



DESEMBORRACHAMENTO DE PISTAS DE POUSO E DECOLAGEM

OACI - SEMINÁRIO INTERNACIONAL

**Santa Cruz de La Sierra - Bolívia
22 à 27 JUL 2002**

Julio E. Velasco Ardúz
Engenheiro Civil

**AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO / GUARULHOS
GOVERNADOR ANDRÉ FRANCO MONTORO**





INDICE

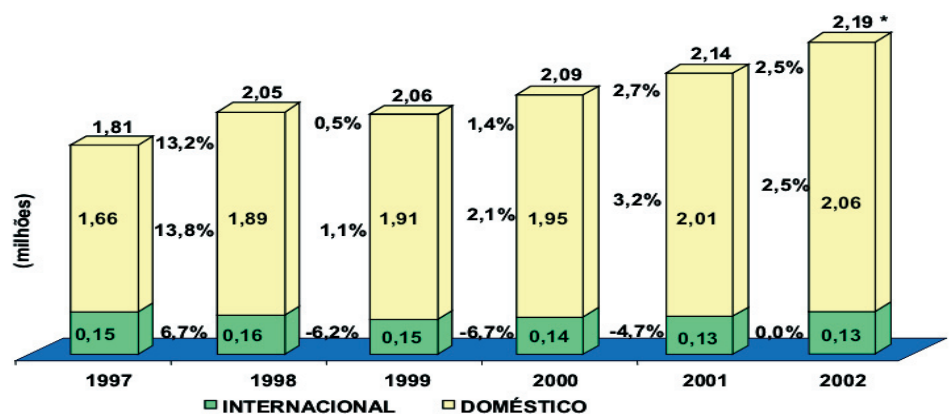
01 - Introdução.....	pag 01
02 - Importância da Manutenção de Pavimentos Aeroportuários.....	pag.02
03 - Funções e Características Específicas do Pavimentos Aeroportuários.....	pag.03
04 - Defeitos em Pavimentos Aeroportuários	pag.03
05 - Inspeção e Avaliação Técnica dos Pavimentos Aeroportuários	pag.03
06 - Avaliação dos Pavimentos Aeroportuários	pag.04
07 - Requisitos Superficiais das Pistas de Pouso e Decolagem	pag.05
08 - Manutenção Preventiva e Monitoramento das Pistas de Pouso e Decolagem	pag.06
09 - Equipamentos para o Desemborrachamento	pag.06
10 - Procedimentos para o Desemborrachamento	pag.08
11 - Conclusões.....	pag.11

MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS

1 – Introdução

Para visualizar melhor as razões que justificam o destaque dado ao tema *Desemborachamento de Pistas de Pouso e Decolagem*, dentro das atividades da Manutenção de Pavimentos Aeroportuários, é conveniente relembrar alguns conceitos e critérios de referência e ou aferição relacionados com a implementação e gestão de um Plano Geral de Manutenção Aeroportuária.

A seguir se mostra os Aeroports e a evolução do Movimento de Aeronaves no âmbito da INFRAERO:



2 – Importância da Manutenção de Pavimentos Aeroportuários

A Manutenção de Pavimentos Aeroportuários, é um conjunto de medidas destinadas a conservação ou melhoria do *nível de serviço* dos pavimentos para as operações de pouso e decolagem de aeronaves.

2.1 Nível de Serviço dos Pavimentos

Para que os Pavimentos Aeroportuários ofereçam um bom *nível de serviço*, devem atender a duas funções:

- adequada capacidade de *suporte* para as aeronaves;
- boa qualidade de *rolamento e segurança operacional*, para aeronaves, sob qualquer condição de tempo.

3 – Funções e Características Específicas dos Pavimentos Aeroportuários

3.1 – Programa de Manutenção

É muito importante conhecer bem as características dos Pavimentos Aeroportuários a fim de que seja elaborada uma adequada *Programação das atividades de Manutenção* dos Pavimentos das Pistas de Pouso e Decolagem !

