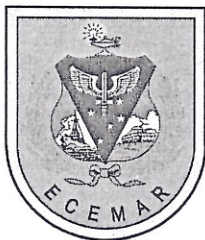


MON  
2006

FONTE, Robson, Maj  
Eng.



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA FORÇA AERONÁUTICA

**DIVISÃO DE ENSINO**

**SEGURANÇA DAS OPERAÇÕES DE POUSO E DECOLAGEM  
EM AERÓDROMOS MILITARES EM FUNÇÃO DAS  
CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DA PISTA**

Título do Trabalho

**1202RP01**

Código do Trabalho

**CCEM 2006**

Curso e Ano

# MONOGRAFIA

## SEGURANÇA DAS OPERAÇÕES DE POUSO E DECOLAGEM EM AERÓDROMOS MILITARES EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DA PISTA

---

Título do Trabalho

---

**ROBSON FONTE** Maj Eng

---

NOME

---

**11 set 2006**

---

DATA

---

**CCEM 2006**

---

CURSO

Este documento é resultado do trabalho de oficial-aluno do CCEM da ECEMAR. Seu conteúdo, quando não for citada a fonte da matéria, reflete a opinião do autor, não representando, necessariamente, o pensamento da ECEMAR ou da Aeronáutica.

## RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a segurança das operações aéreas nos aeródromos militares, sob o enfoque da infra-estrutura aeroportuária. Realizou-se uma pesquisa exploratória que utilizou uma abordagem qualitativa, envolvendo levantamento bibliográfico, consulta a *sítes* de organismos internacionais, além da elaboração de questionários, dirigidos a pilotos militares, e de entrevistas com oficiais engenheiros de duas Organizações Militares. O problema definido para a pesquisa consiste em verificar em que medida os procedimentos adotados pela Força Aérea Brasileira para construção e manutenção de pistas de pouso militares contribuem para o aumento da segurança das operações de pouso e decolagem. O texto aborda, inicialmente, algumas técnicas utilizadas na construção e manutenção de pistas, como a implantação de Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) em aeródromos militares, os aspectos relacionados à qualidade das obras de infra-estrutura aeroportuária, a medição do coeficiente de atrito gerado pelo contato dos pneus das aeronaves com a pista de pouso, incluindo recomendações de organismos internacionais, e programas de prevenção contra *Foreign Object Debris* (FOD). Na seqüência, são apresentados os resultados da pesquisa e uma análise da segurança das operações aéreas. Na conclusão, são apresentadas algumas recomendações. Todo o trabalho é conduzido com base em publicações da *Federal Aviation Administration* (FAA) e da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), em monografias da Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (ECEMAR), bem como nos resultados obtidos nos questionários e entrevistas realizados. Considerando o grande investimento que está sendo realizado no reaparelhamento da Força Aérea, conclui-se que as ações da FAB que estão sendo conduzidas para modernizar a infra-estrutura aeroportuária militar necessitam ser refinadas com a aplicação efetiva de ferramentas já em uso na aviação civil, a fim de garantir a segurança operacional dos aeródromos militares em sua plenitude. Os dados estão atualizados até setembro de 2006.

Palavras-chave: medição de atrito, gerência de pavimentos, FOD, infra-estrutura.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AFA – Academia da Força Aérea
- AIP – Publicação de Informações Aeronáuticas
- ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil
- BEC – Batalhão de Engenharia de Construção do Exército
- CCEM – Curso de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica
- COMARA – Comissão de Aeroportos da Região Amazônica
- CPA – Camada Porosa de Atrito
- CTA – Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial
- DAC – Departamento de Aviação Civil
- DIRENG – Diretoria de Engenharia de Aeronáutica
- ECEMAR – Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica
- EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica
- FAA – *Federal Aviation Administration* (Administração da Aviação Federal)
- FAB – Força Aérea Brasileira
- FOD – *Foreign Object Debris*
- FWD – *Falling Weight Deflectometer* (Medidor de deflexão por queda de peso)
- INFRAERO – Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária
- NOTAM – *Notice to Airmen* (Aviso aos aeronavegantes)
- OACI – Organização da Aviação Civil Internacional
- PCC – Pavimento em Concreto Cimento
- PCI - *Pavement Condition Index* (Índice de Condição do Pavimento)
- ROTAER – Manual Auxiliar de Rotas Aéreas
- SGP – Sistema de Gerência de Pavimentos

## LISTA DE FIGURAS

1 - Derrapagem de aeronave comercial em pista molhada .....	8
2 - Ciclo da segurança das operações aéreas.....	14
3 - Estrutura de pavimento flexível.....	15
4 - Estrutura de pavimento rígido.....	15
5 - Parceria Aeronáutica / Exército (Porto Velho-RO).....	19
6 - FWD ( <i>Falling Weight Deflectometer</i> ) .....	20
7 - FWD no Aeroporto de Natal-RN .....	20
8 - Ampliação de pista de pouso (RR) .....	20
9 - Pista em Caracaraí-RR.....	20
10 - Penetrômetro dinâmico.....	20
11 - Sonda Rotativa .....	20
12 - Kasi Infrared .....	21
13 - Reparo na pista de pouso do Galeão .....	21
14 - Ausência de NOTAM .....	21
15 - Aeronave americana destruída.....	21
16 - Equipamento <i>Mü-meter</i> .....	24
17 - Medição de atrito no Aeroporto S. Dumont.....	24
18 - Perda de controle direcional .....	25
19 - Aeronave de grande porte em pista molhada.....	25
20 - Pista de pouso de Gavião Peixoto – SP.....	26
21 - Medição de atrito da EMBRAER.....	26
22 - Danos à fuselagem da aeronave .....	27
23 - Danos aos pneus.....	27
24 - Danos à turbina .....	27
25 - Acidente fatal com o Concorde.....	27
26 - Água acumulada sobre o pavimento .....	27
27 - Vórtice.....	27
28 - Pregos, porcas, pedras, lixo em geral .....	27
29 - Uma inusitada cobra.....	27
30 - Itens de comissaria.....	28
31 - Canetas, moedas, latas, papéis.....	28
32 - Faixas de grama sintética em aeroporto americano .....	28

## LISTA DE TABELAS

1 – Coeficientes de atrito para aeroportos, medidos com o <i>Mü-meter</i> .....	24
2 – Custos de reparos ocasionados por FOD.....	28
3 – Classificação das pistas de pouso militares.....	30
4 – Participação de Oficiais Aviadores em fiscalização de obras .....	30
5 – Presença de engenheiro / arquiteto em comissão de obras .....	31
6 – Programa de prevenção contra FOD em aeródromos militares.....	35
7 – Relato por escrito sobre presença de FOD.....	36

## LISTA DE GRÁFICOS

1 – Variação da resistência à derrapagem com o tempo.....	22
2 – Variação do atrito com a velocidade (pavimento rígido) .....	23
3 – Variação do atrito com a velocidade (pavimento flexível) .....	23
4 – Qualidade superficial das pistas militares .....	30
5 – Participação de pilotos em fiscalização de obras.....	30
6 – Presença de engenheiro / arquiteto em comissão de obras .....	31
7 – Conhecimento sobre perda de controle direcional de aeronaves .....	32
8 – Conceitos de aquaplanagem no curso de formação da AFA.....	32
9 – Realização de curso sobre medição de atrito em pistas de pouso .....	32
10 – Conhecimento sobre registro de atrito no ROTAER e AIP .....	33
11 – Adoção dos mesmos parâmetros para pista seca / pista molhada .....	33
12 – Uso de manuais ou experiência para pista seca / pista molhada .....	33
13 – Sensação de insegurança durante pouso em pista molhada .....	34
14 – Relato por escrito de insegurança no pouso em pista molhada.....	34
15 – Pistas militares com presença de poças d'água em dias chuvosos .....	35
16 – Procedimentos de retirada de FOD em aeródromos militares .....	35
17 – Relato por escrito sobre presença de FOD em aeródromos militares .....	36

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>1 METODOLOGIA</b> .....	12
<b>2 TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE PISTAS</b> .....	14
<b>2.1 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS</b> .....	15
<b>2.2 QUALIDADE DAS OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA</b> .....	18
<b>2.3 COEFICIENTE DE ATRITO</b> .....	22
<b>2.4 PROGRAMA DE PREVENÇÃO CONTRA FOD</b> .....	26
<b>3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b> .....	30
<b>4 ANÁLISE DA SEGURANÇA DAS OPERAÇÕES AÉREAS</b> .....	38
<b>4.1 ENFOQUE SOB O PRISMA SGP</b> .....	38
<b>4.2 ENFOQUE SOB O PRISMA DA QUALIDADE DAS OBRAS</b> .....	38
<b>4.3 ENFOQUE SOB O PRISMA DO COEFICIENTE DE ATRITO</b> .....	39
<b>4.4 ENFOQUE SOB O PRISMA DA PREVENÇÃO CONTRA FOD</b> .....	41
<b>CONCLUSÃO</b> .....	42
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44
<b>APÊNDICE A – Questionário para pilotos do CCEM</b> .....	45
<b>APÊNDICE B – Entrevista com engenheiro da DIRENG</b> .....	47
<b>APÊNDICE C – Entrevista com engenheiro da COMARA</b> .....	49

## INTRODUÇÃO



Figura 1: Derrapagem de aeronave comercial em pista molhada  
Fonte: [www.estadao.com.br](http://www.estadao.com.br)

Um avião da companhia aérea BRA derrapou na pista molhada, saiu do asfalto e atravessou o gramado da cabeceira 35 do Aeroporto de Congonhas, na zona sul de São Paulo, por volta das 17 horas do dia 22 de março de 2006. O voo saiu de Recife, fez escalas em Salvador e no Rio de Janeiro, e chegou em São Paulo às 16h30min. Chovia muito. O avião tinha acabado de pousar, quando o piloto percebeu que não conseguiria parar por causa da pista molhada. Fez uma manobra de emergência. O avião derrapou, passou pelo gramado e ficou atravessado na pista.

Ninguém questiona a importância do transporte aéreo. O avião encurta distâncias e permite uma utilização mais racional do tempo. Por trás do sucesso dos milhares de vôos que ocorrem diariamente, existe uma infra-estrutura aeroportuária montada para garantir os procedimentos de pouso e decolagem das mais diversas aeronaves. Todavia, conforme o exemplo acima (Fig. 1), a possibilidade de falha existe e o máximo empenho deve ser feito para minimizar situações dessa natureza.

Em 66 aeroportos brasileiros, a Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária (INFRAERO) tem a missão de atender às necessidades da sociedade relativas à infra-estrutura aeroportuária e aeronáutica, de modo a contribuir para o desenvolvimento sustentável do Brasil, primando pela eficiência, segurança e qualidade.

Existem diversos aeroportos administrados pela INFRAERO que são compartilhados com a aviação militar. Nesses casos, as Bases Aéreas são beneficiadas pela existência de pistas de pouso construídas e mantidas, observando-se padrões e práticas recomendadas por organismos internacionais, tais como a *Federal Aviation Administration* (FAA) e a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI).

No caso de regiões estratégicas do território nacional, foram construídas pistas de pouso de uso exclusivo da aviação militar, cabendo ao Comando da Aeronáutica a difícil tarefa de manter os pavimentos aeroportuários em condições de segurança operacional, haja vista as mudanças significativas nas características das aeronaves atualmente em operação, quando comparadas às das aeronaves consideradas por ocasião da construção das pistas.

