



# Avaliação da Macrotextura da Pista de Pouso e Decolagem do Aeroporto Internacional de Boa Vista-RR Atlas Brasil Cantanhede

Vitória Santos Araújo<sup>1</sup>, Joel Carlos Moizinho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Civil - Av. Augusto César Luitgards Moura, N° 3394, Paraviana - CEP 69.307-275 - Boa Vista – RR - Brasil

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Engenharia Civil CCT/UFRR  
Rua Tota Terêncio, N° 286, Jardim Floresta - CEP 69.312-008 - Boa Vista – RR - Brasil

vsa.engenharia@outlook.com, joel.moizinho@ufrr.br

**Abstract.** *The pavement of airport roads, due to its great use, needs constant evaluation, mainly to correct or to prevent irregularities in the raceway. One of the means of monitoring and maintaining airport pavements is the evaluation of macrotexture. In this sense the present article analyzes the macrotexture obtained from the results of the Sand Stain Test, regulated by IS No. 153.205-001 (ANAC / 2016), carried out at the International Airport of Boa Vista Atlas Brasil Cantanhede (RR). According to the ANAC, the minimum acceptable for the average depth of macrotexture of a landing runway in operation is of sand height of 0.60 mm. The values obtained show that none of the points tested had depths below the minimum value of 0.60 mm, with most values above 1.20 mm, that is, about 72% of the points had a mean depth of macrotexture classified as "Very open". Therefore, it is concluded that, in the 1300 m of track analyzed, the pavement does not present a risk of skidding.*

**Resumo.** *O pavimento de vias aeroportuárias, devido sua grande utilização, necessita de avaliação constante, principalmente para corrigir ou prevenir irregularidades na pista de rolamento. Um dos meios de monitoramento e de manutenção de pavimentos aeroportuários é a avaliação da macrotextura. Neste sentido o presente artigo analisa a macrotextura obtidas a partir dos resultados do Ensaio de Mancha de Areia, regulamentado pela IS N° 153.205-001 (ANAC/2016), realizado no Aeroporto Internacional de Boa Vista Atlas Brasil Cantanhede (RR). De acordo com a ANAC, o mínimo aceitável para a profundidade média de macrotextura de uma pista de pouso e decolagem em operação é de altura de areia de 0,60 mm. Os valores obtidos mostram que nenhum dos pontos ensaiados apresentaram profundidades abaixo do valor mínimo de 0,60 mm, com a maior parte dos valores acima de 1,20 mm, ou seja, cerca de 72 % dos pontos apresentaram profundidade média de macrotextura classificada como "muito aberta". Portanto, conclui-se que, nos 1300 m de pista analisados, o pavimento não apresenta risco de derrapagem.*



## 1. Introdução

O modal de transporte aéreo surgiu no Brasil na década de 1920. Entre 1920 e 1960 houve uma grande demanda pelo transporte aéreo devido ao crescimento e diversificação da economia brasileira nesse período. A partir dessa época, o modal aéreo no Brasil teve muitos avanços, em infraestrutura, equipamentos, atendimento, dentre outros. Em 2015, segundo uma pesquisa do Portal Brasil, o país registrou 96,2 milhões de passageiros em voos domésticos e 21,6 milhões em voos internacionais. A pesquisa ainda aponta que nos últimos 10 anos houve um crescimento de 118% de passageiros, transportados no Brasil, com destinos nacionais e internacionais.

Tendo em vista, a elevada demanda do setor aeroportuário, tem-se a necessidade de estudos que avaliem a relação entre o pneu e o pavimento das pistas dos aeroportos, levando em consideração a segurança dos usuários. Dessa forma, a manutenção das pistas de pouso e decolagem das aeronaves se torna essencial para evitar a ocorrência de acidentes. Um dos meios de monitoramento e de manutenção deste tipo de pavimento é a medição de atrito e avaliação da macrotextura, no qual, ambos, apresentam como resultado o nível de aderência pneu-pavimento.

Pesquisas apontam que 20% dos acidentes acontecem no momento da aterrissagem, sendo uma informação importante no que diz respeito ao nível de aderência pneu-pavimento. A falta de manutenção nas pistas dos aeroportos ocasiona maiores riscos de acidentes, tendo em vista que, muitos acidentes envolvendo o modal aéreo, ocorrem na pista.