3.2 – Tipos de Pavimentos

Atualmente os projetos de Pavimentos Aeroportuários, consideram dois tipos:

- *Rígidos* - no estacionamento ou hangaragem de aeronaves.
- *Flexíveis* - nas pistas de rolamento (taxis), pistas de pouso e decolagem de aeronaves.

3.3 – Novas Aeronaves

A entrada em operação de grandes aeronaves, com peso e velocidade de aterrissagem bem maior, o desempenho da *frenagem* nas Pistas dos Aeroportos, (quando molhadas), tornou-se um item, cada vez mais *crítico* para a *segurança operacional* das aeronaves.

3.4 - Aquaplanagem

Dependendo das condições dos pavimentos das Pistas, pode ocorrer a *aquaplanagem* (hidroplanagem) ou a *perda de tração* (inaceitável) da aeronave, resultando em *frenagem deficiente*, com a possibilidade de perda de controle de direção, pelo piloto.

3.5 – Estudos da Resistência a Derrapagem

Estudos e pesquisas, conduzidas pela NASA (National Aeronautics and Space Agency), pela FAA (Federal Aviation Administration) e pela USAF (United States of Air Force) concentraram-se em duas áreas, para detectar a *deterioração da resistência a derrapagem* e restaurá-la à níveis de segurança aceitáveis:

- Projeto de pavimentos *resistentes a derrapagem*;
- Procedimentos e técnicas de *medição, monitoramento e manutenção de pavimentos*.



4 – Defeitos em Pavimentos Aeroportuários

4.1 – Classificação dos Defeitos

De uma forma geral, os *defeitos* que apresentam os Pavimentos Aeroportuários, podem ser classificados em quatro categorias:



foto 1

- Trincas; (vide foto 1)
- Defeitos de Desintegração; (vide foto 2)
- Deformações Superficiais; (vide foto 3)



foto 2

- Defeitos relacionados com a *derrapagem* de aeronaves (textura, empoçamento, *emborrachamento*). (vide foto 4)

4.2 – Conseqüências da falta de manutenção

A *falta* de uma manutenção adequada e oportuna, adotando medidas preventivas e/ou corretivas nos defeitos detectados, constitui-se na *causa* mais simples de *deterioração e degradação* dos Pavimentos Aeroportuários, gerando a necessidade de *reparos demorados*, de grande porte e custo !



foto 3

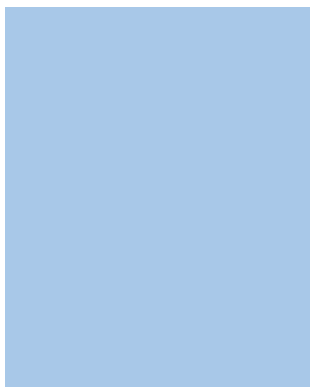
5 – Inspeção e Avaliação Técnica dos Pavimentos Aeroportuários

5.1 – Diagnóstico dos Pavimentos

Devem-se realizar atividades de inspeção e avaliação técnica dos Pavimentos Aeroportuários, de acordo com uma Programação pré-estabelecida, para *identificar* áreas problemáticas ou *defeitos* a fim de recomendar medidas preventivas e/ou corretivas adequadas.



foto 4





5.2 – Programa de Inspeção e Avaliação

Uma Programação para Inspeção e Avaliação de Pavimentos Aeroportuários, deve integrar:

- Inspeções diárias a pé; (vide foto 5)
- Inspeções anuais minuciosas (2x);
- Inspeções especiais após chuvas fortes ou outras condições severas; (vide foto 5)
- Testes de Avaliação *Estrutural e Funcional* !



foto 5



foto 6



foto 7

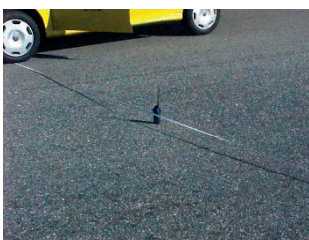


foto 8

6 – Avaliação dos Pavimentos Aeroportuários

6.1 – Avaliação Estrutural

A capacidade de suporte dos Pavimentos Aeroportuários pode ser avaliada através de dois tipos de Ensaios:

- Destrutivos (DT)
- Não Destrutivos (NDT)