Alguns aeródromos militares exigem intervenções de vulto, não havendo mais a possibilidade de aplicação de soluções expeditas. As causas reais dos problemas existentes não são devidamente corrigidas, e os serviços de manutenção, por vezes, são realizados com base técnica pouco profunda, com a conseqüente necessidade de intervenções recorrentes.

Um passo inicial foi dado por Fonseca (2002), que sugeriu a implementação de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) nos aeródromos militares, nos moldes do adotado pela INFRAERO. Por SGP entenda-se como um conjunto de técnicas ou métodos e procedimentos que visa oferecer suporte a decisões quanto ao estabelecimento de estratégias efetivas e econômicas para prover e manter, ao longo do tempo, uma rede de pavimentos em condições de serventia operacional. Em última análise, trata-se de estabelecer uma lista de recomendações de serviços de conservação e restauração de pavimentos (com as devidas prioridades), com os respectivos custos estimados, a fim de manter as pistas em condições operacionais.

Um segundo passo foi dado por Gaddini (2004), que identificou alguns fatores contribuintes para a execução deficiente de obras de infra-estrutura, quais sejam: falta de preparo de empresas que projetam e constroem, inobservância de normas técnicas, pessoal sem habilitação técnica adequada e falta de atuação efetiva das equipes de fiscalização das obras.

A segurança das operações aéreas nos procedimentos de pouso e decolagem em aeródromos militares não deve se limitar ao estudo de aspectos isolados, e sim ser encarada sob um ponto de vista sistêmico, envolvendo iniciativas que serão descritas ao longo deste trabalho.

A presente pesquisa tem, portanto, como objetivo final avaliar a segurança das operações de pouso e decolagem em aeródromos militares, a partir da análise dos procedimentos adotados pela Força Aérea Brasileira para construção e manutenção de pistas de pouso.

Como objetivo intermediário, busca-se descrever os seguintes aspectos da infra-estrutura aeroportuária, que se inter-relacionam para garantir adequados níveis de segurança nas operações de pouso e decolagem nos aeródromos militares: o Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), a qualidade na execução das obras, a medição do coeficiente de atrito das pistas de pouso e o programa de prevenção contra *Foreign Object Debris* (FOD).

O SGP consiste na avaliação prévia dos pavimentos e alocação adequada de recursos para sua recuperação. A qualidade das obras passa pelo uso de insumos de qualidade, métodos construtivos adequados, contratação de empresas capacitadas e fiscalização atuante. O procedimento de medir o coeficiente de atrito prevê seu monitoramento na frequência recomendada pelos organismos internacionais. Finalmente, o programa de prevenção contra FOD contempla a disseminação da mentalidade de remoção de objetos nas áreas operacionais dos aeródromos e em suas imediações.

Naturalmente, a segurança da aviação passa pela análise dos mais variados aspectos. No que se refere às condições da infra-estrutura aeroportuária, é incontestável o fato de que pistas de pouso, pistas de rolamento e pátios de estacionamento de aeronaves devem apresentar uma superfície tal que permita o suave deslocamento das aeronaves, em seus procedimentos de pouso e decolagem.

Na aviação civil, percebe-se uma preocupação permanente com a segurança daqueles procedimentos, a partir da tomada de iniciativas que acompanham o desgaste dos pavimentos e a evolução das necessidades das novas aeronaves que surgem.

A relevância de ferramentas reconhecidamente eficazes na melhoria da condição superficial dos pavimentos fica evidente na medida em que a disponibilidade das aeronaves militares tende a crescer – e com ela, a defesa da soberania – com a redução de problemas decorrentes de uma pavimentação pouco adequada, tais como: danos em turbinas e pneus por FOD, e perda do controle direcional da aeronave por irregularidades no pavimento ou pela presença de um baixo nível do coeficiente de atrito do revestimento asfáltico.

Tais ferramentas, utilizadas internacionalmente para elevar o nível da segurança aérea nos procedimentos de pouso e decolagem na aviação civil, fazem parte de um sistema, onde seus elementos estão intimamente relacionados.

Em um momento de grandes investimentos no reaparelhamento da FAB, que envolve aquisições e modernizações de diversas aeronaves a jato e turbo-hélice, cabe voltar a atenção para os aspectos ligados à perfeita operação desses sofisticados e caros equipamentos, a partir do uso de ferramentas de planejamento e execução que melhorem a qualidade da infra-estrutura dos aeródromos militares, com a conseqüente elevação dos níveis de segurança dos pousos e decolagens.

Desse modo, a pergunta que causa inquietação pode ser assim apresentada: em que medida os procedimentos adotados pela FAB para construção e manutenção de pistas de pouso militares contribuem para o aumento da segurança das operações de pouso e decolagem?

Para responder a essa pergunta, foram adotados como referenciais teóricos fontes primárias como o Anexo 14, da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), e Circulares Consultivas, da *Federal Aviation Administration* (FAA), além dos trabalhos de Fonseca (2002) e Gaddini (2004), ambos da ECEMAR.

Antes, porém, vale registrar a metodologia que foi aplicada na presente pesquisa.

## 1 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa foi de caráter qualitativo, envolvendo revisão bibliográfica, aplicação de questionário fechado e realização de entrevistas.

O universo considerado é o dos militares da FAB diretamente ligados à infraestrutura aeroportuária, formado pelos pilotos de asas fixas do Curso de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (CCEM 2006) e pelos engenheiros da Diretoria de Engenharia da Aeronáutica (DIRENG) e da Comissão de Aeroportos da Região Amazônica (COMARA) responsáveis pelo planejamento e projeto de pistas de pouso das respectivas Organizações Militares.

As duas amostras (44 pilotos e 2 engenheiros) são do tipo não probabilística, selecionada por acessibilidade.

Os questionários encaminhados aos pilotos do CCEM foram testados antes da aplicação definitiva, permitindo a formatação final do instrumento de coleta de dados. Os oficiais foram informados do objetivo e da finalidade do questionário, conforme apresentado no Apêndice A.

As entrevistas com os engenheiros foram realizadas por intermédio de correio eletrônico (*e-mail*). As perguntas formuladas encontram-se nos Apêndices B e C.

As respostas das entrevistas com a DIRENG e a COMARA serviram, principalmente, para avaliar se estão sendo implementados SGP em aeródromos militares; se as equipes de fiscalização do Comando da Aeronáutica têm sido numérica e qualitativamente suficientes para o perfeito acompanhamento das obras; se existe alocação de recursos para contratação de empresas de fiscalização de obras e para a aquisição de equipamentos de monitoração dos níveis de atrito nas pistas de pouso; se existem programas de prevenção contra FOD nos aeródromos militares; se as normas de engenharia do Comando da Aeronáutica estão sendo atualizadas etc.

As respostas aos questionários enviados para os Oficiais-Aviadores foram úteis para avaliar a qualidade dos pavimentos aeroportuários militares, a partir de informações relativas à suavidade ao rolamento das aeronaves, à presença de poças d'água nas pistas, à insegurança durante pousos e decolagens em dias chuvosos, à mentalidade de retirada de FOD das pistas e imediações, à participação em equipes de fiscalização de obras de engenharia etc.

Os dados coletados foram tratados de forma qualitativa, apresentando-se as respostas de forma estruturada, com uso de tabelas e gráficos. Somente foram consideradas as respostas dos oficiais que pilotam aeronaves de asas fixas, uma vez que os aspectos envolvidos neste estudo não interferem de maneira significativa na operação dos pilotos de asas rotativas.

Os valores tabelados estão representados de forma percentual, a partir da divisão do número de oficiais que optaram por uma dada resposta pelo valor numérico dos oficiais respondentes.

Para se realizar uma análise adequada das respostas obtidas com os questionários e entrevistas, é necessário que sejam abordadas algumas técnicas para construção e manutenção de pistas de pouso, já implementadas na aviação civil, e como elas influenciam na segurança das operações de pouso e decolagem. É o que será visto em seguida.

## 2 TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE PISTAS

Para se atingir uma perfeita condição superficial da pista de pouso e decolagem, garantindo níveis de segurança satisfatórios, é importante constatar a necessidade de inter-relacionamento ou interação entre os diversos aspectos de infra-estrutura aeroportuária, compondo um verdadeiro sistema.

De acordo com Maranhão (2006), um sistema é composto de várias partes, formando subsistemas que trabalham de maneira harmônica para atender a um objetivo comum para o qual o sistema foi criado, no caso o sistema de segurança das operações aéreas de pouso e decolagem em aeródromos militares.

O subsistema Gerência de Pavimentos está diretamente relacionado com o planejamento das ações corretivas nas pistas, com base nas informações coletadas *in locu*.

O subsistema Qualidade das Obras de Infra-estrutura envolve as iniciativas de aquisição de materiais apropriados, execução adequada e fiscalização efetiva.

O subsistema de manutenção deve prever o acompanhamento periódico dos níveis de atrito das pistas de pouso militares e a devida implementação de programas de prevenção contra FOD.

Os três subsistemas assim constituídos formam um ciclo (Fig. 2) que provê a descrição de procedimentos que contribuem para a elevação do nível de segurança das operações de pouso e decolagem em aeródromos militares em função das condições superficiais da pista. Esquemáticamente:



Figura 2: Ciclo da segurança das operações aéreas  
Fonte: Autor

## 2.1 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

A definição de pavimento aeroportuário pode ser resumida como uma estrutura construída para suportar as cargas transmitidas pelas aeronaves, permitindo o seu tráfego em condições de conforto e segurança.

O pavimento flexível (Fig. 3) é uma estrutura construída em geral com a utilização de mistura betuminosa como camada superficial de revestimento, que se deflete sob a aplicação de uma carga de roda, formando uma bacia de depressão. Essa deflexão é recuperada, uma vez passado o carregamento. Esquemáticamente:



Figura 3: Estrutura de pavimento flexível  
Fonte: DIRENG

O pavimento rígido (Fig. 4) é uma estrutura que apresenta concreto de cimento (PCC) como camada de revestimento, que praticamente não se deflete ante a solicitação de carregamentos de rodas.

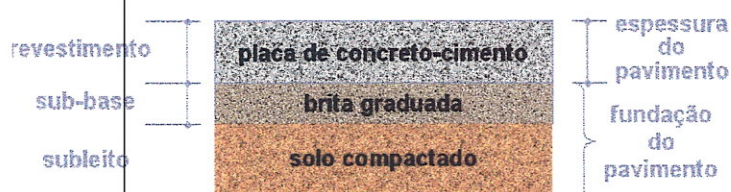


Figura 4: Estrutura de pavimento rígido  
Fonte: DIRENG

O Projeto do Sistema de Gerência de Pavimentos – SGP foi uma iniciativa da DIRENG e da INFRAERO, no final de 1997. Durante o ano de 1998, foi desenvolvido o primeiro protótipo, também chamado de Projeto Piloto para o SGP I, para funcionar na Região de Negócios da INFRAERO, no Rio de Janeiro, de forma a processar as informações sobre pavimentos de apenas três aeroportos (Galeão, Santos Dumont e Jacarepaguá). Seu desenvolvimento ocorreu até o mês de junho de 1999.

