

19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 48ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPV)

PROPOSTA DE NOVOS INTERVALOS DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO A RESISTÊNCIA À DERRAPAGEM PARA VIAS LOCAIS E COLETORAS UTILIZANDO UM MODELO FÍSICO SIMPLIFICADO

DOI: (a ser preenchido após o envio do código DOI da publicação)

Erlí Gomes da Silva¹; Deonir Luiz Soder Tasso Junior¹; Felipe Lopes Rodrigues¹; Fabrício Santos da Silva¹; Tiago Nascimento do Nascimento¹; Marcelo dos Santos da Silva²; Thayná Queiroz do Nascimento²; Wellington Guimarães Nobre²; Alexandre Andrade Evangelista³; José Otemar Barroso do Nascimento³

RESUMO

Monitorar e controlar a microtextura de pavimentos é necessário para a segurança dos usuários das vias. No Brasil, uma das maneiras de medir a microtextura é mediante o ensaio do Pêndulo Britânico, no entanto os valores de referência atualmente usados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) para classificação da segurança das vias não levam em consideração as particularidades delas, o que leva, em alguns casos, a uma classificação superconservadora de vias de menores velocidades de projeto. Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo propor novos intervalos de classificação de vias quanto à microtextura por meio do valor de resistência à derrapagem, mediante a correlação entre um modelo físico simplificado e equações teóricas e empíricas, além disso, foi analisado um banco de dados de uma empresa de pavimentação acerca do valor de resistência à derrapagem de vias locais e coletoras por ela pavimentadas e essas foram classificadas quanto aos parâmetros atuais e aos propostos. Com a equação resultante, pôde-se obter parâmetros limite de classificação menos conservadores, entretanto que atendem vias de menor velocidade de tráfego, os quais, quando aplicados às vias analisadas, ocasionaram uma mudança nas suas classificações, as considerando mais rugosas. Logo, foi possível concluir que os parâmetros propostos pelo estudo podem servir para caracterizar vias locais e coletoras quanto a sua microtextura, esses sendo menores que os atualmente utilizados, observando uma relação diretamente proporcional entre velocidade de tráfego e valor de Resistência à derrapagem.

PALAVRAS-CHAVE: Pêndulo Britânico; Microtextura; Resistência à derrapagem; coeficiente de atrito

ABSTRACT

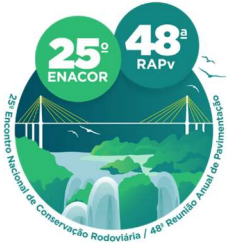
Managing and control the microtexture of the pavement is necessary for the safety of drivers in roads. In Brazil, one way to measure the microtexture is by using of the British Pendulum Tester, however the reference values used by the National Transportation Infrastructure department for road safety classification do not take into account their particularities, which leads, in some cases, to a overconservative classification of roads with lower design speeds. Thus, this study aims to propose new road classification intervals in terms of microtexture by means of the skid resistance value, through a correlation between a simplified physical model and theoretical and empirical equations, furthermore, it was assessed a paving company database regarding the skid resistance value of local and collector streets paved by it and rated them by the actual and the proposed intervals. With the resulting equation, it was possible to obtain less conservative classification interval limits, however, that serve lower traffic speed roads which, when applied to the analyzed roads, occasioned a change in their classifications, considering more rough. Thus, it was possible assume that the intervals purposed by this study can serve to characterize local and collector streets in terms of microtexture, these being reduced when compared with the currently utilized, noticing a directly proportional relation between traffic speed and skid resistance value.

KEY WORDS: British Pendulum Tester; Microtexture; Skid Resistance; Friction Coefficient.

