



IV Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projetos de Reforço

Fortaleza/CE - BRASIL - 07 a 09 de outubro 2009

ANÁLISE DA MACROTEXTURA E MICROTEXTURA EM DUAS RODOVIAS DO ESTADO DO CEARÁ

RESUMO

O conhecimento da textura do pavimento tem se tornado cada vez mais importante, devido as exigências dos órgãos governamentais que tratam da segurança viária. Nos pavimentos rodoviários, a textura adequada contribui para a diminuição do número de acidentes. Tendo em vista a necessidade de conhecer-se melhor as características das texturas dos revestimentos aplicados nas rodovias do estado do Ceará, buscou-se medir a macrotextura e microtextura em duas rodovias ora em restauração no Ceará que apresentam revestimentos distintos. Na rodovia CE 162, trecho BR020 – Paramoti, o revestimento que está sendo usado é um Tratamento Superficial Duplo (TSD) e na rodovia CE 090, trecho Entrº Leste para Caucaia - Entrº CE085/CE090 – Icarai, o revestimento aplicado é o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ). Por ser um fator importante quando o assunto é segurança ao rolamento, procurou-se medir os índices de rugosidade e atrito, no ato da restauração dessas rodovias, para acompanhar os seus valores ao longo da vida útil desses pavimentos. Os ensaios utilizados para medir a macrotextura e a microtextura foram, respectivamente, os ensaios de Mancha de Areia e do Pêndulo Britânico. De posse dos dados obtidos através desses ensaios, pode-se classificar a aderência em cada ponto e concluir que, no geral, a superfície das rodovias apresenta boa condição quanto à aderência. Estão sendo executados monitoramentos nessas rodovias através dos mesmos ensaios para se verificar os desgastes sofridos na textura do TSD e do CBUQ durante o período avaliado. Observa-se que a aderência pneu-revestimento muda ao longo do tempo, em função do tráfego, das condições climáticas e das práticas de manutenção adotadas.

PALAVRAS-CHAVE: macrotextura, microtextura, mancha de areia, pêndulo britânico, aderência

ABSTRACT

The knowledge of the texture of the pavement has if turned more and more important, due the demands of the governmental bodies that treat of the road safety. In the road pavements, the appropriate texture contributed to the decrease of the number of accidents. Tends in view the need to know better the characteristics of the textures of the applied coverings in the highways of the state of Ceará, it was looked for to measure the macrotextura and microtextura for now in two highways in restoration in Ceará that you/they present different coverings. In the highway CE 162, passage BR020 - Paramoti, the covering that is being used is a Double Superficial Treatment (TSD), and in the highway CE 090, passage BR 222 - Icarai, the applied covering is the Bituminous Concrete Usinado the Hot (CBUQ). For being an important factor when the subject is safety to the rolamento, it tried to measure the rugosidade indexes and attrition, in the action of the restoration of those highways, to accompany their values along the useful life of those pavements. The rehearsals used to measure the macrotextura and microtextura were the rehearsals of Stain of Sand and of the British Pendulum. Of ownership of the data obtained through of those rehearsals, it can be classified the adherence in each point and to end that, in the general, the surface of the highways presents good condition as for the adherence.. monitoramentos are being executed in those highways through the same rehearsals to verify consumes them suffered in the texture of TSD and of CBUQ during the appraised period. It is observed that the adherence tire-covering changes along the time, in function of the traffic, of the climatic conditions and of the maintenance practices adopted.

KEY WORDS: macrotexture, microtexture, sand patch, british pendulum, adherence.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os diversos tipos de revestimentos aplicados às rodovias apresentam características funcionais diferentes, desde os de textura mais aberta aos de textura mais fechada. Medir essa textura é extremamente importante para se conhecer o nível de conforto e segurança de cada rodovia, e assim poder reduzir o número de acidentes. Santiago e Azevedo (2007), afirmam que o Ministério da Saúde brasileiro registra 35 mil mortes por ano na área de transportes. Esse número equivale a quatro mortes por hora, ou seja, uma a cada 15 minutos.

Devido o número excessivo de acidentes nas rodovias brasileiras, só resta aos profissionais ligados ao setor rodoviário buscarem soluções que venham garantir a segurança das vias pavimentadas. As rodovias revestidas são as que mais oferecem conforto aos usuários, mas também oferecem um risco maior a ocorrências de acidentes. Esses acidentes, em grande número, estão relacionados à velocidade e à condição da rodovia. Portanto, é necessário um monitoramento dessas vias através de medidas que possam evitar estes acidentes, identificando-se suas principais falhas e apresentando-se medidas corretivas que possam solucionar o problema.