A partir daí, o projeto foi ampliado para atender às necessidades dos demais aeroportos da INFRAERO e, posteriormente, dos aeródromos militares, levando-se em consideração os seguintes aspectos: gerência em nível de rede, gerência em nível de projeto, levantamento e monitoramento de características funcionais e estruturais, diagnóstico de pavimentos, previsão de desempenho de pavimentos aeroportuários e estudos de viabilidade técnico-econômica.

O que se espera com a aplicação de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) nos aeródromos militares é o estabelecimento de uma lista de recomendações de serviços de conservação e restauração de pavimentos, com as devidas priorizações e custos estimados, a fim de manter as pistas em condições operacionais, garantindo a segurança nos procedimentos de pouso e decolagem.

Tais recomendações são resultado de um processo de avaliação da condição superficial de pistas de pouso, pistas de rolamento e pátios de estacionamento de aeronaves. Realizando-se inspeções *in locu* nos aeródromos, é possível atribuir um índice que exprime a condição dos pavimentos em diversas seções previamente estabelecidas. Esse índice, denominado *Pavement Condition Index* (PCI), é obtido após a identificação dos defeitos dos pavimentos, seu enquadramento em níveis de severidade (baixo, médio ou alto) e sua quantificação, a partir de procedimentos de contagem padronizados.

Alguns defeitos encontrados em pavimentos flexíveis de aeroportos são:

- a) trinca couro de crocodilo (ou trinca de fadiga) – trincas interligadas, causadas por fadiga da superfície do concreto asfáltico sob carregamento de tráfego repetido. É considerado o maior defeito estrutural;
- b) exsudação – é um filme de material betuminoso na superfície do pavimento, deixando-a brilhosa, refletiva e bastante pegajosa. Pode causar redução na resistência à derrapagem;
- c) trinca em bloco – são trincas interligadas, dividindo o pavimento em pedaços aproximadamente retangulares;
- d) ondulação – é uma série de saliências e vales que ocorrem em intervalos razoavelmente regulares ao longo do pavimento. As saliências são perpendiculares à direção do tráfego;
- e) depressões – são áreas localizadas na superfície do pavimento, com elevações levemente abaixo daquelas das adjacências, propiciando o

acúmulo de água da chuva e, por extensão, aquaplanagem das aeronaves;

- f) trinca de reflexão de junta – é a que surge em pavimentos de asfalto superpostos a placas de concreto cimento;
- g) trincas longitudinais e transversais – são trincas causadas pela má execução de juntas, contração da superfície ou reflexão de trincas de camadas inferiores;
- h) contaminação por óleo – é a deterioração ou amolecimento da superfície do pavimento causada por derramamento de óleo, combustível ou outros solventes;
- i) remendos – são considerados defeitos, mesmo que estejam em perfeitas condições;
- j) envelhecimento / desagregação – é o desgaste da superfície do pavimento, indicando que o asfalto enrijeceu significativamente;
- k) trilha de roda – é a depressão na superfície do caminhamento das rodas, causada pela deformação total em qualquer camada do pavimento ou subleito.

Alguns defeitos encontrados em pavimentos rígidos de aeroportos são:

- a) quebra de canto – é uma trinca que intercepta as juntas a uma distância igual ou menor que metade do comprimento da placa, causada por repetição de carga combinada com a perda de suporte;
- b) trincas longitudinais, transversais e diagonais – dividem a placa de concreto em dois ou três pedaços;
- c) material selante danificado – é qualquer condição que permita solos ou pedras se acumularem dentro da junta ou permita infiltração significativa de água. Acúmulo de materiais incompressíveis impedem as placas de expandirem e podem resultar em empenamento ou quebra;
- d) remendos – são áreas onde o pavimento original tenha sido removido e substituído por um material de enchimento;
- e) bombeamento – é a ejeção de material pela água através das juntas ou trincas causada pela deflexão da placa sob a passagem de cargas;
- f) desnivelamento de placas – é uma diferença de elevação na junta ou trinca, causada por elevação da superfície ou consolidação;

- g) placa dividida – decorrente de trincas que dividem a placa em quatro ou mais pedaços, devido à sobrecarga ou suporte inadequado;
- h) esborcinamento de junta – é a quebra do bordo da placa a uma distância de 60cm da junta, causada por concreto fraco na junta combinado com carregamento.

Identificados os defeitos, com suas severidades e quantidades, procede-se ao levantamento das possíveis soluções e respectivas estimativas de custos, que são encaminhadas para a tomada de decisão dos órgãos competentes.

Como a aplicação de SGP em um aeródromo está diretamente relacionada com o planejamento das ações corretivas nas pistas e pátios, infere-se que sua não aplicação compromete a segurança das operações aéreas, motivo pelo qual essa poderosa ferramenta precisa ser adotada nacionalmente.

Todavia, conforme poderá ser verificado no decorrer deste trabalho, o atual modelo de aplicação de SGP não leva em consideração fatores de planejamento que elevariam consideravelmente a segurança operacional, revelando a necessidade de se interligar de forma sistêmica a outros elos não menos importantes. O primeiro a ser abordado é o da qualidade das obras de infraestrutura, mostrado a seguir.

## 2.2 QUALIDADE DAS OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

Não existe dúvida de que uma obra de infra-estrutura aeroportuária bem executada e fiscalizada resulta em elevado grau de segurança para as operações aéreas de pouso e decolagem.

Em sua pesquisa, Gaddini (2004) procurou identificar os fatores contribuintes para a execução deficiente de obras de infra-estrutura, quais sejam: inobservância de normas técnicas, falta de preparo de empresas que projetam e constroem, pessoal sem habilitação técnica adequada e falta de atuação efetiva das equipes de fiscalização das obras.

A DIRENG admite que o SGP não leva em consideração alocação de recursos para contratação de empresa de fiscalização de obras, que algumas construtoras são inexperientes na área e que a legislação de engenharia de infra-estrutura não se encontra atualizada, fatos que se refletem na qualidade das obras aeroportuárias.

Apesar das dificuldades encontradas, algumas iniciativas foram tomadas pela DIRENG no sentido de melhorar a qualidade das obras nas pistas de pouso. Uma delas consistiu na celebração de convênios com o Exército Brasileiro, por intermédio dos Batalhões de Engenharia de Construção (BEC), a exemplo do que ocorreu no Aeroporto de Porto Velho – RO (Fig. 5). Foi construída uma pista de rolamento paralela à pista de pouso, seguindo parâmetros internacionais, bem como foi realizada a ampliação do pátio de estacionamento de aeronaves da Base Aérea. A participação efetiva de militares daquela Diretoria no acompanhamento das obras, associada à competência técnica do 5º BEC, possibilitou a entrega de uma obra com qualidade, garantindo a segurança das operações de taxiamento de aeronaves.



Figura 5: Parceria Aeronáutica / Exército (Porto Velho-RO)  
Fonte: Autor

Iniciativas adicionais da DIRENG para a melhoria da qualidade das obras de infra-estrutura envolveram a aquisição de equipamentos para a realização de ensaios não-destrutivos nas pistas e pátios, a fim de obter informações relativas à capacidade de suporte dos pavimentos.

O equipamento FWD (*Falling Weight Deflectometer*), por exemplo (Fig. 6 e 7), é particularmente importante quando se deseja ampliar uma pista de pouso ou pátio de estacionamento de aeronaves e não se dispõe do histórico da construção (plantas de pavimentação). Com ele, é possível:

- a) avaliar a resistência de uma pista e, conseqüentemente, quais aeronaves nela podem pousar com segurança;
- b) realizar o diagnóstico de problemas na estrutura do pavimento;
- c) estimar a vida restante do pavimento;
- d) avaliar juntas em placas de concreto;
- e) dimensionar o pavimento de uma ampliação a partir da pista existente (Fig. 8 e 9).

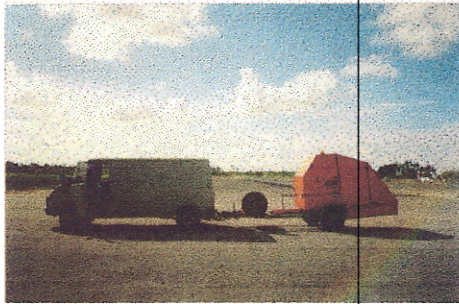


Figura 6: FWD  
Fonte: Autor



Figura 7: FWD no Aeroporto de Natal-RN  
Fonte: Autor

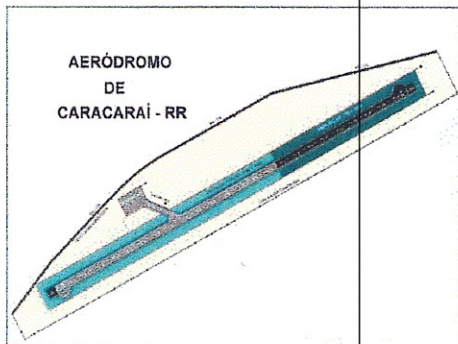


Figura 8: Ampliação de pista de pouso (RR)  
Fonte: DIRENG



Figura 9: Pista em Caracarái-RR  
Fonte: Autor

Outros equipamentos bastante úteis para as equipes de fiscalização de obras são o penetrômetro dinâmico (Fig. 10) e a sonda rotativa (Fig. 11), que permitem avaliar as espessuras do pavimento executado, sem destruí-lo, bem como checar se as camadas foram compactadas adequadamente, garantindo que a pista terá o suporte adequado para receber a aeronave de projeto, e proporcionando a segurança necessária às operações de pouso e decolagem.

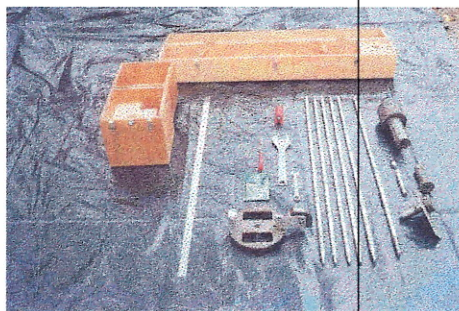


Figura 10: Penetrômetro dinâmico  
Fonte: Autor



Figura 11: Sonda rotativa  
Fonte: Autor

Finalmente, para o caso de ser necessária a execução de reparos rápidos e de pequenas dimensões, a DIRENG pode lançar mão do equipamento KASI INFRARED (Fig. 12 e 13), que atualmente se encontra nas instalações da Engenharia de Campanha, em São José dos Campos (CTA).



Figura 12: Kasi Infrared  
Fonte: Autor



Figura 13: Reparo na pista de pouso do Galeão  
Fonte: Autor

No tocante à segurança das operações aéreas durante a execução das obras, cabe ressaltar a importância da emissão de NOTAM (*Notice to Airmen*) com a antecedência necessária, bem como da sinalização diurna e noturna nos locais críticos, a fim de evitar que aconteçam situações como a mostrada nas figuras abaixo:



Figura 14: Ausência de NOTAM  
Fonte: [www.aopa.org](http://www.aopa.org)



Figura 15: Aeronave destruída  
Fonte: [www.aopa.org](http://www.aopa.org)

Uma vez verificado que o elo da qualidade das obras complementa os princípios de um SGP, percebe-se que ainda faltam outros elos que garantam a perfeita segurança operacional. O próximo a ser analisado, portanto, é o que diz respeito às características superficiais dos pavimentos das pistas de pouso e decolagem, que devem proporcionar adequados níveis de coeficiente de atrito com os pneus das aeronaves militares.