¹ Universidade Federal do Amazonas, erli.gomes10@gmail.com; deonirjunior@gmail.com; felipelopesrodri@gmail.com; fabricao.10196@gmail.com; tiagonn08@gmail.com

² Laboratorista da Ardo Construtora e Pavimentação. e-mail: controletecnologico@ardoconstrutora.com.br

³ CEO da Ardo Construtora e Pavimentação. e-mail: alexandre@ardoconstrutora.com.br; otemar@ardoconstrutora.com.br



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



INTRODUÇÃO

No Brasil, a interligação de suas zonas é realizada por meio de diversos modais, sendo o rodoviário mais representativo, o qual, de acordo com Barreto e Ribeiro (2020), possui o maior grau de flexibilidade e facilidade de acesso, porém, também apresenta o maior número de acidentes em sua malha viária. Dentro dessa problemática, Segundo Nodari (2003), existem diversas possíveis causas para essas ocorrências, dentre estas, três se destacam mais, que são o fator humano, o fator veicular e o fator viário.

Ao analisá-los, Fritsch et. al (2018) destaca que, dentre esses, o que apresenta a maior eficiência na redução do número de acidentes é o viário, o qual pode ser atenuado realizando o controle tecnológico na execução da pavimentação que, conforme Mancilha et al (2021), contribui significativamente para obter-se pavimentos mais duráveis e de maior custo/benefício.

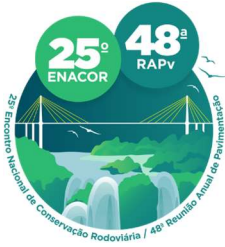
Quando se trata de segurança no rolamento de um pavimento, um dos parâmetros mais importantes, segundo Mattos (2009), é a aderência pneu-Pavimento, medida frequentemente na forma dos parâmetros de microtextura e macrotextura, os quais, segundo Fritsch et. al (2018), apresentam uma tendência de redução de acordo com o seu tempo de uso e do seu grau de desgaste, fazendo com que seja prudente realizar o monitoramento desses parâmetros periodicamente. Esse procedimento pode ser efetuado por diversos tipos de ensaios, podendo eles serem feitos de forma direta e indireta.

Segundo Chen et. al (2022), para microtextura, existem diversos métodos de avaliação, seja em laboratório ou em campo. Devido a maior praticidade em analisar a microtextura in loco, a maioria dos ensaios é feito em campo e podem ser feitos de diversas formas. Para os ensaios da forma direta, tem-se aqueles que utilizam tecnologia a laser, como o *Laser Texture Scanner*.

Já os ensaios de forma indireta, existem dois métodos que podem ser utilizados, os ensaios pontuais, que são majoritariamente realizados por meio de aparelhos de Pêndulo britânico e *Dynamic Friction Tester*, e os ensaios contínuos, os quais são executados com equipamentos de roda travada, de roda semi-travada e de atrito lateral, como o *Mu Meter Test Vehicle*.

Ao comparar as diversas formas de mensurar a microtextura do pavimento, segundo Chen et al. (2022) e Lugão (2008), mesmo sendo um aparelho com uma pequena gama de aplicações e que apresenta bastantes fontes de incertezas na sua operação, o pêndulo britânico é um dos aparatos mais utilizados para tal funcionalidade devido a sua facilidade de operação e o seu baixo custo de aquisição, sendo o seu uso sugerido pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Trânsito (DNIT) e também no manual de execução de trechos monitorados da rede temática de asfaltos (2010). Mesmo que existam uma grande diversidade de normas e procedimentos de calibração como ASTM E303 e EN 13036-4, conforme Hiti e Ducman (2014), esses ainda não se mostram claramente definidos, não são eficientes nem coerentes em suas definições, tornando os resultados dos ensaios pouco confiáveis. Entretanto, conforme evidência Chu et. al (2020), que ao contrário da opinião comum dos engenheiros, o resultado do pêndulo Britânico não deve ser tratado somente como uma medida empírica e sim como um resultado científico que pode ser demonstrado por meio de teorias físicas e mecanicistas, corroborando com a sua ampla utilização em pavimentação.

