup>. 8p.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **E 965-96: Standart test method for measuring pavement macrotexture depth using a volumetric technique**. West Conshohocken, 2006. 4p.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **E 1960-03: Standart practice for calculating International Friction Index of a pavement surface**. West Conshohocken, 2011. 4p.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **E 303-93: Standart test method for measuring surface frictional properties using the british pendulum tester**. West Conshohocken, 2013. 5p.
- APS, M. **Classificação da Aderência Pneu-Pavimento pelo Índice Combinado IFI – International Friction Index para revestimentos Asfálticos**. 2006. 179f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- AUSTROAS. **Road safety audit**. Austroads National Office, Austrália, 1994. 103p.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. 2. Ed. Rio de Janeiro, 2006. 504p.
- BUCHARLES, L. G. E. **Critérios para avaliação pericial da macro e microtextura de pavimento asfáltico em local de acidente de trânsito**. 2014. 153f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade do Estado de Mato Grosso. Sinop.



CUBAR, A. S. **Análise temporal da macrotextura em pavimentos urbanos em revestimento TSD com capa selante no município de Sinop-MT.** 2015 8f.

DENATRAN. **Departamento Nacional de Trânsito. Código de Trânsito Brasileiro.** Brasília, 2000.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 006-2003 – PRO – Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação – 3ª. Ed.** Rio de Janeiro, 2006. 274p.

MATTOS, J. R. G. **Avaliação de aderência Pneu-pavimento e tendências de desempenho para a rodovia BR-290/RS.** 2009. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NODARI, C. T. **Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples.** 2003. 210f. Tese (Doutorado em Engenharia Sistema de Transporte e Logística) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RODRIGUES FILHO, O. S. **Características de aderência de revestimentos asfálticos aeroportuários – Estudo de Caso do Aeroporto Internacional de São Paulo/Congonhas.** 2006. 263f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, P. B. **Estudo em laboratório e em campo de misturas asfálticas 0/8S.** 2005. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.