## 2.3 COEFICIENTE DE ATRITO

### 2.3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O controle efetivo de uma aeronave em uma pista depende em grande parte das características superficiais do pavimento. Quando o pavimento está seco, o atrito gerado entre ele e os pneus é normalmente alto. Todavia, quando a pista está molhada, aumenta o potencial de aquaplanagem ou derrapagem, particularmente quando a resistência ao atrito do pavimento é baixa.

Portanto, a coleta periódica de dados de atrito é primordial na identificação de seções críticas. Tais dados servem de ferramenta para o gerenciamento dos pavimentos, permitindo escolher a melhor alternativa de manutenção e reabilitação, bem como para priorizar os serviços a serem executados.

Embora a resistência ao atrito seja considerada uma propriedade dos pavimentos, vários fatores afetam a força desenvolvida entre os pneus e o pavimento, tais como a pressão dos pneus, tipo e profundidade dos sulcos dos pneus, presença de água, temperatura ambiente, textura superficial, drenagem do pavimento, carga de roda e velocidade do veículo.

Estudos realizados pela *Federal Aviation Administration* (FAA) mostram a variação sazonal da resistência à derrapagem (*skid resistance*), medida em pistas de pouso de aeroportos americanos, conforme o seguinte gráfico:

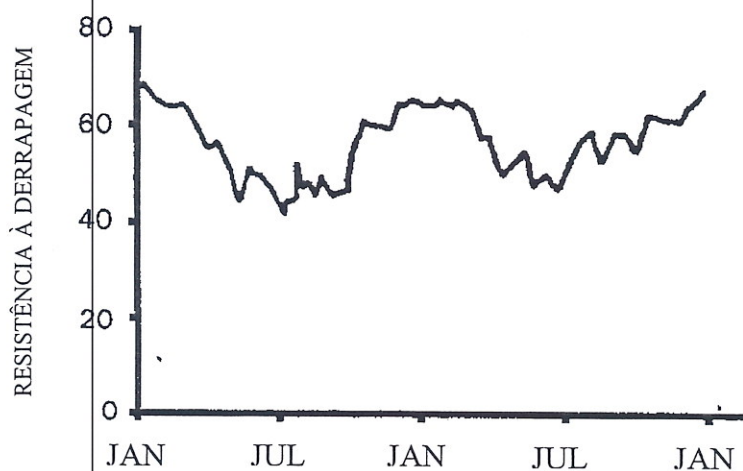


Gráfico 1: Variação da resistência à derrapagem com o tempo  
Fonte: SHAHIN, 1994, p.91

No caso do fator velocidade, verifica-se que o coeficiente de atrito diminui com o aumento da velocidade. Em pavimentos secos, essa variação não é significativa, porém em superfícies molhadas é sensível a diferença, conforme se depreende dos gráficos seguintes:

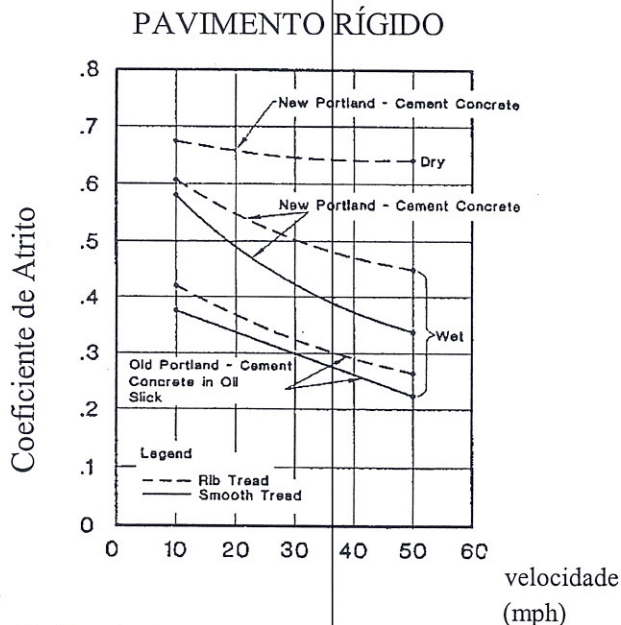


Gráfico 2: Variação do atrito com a velocidade  
Fonte: SHAHIN, 1994, p. 94

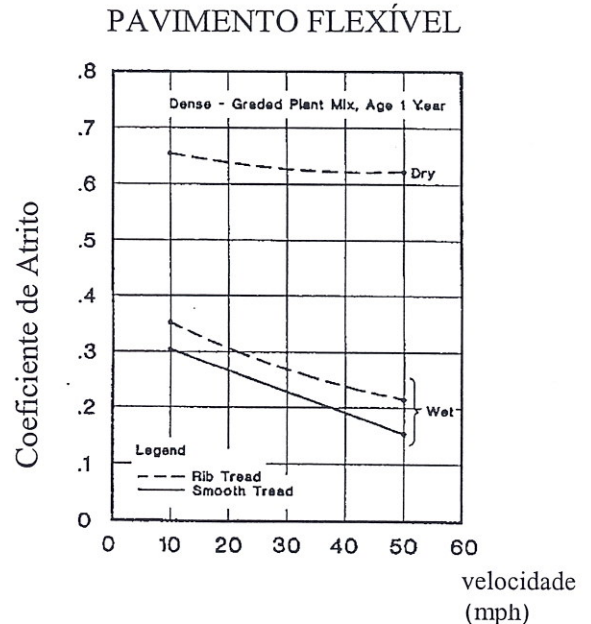


Gráfico 3: Variação do atrito com a velocidade  
Fonte: SHAHIN, 1994, p. 95

### 2.3.2 EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DE ATRITO

Poucos são os usuários da Ponte Aérea Rio-São Paulo que, nos poucos instantes que antecedem um pouso no Aeroporto Santos Dumont, se dão conta de que a aeronave em que se encontram, com 56 toneladas de peso, a uma velocidade média de 220km/h, dispõe de uma pista com somente 1.320 metros de comprimento, cabeceiras adjacentes ao mar, e que ainda pode se encontrar bastante molhada após uma forte tempestade de verão.

O sucesso das diversas aterrissagens ocorridas diariamente nesse e em outros aeroportos espalhados pelo mundo se deve à perfeita interação que deve haver entre os pneus da aeronave e a superfície da pista de pouso.

As forças de atrito são, portanto, da maior importância para a segurança da aeronave, motivo pelo qual é necessário o registro e o controle do nível de atrito em todas as pistas, por intermédio de equipamentos adequados.

Existem diversos equipamentos que se propõem a medir o coeficiente de atrito de superfícies de pavimentos. Em âmbito nacional, o Departamento de Aviação Civil (DAC), atual Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), através da Instrução Normativa IAC 4302, de 28 de maio de 2001, estabeleceu os *Requisitos de Resistência à Derrapagem para Pistas de Pouso e Decolagem*, com a utilização do equipamento *Mü-meter* (Fig. 16), prescrevendo como patamar inferior de atrito o valor 0,5 e, para pistas de pouso novas, o valor 0,7.

A *Federal Aviation Administration* (FAA), por intermédio da *Advisory Circular 150/5320-12C, Measurement, Construction and Maintenance of Skid-Resistant Airport Pavement Surfaces*, e a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), com a publicação *Airport Services Manual – Pavement Surface Conditions*, apresentam a tabela de valores de coeficiente de atrito para pistas de pouso com pavimento flexível (Tab. 1), medidos com o equipamento *Mü-meter*.

Tabela 1: Coeficientes de atrito para aeroportos, medidos com o *Mü-meter*

Velocidade de 65 km/h			Velocidade de 95 km/h		
Valor Mínimo	Valor de Manutenção / Planejamento	Valor de Projeto Novo / Construção	Valor Mínimo	Valor de Manutenção / Planejamento	Valor de Projeto Novo / Construção
0,42	0,52	0,72	0,26	0,38	0,66

Fonte: FAA

É apresentado abaixo o equipamento *Mü-meter*, largamente utilizado na medição do coeficiente de atrito em pistas de pouso nacionais pela Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária (INFRAERO), e particularmente nos aeroportos Santos Dumont-RJ (Fig. 17) e Congonhas-SP, que apresentam pistas de pouso merecedoras de tratamento especial.



Figura 16: Equipamento *Mü-meter*  
Fonte: Autor



Figura 17: Medição de atrito no Aeroporto S. Dumont  
Fonte: Autor

De acordo com o item 3.1.22, do Anexo 14, da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), a superfície de uma pista pavimentada deve ser construída de modo a oferecer boas características de atrito, quando estiver molhada. E ainda, conforme estabelecido no item 9.4.4, devem ser realizadas medições periódicas das características de atrito de uma superfície de pista de pouso e decolagem através de um equipamento de medição de atrito contínuo que utilize dispositivo de formação de lâmina d'água. Finalmente, no item 9.4.5, uma medida de manutenção corretiva deveria ser considerada quando as características de atrito de toda a pista de pouso e decolagem, ou de uma parte dela, estiverem abaixo de um nível planejado de manutenção especificado pelo Estado.

As Fig. 18 e 19 mostram alguns efeitos da pista molhada durante o pouso.

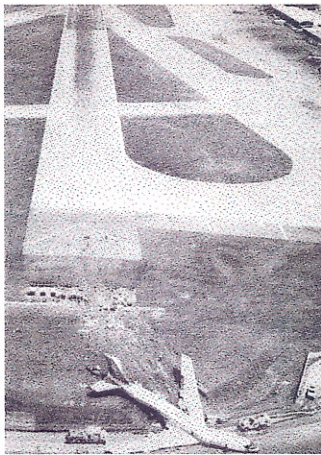


Figura 18: Perda de controle direcional  
Fonte: DIRENG

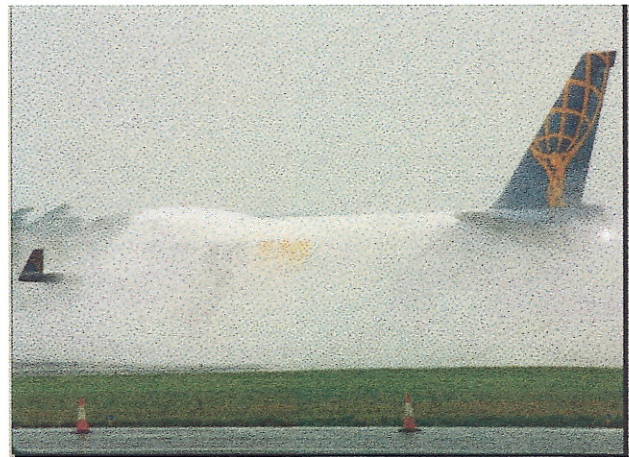


Figura 19: Aeronave de grande porte em pista molhada  
Fonte: DIRENG

De acordo com a DIRENG, o Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) não leva em consideração alocação de recursos para o registro e controle das condições superficiais de atrito das pistas de pouso militares.

Atualmente, DIRENG e COMARA não dispõem de recursos para a medição de atrito daquelas pistas, dentro da frequência preconizada pela IAC 4302 – Requisitos de resistência à derrapagem para pistas de pouso e decolagem, do antigo DAC.

