

ESTUDO DO CONTATO PNEU/PAVIMENTO: VISANDO ADERÊNCIA E CONTROLE DA POLUIÇÃO SONORA

Sérgio Copetti Callai

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
São Paulo – SP – Brasil

Liedi Bariani Bernucci

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
São Paulo – SP – Brasil

RESUMO

As características da superfície do revestimento, como macrotextura e microtextura, são importantes parâmetros para determinar a segurança com relação à aderência pneu/pavimento em pista molhada e conforto ao rolamento. Estas características são mensuráveis, porém a interação destas com o veículo, tipos e estado dos pneus, velocidade de deslocamento, entre outros, resulta em um complexo fenômeno chamado *atrito*. As variáveis existentes no sistema pneu-pavimento são muitas, e com varias magnitudes de influência. A chuva por exemplo, pode acarretar em acréscimo de acidentes, mesmo que o revestimento apresente características satisfatórias de aderência a seco. Assim sendo o trabalho busca estudar estas variáveis, analisando-as e verificando suas influências no quesito de aderência a seco e molhado, não obstante atentando para o fato de que elas influenciam no ruído gerado pelo pneu/pavimento.

1. INTRODUÇÃO

As rodovias exercem um papel fundamental para o desenvolvimento de uma nação, têm como propósito principal fornecer uma forma segura, rápida e eficiente de transporte. No Brasil, esta realidade não é diferente, pois tem-se nas rodovias o nosso principal meio de transporte, tanto de pessoas como de bens. Estas devem atender a certos requisitos de resistência e durabilidade, não ignorando quesitos de aderência e conforto, fatores de suma importância ao usuário, tanto do ponto de vista econômico, como do aspecto de segurança.

Diversos estudos mostram que os custos gerados por acidentes em rodovias são muito altos. Em um estudo dirigido por Noyce *et al*, foi estimado que no ano de 2000 nos EUA o custo de acidentes em rodovias foi de US\$ 230,6 bilhões. Segundo estes autores os acidentes podem ocorrer devido a diversos fatores, segundo esses autores, pois são eventos complexos que resultam de um ou da combinação de mais fatores. Tais fatores podem ser relacionados em três categorias: Motorista, Veículo, e Rodovia. Destas três categorias, os engenheiros rodoviários podem apenas controlar o terceiro fator, e isto pode ser feito com um projeto visando segurança assim como políticas de administração, operação e manutenção (NHCRP, 2009). A segurança do usuário, mesmo quando a pista esteja molhada, pode ser alcançada com projeto de drenagem, e com pavimentos que ou rompam a lâmina d'água e/ou sejam permeáveis, permitindo que água não se acumule na superfície, mas infiltre-se. É possível alcançar índices de aderência aceitáveis com diferentes revestimentos, o que é comprovado pela análise das estatísticas de redução de acidentes e por medições empregando-se equipamentos que qualificam e quantificam o “atrito” de um determinado revestimento. Essas medidas abrangem um conjunto de fenômenos que se interagem. O objetivo deste trabalho de pesquisa para a Dissertação de Mestrado é compreender melhor o funcionamento do contato pneu/pavimento, bem como as variáveis envolvidas.

O contato pneu/pavimento também é responsável por parte significativa da emissão de ruídos, sendo um problema que tem se intensificado a cada dia em nossa sociedade. Vários e graves problemas de saúde vem sendo acarretados pela poluição sonora. A Organização Mundial de Saúde (1999), afirma que a exposição dos seres humanos a altos níveis de ruído acaba por ocasionar respostas involuntárias e inconscientes do organismo a esse estímulo. As principais alterações fisiológicas reversíveis são: dilatação das pupilas, hipertensão sanguínea, mudanças gastrintestinais, reações musculares e vaso-constricção das veias. Além das alterações fisiológicas, existem as bioquímicas que são: mudanças na produção de cortisona, do hormônio tiróide, de adrenalina, na glicose sanguínea e na proteína do sangue. O ruído também provoca efeitos cardiovasculares, tais como aumento da pressão sanguínea causando hipertensão arterial.

Neste sentido, observa-se a necessidade de haver um estudo detalhado da aderência pneu/pavimento e emissão de ruídos devido a este contato pois assim poder-se-á buscar um pavimento mais completo, que seja tanto a favor de um índice ótimo ou bom quanto à aderência, e que não ocasione ruídos em níveis nocivos ao ambiente. Portanto, o objetivo desta pesquisa é buscar uma relação entre ruído e aderência, contemplando o binômio pneu/pavimento, e assim projetando um pavimento, mais seguro e menos poluidor sonoro, e que beneficie usuários, trabalhadores e habitantes de seus arredores.

2. CONHECIMENTOS TEÓRICOS/PRÁTICOS

2.1. A aderência

A aderência em revestimentos asfálticos contribui para a segurança viária devido ao atrito ali gerado pelo contato pneu/pavimento. O contato íntimo entre estes dois corpos é extremamente complexo, co-existindo diversos fenômenos, como adesão, histerese e desgaste. Para compreensão destes fenômenos que podem agir concomitantemente, deve-se estudar cada um deles de forma separada, pois conjuntamente seria muito complexa a abordagem.

O pneumático é uma estrutura complexa, que exerce a função de distribuir o carregamento do veículo sobre a camada de rolamento. Ele auxilia na eliminação de lâmina de água por seus sulcos, assim tornando possível o veículo manter-se em curso, e se necessário frear.