Os usuários das rodovias valorizam mais a condição funcional da pista de rolamento, por estarem mais interessados nas questões ligadas à segurança da via. Por essa razão, os projetistas já devem projetar um pavimento considerando os aspectos estruturais e funcionais.

Entre os aspectos funcionais das rodovias destaca-se a segurança. Para Wuttke (2003), a aderência pneu-pavimento é um parâmetro chave, procurando-se materiais e formulações que assegurem um nível satisfatório de atrito entre o pneu e o pavimento, evitando o perigoso deslizamento de veículos sobre pavimentos molhados.

Vale salientar, que a aderência nas vias é um parâmetro que varia ao longo do tempo em função do tráfego e das condições climáticas. Portanto, devem-se adotar práticas de manutenção que garantam a segurança do usuário da via. A avaliação correta da textura do revestimento, identificando as seções da via que apresentam níveis baixos de serventia ou deterioração acelerada, é uma ferramenta valiosa para prevenção e redução de acidentes (Silva, 2007).

A avaliação da característica funcional do pavimento é uma forma de monitoramento das rodovias, que pode ser feita através de alguns métodos. Devido a diversidade de métodos existentes para se avaliar essas características, usou-se nesta pesquisa os métodos de ensaios mais comuns e menos dispendiosos para medir a macrotextura e a microtextura de duas rodovias do estado do Ceará. A principal forma de medição da macrotextura é através do ensaio de Mancha de Areia e da microtextura é geralmente obtida com o ensaio de Pêndulo Britânico.

A AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DOS PAVIMENTOS

O objetivo deste trabalho é determinar as características funcionais de duas rodovias do Estado do Ceará, medindo-se a macrotextura, através dos ensaios de Mancha de Areia, e a microtextura, por meio do Pêndulo Britânico (conhecido na literatura internacional como *British Pendulum Tester*), assim como acompanhar os seus valores ao longo da vida útil dessas rodovias.

A principal maneira de caracterizar a superfície de um pavimento é por meio da avaliação de sua textura, reconhecida em quatro escalas: microtextura, macrotextura, megatextura e irregularidade (Silva, 2008).

Segundo Lay (1998), a microtextura corresponde à aspereza ou rugosidade da superfície individual dos agregados que compõem a mistura asfáltica ou o concreto de cimento Portland. A macrotextura corresponde ao tamanho do agregado, a faixa granulométrica, pelos vazios existentes na mistura, e pela configuração geométrica individual do agregado. A megatextura está ligada aos desvios da superfície do pavimento decorrentes de fatores como a formação de trilha de roda, painéis, remendos, perda de agregado na superfície e também pelas juntas e fissuras de maiores dimensões. E por fim, a irregularidade afeta a resistência ao rolamento, a dinâmica do veículo, a qualidade ao rolamento e o custo operacional dos veículos.

A megatextura e a irregularidade, para Bernucci *et al* (2007), interferem na dinâmica veicular e no contato do veículo com o pavimento, afetando também a estabilidade direcional e a aderência em pistas molhadas. No entanto, para a avaliação da textura da 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.

Na Tabela 1 apresenta-se a classificação da textura de um pavimento, de acordo com Bernucci *et al* (2007).

Tabela 1. Classificação da textura de um pavimento.

Classificação da textura	Faixa de comprimento de onda
Microtextura	$\lambda < 0,5 \text{ mm}$
Macrotextura	$0,5 \text{ mm} \leq \lambda < 50 \text{ mm}$
Megatextura	$50 \text{ mm} \leq \lambda < 500 \text{ mm}$
Irregularidade	$0,5 \text{ m} \leq \lambda < 50 \text{ m}$

A Figura 1 apresenta a diferença entre a microtextura, dividida entre áspera ou polida, e a macrotextura, do tipo grossa ou fina, em um revestimento, segundo Merighi *et al*. (2006).

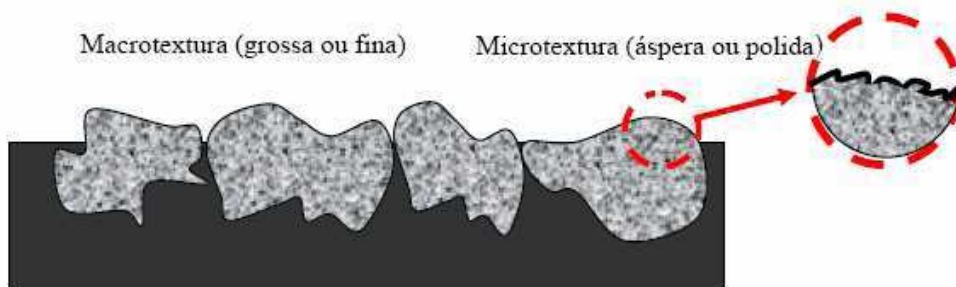


Figura 1. Diferença entre microtextura e macrotextura (Merighi *et al*. (2006).