O DNIT, na IPR-720/2006, utiliza parâmetros de classificação que, segundo Giles et. al (1962), foram desenvolvidos com base em estudos realizados nas décadas de 1950 e 1960 pelo *Road Research Laboratory* (RRL), no Reino Unido, sendo estes obrigatórios na pavimentação de novas vias, entretanto, os estudos que foram desenvolvidos pelo RRL tem como cenário uma velocidade de derrapagem de 30 mph, ou 48 km/h, sendo uma velocidade incompatível com vias de menor porte, essas mais comuns no perímetro urbano.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Conforme o Código de Trânsito Brasileiro (1997), existem quatro tipos de vias, sendo duas delas mais comuns no interior dos centros urbanos, as coletoras e as locais, sendo que no art. 61 define-se que as velocidades máximas delas são de 40 e 30 km/h, respectivamente, essas sendo menores do que a utilizada pelo DNIT nos parâmetros normativos, assim, a utilização destes para classificar tais vias pode ser considerada demasiadamente conservadora.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo propor um novo intervalo de parâmetros para analisar os valores de resistência à derrapagem (VRD) obtidos nos ensaios com pêndulo britânico, sendo esse destinado a análise de vias locais e coletoras, porém, sem sacrificar os níveis de segurança adequados para a rodagem. Tal proposta é cumprida por meio da utilização de um modelo físico construído para obtenção dos novos parâmetros e a sua aplicação na análise de vias pavimentadas presentes em um banco de dados de uma empresa de pavimentação, que será referida nesse trabalho como empresa X.

METODOLOGIA

Modelagem e Correlação proposta

Os valores de classificação de rugosidade quanto a microtextura dado pelo VRD utilizados pelo DNIT se baseiam em parâmetros obtidos com base em estudos realizados nas décadas de 1950 e 1960, no entanto, tais valores foram determinados a partir de ensaios com velocidade de derrapagem de 48km/h, que é maior que as velocidades de tráfego permitidas para vias coletoras e locais, sendo um parâmetro conservador para classificação de rugosidade destes tipos de vias.

Para a determinação de novos parâmetros de referência é proposto uma correlação entre os VRDs obtidos com o pêndulo britânico e um modelo físico simplificado, mediante uso da equação 1, proposta por Sabey e Lupton (1964), que relaciona a leitura do aparelho com o coeficiente de atrito μ , definido pela norma de terminologia G40 da ASTM (2001) como sendo a razão da força tangencial de atrito resistente ao movimento dos corpos e a força normal aplicada, a fim de obter uma relação entre os parâmetros físicos e o VRD.

$$VRD = \frac{330 \cdot \mu}{3 + \mu} \quad (1)$$

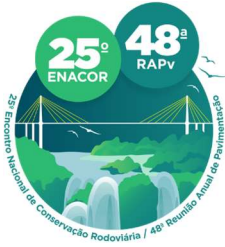
$$\mu = \frac{3 \cdot VRD}{(330 - VRD)} \quad (2)$$

O modelo físico utilizado consiste em um veículo se movendo a uma velocidade inicial e freando até sua parada. Analisando a mecânica do modelo e tendo como luz para modelagem do sistema a aplicação da lei da conservação de energia, que pode ser enunciada como a não alteração do total numérico representativo de energia presente em um sistema (Feynman, 2008), o total de energia nas situações inicial e final é dado pela quantificação da energia cinética e trabalho das forças dissipativas, no caso de estudo o atrito, e podem ser expressas pela equação 3:

$$E_{c,0} = E_{c,f} + W_{fat} \quad (3)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_f^2}{2} + \mu \cdot m \cdot g \cdot d_f \quad (4)$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \mu \cdot g \cdot d_f \quad (5)$$



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



$$d_f = \frac{v_0^2}{2 \cdot g \cdot \mu} \quad (6)$$

Onde:

$E_{c,0}$ = energia cinética inicial
 $E_{c,f}$ = energia cinética final
 W_{fat} = trabalho da força de atrito
 m = massa do veículo
 v_0 = velocidade inicial
 v_f = velocidade final
 μ = coeficiente de atrito
 d_f = distância de frenagem
 v_0 = velocidade inicial

Relacionando as equações 2 e a equação 6, obtém-se uma equação para determinar a distância d_f de frenagem a partir do VRD:

$$d_f = \frac{v_0^2 \cdot (330 - VRD)}{2 \cdot g \cdot (3 \cdot VRD)} \quad (7)$$

Onde:

VRD = valor de resistência a derrapagem

Após a determinação da distância de frenagem teórica, a fim de manter o grau de segurança do modelo, essa foi utilizada como referência na frenagem sob velocidades reduzidas, assim foi encontrada uma correlação que possibilita a obtenção de novos valores de coeficiente de atrito para o novo esforço tangencial provocado pelo atrito a uma menor velocidade, ao relacionar a equação 7 e a equação 6, resultando na equação 8:

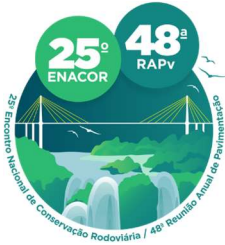
$$\mu_{v_n} = \frac{v_n^2 \cdot (3 \cdot VRD)}{v_0^2 \cdot (330 - VRD)} \quad (8)$$

Onde:

μ_{v_n} = coeficiente de atrito para novo esforço tangencial de atrito
 v_n = velocidade desejada

Relacionando a equação 8 e a equação 1, é possível obter uma expressão que converte um VRD inicial em um VRD equivalente para outra velocidade desejada, sendo essa a equação 9:

$$VRD_{v_n} = \frac{\left[330 * \left(\frac{v_n^2 \cdot (3 \cdot VRD)}{v_0^2 \cdot (330 - VRD)} \right) \right]}{\left\{ 3 + \left[\frac{v_n^2 \cdot (3 \cdot VRD)}{v_0^2 \cdot (330 - VRD)} \right] \right\}} \quad (9)$$



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Onde:

VRD = valor de resistência a derrapagem na velocidade inicial

VRD_{v_n} = valor de resistência a derrapagem na velocidade desejada

Considerações

A proposta de novos parâmetros menos conservadores de referência para classificação das vias quanto a microtextura se baseia em equações teóricas e empíricas, assim sendo, algumas considerações são necessárias para o desenvolvimento da correlação. Nesta seção serão apresentadas as principais considerações feitas para a obtenção da correlação apresentada no artigo.

Em sua obra, Bernucci et. al (2008) destaca que em relação a avaliação de uma superfície no que se refere à aderência são enfocadas a microtextura, dependente da superfície e aspereza dos agregados, e a macrotextura, dependente da rugosidade formada pelo conjunto agregados e mástique. Conforme relata Henry (1978, *apud* Han, 2018), a aderência pneu-Pavimento em baixas velocidades é essencialmente devido a microtextura, e para velocidades maiores será dominada pelo efeito da macrotextura do pavimento, portanto a utilização da equação 9 para velocidades menores que 48 km/h.

O modelo físico simplificado analisado é considerado um sistema fechado, no qual foram desconsideradas as ações de forças dissipativas como: Resistência do ar, Atrito entre as partes internas do sistema e Dissipação de energia em outras formas como calor e luz. Outra condição que deve ser atendida é que, devido a equação de Sabey e Lupton (1964) ter sido obtida de forma experimental, segundo Chu (2020), essa deve ser considerada apenas para ensaios no qual o aparelho pêndulo britânico esteja de acordo com os parâmetros presentes na norma ASTM E-303-22.

Devido o ensaio de pêndulo britânico ser realizado em superfície previamente encharcada, o modelo que o tem como base considera, de certa forma, o efeito da aquaplanagem em escala reduzida no processo de frenagem do veículo.

Obtenção e Tratamento dos Dados

No presente trabalho, utiliza-se dados levantados durante os anos de 2022 e 2023, obtidos a partir de um banco de dados de uma empresa de pavimentação, tal acervo compreende os resultados de medições de microtextura por meio de aparelho de pêndulo britânico em vias pavimentadas no perímetro urbano da cidade de Manaus, o ensaio em questão foi executado para todas as vias seguindo a norma ASTM E-303-22 (2022) recomendada pelo DNIT (2006), realizado em três pontos específicos da via e com três repetições da medição, de forma que o valor utilizado no trabalho é a média aritmética dos 9 VRDs de cada via.