No Brasil, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa) da Força Aérea Brasileira (FAB) é regulamentado pelo Decreto Nº 5.196, de 26 de agosto de 2004, que tem por finalidade planejar, gerenciar, controlar e executar as atividades relacionadas com a prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos no Brasil. O Cenipa (2004) disponibiliza informações importantes sobre o trabalho das equipes e possui o Painel Sipaer (Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos) que apresenta panoramas de acidentes de acordo com vários filtros. Dentre essas informações, as ocorrências de acidentes por perda de controle no solo, nos últimos 10 (dez) anos, formam um total de 557 (quinhentas e cinquenta e sete) ocorrências no Brasil. (Painel Sipaer, 2017)

Visando a segurança aeroportuária, a ANAC (Agência Nacional da Aviação Civil, 2016) possui normas regulamentadoras para a operação e manutenção nos aeroportos brasileiros, com definições, parâmetros de operação e manutenção.

Neste contexto, o objetivo do presente artigo é avaliar a pista de pouso e decolagem do Aeroporto Internacional de Boa Vista Atlas Brasil Cantanhede para verificar se os parâmetros de macrotextura estão de acordo com os parâmetros de segurança exigidos pela legislação da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), conforme estabelece o item 9 (h) da RBAC (Regulamento Brasileiro da Aviação Civil) nº 153 - Emenda nº 01, de 14 de julho de 2016.

## 2 Pavimentos

### 2.1. Pavimentos Aeroportuários

Para Igual (2011), o pavimento é a estrutura construída sobre o terreno de fundação que suporta as cargas provenientes do tráfego, redistribui essas cargas para a infraestrutura e



proporciona as condições satisfatórias de conforto e segurança a quem utiliza a estrutura executando-o da forma mais econômica possível.

Segundo Mattos (2009), o pavimento é uma estrutura constituída de múltiplas camadas que devem atender a aspectos estruturais e funcionais. Uma das principais características funcionais que o pavimento deve oferecer é a segurança ao usuário. Nesse contexto, no que diz respeito à segurança, uma das características mais importantes é a aderência entre pneu-pavimento.

### **2.1.1. Pavimentos Flexíveis**

Conforme Quirino (2013), nos pavimentos flexíveis, cada camada absorve uma parcela da carga do pavimento, trabalhando em conjunto, absorvendo essas solicitações. Esse tipo de pavimento possui as seguintes camadas:

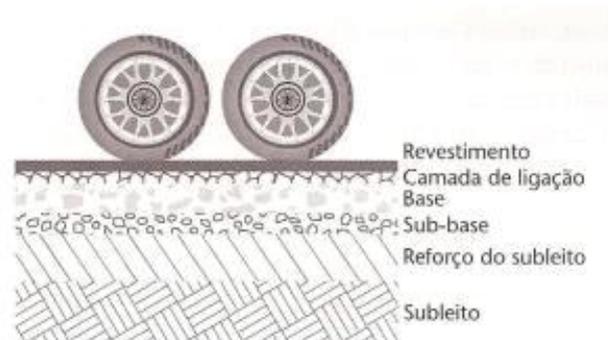
- Revestimento;
- Camada de ligação;
- Base;
- Sub-base;
- Reforço do subleito (se necessário);
- Subleito.

O revestimento é composto de material betuminoso e agregados, tendo como função impermeabilizar a base contra a penetração das águas das superfícies, protegendo-o do desgaste gerado pelo tráfego e distribuir as cargas.

Os principais materiais betuminosos utilizados em pavimentos, são: cimentos asfálticos de petróleo (CAP), asfalto modificado por polímero, emulsões asfálticas de petróleo (EAP) e asfaltos diluídos (ADP).

Os materiais de revestimentos mais utilizados no Brasil são: concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), pré-misturado a quente, pré-misturado a frio, areia asfalto a quente, micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímero e revestimentos betuminosos com tratamentos superficiais. (BALBO, 2007)

A Figura 1, ilustra as camadas do pavimento flexível.