Como afirmado anteriormente, a microtextura é obtida pelo método de ensaio do Pêndulo Britânico. Trata-se de um equipamento portátil que mede a perda de energia através do atrito entre a base emborrachada de um pêndulo e a superfície do pavimento. Esse equipamento é munido de um braço pendular cuja extremidade tem uma sapata recoberta de borracha para ser atritada contra a superfície do pavimento umedecida (Bernucci *et al*, 2007). O ensaio é padronizado de acordo com a norma da *American Society of Testing Materials* – ASTM E-303- 93 (ASTM, 1998). A Figura 2 mostra o equipamento Pêndulo Britânico (Adaptado de ASTM, 1998).

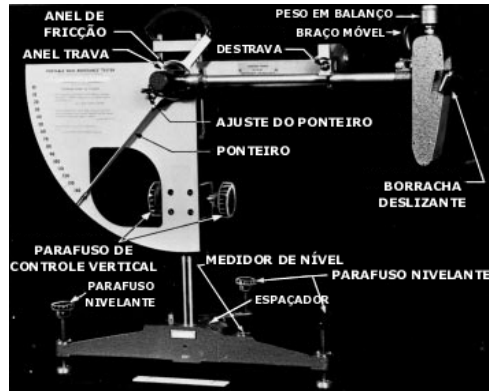


Figura 2. Pêndulo Britânico (Lopes e Fortes, 2008)

A forma de medição mais simples da macrotextura é por meio do ensaio da Mancha de Areia, normalizado pela ASTM E-965-96 (ASTM, 2001), que consiste em colocar sobre a superfície do pavimento um volume pré-determinado de areia fina e espalhá-la circularmente utilizando-se um disco com base de borracha. O ensaio caracteriza a superfície do pavimento quanto à sua capacidade de drenar a água confinada entre o pneu e o pavimento e quantifica a distância média entre os grânulos individuais de agregados aflorados na superfície do pavimento. (Silva, 2008). A Figura 3 mostra os equipamentos utilizados para realização do ensaio de Mancha de Areia.



Figura 3. Equipamentos para o ensaio de Mancha de Areia

Portanto, a característica da textura da superfície do pavimento depende da macrotextura e da microtextura. Sendo que são possíveis quatro combinações em função dos tipos de texturas: rugosa e aberta, rugosa e fechada, polida e aberta, e polida e fechada (Aps, 2006). A Figura 4 apresenta os tipos de texturas possíveis.


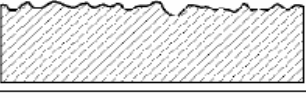

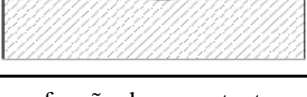
Microtextura	Macrotextura	Superfície	Tipo de Textura
Rugosa	Aberta		Rugosa e Aberta
	Fechada		Rugosa e Fechada
Polida ou Lisa	Aberta		Polida e Aberta
	Fechada		Polida e Fechada

Figura 4. Tipos de texturas da superfície em função da macrotextura e microtextura (Aps, 2006)

Considerando os tipos de texturas, tem-se que nos pavimentos rodoviários, a macrotextura encontrada, na maioria dos casos, é fechada, enquanto que nos pavimentos aeroportuários é aberta. Para ambos os tipos de pavimentos, a microtextura deve ser rugosa, pois associada à macrotextura proporciona boas condições de aderência entre os pneus e os pavimentos. No caso dos pavimentos aeroportuários, especificamente, a macrotextura não deve ser muito aberta em virtude de problemas relacionados ao acúmulo de borracha proveniente dos pneus das aeronaves na superfície do pavimento, conforme demonstrou Oliveira (2009).

UM BREVE HISTÓRICO DAS RODOVIAS AVALIADAS

As rodovias onde mediu-se a macrotextura e a microtextura integram o programa de restauração e construção lançado pelo Governo do Estado do Ceará. Ambas encontram-se em processo de restauração. Essas rodovias são: a rodovia CE 162 no trecho: Entr^o BR-020 – Paramoti e a rodovia CE 090 no trecho Entr^o Leste para Caucaia – Entr^o CE 085/CE 090 – Icarai.

O trecho Entr^o BR 020 – Paramoti desenvolve-se totalmente dentro do município de Paramoti. Atravessa uma região plana e ondulada e tem uma extensão de 12.901,20 m. Foi implantado na década de 80, no programa de rodovias de acesso municipal e de baixo custo. O revestimento existente e ora em restauração é um Tratamento Superficial Duplo. O volume de tráfego corresponde a $4,0 \times 10^5$. A Figura 5 mostra a localização do trecho BR 020 – Paramoti e uma imagem do revestimento usado (TSD).