Devido o escopo da pesquisa ser voltado a vias locais e coletoras, foi necessário delimitar as vias que iriam ser analisadas, o documento que rege a legislação de trânsito no Brasil, o Código de Trânsito Brasileiro, as divide em locais, coletoras, arteriais e expressas e determina as suas velocidades máximas, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Velocidades máximas para tipo de via (CTB, 1997)

Tipo de Via	Velocidade (km/h)
Local	30
Coletora	40
Arterial	60



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Expressa | 80

Seguindo esses requisitos, os trechos pavimentados dispostos foram classificados quanto ao seu tipo e, desses, 18 vias foram escolhidas para o estudo, sendo essas obrigatoriamente locais e coletoras, após isso, elas foram classificadas quanto à sua condição de aderência pneu pavimento de acordo com a tabela 9 da IPR-720/2006 do DNIT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

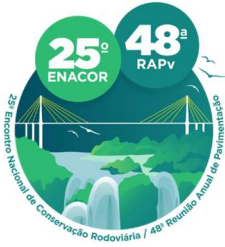
Tratamento de Dados

Ao analisar a base de dados disponibilizada pela Empresa X, foram dispostas 64 vias urbanas por ela pavimentadas, com base na classificação de vias disposta pelo CTB, essas foram divididas em locais, coletoras, arteriais e expressas. Em seguida, foi delimitado um quantitativo significativo de vias que estivessem dentro do escopo do trabalho, sendo 18, com duas vias coletoras e 16 locais, essas dispostas na tabela 2:

Tabela 2. Vias que atendem os requisitos da análise (AUTOR, 2023)

Vias por nome	Via nº	Classificação	VRD
Rua das Brilhantinas	Via 1	Local	63,33
Rua Humberto de Campos	Via 2	Local	56,67
Rua 8	Via 3	Local	56,67
Rua Teófilo Said	Via 4	Local	66,67
Rua Elin Virtonen	Via 5	Local	68,33
Rua Local A	Via 6	Local	63,33
Rua Maroaga	Via 7	Local	63,33
Rua 9	Via 8	Local	53,33
Rua Ernesto Pinto Filho	Via 9	Local	58,33
Rua Arquiteto Renato Bragas	Via 10	Coletora	56,67
Avenida Bragança	Via 11	Coletora	56,67
Rua Yokohama	Via 12	Local	51,67
Rua Akita	Via 13	Local	56,67
Rua Kobe	Via 14	Local	53,33
Rua Tokio	Via 15	Local	54,44
Rua Toyhashi	Via 16	Local	58,67
Rua Kagoshima	Via 17	Local	58,67
Rua Osaka	Via 18	Local	56,67

Em seguida foi feita a classificação delas quanto à microtextura com base nos parâmetros dispostos pelo DNIT, sendo o resultado desse processo representado na figura 1:



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br

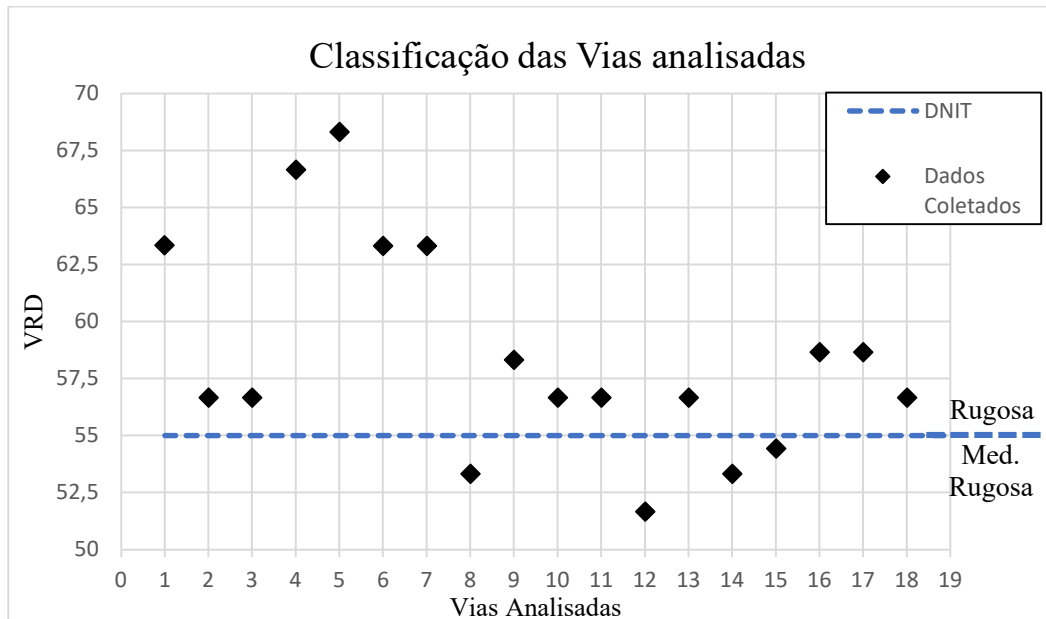


Figura 1. Classificação das vias analisadas quanto os parâmetros de microtextura dispostos pelo DNIT (Autoria Própria, 2023)

Tabela de Classificação

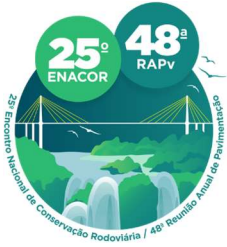
Utilizando como parâmetros na equação 9, as velocidades limites das vias locais e coletoras como velocidades desejadas, a velocidade de referência dos parâmetros de classificação de 48 km/h como a velocidade inicial e os limites dos intervalos de classificação de rugosidade como VRD na velocidade inicial, é possível obter valores de VRD equivalentes e dispô-los agrupados na tabela 3:

Tabela 3. Intervalos de VRD para as velocidades analisadas (AUTOR, 2023)

Classe da Superfície	VRD a 48 km/h	VRD a 40 km/h	VRD a 30 km/h
Perigosa	VRD < 25	VRD < 18	VRD < 10
Muito Lisa	25 < VRD < 31	18 < VRD < 24	10 < VRD < 13
Lisa	32 < VRD < 39	24 < VRD < 30	13 < VRD < 17
Insuficientemente Rugosa	40 < VRD < 46	30 < VRD < 36	17 < VRD < 20
Medianamente rugosa	47 < VRD < 54	36 < VRD < 43	20 < VRD < 24
Rugosa	55 < VRD < 75	43 < VRD < 60	24 < VRD < 34
Muito Rugosa	VRD > 75	VRD > 60	VRD > 34

Comparação Entre Intervalos Obtidos e Parâmetros Atuais

O DNIT, em sua IPR-720/2006, dita que uma via deve apresentar uma superfície classificada como rugosa para ser adequada a rodagem, após a obtenção dos novos intervalos de classificação da superfície para vias locais e coletoras, é possível determinar novamente qual a rugosidade da superfície das vias selecionadas no banco de dados para o estudo com base nos parâmetros obtidos, organizando os resultados no gráfico da figura 2.