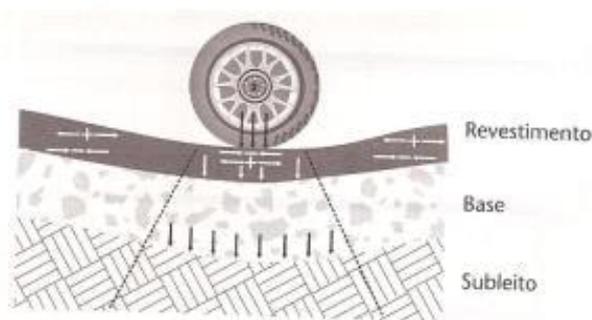
**Figura 1. Seção de pavimento flexível (Balbo, 2007)**

Os materiais da base podem ser pedra britada, com tratamento ou não, ou materiais granulares misturados com ligantes, como asfalto ou cimento Portland. Na sub-base, é utilizado material de empréstimo selecionado, sem tratamento especial.

### 2.1.2. Pavimentos Rígidos

São constituídos pelas camadas de revestimento, base e subleito. De acordo com Quirino (2013), a placa de concreto tem a função de absorver as solicitações provenientes do pavimento, distribuindo-a em uma grande área, e a camada de subleito recebe essa carga suficientemente amortecida. As placas de concreto geralmente são construídas com material de jazida e possuem como principais características: alta rigidez, alta resistência e pequenas espessuras (definidas em função da resistência à flexão).

A Figura 2, apresenta as camadas do pavimento rígido.



**Figura 2. Seção típica de pavimento rígido (Balbo, 2007)**

## 2.2. Manutenção dos Pavimentos

Segundo Quirino (2013), a manutenção dos pavimentos é um conjunto de operações que tem por objetivo manter ou elevar as características gerais de desempenho, considerando todos os componentes do pavimento. Os materiais que compõem o pavimento, no decorrer de sua vida útil, sofrem degradação que conseqüentemente, implicam na alteração das propriedades mecânicas. Essa degradação ocorre devido a carga de veículos, produtos químicos e ações ambientais como temperatura, umidade, dentre outros.



A ANAC - RBAC Nº 153 - 01 (2016), estabelece que o operador do aeródromo deve estabelecer e implementar um sistema de manutenção de toda a infraestrutura aeroportuária, sendo capaz de manter as condições físicas e operacionais dentro dos padrões exigidos no regulamento e outras normativas. O programa de manutenção deve conter processos contínuos de: monitoramento, manutenção preventiva e manutenção corretiva.

Ainda conforme o regulamento da ANAC (2016), citado anteriormente, o operador do aeródromo deve manter a pista de pouso e decolagem em condições operacionais visando: à resistência à derrapagem, ao controle direcional das aeronaves e à integridade dos equipamentos aeronáuticos.

### 2.3. Macrotextura

Segundo Momm (1998), macrotextura: são asperezas superficiais do pavimento causadas pelas protuberâncias causadas pelo agregado com comprimento de onda de 0,5 a 50mm e amplitude de 0,2 a 10mm. É relacionada ao atrito em altas velocidades; a capacidade do pavimento drenar a água superficial evitando o fenômeno da hidroplanagem; a formação de spray; a formação do espelho noturno; o aumento no consumo de combustível; o desgaste dos pneumáticos e a excessivos níveis de ruído.

Milhares de passageiros e cargas circulam nos aeroportos brasileiros todos os anos. Dessa forma, tendo em vista o desgaste das pistas de pouso e decolagem em função do uso contínuo, se faz necessária a avaliação das pistas para garantir a segurança nas operações de pouso e decolagem.

Conforme a ANAC - RBAC Nº 153 – 01 (2016):

“Aderência da pista de pouso e decolagem significa a propriedade física caracterizada pela força de contato entre os pneus da aeronave e a superfície da camada de rolamento do pavimento da pista, que assegura à aeronave resistência à derrapagem e controle direcional. As condições de aderência da pista de pouso e decolagem são fornecidas, principalmente, pelo atrito e pela textura superficial (microtextura e macrotextura)”.

Por isso, dentre os fatores que são importantes no que diz respeito à segurança das pistas de aeródromos, é necessária a avaliação da macrotextura para verificação do nível de aderência pneu-pavimento, que é a principal característica a ser analisada.

A camada porosa de atrito, que é a camada superficial do pavimento, projetada, construída e mantida com profundidade média da macrotextura classificada como “muito aberta”, proporciona livre penetração de água. A macrotextura é a média aritmética das alturas de areia medida no ensaio de mancha de areia, obtida nos pontos de coleta. A pista de pouso e decolagem deve ser mantida em condições operacionais que visem à resistência à derrapagem, atrito, macrotextura, acúmulo de borracha, dentre outros parâmetros.