Em se tratando de procedimentos construtivos, os revestimentos novos das pistas militares não têm suas características de atrito superficiais avaliadas previamente com a execução de trechos experimentais. Para exemplificar esta situação, cabe destacar a preocupação da Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER), que realizou ensaios de medição de atrito em trecho experimental de

700m na primeira camada de revestimento da pista de pouso de Gavião Peixoto-SP, de 5km de extensão (Fig. 20), a fim de avaliar sua condição superficial antes de executar a segunda camada, que também foi avaliada semanas depois, com o mesmo equipamento (Fig. 21).



Figura 20: Pista de pouso de Gavião Peixoto – SP  
Fonte: Autor



Figura 21: Medição de atrito da EMBRAER  
Fonte: Autor

Finalmente, a Diretoria de Engenharia e a Comissão de Aeroportos da Região Amazônica informaram que nenhum aeródromo militar recebeu, a partir do ano 2000, Camada Porosa de Atrito (CPA) e *Grooving*, que são procedimentos construtivos que visam eliminar rapidamente a água da chuva das pistas de pouso, melhorando as condições superficiais de atrito.

Atuando em conjunto com os elos SGP e qualidade das obras de infraestrutura, o elo coeficiente de atrito reforça o aspecto sistêmico que vem sendo delineado neste trabalho e revela ainda a necessidade de um último elo, tão importante quanto os demais, para garantir a perfeita segurança operacional: o programa de prevenção contra FOD, que será visto a seguir.

## 2.4 PROGRAMA DE PREVENÇÃO CONTRA FOD

Não menos importante para a segurança das operações de pouso e decolagem está o conceito de F.O.D. (*Foreign Object Debris*) - objeto que não pertence à aeronave e que tem o potencial de causar danos, previsto no item 9.4.3, da OACI:

A superfície dos pavimentos (pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi, pátios etc.) deve ser mantida livre de quaisquer pedras soltas ou outros objetos que possam causar danos à estrutura ou aos motores das aeronaves, ou prejudicar a operação dos sistemas das mesmas.

Os efeitos maléficos desses objetos podem ser exemplificados abaixo:

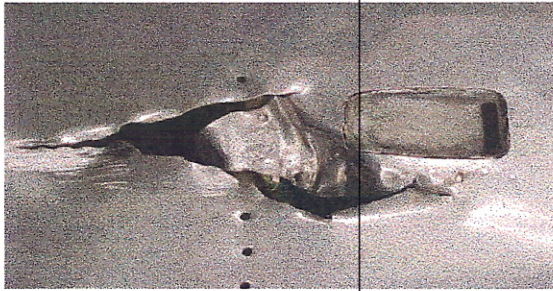


Figura 22: Danos à fuselagem da aeronave  
Fonte: [www.fodnews.com](http://www.fodnews.com)



Figura 23: Danos aos pneus  
Fonte: [www.fodnews.com](http://www.fodnews.com)



Figura 24: Danos à turbina  
Fonte: [www.fodnews.com](http://www.fodnews.com)



Figura 25: Acidente fatal com o Concorde  
Fonte: [www.fodnews.com](http://www.fodnews.com)

Por sua vez, os objetos causadores desses problemas podem ser dos mais variados tipos:



Figura 26: Água acumulada sobre o pavimento  
Fonte: [www.fodnews.com](http://www.fodnews.com)



Figura 27: Vórtice  
Fonte: [www.fodnews.com](http://www.fodnews.com)

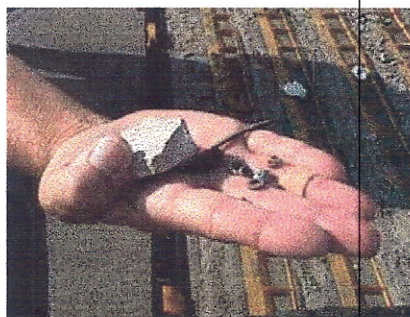


Figura 28: Pregos, porcas, pedras, lixo em geral  
Fonte: [www.fodcontrol.com](http://www.fodcontrol.com)



Figura 29: Uma inusitada cobra  
Fonte: [www.fodcontrol.com](http://www.fodcontrol.com)



Figura 30: Itens de comissaria  
Fonte: www.fodcontrol.com



Figura 31: Canetas, moedas, latas, papéis  
Fonte: www.fodcontrol.com

Uma iniciativa bastante simples e de grande valia para reduzir os efeitos do FOD consiste na adoção de faixas de vegetação sintética nas cabeceiras de pista e ao longo das mesmas, conforme mostrado na Fig. 32:



Figura 32 – Faixas de grama sintética em aeroporto americano  
Fonte: www.fodcontrol.com

De acordo com a DIRENG, o Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) não leva em consideração alocação de recursos para aquisição de materiais e equipamentos para implementação de programas de eliminação de FOD.

Para ilustrar as conseqüências financeiras de um simples objeto na pista, são mostrados na Tab. 2 os custos aproximados de alguns tipos de reparos em aeronaves.

Tabela 2 – Custos de reparos ocasionados por FOD

ITEM DANIFICADO	CUSTO (US\$)
Turbina de MD-11	8 a10 milhões
Turbina do MD-80	3 a 4 milhões
Revisão e Reparo da Turbina de MD-11	0,5 a 1,6 milhão
Revisão e Reparo da Turbina de MD-80	250.000
Conjunto de lâminas do rotor do MD-11	25.000
Conjunto de lâminas do rotor do MD-80	7.000

Fonte: DIRENG

Alguns procedimentos que devem ser colocados em prática nos aeródromos das Organizações Militares podem ser os seguintes: coletar FOD durante os percursos, independente da função ou local de trabalho; coletar materiais soltos, fora das áreas pavimentadas, que possam migrar para locais inacessíveis ou áreas pavimentadas; não levar nada que não seja necessário na área de trabalho; devolver equipamentos e ferramentas para os locais adequados de armazenagem e conduzir inspeções diárias em busca de FOD.

A importância desse elo do sistema de segurança operacional ficou patente, tanto quanto sua interligação com os demais apresentados: SGP, qualidade das obras de infra-estrutura e coeficiente de atrito, não sendo conveniente prescindir de nenhum deles, sob pena de abrir uma lacuna de conseqüências indesejáveis.

Vistas as diversas técnicas para construção e manutenção de pistas de pouso, dentro de um enfoque sistêmico, cabe agora apreciar os dados fornecidos pelos pilotos militares e oficiais engenheiros da DIRENG e da COMARA, com base nos questionários e entrevistas constantes dos Apêndices A, B e C, a fim de melhor compreender como a infra-estrutura aeroportuária militar tem influenciado na segurança das operações aéreas, a partir do ano 2000.

### 3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

De acordo com o questionário apresentado no Apêndice A, somente 6,8% dos Oficiais Aviadores do CCEM 2006 (Tab. 3) classificam como ótima a qualidade das pistas de pouso de uso exclusivamente militar, com relação à suavidade ao rolamento da aeronave, e quase 30% deles consideram a qualidade regular ou ruim.

Tabela 3 – Classificação das pistas de pouso militares

Qualidade superficial das pistas militares				
Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
6,8%	63,6%	27,3%	2,3%	0%

Fonte: Autor

Graficamente:

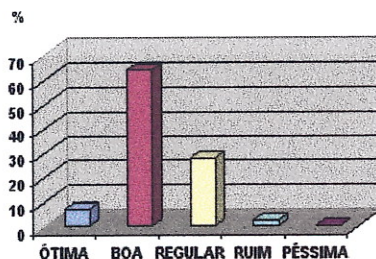


Gráfico 4: Qualidade superficial das pistas militares

Fonte: Autor

Com relação à participação do Oficial Aviador em comissão de fiscalização de obras, mais da metade do grupo já participou alguma vez (Tab. 4).

Tabela 4 – Participação de Oficiais Aviadores em fiscalização de obras

Já tiveram participação	Não tiveram participação
52,3%	47,7%

Fonte: Autor

Graficamente:

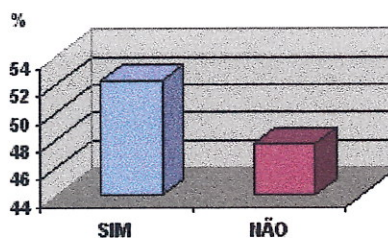


Gráfico 5: Participação de pilotos em fiscalização de obras

Fonte: Autor

No caso de o Oficial Aviador ter participado da referida comissão, foi questionado se havia em sua equipe representante (civil ou militar) da área de engenharia ou arquitetura. Nesse caso, o posicionamento do grupo (Tab. 5) mostra que cerca de 40% das comissões de obras não contemplaram um engenheiro ou arquiteto.

Tabela 5 – Presença de engenheiro / arquiteto em comissão de obras

Engenheiro / Arquiteto presente	Engenheiro / Arquiteto ausente
60,8%	39,2%

Fonte: Autor

Graficamente:

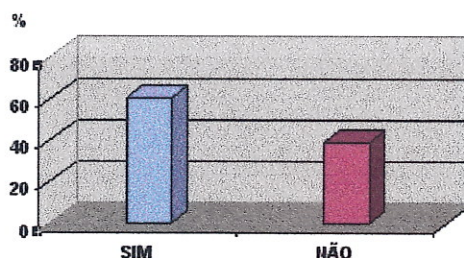


Gráfico 6: Presença de engenheiro / arquiteto em comissão de obras  
Fonte: Autor

A qualidade das obras de infra-estrutura aeroportuária militar considerada ótima é aquela que garante elevada segurança nas operações aéreas. Tal classificação só foi considerada por 6,8% dos Oficiais Aviadores do CCEM. Já uma qualidade inferior a boa, como constatado para cerca de 30% dos pilotos entrevistados, significa um declínio do nível de segurança das operações. Além disso, a participação de aviadores em comissões de obras e a ausência de engenheiros ou arquitetos nas referidas comissões se refletem diretamente na qualidade das obras e, por conseguinte, na segurança das pistas de pouso.

Foram feitos, ainda, diversos questionamentos aos Oficiais Aviadores a respeito de segurança nas operações de pouso e decolagem, relacionados aos conceitos de aquaplanagem e atrito.

*Pergunta:* Já ouviu falar de acidentes ou incidentes decorrentes da perda de controle direcional da aeronave, no pouso ou na decolagem, durante um dia chuvoso?

*Resposta:* **SIM 90,9% ; NÃO 9,1%**

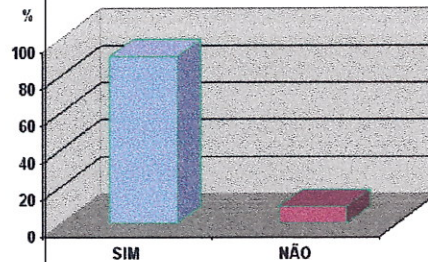


Gráfico 7: Conhecimento sobre perda de controle direcional de aeronaves  
Fonte: Autor

*Pergunta:* Durante o curso de formação na Academia da Força Aérea (AFA), alguma disciplina incluiu conceitos como aquaplanagem ou hidroplanagem?

*Resposta:* **SIM 56,1% ; NÃO 43,9%**

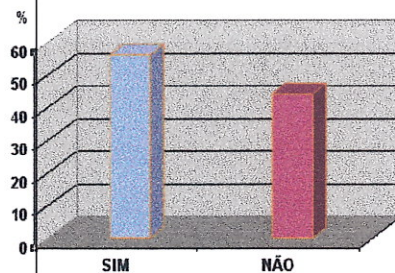


Gráfico 8: Conceitos de aquaplanagem no curso de formação da AFA  
Fonte: Autor

*Pergunta:* Durante sua vida profissional, realizou algum curso que fizesse referência à medição do coeficiente de atrito em pistas de pouso e decolagem?