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br

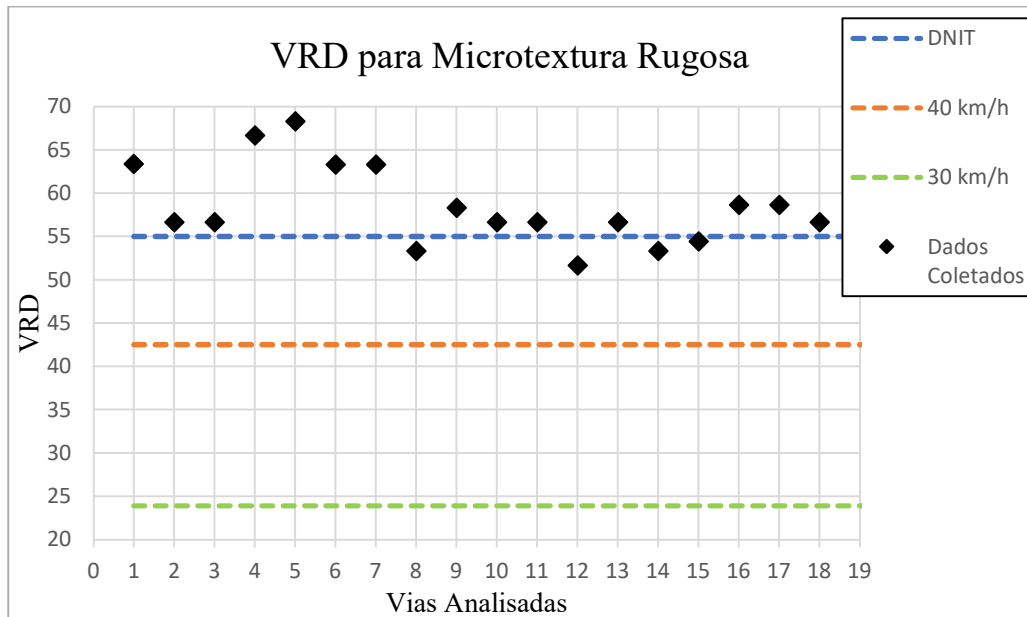


Figura 2. VRD para microtextura Rugosa (AUTOR, 2023)

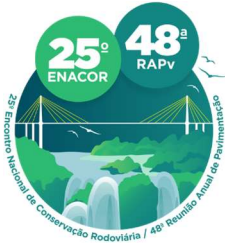
Ao analisar os novos intervalos de caracterização para vias locais e coletoras, percebe-se que houve uma redução dos seus limites devido às suas velocidades máximas serem menores que a referencial para a tabela atual, visto que existe uma relação direta entre VRD adequada e velocidade de tráfego. Assim, as vias 8, 12, 14 e 15, todas locais e antes classificadas como medianamente rugosas, sob os novos intervalos de classificação passam a ser denominadas vias muito rugosas e se mostrando adequadas para a rodagem em suas velocidades limite de 30km/h.

CONCLUSÃO

Por fim, conclui-se que foi possível obter uma equação que viabiliza encontrar valores de resistência à derrapagem equivalentes a outros por meio de uma relação com suas velocidades referenciais, essa baseada em um modelo físico. Ao aplicar a equação aos parâmetros relativos ao escopo do trabalho, vias locais e coletoras, obtiveram-se dois novos conjuntos de intervalos de classificação quanto à rugosidade, específicos a esses tipos de vias, contudo com valores reduzidos, visto que existe uma relação diretamente proporcional entre VRD e velocidade de tráfego, porém de maneira não linear. Mesmo o novo intervalo de classificação sendo menor que um parâmetro mínimo relacionado à segurança no tráfego, essa é garantida mantendo-se a distância de frenagem total performada por veículos inicialmente em velocidades maiores, em vias que seguem os parâmetros atuais recomendados pelo DNIT, porém para análise em velocidades menores, assim obtendo valores mais adequados para essa classificação quanto a resistência à derrapagem.

Pôde-se notar uma mudança na classificação de 4 vias, que anteriormente não atendiam ao limite de VRD conservador do DNIT para serem consideradas rugosas, e que, com a nova classificação para menor velocidade considerada, se enquadram nos parâmetros requeridos demonstrando que, para vias de menor velocidade de projeto, a nova tabela de limites pode ser utilizada na caracterização das vias de menor velocidade máximas permitidas.