A ANAC - RBAC Nº 153 – 01 (2016) estabelece uma frequência mínima de medições de macrotextura de acordo com a média de pousos diários de aeronaves de asa fixa com motor à reação, na cabeceira predominante, no último ano, conforme é ilustrado na Tabela 1.



**Tabela 1. Frequência mínima de medições de macrotextura (ANAC – RBAC Nº 153 – 01, 2016)**

Faixas [1]	Média de pousos diários de aeronave de asa fixa com motor à reação, na cabeceira predominante [2]	Frequência de medições de macrotextura [3]
1	Menos de 15	Cada 360 dias
2	16 a 30	Cada 180 dias
3	31 a 90	Cada 90 dias
4	91 a 150	Cada 60 dias
5	151 a 210	Cada 30 dias
6	Mais de 210	Cada 30 dias

A ANAC – IS Nº 153.205-001 (2016), que regulamenta o Ensaio de Mancha de Areia, estabelece orientações para a execução do ensaio volumétrico tipo mancha de areia para medição da profundidade da macrotextura de pavimento, bem como para a elaboração dos relatórios de medição de irregularidade longitudinal de pavimentos, de coeficiente de atrito e de profundidade da macrotextura.

A INFRAERO<sup>b</sup> (2007) estabelece requisitos de resistência à derrapagem para pistas de pouso e decolagem. Para tanto, disponibiliza o Manual de Procedimentos da INFRAERO, que define os processos de monitoramento dos requisitos de atrito e de textura superficial para os pavimentos de pistas de pouso e decolagem resistentes à derrapagem, visando a implementação de medidas preventivas e corretivas que assegurem níveis de atrito adequado às operações aéreas das pistas de pouso e decolagem. Este manual é aplicável para todas as pistas de pouso e decolagem dos Aeroportos da rede INFRAERO.

A ANAC - RBAC Nº 153-01 (2016), no seu item 9 (h), define ainda que o operador do aeródromo deve monitorar a profundidade da macrotextura do pavimento por meio de medições, conforme ensaio volumétrico tipo mancha de areia, de maneira a garantir que a profundidade média da macrotextura seja maior ou igual a 0,60 mm (sessenta centésimos de milímetro) para pista de pouso e decolagem em operação.

A Tabela 2, mostra a localização das medições de atrito e a quantidade mínima para cada uma das medições.



**Tabela 2. Localização das medições de atrito. Fonte: Adaptada de (ANAC - RBAC Nº 153 – 01, 2016)**

Letra do Código (vide RBAC nº 154) [1]	Localização da medição [2]	Quantidade Mínima [3]
A, B ou C	A 3m do eixo da pista	Uma vez de cada lado em relação ao eixo da pista
D, E ou F	A 3m e 6m do eixo da pista	Uma vez de cada lado da pista em relação ao eixo da pista, para cada distância da coluna [2]

A ANAC - RBAC 153 - 01 (2016) define as diretrizes que o operador do aeródromo deve seguir para calcular e a profundidade média da macrotextura de cada terço da pista e classificar a macrotextura conforme a profundidade, como “muito fechada” para profundidade menor ou igual a 0,2 mm, e “muito aberta” para profundidades maiores que 1,2 mm.

A Tabela 3, apresenta a classificação da macrotextura para pistas de pouso e decolagem (ANAC – RBAC Nº 153 – 01, 2016).

**Tabela 3. Classificação da Macrotextura. Fonte: Adaptada de (ANAC - RBAC Nº 153 – 01, 2016)**

Profundidade – P (mm)	Classificação
$P < 0,2$	Muito fechada
$0,2 < P \leq 0,4$	Fechada
$0,4 < P \leq 0,8$	Média
$0,8 < P \leq 1,2$	Aberta
$P > 1,2$	Muito Aberta

De acordo com Momm (1998), a distribuição granulométrica, as características dos agregados (forma, tamanho, etc.) a dosagem da mistura e o processo construtivo influenciam muito na macrotextura final do pavimento.

A Tabela 4 apresenta valores indicativos de macrotextura em função da velocidade permitida nas vias.