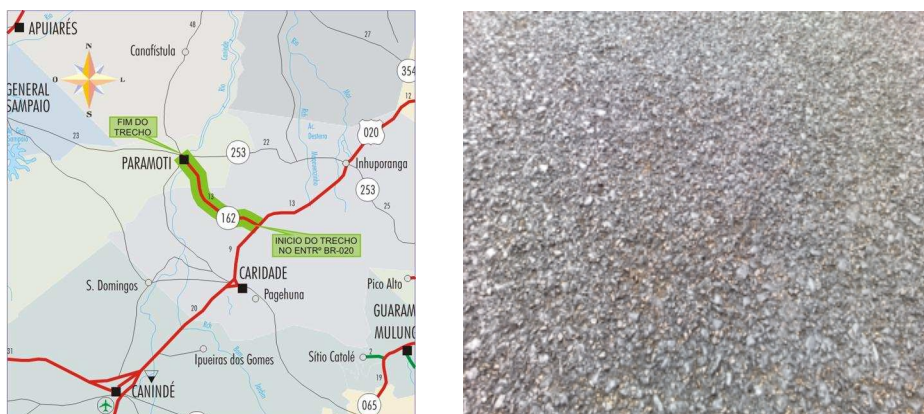


Figura 5: Localização e textura do revestimento (TSD) do trecho BR 020 – Paramoti.

O trecho Entr^o Leste para Caucaia – Entr^o CE 085/CE 090 – Icaraí desenvolve-se totalmente dentro do município de Caucaia, região metropolitana de Fortaleza. Atravessa uma região plana e tem uma extensão 12.600,00 m. É uma rodovia em pista dupla, com 9,0 m de largura cada, implantada para beneficiar o turismo na região, haja vista que a mesma dá acesso as praias de Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco. O revestimento existente e ora em restauração é um Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ). O fluxo de tráfego na rodovia é predominantemente de veículos de passeio e o “N” utilizado para dimensionamento do pavimento foi de $8,0 \times 10^6$. A Figura 6 mostra a localização do trecho e uma imagem do revestimento usado (CBUQ).

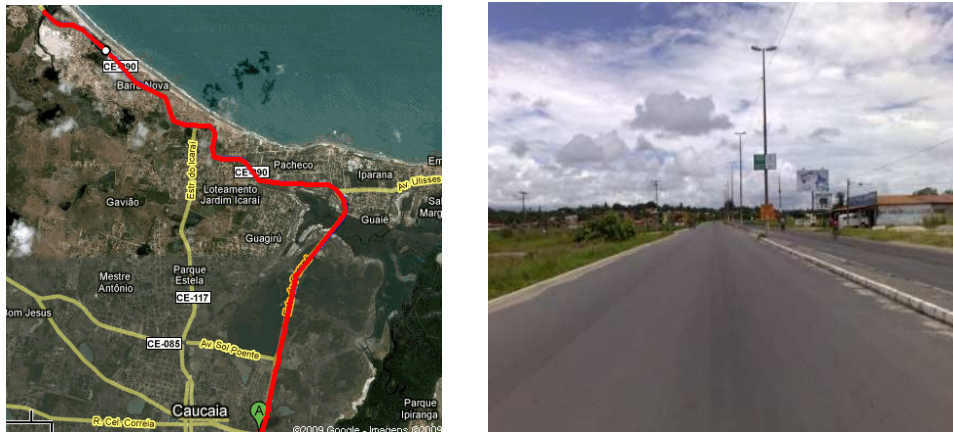


Figura 6: Localização e textura do revestimento (CBUQ) do trecho Entr^o Leste Caucaia – Icaraí.

ENSAIOS REALIZADOS E RESULTADOS OBTIDOS

Foram realizados os ensaios de microtextura e de macrotextura nos trechos: Entr^o BR-020 – Paramoti e Entr^o Leste para Caucaia – Entr^o CE 085/CE 090 – Icaraí, cujas obras de restauração encontram-se em andamento. Em ambos os trechos os revestimentos haviam sido aplicados recentemente. Dada a fase de reconstrução dos trecho, considerou-se o momento ideal para os ensaios e assim poder-se monitorá-los ao longo de suas vidas úteis, utilizando os mesmos ensaios.

Destaca-se então que a idéia do trabalho aqui apresentado é introduzir os ensaios de microtextura e macrotextura no processo de avaliação dos pavimentos no instante que os revestimentos foram aplicados. Pretende-se monitorar tais rodovias para acompanhar a evolução desses parâmetros ao longo do tempo.