*Resposta:* **SIM 31,8% ; NÃO 68,2%**

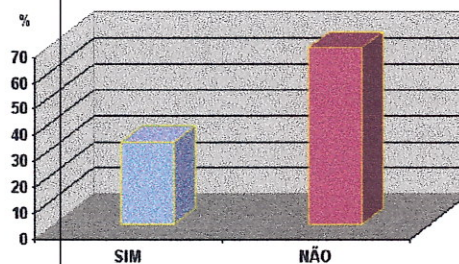


Gráfico 9: Realização de curso sobre medição de atrito em pistas de pouso  
Fonte: Autor

**Pergunta:** Tem conhecimento de que é previsto o registro do nível de atrito nas publicações ROTAER e AIP (Publicação de Informações Aeronáuticas)?

**Resposta:** **SIM 56,8% ; NÃO 43,2%**

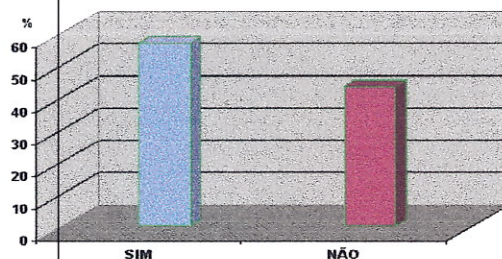


Gráfico 10: Conhecimento sobre registro de atrito no ROTAER e AIP  
Fonte: Autor

**Pergunta:** Durante um pouso ou decolagem, você adota os mesmos parâmetros (velocidade, *flaps*, rampa etc), independentemente de a pista estar seca ou molhada?

**Resposta:** **SIM 31,8% ; NÃO 68,2%**

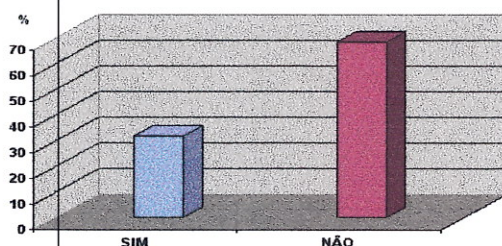


Gráfico 11: Adoção dos mesmos parâmetros para pista seca / pista molhada  
Fonte: Autor

**Pergunta:** Caso a pergunta anterior tenha sido negativa, sua mudança de procedimento é realizada com base em algum tipo de manual, na sua experiência ou em ambos?

**Resposta:** **MANUAL 48,3% ; EXPERIÊNCIA 31% ; AMBOS 20,7%**

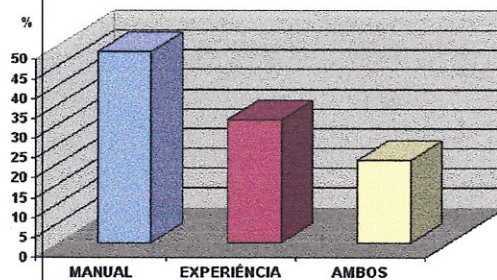


Gráfico 12: Uso de manuais ou experiência para pista seca / pista molhada  
Fonte: Autor

*Pergunta:* Já sentiu alguma vez uma sensação de insegurança, a partir do momento do toque do trem de pouso em uma pista molhada?

*Resposta:* **SIM 70,5% ; NÃO 29,5%**

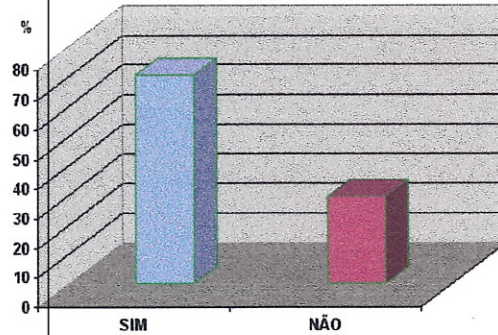


Gráfico 13: Sensação de insegurança durante pouso em pista molhada  
Fonte: Autor

*Pergunta:* Caso a pergunta anterior tenha sido positiva, relatou por escrito tal situação?

*Resposta:* **SIM 22,6% ; NÃO 51,6% ; ALGUMAS VEZES 25,8%**

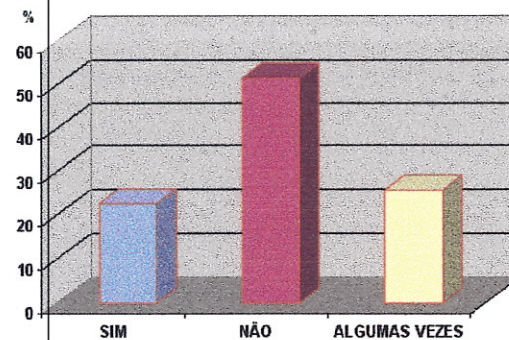


Gráfico 14: Relato por escrito de insegurança no pouso em pista molhada  
Fonte: Autor

*Pergunta:* Em sua atuação como piloto, que percentual seria o mais representativo da quantidade de pistas de pouso (de uso exclusivamente militar) com presença de poças d'água em dias chuvosos?

*Resposta:* **Menos de 25%: 46,5% ; Entre 25% e 50%: 25,6%  
Entre 50% e 75%: 16,3% ; Mais de 75%: 11,6%**

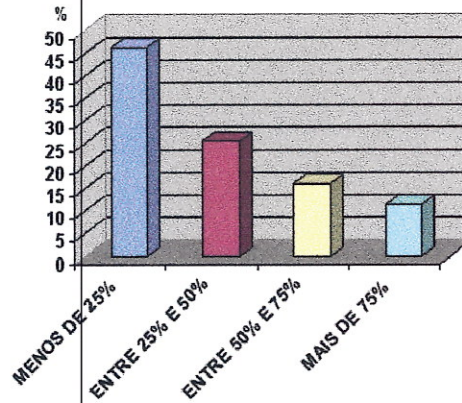


Gráfico 15: Pistas militares com presença de poças d'água em dias chuvosos  
Fonte: Autor

As respostas apresentadas pelos Oficiais Aviadores do CCEM 2006 permitem destacar a importância que representa o conhecimento profundo dos aspectos relacionados à aquaplanagem, a padronização de procedimentos de pouso e decolagem em pistas molhadas, a medida freqüente do coeficiente de atrito e a correção imediata de possíveis irregularidades de pista que possam trazer insegurança aos pilotos militares.

Os Oficiais Aviadores do Curso do CCEM 2006 (Tab. 6) foram, ainda, questionados sobre a existência de procedimentos de limpeza da superfície dos pavimentos dos aeródromos militares das OM em que serviram, com vistas à retirada efetiva de FOD.

Tabela 6 – Programa de prevenção contra FOD em aeródromos militares

Existem procedimentos de limpeza	Não existem procedimentos de limpeza
93,2%	6,8%

Fonte: Autor

Graficamente:

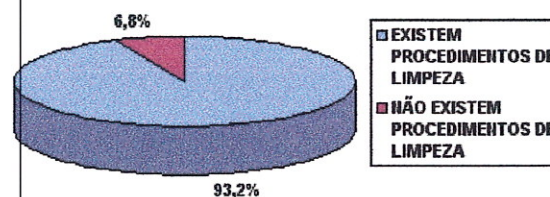


Gráfico 16: Procedimentos de retirada de FOD em aeródromos militares  
Fonte: Autor

Ainda com relação ao programa de remoção de FOD, os Oficiais Aviadores (Tab. 7) se posicionaram de diferentes formas quando se trata de relatar por escrito a presença de objetos que podem causar danos às aeronaves durante as operações de pouso e decolagem:

Tabela 7 – Relato por escrito sobre presença de FOD

Sim	Não	Algumas vezes
61,4%	22,7%	15,9%

Fonte: Autor

Graficamente:

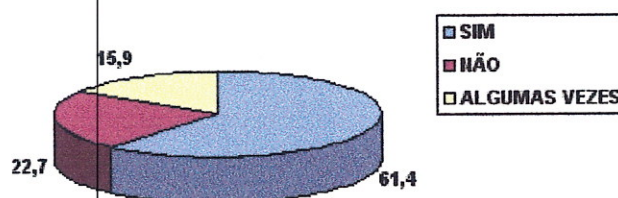


Gráfico 17: Relato por escrito sobre presença de FOD em aeródromos militares  
Fonte: Autor

Constata-se que existe uma mentalidade bem formada entre os pilotos militares, no que diz respeito à preocupação com a retirada de FOD de pistas e pátios de aeronaves. Todavia, ainda é preciso uma conscientização maior sobre a necessidade de reportar por escrito toda e qualquer presença desses objetos, muitas vezes subestimados.

Por sua vez, as respostas fornecidas nas entrevistas com a DIRENG e a COMARA, cujas perguntas encontram-se nos Apêndices B e C, podem ser assim reportadas:

- o SGP já foi aplicado em todos os aeroportos da INFRAERO;
- a DIRENG já aplicou o SGP em 13 aeródromos militares a partir do ano 2000;
- a COMARA não aplicou o SGP em nenhum aeródromo militar na sua área de atuação;
- a DIRENG admitiu que um SGP não leva em consideração alocação de recursos para contratação de empresa de fiscalização de obras, para o monitoramento das condições de atrito superficial das pistas com a frequência necessária, bem como para a aquisição de materiais

- e/ou equipamentos com vistas à implementação de programas de eliminação de FOD;
- e) DIRENG e COMARA afirmaram que nenhum aeródromo exclusivamente militar foi submetido ao monitoramento das condições de atrito, a partir de 2000;
  - f) A DIRENG tem a preocupação de enviar os resultados das medições de atrito realizadas em aeródromos compartilhados para publicação no ROTAER e AIP;
  - g) DIRENG e COMARA informaram não existir recursos para o monitoramento do atrito de pistas militares na frequência recomendada pela IAC 4302 (Requisitos de resistência à derrapagem para pistas de pouso e decolagem);
  - h) DIRENG e COMARA declararam que nenhum aeródromo militar foi construído ou sofreu intervenção no revestimento asfáltico, com a execução prévia de trecho experimental, com vistas à medição do nível do atrito da futura pista;
  - i) DIRENG e COMARA afirmaram que nenhum aeródromo militar recebeu Camada Porosa de Atrito ou *Grooving*, medidas que permitem eliminar rapidamente a água da chuva das pistas;
  - j) a DIRENG informou que a legislação de engenharia de infra-estrutura não se encontra atualizada;
  - k) DIRENG e COMARA afirmaram que as equipes que atuam na fiscalização de obras em aeródromos militares não são em número suficiente para uma atuação eficaz;
  - l) a DIRENG declarou que as empresas contratadas para realização de obras de pavimentação em aeródromos militares não têm demonstrado a experiência necessária para executar o objeto do contrato;
  - m) nas visitas técnicas empreendidas pela DIRENG, sempre se aborda a questão do procedimento de limpeza da superfície de pistas de pouso, pistas de rolamento e pátios de estacionamento de aeronaves, com vistas à retirada de FOD.

Isto posto, cabe agora um detalhamento das informações obtidas, para se fazer um juízo de valor sobre a segurança operacional nos aeródromos militares.