**Tabela 4. Limites de aplicação do revestimento segundo sua macrotextura (Pasquet, 1968)**

Textura superficial	Limites de valores de h (mm)		Aplicação do revestimento
	Mínimo	Máximo	
-			-
Muito fina	< 0,2	-	Não deve ser utilizado
Fina	0,2	0,4	Reservado p/ zonas urbanas V < 80 km/h
Média	0,4	0,8	Indicado para vias com 80 km/h < V < 120km/h
Grossa	0,8	1,2	Indicado para vias rápidas com V > 120km/h
Muito grossa	> 1,2	-	Indicado em casos especiais

O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006), recomenda para altura média da mancha de areia valores compreendidos no intervalo:  $0,6 \text{ mm} < HS < 1,2 \text{ mm}$ , ou seja, superfícies com textura média a grosseira.

De acordo com o descrito no Manual de Procedimentos, com parâmetros na INFRAERO<sup>b</sup> (2007), a Profundidade Média da Macrotextura ou Textura Superficial não deve ser inferior a 0,60 milímetro para pavimentos flexíveis convencionais. Para o caso da Textura Superficial ser menor ou igual à 0,40 milímetros, caracteriza-se elevado risco de aquaplanagem dinâmica, devendo ser efetuada manutenção para este pavimento.

## **2.4. Aeroporto Internacional de Boa Vista Atlas Brasil Cantanhede**

### **2.4.1. Localização**

O aeroporto está localizado em Boa Vista/RR, na Praça Santos Dumont, nº100, bairro Aeroporto. Se localiza a 3,2 km do centro da cidade, sendo próximo à Universidade Federal de Roraima e de um complexo de praças de lazer e esportes.

### **2.4.2. Descrição**

O aeroporto foi inaugurado no dia 19 de fevereiro de 1973. Possui um sítio aeroportuário de 11.236.000 m<sup>2</sup>, pátio de aeronaves com aproximadamente 70.000 m<sup>2</sup>, terminal de passageiros com área de 4.798 m<sup>2</sup>, e fica localizado a 3,2 km do centro da cidade. Movimenta em média 366.622 passageiros, 6.451 voos e 617.690 kg de carga. O prédio recebe ao todo 40 pontos comerciais. Na sua área, 53,53 m<sup>2</sup> é de varejo; 107,53 m<sup>2</sup> de serviços; 292,24 m<sup>2</sup> de alimentação e 92,56 m<sup>2</sup> de ação promocional.

### **2.4.3. Instalações**

O pátio de aeronaves 1 possui 38.350 m<sup>2</sup> e o pátio 2, 30.250 m<sup>2</sup>. Possui 2 (dois) pontos de embarque, 5 (cinco) posições de estacionamento de aeronaves no pátio 1. As pistas possuem dimensões de 2.700 x 45 metros. O terminal de passageiros tem área de 4.798 m<sup>2</sup>, tendo capacidade anual de 1,4 milhão de passageiros. E o estacionamento de veículos com 242 vagas ao total.

### 3 Metodologia

A pesquisa de campo foi realizada no Aeroporto Internacional de Boa Vista Atlas Brasil Cantanhede, localizado em Boa Vista, Estado de Roraima. A Figura 3, a seguir, apresenta a entrada do aeroporto.



**Figura 3. Local da pesquisa de campo (INFRAERO, 2017)**

Com a finalidade de analisar e avaliar a macrotextura na pista de pouso e decolagem do Aeroporto Internacional Atlas Brasil Cantanhede, a metodologia utilizada foi o Ensaio de Mancha de Areia (IS N° 153.205-001, 2016).

Em conformidade com o Manual de Procedimentos elaborado em consonância com a INFRAERO<sup>b</sup> (2007) os procedimentos aplicados nos testes pelo Método da Mancha de Areia, nesta pesquisa são detalhados a seguir:

- Passo 1: Foi Espalhado de forma uniforme a areia do interior do cilindro metálico com o auxílio do carimbo espalhador, em área escolhida do pavimento em avaliação;
- Passo 2: A medida do volume de areia graduada foi realizada com o cilindro de metal, que possui volume definido em 24 cm<sup>3</sup>;
- Passo 3: Após o espalhamento da areia sobre a superfície do pavimento de modo a obter uma figura geométrica similar a um círculo, fez-se a medição de 4 medidas com o auxílio da régua de aço, para calcular a área da mancha de areia;
- Passo 4: O procedimento descrito no Passo 1, foi efetuado 3 (três) vezes, ou seja, foi obtido 3 (três) medições da profundidade da textura do pavimento em avaliação, a fim de se obter a Profundidade Média da Textura da Superfície do Pavimento avaliado;
- Passo 5: As medições da textura foram realizadas a cada 100 (cem) metros de pista, em pontos a 3 (três) metros da linha central da pista, alternando entre os lados esquerdo e direito, com ponto inicial a 100 (cem) metros de qualquer uma das cabeceiras da pista.
- Após a realização das medições na pista, foram calculadas as Profundidades da Textura Superficial e também, a Profundidade Média da Textura do Pavimento em avaliação.