6.2 – Avaliação Funcional

Vários fatores afetam a *funcionalidade operacional* dos Pavimentos Aeroportuários, principalmente, na *resistência à derrapagem* em superfícies molhadas:

- profundidade (T) da *macrotextura* da superfície dos pavimentos (> ou < perda de energia ao contato com os pneus);
- natureza (áspera ou lisa) da *microtextura* dos agregados da superfície dos pavimentos (que permite ou não ruptura da lamina d'água). (vide foto 6)
- grau de contaminação da superfície dos pavimentos por borracha (*emborrachamento*); (vide foto 7)
- existência de *depressões e trilhas* de rodas (acúmulo de água) na superfície dos pavimentos; (vide foto 8)
- *adequabilidade* longitudinal e transversal dos pavimentos das pistas (rápido escoamento das águas). (figura A)

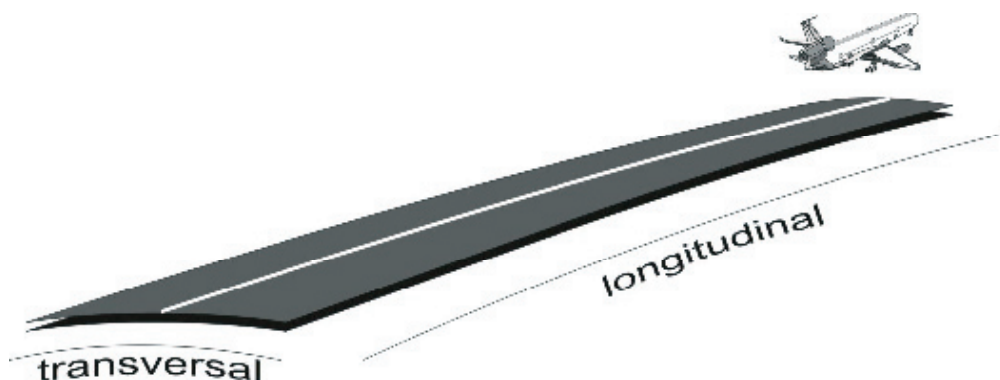


figura A

7 – Requisitos Superficiais das Pistas de Pouso e Decolagem

As Pistas de Pouso e Decolagem dos Aeroportos, devem ser projetadas, construídas e mantidas de forma a atender requisitos de *atrito* e *textura superficial* de *resistência à derrapagem* das aeronaves, visando evitar a perda de controle direcional e de *frenagem*, particularmente em superfícies molhadas.

7.1 – Requisitos de Atrito

Nas Pistas de Pouso e Decolagem nos Aeroportos administrados pela INFRAERO, adota-se como o *nível de manutenção* o valor do *coeficiente de atrito* = 0,50.

7.2 – Requisitos de Textura Superficial

- a *microtextura*, pode ser avaliada ao tato com a superfície dos agregados em:
 - * *áspera* - permite a ruptura da lamina de água;
 - * *lisa* - é a condição para que ocorra *aquaplanagem viscosa*. (figura B)
- Em Pistas de Pouso e Decolagem, a *profundidade média* da *macrotextura* dos pavimentos, não deverá ser inferior a 0.50 mm.;
- A *profundidade média* da *macrotextura* para os pavimentos novos das Pistas é de 1 mm.

As profundidades recomendadas pela ICAO são:

$T \geq 1,0$ mm --- para superfícies de *pavimentos novos*;

$T \leq 0,4$ mm --- para o *nível de manutenção*.

(existe elevado risco de *aquaplanagem dinâmica*)

OBS: a ação combinada da *macrotextura* e da *microtextura*, resulta no valor do *Coefficiente de Atrito*, medido com a utilização do equipamento de medição “Mu-Meter”.