## 4 ANÁLISE DA SEGURANÇA DAS OPERAÇÕES AÉREAS

### 4.1 ENFOQUE SOB O PRISMA SGP

Conforme se depreende da aplicação de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), particularmente nos aeródromos militares, procura-se estabelecer uma lista de recomendações de serviços de conservação e restauração de pavimentos, com as devidas priorizações e custos estimados, a fim de manter as pistas em condições operacionais.

A Diretoria de Engenharia da Aeronáutica já aplicou o SGP em 13 aeródromos militares a partir do ano 2000. Por outro lado, a Comissão de Aeroportos da Região Amazônica não realizou este trabalho em nenhum aeródromo militar na sua área de atuação.

Nesse conjunto expressivo de aeródromos militares, foram feitas recomendações de restauração de pavimentos bem fundamentadas, inclusive com estimativa de custos. Todavia, percebe-se a necessidade de ampliar o uso dessa ferramenta para os demais aeródromos, notadamente os da Região Amazônica, bem como urge incluir no SGP os custos relativos à terceirização dos serviços de fiscalização de obras de infra-estrutura (já que as equipes de militares não se apresentam em número suficiente para uma atuação eficaz), os custos referentes à medição do coeficiente de atrito dentro da frequência preconizada pela ICAO, além dos custos de aquisição de equipamentos para retirada de *Foreign Objects Debris* das pistas de pouso e dos pátios de estacionamento de aeronaves militares.

Desse modo, sob o prisma da utilização do SGP no planejamento da melhoria da infra-estrutura militar, a FAB tem se empenhado de maneira satisfatória na construção e manutenção de suas pistas, mas necessita atualizar procedimentos, a fim de garantir a plenitude da segurança das operações aéreas.

### 4.2 ENFOQUE SOB O PRISMA DA QUALIDADE DAS OBRAS

Verifica-se que obras de infra-estrutura aeroportuária bem executadas e fiscalizadas proporcionam excelentes condições superficiais nas pistas de pouso e, por extensão, elevado grau de segurança para as operações aéreas.

Constata-se, todavia, que existe uma participação efetiva (52,3%) de Oficiais Aviadores em comissões de fiscalização de obras e que a presença de engenheiro ou arquiteto nas referidas comissões não chega a ser expressiva (60,8%). Equipes do Comando da Aeronáutica que atuam na fiscalização de obras em aeródromos militares não são em número suficiente para uma atuação eficaz, algumas construtoras são inexperientes na área e a legislação de engenharia de infraestrutura não se encontra atualizada. Todos esses fatos se refletem na qualidade das obras aeroportuárias, reduzindo a segurança das operações aéreas.

Por outro lado, a celebração de convênios com o Exército Brasileiro, por intermédio dos Batalhões de Engenharia, tem dado um impulso positivo às obras de infra-estrutura aeroportuária. Além disso, o Comando da Aeronáutica tem adquirido equipamentos para a realização de ensaios não-destrutivos nas pistas de pouso e pátios de estacionamento de aeronaves (FWD, penetrômetro dinâmico e sonda rotativa, entre outros), a fim de obter informações relativas à capacidade de suporte dos pavimentos, bem como para avaliar, durante a fiscalização, se as camadas foram compactadas adequadamente. Finalmente, para o caso de ser necessária a execução de reparos rápidos e de pequenas dimensões, a DIRENG pode lançar mão do equipamento KASI INFRARED. Esses aspectos positivos contribuem para elevar o nível de segurança das operações de pouso e decolagem.

#### 4.3 ENFOQUE SOB O PRISMA DO COEFICIENTE DE ATRITO

Conforme se depreende do texto, aeródromos militares não têm sido submetidos ao monitoramento das condições de atrito desde o ano 2000. Por conseguinte, publicações como ROTAER e AIP não dispõem de dados de atrito atualizados dos aeródromos militares. As informações de coeficiente de atrito nas referidas publicações são de conhecimento de somente 56,8% dos Oficiais Aviadores do CCEM 2006.

Uma sensação de insegurança durante pousos em pistas molhadas foi revelada por 70,5% dos pilotos militares. Todavia, 51,6% deles não relataram por escrito tal situação, o que dificulta a tomada de decisão com relação à solicitação de realização de ensaios de medição de atrito por parte dos Comandantes das Unidades Aéreas onde ocorreram os fatos, já que os recursos são escassos para a verificação dentro da frequência preconizada pelos organismos internacionais.

A formação dos Oficiais Aviadores, com relação a conceitos sobre aquaplanagem ou hidroplanagem, revela-se desigual, uma vez que 56,1% deles afirmaram haver disciplina tratando do assunto e 43,9% informaram não ter tomado ciência durante o curso da AFA. Além disso, a grande maioria dos Oficiais Aviadores (68,2%) não realizou cursos ao longo da carreira que fizessem referência à medição do coeficiente de atrito em pistas de pouso. Contudo, 90,9% dos Oficiais Aviadores do CCEM 2006 já ouviram falar de acidentes ou incidentes decorrentes da perda de controle direcional de aeronaves em dias chuvosos, durante pousos ou decolagens.

Diante de uma operação de pouso ou decolagem, 31,8% dos aviadores afirmam adotar os mesmos parâmetros (velocidade, *flaps*, rampa etc) quando a pista está molhada, e 31% deles baseiam-se na experiência (e não em manuais) ao realizarem procedimentos de pouso em pistas secas e pistas molhadas.

Finalmente, quase metade dos aviadores (53,5%) afirmou que a quantidade de pistas de pouso militares com presença de poças d'água em dias chuvosos é superior a 25%.

Tendo em vista que diversas pistas de pouso são de uso compartilhado (civil / militar), optou-se por registrar neste estudo uma informação contida na revista Aero Magazine, de maio deste ano. No artigo intitulado "O perigo está no solo", consta que "a maioria das pistas no Brasil tem restrições para operar sob chuva por causa do baixo coeficiente de atrito", de acordo com o Comandante Antônio Marques Peixoto, agente de segurança de vôo do Sindicato Nacional dos Aeronautas. Segundo ele, houve um aumento de incidentes nos últimos tempos, envolvendo saídas laterais, aquaplanagens, problemas de frenagem e de drenagem de pistas em destinos importantes como Florianópolis, Manaus, Navegantes, Joinville, Curitiba e Porto Alegre, alguns dos quais são compartilhados com a aviação militar.

Assim, sob o enfoque do coeficiente de atrito, a segurança das operações aéreas em pistas exclusivamente militares e compartilhadas carece de maior atenção, tanto no quesito formação militar, quanto na padronização de procedimentos durante pousos e decolagens em dias chuvosos, na retomada das medições de atrito dentro da frequência estabelecida pelos organismos internacionais, e na atualização das publicações ROTAER e AIP com dados de atrito de pistas militares, aspecto corroborado por 29,6% dos aviadores, que classificaram como regular ou ruim a qualidade superficial das pistas militares.

#### 4.4 ENFOQUE SOB O PRISMA DA PREVENÇÃO CONTRA FOD

Verifica-se que, nas visitas técnicas empreendidas pela DIRENG, sempre se aborda a questão do procedimento de limpeza da superfície de pistas de pouso, pistas de rolamento e pátios de estacionamento de aeronaves, com vistas à retirada de FOD.

Dos Oficiais Aviadores que responderam ao questionário proposto, 93.2% afirmaram que existem procedimentos de limpeza nas áreas operacionais das Organizações Militares onde serviam, constituindo um aspecto positivo para elevar a segurança das operações aéreas de pouso e decolagem. Todavia, quando se trata de relatar por escrito a presença de objetos estranhos naquelas áreas, somente 61,4% deles afirmaram que formalizam sua preocupação ao encontrar FOD em pistas ou pátios de estacionamento de aeronaves.

Tendo em vista que a presença de FOD sobre os pavimentos aeroportuários pode acarretar prejuízos elevados, reduzir consideravelmente a disponibilidade de aeronaves e ocasionar situações com risco de morte, torna-se imperiosa a alocação de recursos para aquisição de materiais e equipamentos para implementação de programas de prevenção contra FOD, a fim de garantir a segurança nas operações de pouso e decolagem nos aeródromos militares.

Diante do exposto, percebe-se que a segurança plena das operações aéreas nos aeródromos militares depende de iniciativas adicionais da FAB, a fim de eliminar os efeitos danosos de FOD.

## CONCLUSÃO

Considerando o grande investimento que está sendo realizado no reaparelhamento da FAB, verificou-se a necessidade de avaliar que ações estão sendo conduzidas para garantir a segurança operacional dos aeródromos militares, a partir de procedimentos que reduzam acidentes ou incidentes decorrentes da perda de controle direcional de aeronaves militares, no pouso ou na decolagem.

De posse das informações relativas à construção e manutenção da infraestrutura aeroportuária militar, desde o ano 2000, e aos procedimentos adotados pelos pilotos, foi possível detectar lacunas no que aqui se convencionou chamar de Ciclo da Segurança. Segundo esse raciocínio, a segurança das operações de pouso e decolagem em aeródromos militares não deve se limitar ao estudo de aspectos isolados, e sim ser encarada sob um ponto de vista sistêmico, envolvendo iniciativas que estão interligadas.

De maneira sucinta, podem ser enumerados fatores positivos e negativos relacionados às ações da Força Aérea Brasileira para garantir a segurança das operações aéreas.

Dentre os fatores positivos, podem ser citados:

- a) treze aeródromos militares tiveram a aplicação de um Sistema de Gerência de Pavimentos, a partir de 2000;
- b) a celebração de convênios com o Comando do Exército tem permitido melhorar a qualidade das obras de infra-estrutura aeroportuária e, conseqüentemente, as condições superficiais das pistas de pouso;
- c) equipamentos de engenharia modernos têm sido adquiridos e utilizados na construção e manutenção de pistas de pouso, pistas de rolamento e pátios de estacionamento de aeronaves;
- d) procedimentos de limpeza da superfície dos pavimentos têm sido realizados na maioria dos aeródromos militares.

Já os fatores negativos, podem ser assim resumidos:

- a) nenhum aeródromo exclusivamente militar foi submetido ao monitoramento das condições de atrito, a partir de 2000;
- b) nenhum aeródromo militar da Região Amazônica teve a aplicação de um SGP, nem recebeu Camada Porosa de Atrito ou *Grooving* (técnicas usadas para eliminar rapidamente a água da chuva das pistas);

- c) equipes que fiscalizam de obras em aeródromos militares não são em número suficiente para uma atuação eficaz;
- d) um SGP não leva em consideração alocação de recursos para contratação de empresa de fiscalização de obras, para o registro e controle das condições superficiais de atrito das pistas de pouso e para aquisição de materiais e equipamentos para implementação de programas de eliminação de FOD;
- e) as normas de engenharia de infra-estrutura necessitam de atualização;
- f) é grande o número de Oficiais Aviadores que participam de comissões de fiscalização de obras;
- g) a presença permanente de arquiteto ou engenheiro nas comissões de fiscalização de obras não tem sido observada,
- h) conceitos como aquaplanagem ou hidroplanagem não estão sendo bem difundidos no curso de formação do piloto militar;
- i) parcela significativa de pilotos militares adota os mesmos procedimentos durante pousos e decolagens, em pistas secas e pistas molhadas;
- j) percentual expressivo de pilotos militares utiliza sua experiência, em detrimento de manuais, ao optar pelos parâmetros envolvidos em operações de pouso e decolagem em pistas secas e pistas molhadas;
- k) ao sentir uma sensação de insegurança em procedimento de pouso em pista molhada, boa parte dos pilotos deixa de relatar por escrito a situação da pista.