No total foram realizados 39 (trinta e nove) ensaios distribuídos em 13 (treze) pontos da pista, alternando três metros a esquerda e a direita, em relação ao eixo da pista. O resultado da macrotextura considerado, para cada ponto, foi tomado como a média dos 3 (três) ensaios realizados. A Figura 4 apresenta o equipamento utilizado para realização do ensaio de macrotextura, o equipamento é dotado de um espaço medidor do volume de areia indicado para o ensaio (24 cm<sup>3</sup>).



**Figura 4. Cilindro de Metal integrado no carimbo espalhador. (ARAÚJO, 2017)**

Os 24 cm<sup>3</sup> de areia foram espalhados na pista, nos pontos pré-definidos, com o intuito de formar aproximadamente a figura de um círculo. A seguir, foram determinados com o auxílio de uma régua de aço, o diâmetro da mancha de areia em quatro posições diametricamente opostas. A média das medições constituiu o diâmetro médio da mancha considerado no cálculo da macrotextura da pista. A Figura 5, apresenta a medição do diâmetro da mancha obtida em um dos ensaios realizados.



**Figura 5. Régua de aço e o cilindro integrado ao carimbo espalhador na pista em avaliação. (ARAÚJO, 2017)**

A Figura 6, mostra a areia usada na pesquisa com granulometria compreendida entre as peneiras de N° 50 e N° 100, conforme prevê a metodologia adotada pela ANAC (2016).



**Figura 6. Areia graduada passante na peneira #50 e retida na peneira #100. (ARAÚJO, 2017)**

A avaliação da macrotextura foi realizada por meio das equações 1 e 2:

$$\text{Área da mancha de areia (A)} = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} = (D \text{ em mm, A em mm}^2) \quad (1)$$

$$\text{Altura da Mancha de Areia (h(mm))} = \frac{4V}{\pi \cdot D^2} \quad (2)$$

Onde:

V = volume de areia (mm<sup>3</sup>)

D = diâmetro médio da mancha de areia (mm)

#### **4. Resultados**

A Tabela 5 mostra os resultados obtidos de altura média de areia, por meio dos dados obtidos no Ensaio de Mancha de Areia, realizado na pista de pouso e decolagem do Aeroporto Internacional de Boa Vista Estado Atlas Brasil Cantanhede, em Roraima.



**Tabela 5. Profundidades da Textura em 1300m da pista nº 8 do Aeroporto Internacional de Boa Vista Atlas Brasil Cantanhede (Boa Vista/RR)**

Pontos (m)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	hm (mm)
0	1,41	0,97	1,18	1,187
100	1,09	1,45	0,81	1,117
200	0,96	1,14	1,14	1,080
300	0,69	0,83	0,75	0,757
400	1,25	1,34	1,81	1,467
500	1,43	1,65	1,38	1,487
600	1,23	1,29	1,38	1,300
700	1,96	2,04	1,71	1,903
800	2,77	2,59	2,84	2,733
900	2,21	2,26	2,53	2,333
1000	2,04	2,26	2,42	2,240
1100	2,36	2,31	2,36	2,333
1200	2,36	2,31	2,47	2,380
1300	2,65	2,91	2,47	2,677

Fazendo-se um comparativo das profundidades médias obtidas e os valores que são parâmetros, mostrado na Tabela 3, pode-se classificar a Profundidade, a cada 100 metros de pista, conforme ilustra a Tabela 6.