Os valores de macrotextura foram obtidos por meio do ensaio de Mancha de Areia, conforme preconizado pela ASTM E 965-96 (ASTM, 2001). Para realizar-se o ensaio de mancha de areia utilizou-se uma areia uniforme, arredondada, passante na peneira n^o 60 (0,177mm) e retida na peneira n^o 80 (0,250mm), com um volume de 25.000mm³.

A areia foi espalhada sobre a superfície do pavimento com auxílio de uma base de um pistão circular, que foi movimentada em círculos, paralelamente à superfície do pavimento, e distribuída de forma homogênea, perfazendo um círculo de areia – Figura 7(b). O espalhamento cessou quando apareceram algumas pontas dos agregados. Mediu-se na seqüência o diâmetro do círculo de areia com auxílio de uma trena, em cinco direções distintas e fez-se a média das cinco determinações – Figura 7(c). As imagens da Figura 7 mostram o procedimento executivo para o ensaio da Mancha de Areia.



(a) material empregado. (b) espalhamento da areia. (c) medida do diâmetro do círculo.

Figura 7. Equipamentos e passos do ensaio de mancha de areia.

A altura média de mancha de areia foi calculada pela equação 1.

$$HS = \frac{4V}{D^2 \times \pi} \quad (1)$$

Onde: HS = altura média de mancha de areia em mm;

V = volume constante de areia de 25.000mm³;

D = diâmetro médio do círculo de areia em mm.

A classificação da macrotextura foi dada em função da altura média de mancha de areia segundo os critérios mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação da macrotextura pelo método da Mancha de Areia (ABPv, 1999).

Altura média de mancha de areia (mm)	Textura superficial
$HS \leq 0,20$	Muito fina ou muito fechada
$0,20 < HS \leq 0,40$	Fina ou fechada
$0,40 < HS \leq 0,80$	Média
$0,80 < HS \leq 1,20$	Grosseira ou aberta
$HS > 1,20$	Muito grosseira ou muito aberta

Na Tabela 3 apresentam-se os resultados obtidos mediante o ensaio da Mancha de Areia e sua respectiva classificação, sendo ilustrado na Figura 8 o gráfico da textura superficial.

Tabela 3. Resultado dos ensaios da Mancha de Areia e classificação da textura.

ENSAIOS DE MANCHA DE AREIA							
Trecho: BR 020-Paramoti				Trecho:Entr° Caucaia-Entr°CE 085/CE090-Icarai			
Revest.Tratamento Superficial Duplo (TSD)				Revest.Concreto Betuminoso Usinado a Quente(CBUQ)			
EST.	D(mm)	HS(mm)	Classificação	EST.	D(mm)	HS(mm)	Classificação
5+9LD	136,80	1,70	Muito grosseira/aberta	15LD	402,00	0,20	Muito fina/fechada
20+10LE	134,00	1,77	Muito grosseira/aberta	17LD	513,00	0,12	Muito fina/fechada
35LD	124,00	2,07	Muito grosseira/aberta	19LD	440,00	0,16	Muito fina/fechada
53LE	138,40	1,66	Muito grosseira/aberta	20+4LD	446,00	0,16	Muito fina/fechada
68LD	119,00	2,25	Muito grosseira/aberta	22LD	415,00	0,18	Muito fina/fechada
83LE	127,00	1,97	Muito grosseira/aberta	23LD	395,00	0,20	Muito fina/fechada
124LD	141,00	1,60	Muito grosseira/aberta	25LD	448,00	0,16	Muito fina/fechada
139LE	147,00	1,47	Muito grosseira/aberta	26+10LD	389,00	0,21	Muito fina/fechada
154LD	140,00	1,62	Muito grosseira/aberta	28LD	421,00	0,18	Muito fina/fechada
179LE	131,00	1,86	Muito grosseira/aberta	92+14LD	491,00	0,13	Muito fina/fechada
197LD	131,00	1,86	Muito grosseira/aberta	96LD	516,00	0,12	Muito fina/fechada
197AC	100,40	3,16	Muito grosseira/aberta	98+10LD	435,00	0,17	Muito fina/fechada
212LE	121,00	2,18	Muito grosseira/aberta	129LD	454,00	0,15	Muito fina/fechada
231LD	134,00	1,77	Muito grosseira/aberta	231+10LD	376,00	0,23	Muito fina/fechada
253LE	127,60	1,96	Muito grosseira/aberta	295LD	531,00	0,11	Muito fina/fechada
274LD	161,00	1,23	Muito grosseira/aberta	298LD	511,00	0,12	Muito fina/fechada
298LE	154,40	1,34	Muito grosseira/aberta				
298AC	105,40	2,87	Muito grosseira/aberta				