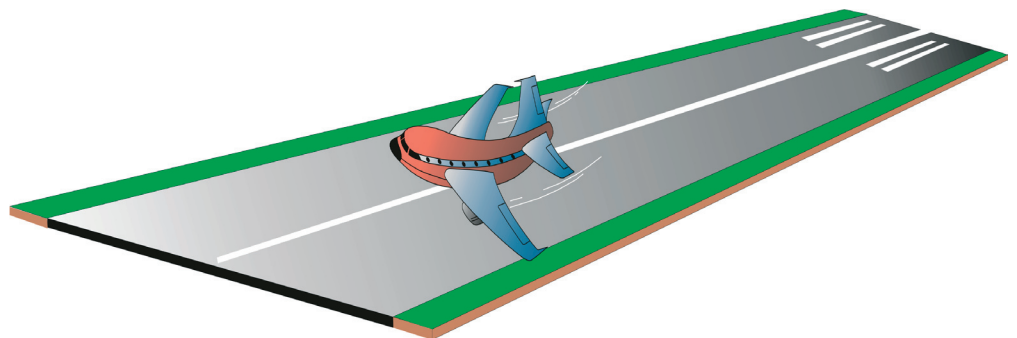


figura B

COEFICIENTE	EFICÁCIA DA FRENA GEM
> 0,5	BOA
0,5 - 0,4	MÉDIA
< 0,4	DEFICIENTE



8 - Manutenção Preventiva e Monitoramento das Pistas de Pouso e Decolagem.

8.1 – Reparação de Defeitos

Entre as primeiras providências a serem tomadas para a manutenção dos Pavimentos das Pistas, estão os reparos necessários para sanar os *defeitos* ou *problemas* que foram identificados nas superfícies inspecionadas. (vide foto 9 a 12)



foto 9



foto 10



foto 11



foto 12

8.2 – Desemborrachamento dos Pavimentos

É a implementação de um processo de *remoção* ou *retirada* da borracha acumulada na superfície dos Pavimentos das Pistas, para preservar ou restaurar a funcionalidade operacional.

Obedece a um Programa de Manutenção Preventiva, executado periodicamente com auxílio de muita água limpa, produtos e equipamentos especiais.

Geralmente, o Programa de *Desemborrachamento*, está intimamente ligado ao Programa de Monitoração e Medição dos *Coefficientes de Atrito* das Pistas de Pouso e Decolagem.

9 – Equipamentos para o Desemborrachamento

A experiência da INFRAERO, tem como referência o equipamento utilizado nos Aeroportos da Regional Sudeste, na qual está inserido o Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.

Trata-se de um caminhão dotado de bomba WOMA para *hidrojateamento*, modelo 1502, especialmente projetado para Aeroportos, conforme a “Guidelines for Liquid Sprayers” (USA) e as normas de segurança DIN n. 24295 (Alemanha).

Os seguintes *Acessórios* integram o caminhão WOMA:

- pistolas de jateamento;
- chuveiro rotativo;
- mangueiras, bocais, comando de pé, etc.

(vide fotos 13 a 15)



foto 13



foto 14



foto 15



9.1 – Características Técnicas da Bomba-Modelo 1502

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - BOMBA - modelo 1502							
DIÂMETRO DO PISTÃO mm*		24	26	30	35	40	45
VAZÃO A 1800 RPM l/min **		60	75	100	140	170	215
FORÇA MOTRIZ		PRESSÃO MÁXIMA BAR ***					
KW	HP						
37	50	300	255	190	140	110	85
45	60	365	310	235	170	130	105
55	75	450	380	290	210	160	130
75	100	610	520	390	285	220	175
90	120	730	625	470	345	265	210
110	150	-	750	570	420	320	250
* Curso do pistão 95 mm							
** Para operações contínuas: reduzir 20%							

9.2 – Equipe Técnica

A Equipe Técnica é do quadro orgânico da INFRAERO e está composta de:

- 01 Engenheiro supervisor;
- 01 Técnico operacional;
- 02 Auxiliares.

9.3 - Frequência do Desemborrachamento

Considerando que os Pavimentos das Pistas de Pouso e Decolagem requerem uma permanente garantia de *segurança operacional*, *Coefficientes de Atrito* precisos e de *Textura Superficial* dentro dos parâmetros especificados, além de interferir o mínimo possível na *disponibilidade operacional* das pistas, a *frequência* do Desemborrachamento tem sido atrelada à Programação das Medições de Atrito.