**Tabela 6. Classificação a cada 100 metros da pista nº 8 do Aeroporto Internacional de Boa Vista Atlas Brasil Cantanhede, RR**

Pontos (m)	hm (mm)	Classificação
0 m	1,187	Aberta
100 m	1,117	Aberta
200 m	1,080	Aberta
300 m	0,757	Média
400 m	1,467	Muito Aberta
500 m	1,487	Muito Aberta
600 m	1,300	Muito Aberta
700 m	1,903	Muito Aberta
800 m	2,733	Muito Aberta
900 m	2,333	Muito Aberta
1000 m	2,240	Muito Aberta
1100 m	2,333	Muito Aberta
1200m	2,380	Muito Aberta
1300 m	2,677	Muito Aberta

Os dados mostrados na Tabela 6 apontam para um pavimento de macrotextura classificada como aberta a muito aberta. No ponto a 300m a partir do início da pista, houve recapeamento pontual recente, justificando a classificação do tipo média. Apesar da macrotextura ter apresentados valores dentro dos limites estabelecidos pela ANAC (altura média de areia > 0,6mm), a textura muito aberta influencia no desgaste de pneus e no aumento dos níveis de ruídos, devido o atrito dos pneus das aeronaves com o pavimento.

A Figura 7 mostra os resultados das profundidades médias da macrotextura do ensaio realizado pela INFRAERO dia 15 de março de 2017 (Medição 1).

↑		Esquerda do eixo da pista	26	Direita do eixo da pista	↑
2700	0,67				2700
2600				0,78	2600
2500	0,85				2500
2400				0,79	2400
2300	0,71				2300
2200				0,70	2200
2100	0,74				2100
2000				1,51	2000
1900	0,99				1900
1800				1,07	1800
1700	0,80				1700
1600				1,15	1600
1500	2,63				1500
1400				2,69	1400
1300	2,50				1300
1200				2,50	1200
1100	2,66				1100
1000				2,86	1000
900	1,81				900
800				1,45	800
700	1,24				700
600				1,28	600
500	1,35				500
400				1,10	400
300	0,96				300
200				0,87	200
100	0,88				100
0				0,98	0

08

**Figura 7. Informações do relatório da INFRAERO de 15/03/2017 no Aeroporto Internacional de Boa Vista Atlas Brasil Cantanhede (INFRAERO, 2017)<sup>c</sup>**

Observando os valores mostrados na Figura 7, pode-se notar que nenhuma das medições apresentou profundidade de macrotextura menor que 0,60 mm, sendo assim, alguns pontos foram classificados com profundidade média, aberta e/ou muito aberta, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela ANAC (2016).

A Tabela 7 apresenta um resumo comparativo dos dados do ensaio de mancha de areia realizado pela (INFRAERO, 2017)<sup>c</sup> e os obtidos nesta pesquisa.

**Tabela 7. Resumo das Medições da altura de mancha de areia obtidas pela INFRAERO (15/03/2017) e ARAÚJO (08/09/2017)**

PONTOS NA PISTA (m)	MEDIÇÃO 1 Ensaio realizado em 15/03/2017 (INFRAERO, 2017) <sup>c</sup>	MEDIÇÃO 2 Ensaio realizado em 08/09/2017 (ARAÚJO, 2017)	DIFERENÇA ENTRE AS MEDIÇÕES
0	0,980	1,187	0,207
100	0,880	1,117	0,237
200	0,870	1,080	0,210
300	0,960	0,757	-0,203
400	1,100	1,467	0,367
500	1,350	1,487	0,137
600	1,280	1,300	0,020
700	1,240	1,903	0,663
800	1,450	2,733	1,283
900	1,810	2,333	0,523
1000	2,860	2,240	-0,620
1100	2,660	2,330	-0,330
1200	2,500	2,380	-0,120
1300	2,500	2,677	0,177

A análise dos dados da Tabela 7 indica que há trechos dos pavimentos com progressiva erosão, fato que requer cuidados com manutenção, sugerindo-se a necessidade de recapeamento. Em outros trechos visualmente e pelos resultados obtidos nesta pesquisa, houve correção preventiva na pista, fato observado, pela diminuição das alturas médias de areia. Os resultados apresentados mostram não haver diferenças significativas de rugosidade do pavimento, quando se compara os dados obtidos pelo corpo técnico da INFRAERO (Medição 1) e os obtidos nesta pesquisa (Medição 2), indicando coerência dos dados coletados.

## 5. Conclusão

Conforme estabelece a normativa da ANAC (2016), é possível verificar que nenhum dos pontos pesquisados apresentou, no ensaio de mancha de areia, profundidades abaixo de 0,60 mm, pelo contrário, a maior parte dos valores foi acima de 1,20 mm, ou seja,



aproximadamente 72% dos pontos onde foram realizadas a medição possui profundidade de macrotextura classificada como “*muito aberta*”.