É importante evidenciar que os valores de VRD do banco de dados da empresa X foram obtidos mediante ensaios em vias recém pavimentadas, portanto, não levam em consideração o desgaste na microtextura que virá a ser causado pelo fluxo de veículos, assim sendo recomendado futuros ensaios nas vias para monitoramento dos níveis de rugosidade delas.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E-303-22 (2022)**: Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester. West Conshohocken, PA, 2022, 7p.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM G40-02 (2001)**: Standard Terminology Relating to Wear Erosion. West Conshohocken: ASTM Standards, 2001, vol. 03.02, 8 p.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS EN 13036-4 (2011)**: Road and Airfield Surface Characteristics. Test Methods, Method for Measurement of Slip/Skid Resistance of a Surface: The Pendulum test. London, 2011.
- BARRETO, Roberto; RIBEIRO, Antônio. Logística no Brasil: Uma análise do panorama dos modais rodoviários e ferroviários no cenário nacional demonstrando as vantagens e desvantagens das referidas modalidades. **Revista livre de sustentabilidade e empreendedorismo**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 145 – 176, 2020. Disponível em: <<http://www.relise.eco.br/index.php/relise/article/view/355/34>>. Acesso em: 25 mai. 2023.
- BERNUCCI, Liedi et. al. **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Editora Abeda, 2008.
- BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de janeiro de 1997. Institui o código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, ano 134, n. 184, p. 1-46, 24 set. 1997.
- Chen et. Al. A state-Of-The-Art review of asphalt pavement surface texture and its measurement techniques. **Journal of Road Engineering**, Beijing, v. 2, n. 2, p. 156 – 180, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2097049822000208?via%3Dihub>>. Acesso em: 25 mai. 2023.
- CHU, L.; GUO, W.; FWA, T. F. Theoretical and practical engineering significance of British pendulum test. **International journal of pavement engineering**, London, v. 23, n. 1, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10298436.2020.1726351?journalCode=gpav20>. Acesso em: 25 mai. 2023.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006, 310p. (IPR. Publ. 720).
- R.P. Feynman, R. Leighton e M. Sands. **Lições de Física v.1**. Edição Definitiva. Porto Alegre: Editora, Bookman, 2008.
- Fritsch et. Al. Análise temporal da microtextura em pavimentos urbanos em revestimento TSD com capa selante no município de Sinop/MT. **UNINGÁ Review**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 134 – 150, 2018. Disponível em: <<https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/2227/1709>>. Acesso em: 25 mai. 2023.
- GILES, C. G.; SABEY, B. E.; CARDEW, K. H. F. Development and Performance of the Portable Skid Resistance Tester, *Lawrance*, v. 38, n. 4, p. 840 – 862. Disponível em: <<https://meridian.allenpress.com/rct/article-abstract/38/4/840/90682/Development-and-Performance-of-the-Portable-Skid>>. Acesso em: 25 mai. 2023.
- HAN, Sen; LIU, Mengmei; FWA, T. F. Testing for Low-Speed Resistance of road Pavements. **Road Material and Pavement Design**, Londres, v. 21, n. 5, p. 1312 – 1325, 2020. Disponível me: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14680629.2018.1552619>>. Acesso: 25 mai. 2023.
- HITI, Miha; DUCMAN, Vilma. Analysis of slide force calibration procedure for the British Pendulum Skid Resistance Tester. **Measurement Science and Technology**, London, v. 25, n. 2, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/262893738_Analysis_of_the_slider_force_calibration_procedure_for_the_British_Pendulum_Skid_Resistance_Tester>. Acesso em: 25 mai. 2023.
- LUGÃO, Wilson Gandini. **Análise da aderência entre pneu e pavimento com camada porosa de atrito no aeroporto internacional Tancredo Neves – MG**. Orientador: Marcia Lúcia Calijuri. 2008. 136 f. Tese (Doutorado em engenharia civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. Disponível em: <www.ufv.br/bitstream/123456789/805/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2023. Disponível em: Acesso em: 25 mai. 2023.
- MANCILHA, I. O.; LEMOS, C. T.; PEREIRA, A. G. Controle Tecnológico de uma obra asfáltica da avenida Farquar/RO. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 13, n 4, p. 250 – 259, 2021. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/19641/209209216046>>. Acesso em: 25 mai. 2023.



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



MATTOS, João Rodrigo Guerreiro. **Avaliação da aderência pneu-Pavimento e tendências de desempenho para a rodovia BR-290/RS**. Orientador: Washington Peres Núñez. 2009. 137 f. Tese (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: 25 mai. 2023.

NODARI, Christine Tessele. **Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples**. Orientador: Luis Antônio Lindau. 2003. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3675/000391199.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 mai. 2023.

REDE TEMÁTICA DE ASFALTO. **Manual de execução de trechos monitorados**. Rio de Janeiro. PETROBRAS, 2010.

SABEY, B. E.; LUPTON, G. N. Friction on Wet Surfaces of Tire-Tread-Type Vulcanizates. **Rubber Chemistry and Technology**, Lawrence, v. 37, n. 4, p. 878 – 893, 1964. Disponível em: <<https://meridian.allenpress.com/rct/article-abstract/37/4/878/87939/Friction-on-Wet-Surfaces-of-Tire-Tread-Type>>. Acesso em: 25 mai. 2023.