9.4 – Instrução de Aviação Civil – Normativa – IAC 4302

Nos Aeroportos Brasileiros, administrados pela INFRAERO, os padrões e procedimentos adotados nos Planos de Remoção de Borracha nas Pistas e Planos de Medição do Coeficiente de Atrito, seguem recomendações da **Instrução de Aviação Civil - Normativa - IAC 4302 (28.05.2001)**, sobre os **Requisitos de Resistência à Derrapagem para Pistas de Pouso e Decolagem**, do Departamento de Aviação Civil do Brasil.

9.5 – Programa de Manutenção

Modelo de Programa de Manutenção Preventiva adotado para os Aeroportos da INFRAERO na Superintendência Regional do Sudeste:

POUSOS DIÁRIOS DE AERONAVES À REAÇÃO NA PISTA	FREQUÊNCIA DAS MEDIÇÕES DE ATRITO	
	Pavimentos Não Estriados (Sem Tratamento Superficial)	Pavimentos Estriados ou Com Camada Porosa de Atrito
Menos de 50	Cada 12 meses	Cada 12 meses
51 a 250	Cada 6 meses	Cada 9 meses
251 a 450	Cada 4 meses	Cada 6 meses
451 a 700	Cada 3 meses	Cada 4 meses
701 ou mais	Cada 3 meses	Cada 3 meses

➤ a colocação em operação do equipamento, obedece a um “check-list” de vários itens operacionais, inclusive, da escolha e regulagem da *pressão inicial de trabalho* da bomba; (vide foto 18 a 22)



foto 18

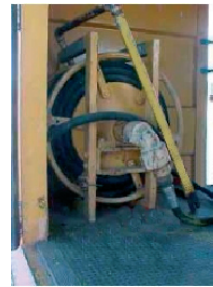


foto 19



foto 20

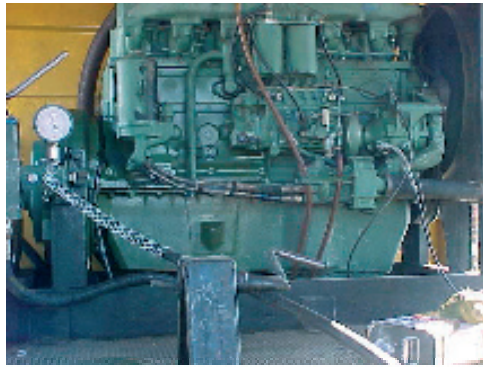


foto 21



foto 22

➤ a utilização das *pistolas* de hidrojateamento e a manipulação do *chuveiro rotativo* (que lembra uma “enceradeira”) são feitas por áreas demarcadas , com passadas repetidas tanto transversal como longitudinalmente nos trechos de pavimento das pistas, até que ocorra o desprendimento da borracha; (vide fotos 23 a 28)



foto 23



foto 24



foto 25



foto 26



foto 27



foto 28

- na seqüência, os locais de pavimento onde houve a retirada da borracha, são lavados com água e as vezes com solução detergente diluída;
- o processo é repetido nas áreas demarcadas das pistas, até a remoção total da borracha;



foto 29



foto 30

- a borracha removida e que ficou acumulada nos locais de trabalho, é recolhida para sua destinação final;
- concluído o trabalho de *remoção e retirada* da borracha das Pistas de Pouso e Decolagem, as superfícies dos pavimentos ficam prontas para iniciar a Medição de Atrito e, posteriormente, as Pistas são liberadas para a operação normal de aeronaves.

11 – Conclusões

Como resultado do trabalho aqui apresentado, pode-se concluir de forma relevante e resumida da necessidade de implementação de um Plano Geral de Manutenção Aeroportuária com destaque nos itens abaixo:

- Importância dos Pavimentos Aeroportuários
- Definição de Parâmetros para os Pavimentos
- Planejamento da Manutenção de Pavimentos
- Programação de Manutenção Preventiva
- Importância do Desemborrachamento de Pistas

Em consequência pode-se afirmar que o Ciclo de Vida dos Pavimentos fica assim garantido.