Analisando os valores obtidos em 1300 m de pista, pode-se concluir que, esse trecho utilizado para o estudo não possui riscos de derrapagem e que a macrotextura encontra-se dentro dos parâmetros mínimos exigidos pela ANAC (2016).

Fazendo uma analogia entre os valores determinados nesta pesquisa e os dados mostrados pela ANAC (2016), nota-se que no início do trecho ensaiado (0 a 400 m), houve uma tendência na elevação no valor da macrotextura. Entre 600 a 800m os resultados obtidos, revelaram uma diminuição nos valores de macrotextura, indicando ter havido, neste trecho, serviços de manutenção.

De um modo geral, ao longo dos trechos pesquisados, principalmente nos pontos em que o resultado de mancha de areia apresentou resultados acima de 1,2 mm recomenda-se o recapeamento, pois nestes pontos, pode haver infiltração de água para camadas subjacentes do pavimento, além do aumento nos níveis de ruído, o que em médio prazo leva a aceleração de patologias, tipo trincas, desgastes, dentre outros.

## Referências

- ANAC (AGÊNCIA NACIONAL DA AVIAÇÃO CIVIL). ABNT. RBAC Nº 153 - EMENDA nº 01 (2016) “Aeródromos – Operação, Manutenção e Resposta à Emergência”, Brasília, 96 p.
- ANAC (AGÊNCIA NACIONAL DA AVIAÇÃO CIVIL). IS Nº 153.205-001 (2016) “Orientações para a execução do ensaio volumétrico tipo mancha de areia e para a elaboração de relatórios de medição de condições operacionais”, Brasília, 19 p.
- Balbo, J. T. “Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração”, São Paulo, Oficina de Textos, 2007.
- Cenipa (2017) “Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos”, disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/http://www2.fab.mil.br/cenipa/>>, acesso em: 23 mai. 2017.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2006) “Manual de pavimentação”, Ministério dos Transportes, Brasília/DF.
- Igual, J. Z. (2011) “Catálogo para Pavimentos Aeroportuários”, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa (UTS), Lisboa, 113 p.
- INFRAERO<sup>a</sup> (AEROPORTOS - AEROPORTO INTERNACIONAL DE BOA VISTA – RR) (2017) “Aeroporto Internacional de Boa Vista Atlas Brasil Cantanhede”, disponível em: <<http://www4.infraero.gov.br/aeropostos/>>, acesso em: 20 jun. 2017.
- INFRAERO<sup>b</sup> (EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA) (2007) “Manual de Procedimentos Operacionais e Executivos para Medição de Atrito, de Macrotextura e Remoção de Borracha nas Pistas de Pouso e Decolagem dos Aeroportos”, Brasília, 24 p.



- INFRAERO<sup>c</sup> (EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA) (2017) “Relatório Técnico N<sup>o</sup> RTm/SBBV-001/2017-PPD/08/26 R(0) – Data de medição: 15/03/2017”, Boa Vista/RR, 4p.
- Momm, L. (1998) "Estudo dos efeitos da granulometria sobre a macrotextura superficial do concreto asfáltico e seu comportamento mecânico". São Paulo, 1998. Tese (Doutorado em Engenharia) – EP/USP. 256p.
- Painel Sipaer (2017) “Painel Sipaer - Panorama dos Acidentes nos últimos 10 anos.”, disponível em: <<http://painelsipaer.cenipa.aer.mil.br>>, acesso em: 23 mai. 2017.
- Pasquet, A. Campagne nationale de glissance 1967 em France. Colloque international sur laglissance et la sécuritté de la circulation sur routes moullées. Berlin. 717-732. 1968.
- Portal Brasil (2016) “Infraestrutura – 2016 – Setor aéreo transportou 117,8 milhões de passageiros em 2015”, disponível em: <<http://www.brasil.gov.br>>, acesso em: 14 jun. 2017.
- Quirino, M. E. P. (2013) “Recuperação de Pavimentos Flexíveis em Áreas de Taxiamento de Aeronaves – Um estudo de caso da pista FOX-2 do Aeroporto Internacional Tancredo Neves/MG”, Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Minas Gerais, 79 p.
- Specht, L. P., Rozek, T., Hirsch, F. e Santos, R. T. (2007) “Avaliação da macrotextura de pavimentos através do ensaio de mancha de areia”, Universidade do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Ijuí/RS.