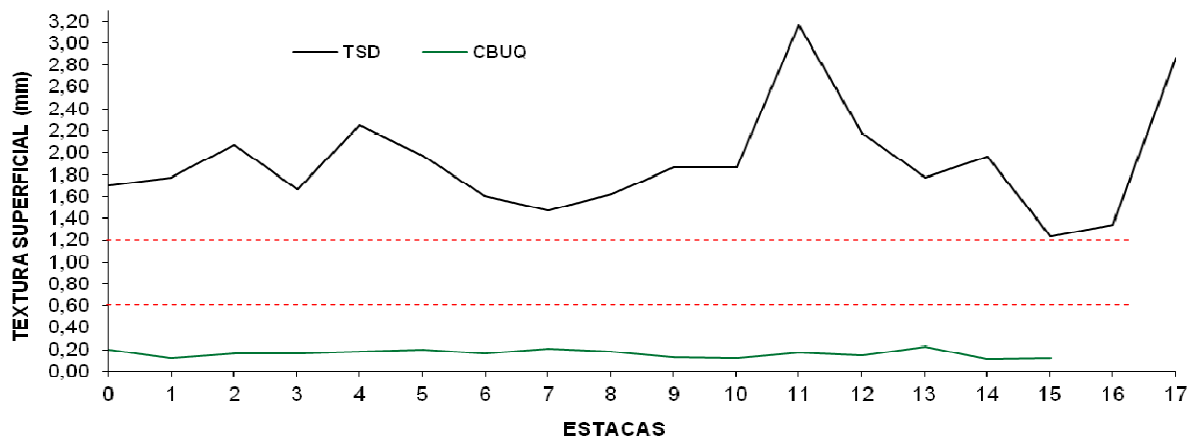


Figura 8. Gráfico da macrotextura dos dois revestimentos.

Na Tabela 3 a classificação da macrotextura para os revestimentos em TSD e CBUQ apresentam diferenças significativas. O revestimento em TSD apresenta uma classificação muito grosseira e aberta, isso demonstra que o agregado usado nesse revestimento é de graduação aberta, o qual proporciona uma melhor capacidade de drenar a água. O revestimento em CBUQ apresenta uma classificação muito fina e fechada, em virtude da mistura ser densa e com uma maior concentração de agregado, dificultando a drenagem da água.

Os valores de microtextura foram obtidos por meio de avaliações com o Pêndulo Britânico, que é normatizado e possui todas as suas dimensões previstas na norma de método de ensaios da ASTM E-303-93 (ASTM, 1998). Para se realizar o ensaio do Pêndulo Britânico, inicialmente montou-se o aparelho em sua base composta de um pequeno pedestal, munido de um nível de bolha, de três pés ajustáveis, uma coluna e um calço de regulagem presa a base. Ajustou-se a base na horizontal com o parafuso de calagem e o auxílio do nível de bolha, mantendo-o nivelado. Fez-se a regulagem do aparelho, ver Figura 9(a) e iniciou-se o ensaio, limpando a superfície com água para remover partículas soltas. A Figura 9(b) mostra o Pêndulo Britânico sendo operado no trecho BR 020 – Paramoti, para verificação do valor de resistência a derrapagem (VRD).



(a) pendulo britânico



(b) pendulo britânico sendo operado

Figura 9. Pendulo britânico e operação para a determinação do VRD.

O método proporciona a medição de características de aderência e microtextura de superfícies. Com este método pode-se determinar os efeitos relativos entre vários processos de polimento em materiais ou combinações de materiais, em pavimentos secos ou molhados. A classificação da microtextura foi dada em função do VRD, que é medido através do dinamômetro contido em uma das extremidades do pêndulo e estabelecida pelos critérios mostrados na Tabela 4.

Tabela 4. Classificação da microtextura com o Pêndulo Britânico (ABPv, 1999)

CLASSE	VRD - Valor de Resistência a Derrapagem
Perigosa	$VDR < 25$
Muito lisa	$25 \leq VRD \leq 31$
Lisa	$32 \leq VRD \leq 39$
Insuficientemente rugosa	$40 \leq VRD \leq 46$
Medianamente rugosa	$47 \leq VRD \leq 54$
Rugosa	$55 \leq VRD \leq 75$
Muito rugosa	$VRD > 75$

Na Tabela 5 apresenta-se os resultados obtidos mediante o ensaio do Pendulo Britânico e sua classificação

Tabela 5. Resultado dos ensaios do Pêndulo Britânico e a classificação da microtextura.