O revestimento deve ter uma textura suficientemente boa para que ele consiga proporcionar aderência do pneu. De acordo com o PIARC (1995), a textura do pavimento pode ser classificada em irregularidade, megatextura, macrotextura e microtextura. Contudo as duas primeiras devem ser evitadas por acarretarem em insegurança e desconforto ao usuário. As duas últimas classes de textura tem características próprias sendo elas: a macrotextura advém do tipo de mistura e, principalmente de sua composição granulométrica, auxiliando a remoção da lâmina de água pelo escoamento da água pelos “canais” formados entre agregados da superfície ou possibilitando a infiltração da água poros não preenchidos por betume, por mástico ou por agregados pétreos. O fenômeno da aderência gerada pela macrotextura é predominantemente devido à histerese. No caso da microtextura, que é resultante principalmente da rugosidade superficial dos agregados e advém principalmente do tipo e natureza de agregado utilizado, o principal fenômeno gerado por ela é a chamada adesão, que contribui na aderência.

O revestimento pode ter sua textura medida por diversos equipamentos e técnicas, as quais mensuram a macrotextura com eficiência, porém os meios de medir a microtextura, ainda que existam, envolvem maior complexidade e variabilidade.

2.2. Ruído

O ruído do tráfego é gerado pelo atrito com o ar (aerodinâmico), pelo motor, escapamento, transmissão e pelo contato pneu/pavimento. Quando o veículo ultrapassa a velocidade de 70km/h o ruído predominante é o gerado no contato pneu/pavimento. Logo o tipo de revestimento pode influenciar positivamente ou negativamente esta geração. Estudos prévios mostram que o ruído depende substancialmente da macrotextura, principalmente da maneira como os agregados estão distribuídos na superfície das misturas asfálticas densas. Porém, o ruído depende particularmente da existência de vazios com ar no interior da camada de revestimento e que estejam interligados. Nestes casos, acima de certo percentual, as camadas de revestimento passam a absorver mais o ruído gerado e a contribuir mais efetivamente para a redução da emissão sonora.

3. METODOLOGIA

A pesquisa para a dissertação do primeiro autor propõe analisar as diversas formas de medir as texturas do pavimento, estudar minuciosamente os fenômenos existentes no contato do pneu/pavimento, e como estas variáveis podem contribuir para a aderência pneu/pavimento e para a emissão sonora. Com isso, espera-se, ser possível avaliar um pavimento não apenas no sentido de sua aderência e propriedades do atrito em relação à frenagem, mas também em relação à poluição sonora. Com posse deste conhecimento e de dados oriundos de medições apropriadas, objetiva-se criar uma classificação dos revestimentos.

Para tanto, serão estudados os fenômenos de tribologia e de acústica, e serão efetuadas medidas em pavimentos já construídos e em operação para comparação de comportamento, estabelecendo uma escala hierárquica quanto à aderência, ao ruído e aos dois aspectos conjuntamente.

Os ensaios pertinentes como Mancha de Areia (ASTM E-965-96, 2001), Pêndulo Britânico (ASTM E-303-93, 1998), serão utilizados para classificar a textura da pista. O primeiro nos caracteriza a macrotextura, enquanto o segundo caracteriza a micro textura para velocidades de até 50 km/h. Nas medições de ruído será utilizada uma norma ainda a ser decidida, devido ao enfoque a ser dado. As técnicas mais pertinentes seriam, o tubo de impedância (ASTM E – 1050 – 08), medições em pista do ruído como SPBI (ISO 11819:1, 1997) e o OBSI método normatizado pela AASHTO (2009), que faz as medidas de ruído junto do veículo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (2009) Measurement of Tire/Pavement Noise Using the On-Board Sound Intensity (OBSI) Method. Standard Method of Test AASHTO TP-76, EUA
- ASTM E-303-93(1998) Standard method for measuring frictional properties using the British Pendulum tester. Annual book of ASTM Standards, Road and Paving Materials; Vehicle Pavement Systems. *American Society for Testing and Materials*. EUA.
- ASTM E-965-96(2001) Standard test method for measuring surface macro texture depth using a volumetric technique. Annual book of ASTM Standards, Road and Paving Materials; Vehicle Pavement Systems, *American Society for Testing and Materials*. EUA.
- ASTM E-1050-08(2008) Standard Test Method for Impedance and Absorption of Acoustical Materials Using A Tube, Two Microphones and A Digital Frequency Analysis System. Annual Book of ASTM Standards,

- Road and Paving Materials; Vehicle-Pavement Systems, *American Society for Testing and Materials*. EUA.
- ASTM E-1960 (2001) - Standard practice for calculating International Friction Index of a pavement surface. Annual Book of ASTM Standards, Road and Paving Materials; Vehicle-Pavement Systems, *American Society for Testing and Materials*. EUA.
- Aps, M.(2006) *Classificação da Aderência Pneu-Pavimento pelo Índice Combinado IFI – International Friction Index para Revestimentos Asfálticos*. Tese de doutorado, Escola Politécnica de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- OMS (2008) Guidelines for Community Noise. *Organização Mundial de Saúde*. <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>. (consultado em março de 2008).
- PIARC (1995) International PIARC Experiment to Compare and Harmonize Texture and Skid Resistance Measurements. *Permanent International Association of Road Congresses report no. AIPCR-01.040*. Bélgica.
- TRB (2000) - Evaluation of Pavement Friction Characteristics: a synthesis of highway practice. *NCHRP syntehsis 291. Transport Research Board*. Washington D.C.,USA