Avaliando-se os fatores positivos e negativos relacionados, é possível concluir que os procedimentos adotados tanto pela engenharia da FAB, na construção e manutenção de pistas de pouso militares, quanto pelos Oficiais Aviadores, usuários em potencial daquelas pistas, precisam ser melhorados.

As melhorias poderão ser sentidas com a aplicação imediata do Ciclo da Segurança, exposto neste estudo, o qual não pode prescindir de um ou mais elementos de um grande sistema que envolve ferramentas de planejamento, execução, fiscalização e manutenção, com vistas à melhoria das condições superficiais das pistas militares, bem como com a padronização nos procedimentos de voo, para que seja garantida a plenitude da segurança das operações aéreas.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Valtécio. O perigo está no solo. **Aero Magazine**, Rio de Janeiro, n.144, p.34-35, maio 2006.
- BEAUD, Michel. **Arte da tese**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.
- ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **Guidelines and procedures for maintenance of airports pavements: AC 150/5380-6A**. 2003. Disponível em: <[http://www.airweb.faa.gov/Regulatory\\_and\\_Guidance\\_Library/rgAdvisoryCircular.nsf](http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf)>. Acesso em: 21 abr. 2006.
- ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **Measurement, construction and maintenance of skid resistant airport pavement surfaces: AC 150/5320-12C**. 1997. Disponível em: <[http://www.airweb.faa.gov/Regulatory\\_and\\_Guidance\\_Library/rgAdvisoryCircular.nsf](http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf)>. Acesso em: 21 abr. 2006.
- FONSECA, Osvaldo A. **Gerência de aeródromos militares: uma estratégia**. Monografia - Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2002.
- GADDINI, Paulo S.G. **Qualidade na execução de obras de infra-estrutura**. Monografia - Escola de Comando e Estado Maior da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2004.
- MARANHÃO, Mauriti. **ISO Série 9000 (versão 2000): manual de implementação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. **Anexo 14: aeródromos**. Montreal, 2004. v.1.
- SHAHIN, Mohamed. **Pavement management for airports, roads and parking lots**. New York: Chapman & Hall, 1994.
- VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

## APÊNDICE A – Questionário para pilotos do CCEM

Este questionário, que fará parte de Relatório de Pesquisa do CCEM 2006, destina-se a coletar dados para responder a seguinte pergunta: Em que medida os procedimentos adotados pela Força Aérea Brasileira para construção e manutenção de pistas de pouso militares contribuem para o aumento da segurança das operações de pouso e decolagem?

O preenchimento do questionário é simples, não havendo necessidade de identificação, e sua devolução poderá ser feita por intermédio do escaninho nº 125 (Maj FONTE).

A análise das respostas ajudará a avaliar a situação das pistas de pouso de uso exclusivamente militar e permitirá estabelecer parâmetros que incrementem a segurança dos pousos e decolagens, aumentando a disponibilidade das aeronaves e reduzindo significativamente os riscos de acidentes com o mais precioso bem: a vida dos pilotos da FAB.

1. Como você classificaria a qualidade das pistas de pouso de uso exclusivamente militar (Ponta Pelada, Cachimbo, Anápolis etc), com relação à suavidade ao rolamento da aeronave?  
( ) Ótima    ( ) Boa    ( ) Regular    ( ) Ruim    ( ) Péssima
2. Já ouviu falar de acidentes ou incidentes decorrentes da perda de controle direcional da aeronave, no pouso ou na decolagem, durante um dia chuvoso?  
( ) Sim    ( ) Não
3. Durante o curso de formação na Academia da Força Aérea, alguma disciplina incluiu conceitos como aquaplanagem ou hidroplanagem?  
( ) Sim    ( ) Não
4. Durante sua vida profissional, realizou algum curso que fizesse referência à medição do coeficiente de atrito em pistas de pouso e decolagem?  
( ) Sim    ( ) Não    Qual curso? \_\_\_\_\_
5. Tem conhecimento de que é previsto o registro do nível de atrito nas publicações ROTAER e AIP (Publicação de Informações Aeronáuticas)?  
( ) Sim    ( ) Não
6. Durante um pouso ou decolagem, você adota os mesmos parâmetros (velocidade, *flaps*, rampa etc), independentemente de a pista estar seca ou molhada?  
( ) Sim    ( ) Não
7. Caso a pergunta anterior tenha sido negativa, sua mudança de procedimento é realizada com base em algum tipo de manual ou na sua experiência?  
( ) Manual    ( ) Experiência

8. Já sentiu alguma vez uma sensação de insegurança, a partir do momento do toque do trem de pouso em uma pista molhada?  
 Sim       Não
9. Caso a pergunta anterior tenha sido positiva, relatou por escrito tal situação?  
 Sim       Não       Às vezes
10. Em sua atuação como piloto, que percentual seria o mais representativo da quantidade de pistas de pouso (de uso exclusivamente militar) com presença de poças d'água em dias chuvosos?  
 Menos de 25%     Entre 25% e 50%     Entre 50% e 75%     Mais de 75%
11. Nas Unidades Aéreas onde serviu, existiam procedimentos de limpeza da superfície de pistas de pouso, pistas de rolamento e pátios de estacionamento de aeronaves (de uso exclusivamente militar), com vistas à retirada efetiva de F.O.D. (*Foreign Object Debris*) - objeto que não pertence à aeronave e que tem o potencial de causar danos?  
 Sim       Não
12. Já relatou por escrito alguma observação decorrente da existência de F.O.D. durante operações de pouso ou decolagem?  
 Sim       Não       Às vezes
13. Já participou de comissão de fiscalização de obras em alguma Organização Militar?  
 Sim       Não
14. Caso positivo, havia na comissão um representante (civil ou militar) da área de engenharia ou arquitetura?  
 Sim       Não

## APÊNDICE B – Entrevista com engenheiro da DIRENG

Este questionário, que fará parte de Relatório de Pesquisa do CCEM 2006, destina-se a coletar dados para responder a seguinte pergunta: Em que medida os procedimentos adotados pela Força Aérea Brasileira para construção e manutenção de pistas de pouso militares contribuem para o aumento da segurança das operações de pouso e decolagem?

O preenchimento do questionário é simples, não havendo necessidade de identificação, e sua devolução poderá ser feita por intermédio do e-mail etnof@yahoo.com (Maj FONTE).

A análise das respostas ajudará a avaliar a situação das pistas de pouso de uso exclusivamente militar e permitirá estabelecer parâmetros que incrementem a segurança dos pousos e decolagens, aumentando a disponibilidade das aeronaves e reduzindo significativamente os riscos de acidentes com o mais precioso bem: a vida dos pilotos da FAB.

1. Já houve a aplicação de um SGP (Sistema de Gerência de Pavimentos) em aeroportos da INFRAERO?  
 Sim       Não      Quantos? \_\_\_\_\_
2. Já houve a aplicação de um SGP (Sistema de Gerência de Pavimentos) em aeródromos militares a partir do ano 2000?  
 Sim       Não      Quantos? \_\_\_\_\_
3. Em termos teóricos, um SGP leva em consideração alocação de recursos:
  - a) para uma possível contratação de empresa de fiscalização de obras?  
 Sim       Não
  - b) para o monitoramento das condições de atrito superficial da pista de pouso, com a frequência necessária?  
 Sim       Não
  - c) para aquisição de materiais e/ou equipamentos com vistas à implementação de programas para eliminação de FOD (*Foreign Object Debris*)?  
 Sim       Não
4. Aeródromos militares já foram submetidos ao monitoramento das condições de atrito, a partir do ano 2000?  
 Sim       Não      Quantos? \_\_\_\_\_

5. Caso a pergunta anterior tenha sido positiva, a DIRENG envia os resultados das medições de atrito para publicação no ROTAER e AIP (Publicação de Informações Aeronáuticas)?  
 Sim       Não
6. Existem recursos para o monitoramento do atrito de pistas militares na frequência recomendada pela IAC 4302 (Requisitos de resistência à derrapagem para pistas de pouso e decolagem)?  
 Sim       Não
7. Algum aeródromo militar foi construído ou sofreu intervenção no revestimento asfáltico, com a execução prévia de trecho experimental (como em Gavião Peixoto / Embraer), com vistas à medição do nível do atrito da futura pista?  
 Sim       Não
8. Algum aeródromo militar já recebeu Camada Porosa de Atrito (CPA) ou *grooving*?  
 Sim       Não
9. A legislação da engenharia de infra-estrutura encontra-se atualizada?  
 Sim       Não
10. As equipes de fiscalização de obras em aeródromos militares são em número suficiente para uma atuação eficaz?  
 Sim       Não
11. As empresas contratadas para realização de obras de pavimentação em aeródromos militares têm demonstrado a experiência necessária para executar o objeto do contrato?  
 Sim       Não
12. Nas Visitas Técnicas empreendidas pela DIRENG, aborda-se a questão do procedimento de limpeza da superfície de pistas de pouso, pistas de rolamento e pátios de estacionamento de aeronaves, com vistas à retirada efetiva de F.O.D. (*Foreign Object Debris*) - objeto que não pertence à aeronave e que tem o potencial de causar danos?  
 Sim       Não

### APÊNDICE C - Entrevista com engenheiro da COMARA

Este questionário, que fará parte de Relatório de Pesquisa do CCEM 2006, destina-se a coletar dados para responder a seguinte pergunta: Em que medida os procedimentos adotados pela Força Aérea Brasileira para construção e manutenção de pistas de pouso militares contribuem para o aumento da segurança das operações de pouso e decolagem?

O preenchimento do questionário é simples, não havendo necessidade de identificação, e sua devolução poderá ser feita por intermédio do e-mail [etnof@yahoo.com](mailto:etnof@yahoo.com) (Maj FONTE).

A análise das respostas ajudará a avaliar a situação das pistas de pouso de uso exclusivamente militar e permitirá estabelecer parâmetros que incrementem a segurança dos pousos e decolagens, aumentando a disponibilidade das aeronaves e reduzindo significativamente os riscos de acidentes com o mais precioso bem: a vida dos pilotos da FAB.

- 1) Já houve a aplicação de um SGP (Sistema de Gerência de Pavimentos) em aeródromos militares na área de atuação da COMARA, a partir do ano 2000?  
 Sim       Não      Quantos? \_\_\_\_\_
- 2) Aeródromos militares da Amazônia já foram submetidos ao monitoramento das condições de atrito, a partir do ano 2000?  
 Sim       Não      Quantos? \_\_\_\_\_
- 3) Existem recursos para o monitoramento do atrito de pistas militares da Amazônia, na freqüência recomendada pela IAC 4302 (Requisitos de resistência à derrapagem para pistas de pouso e decolagem)?  
 Sim       Não
- 4) Algum aeródromo militar da Amazônia foi construído ou sofreu intervenção no revestimento asfáltico, com a execução prévia de trecho experimental, com vistas à medição do nível do atrito da futura pista?  
 Sim       Não
- 5) Algum aeródromo militar da Amazônia já recebeu Camada Porosa de Atrito (CPA) ou *grooving*?  
 Sim       Não
- 6) As equipes da COMARA que atuam na fiscalização de obras em aeródromos militares são em número suficiente para uma atuação eficaz?  
 Sim       Não