ENSAIO DO PÊNDULO BRITÂNICO					
TRECHO: BR 020 – Paramoti			TREHO: Entrº Leste p/ Caucaí – Entº CE 085/CE090 - Icarai		
REVEST: Tratamento Superfucual Duplo (TSD)			REVESTI: Concreto Betuminoso Usinado Quente (CBUQ)		
ESTACA	VRD	Classificação	ESTACA	VRD	Classificação
5+9 LD	68	Rugosa	15 LD	43	Insuficientemente rugosa
20+10 LE	53	Medianamente rugosa	17 LD	52	Medianamente rugosa
35 LD	33	Lisa	19 LD	53	Medianamente rugosa
53 LE	44	Insuficientemente rugosa	20+4 LD	51	Medianamente rugosa
68 LD	43	Insuficientemente rugosa	22 LD	57	Rugosa
83 LE	43	Insuficientemente rugosa	23 LD	51	Medianamente rugosa
124 LD	54	Medianamente rugosa	25 LD	53	Medianamente rugosa
139 LE	42	Insuficientemente rugosa	26+10 LD	53	Medianamente rugosa
154 LD	48	Medianamente rugosa	28 LD	55	Rugosa
179 LE	47	Medianamente rugosa	92+14 LD	57	Rugosa
197 LD	54	Medianamente rugosa	96 LD	58	Rugosa
212 LE	37	Lisa	98+10LD	57	Rugosa
231 LD	54	Medianamente rugosa	129 LD	55	Rugosa
253 LE	48	Medianamente rugosa	231+10 LD	57	Rugosa
274 LD	54	Medianamente rugosa	295 LD	55	Rugosa
298LE	34	Lisa	298 LD	53	Medianamente rugosa

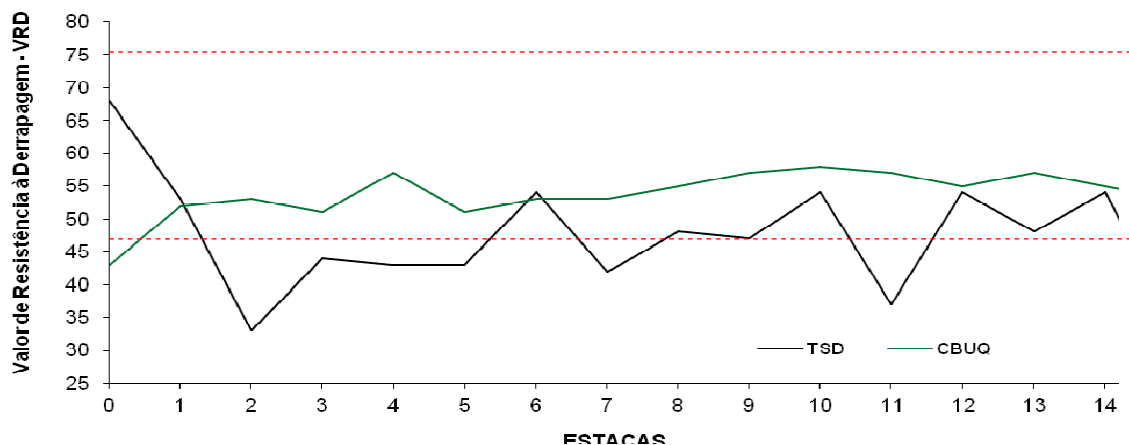


Figura 10. Gráfico da microtextura dos dois revestimentos.

Ressalte-se que a medida de microtextura é um importante fator nas operações a baixa velocidade. Além do potencial intrínseco de polimento dos agregados pela natureza, deve-se ressaltar que em declives os pneus de caminhões e as forças tangenciais tendem a agir como veículos de aceleração do polimento dos agregados (Aps, 2006).

O DNIT(2006) incluiu em seu Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos faixas de manchas de areia e valores mínimos do Pêndulo Britânico. A macrotextura verificada por meio da altura de areia (HS) deve estar no intervalo de 0,60 a 1,20 mm, como forma de permitir que a textura superficial esteja classificada entre média a grosseira ou aberta. Por sua vez a condição de atrito obtida por meio do pêndulo Britânico, expressa em valor de resistência à derrapagem, deve estar no intervalo de 47 a 75, sendo classificada entre medianamente rugosa a rugosa.

Os valores apresentados nesse trabalho foram verificados na primeira restauração dos trechos BR 020 – Paramoti e Entrº Leste p/ Caucaia – Entrº CE 085/CE090 – Icarai. Serão feitos levantamentos periódicos todos os anos, a partir da fase conclusiva de suas restauração, por meio dos mesmos equipamentos.

ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

No que diz respeito à microtextura a classificação da rodovia BR 020 – Paramoti, com aplicação de Tratamento Superficial Duplo – TSD, varia entre insuficientemente a medianamente rugosa, com poucos pontos classificados como lisa. O trecho correspondente ao Entrº Leste p/ Caucaia – Entrº CE 085/CE090 – Icarai, com revestimento em Concreto Betuminoso Usinado à Quente – CBUQ apresenta classificação medianamente rugosa a rugosa, com apenas o início do trecho apresentando superfície insuficientemente rugosa.

A macrotextura da rodovia BR 020 – Paramoti, assim como ao Entrº Leste p/ Caucaia – Entrº CE 085/CE090 – Icarai não apresentou variação na sua classificação. Para a primeira tem-se uma macrotextura muito grosseira ou muita aberta. Por sua vez a macrotextura da segunda rodovia classificou-se como muita fina ou muito fechada.

Do ponto de vista de segurança dessas rodovias, pode-se concluir, diante dos valores obtidos nos ensaios para obtenção da microtextura e da macrotextura deste artigo, que a rodovia com TSD possuem melhores valores de macrotextura se comparados ao CBUQ, pois superfícies com macrotextura classificadas de média a muito aberta, proporcionam melhor escoamento da água porventura acumulada e que, por sua vez, facilitam o processo de frenagem dos veículos.

Numa situação contrária, revestimentos em CBUQ oferecem melhores valores de resistência à derrapagem quando comparados aos revestimentos em TSD. Nesse caso, os agregados que compõem as respectivas misturas comportam-se melhor no CBUQ do que no TSD.

A partir dos dados obtidos neste trabalho pretende-se efetuar acompanhamento da evolução da textura e do coeficiente de atrito, nas rodovias aqui avaliadas, através dos ensaios de macrotextura e microtextura, ao longo de suas vidas úteis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPv – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PAVIMENTAÇÃO. Informativo técnico sobre avaliação da resistência à derrapagem através de aparelhagem portátil. *Boletim Técnico*, Rio de Janeiro, n. 18, 1999.
- APS, M. (2006) *Classificação da Aderência Pneu-Pavimento pelo Índice Combinado IFI – International Friction Index para Revestimentos Asfálticos*. Tese de Doutorado, Escola Politécnica – USP, São Paulo, SP.
- 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, Volume 04.03, USA, 5p.
- 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, Volume 04.03, USA, 5p.
- BERNUCCI, L. B., MOTA, L. M. G., CERATI, J. A. P. e SOARES, J. B. (2007) *Pavimentação Asfáltica. Formação Básica para Engenheiros*. Petrobras. Abeda. Rio de Janeiro, RJ.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos*. Rio de Janeiro, Brasil: DNIT, 2006. (Publicação IPR-720).
- LAY, J. B. C. (1998) *Friction and Surface Texture Characterization of 14 Pavement Test Sections in Greenville, North Carolina*. Transportation Research Record 1639, North Carolina, USA.
- LOPES, L. G. R., FORTES, R.M.(2008). *Estudo da Aderência Pneu-Pavimento para Diferentes Tipos de Texturas de Pavimentos em Pistas de Kartódromos*. Coninfra — congresso de infraestrutura de transportes, 25 a 28 de junho de 2008, são paulo - brasil
- MERIGHI, J.V.; PERES, R.; SILVA, G.T. (2006). *Influência da Natureza da Superfície de contato na geração de aderência nos pavimentos aeroportuários*. V Jornadas Luso-Brasileiras de Pavimentos: Políticas e Tecnologias, Recife-PE, V-039.
- OLIVEIRA, F. H. L. (2009) *Proposição de Estratégias de Manutenção de Pavimentos Aeroportuários Baseadas na Macrotextura e no Atrito: Estudo de Caso do Aeroporto Internacional de Fortaleza*. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 178 pág.
- SANTIAGO, J. P. M. e AZEVEDO, G. L. (2007) *Acidentes em Rodovias - o Desafio Brasileiro de Redução dos Altos Índices de Mortes e os Prejuízos Sociais e Econômicos*. Revista ABPV, Ano II – no 6, junho de 2007. Rio de Janeiro, RJ, p. 9 -15.
- SILVA, J. P. S. (2007) *Aderência pneu-pavimento aeroportuário: conceitos e generalidades*. In: *Congresso de Infra-Estrutura de Transportes*, 1., 2007, São Paulo. Anais... São Paulo: CONINFRA, ref. 01-53A.



- SILVA, J. P. S. (2008). *Aderência Pneu-pavimento em Revestimentos Asfálticos Aeroportuários*. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. xix, 134 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Geotecnia, 2008)
- WUTTKE, E.(2003) *Emprego do Pêndulo Britânico para Medir o Coeficiente de Atrito em Pavimentos Asfálticos*. XVIII Congresso Regional De Iniciação Científica e Tecnológica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.