



ESTUDO COMPARATIVO DE PATOLOGIAS EM AEROPORTOS DE PEQUENO, MÉDIO E GRANDE PORTE

Rafael Alves de Souza

Graduando em Engenharia Civil - Universidade de Araraquara - Uniara

Departamento de Ciências e Tecnologia, Araraquara – São Paulo

rafaelsalvesdesouza16@gmail.com

Professora Dra. Sandra Fabiana Rodgher

Doutora em Engenharia de Transporte – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade
de São Paulo EESC USP – São Carlos – São Paulo.

Universidade de Araraquara, Uniara, Araraquara – São Paulo

srodgher@uol.com.br

Resumo: O pavimento no qual uma aeronave trafega, bem como suas condições estruturais, está diretamente ligado com o conforto e a segurança de uma operação aérea. Ele é projetado de forma a atender os requisitos mínimos para cargas críticas, e também fornecer regularidade, resistência à derrapagem e uma superfície segura e confortável tanto para as aeronaves quanto para os passageiros. O pavimento também deve proporcionar qualidade e espessura suficiente, garantindo que sua estrutura não falhará, devido a cargas impostas, efeito abrasivo do tráfego, condições climáticas adversas ou a outros fatores de deterioração.

Palavras-chave: Patologias, Aeroportos, Pavimentos, Aeronaves.

A COMPARATIVE STUDY OF PATHOLOGIES IN SMALL, MEDIUM AND LARGE-SIZE AIRPORTS

Abstract: The floor that an aircraft travels as well as their structural conditions, is directly connected with the comfort and safety of an operation air. It is designed in order to meet the minimum requirements for critical loads, and also provide regularity, resistance slip and surface safe and comfortable for both the aircraft as for passengers. The pavement should also provide quality and thick enough, ensuring that its structure will not fail, due to loads imposed effect abrasive traffic, to adverse weather conditions and other factors deterioration.

Key-words: Pathologies, Airports, Pavements, Aircrafts

1 INTRODUÇÃO

A infraestrutura aeroportuária possui parcela significativa dos recursos materiais e financeiros da administração de um aeródromo, e a importância da conservação de uma rede de pavimentos aeroportuários está diretamente ligada à detecção das deteriorações do pavimento: as patologias.

O propósito deste trabalho é coletar dados, analisar, e comparar as patologias existentes em pavimentos de aeroportos de pequeno, médio e grande porte, sendo o Aeroporto de Frutal - MG, Aeroporto Estadual de Araraquara - SP e o Aeródromo de Gavião Peixoto - SP os estudos de caso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Medina e Motta (2005), existem diferenças significativas entre os pavimentos rodoviários e os pavimentos aeroportuários, principalmente no que se refere às características geométricas e físicas, tipo do tráfego e solicitações.

Os pavimentos aeroportuários são estruturas projetadas e construídas para serem capazes de suportar as cargas impostas pelas aeronaves e oferecer uma superfície confortável e segura para as operações de pousos e decolagens, tanto na condição seca quanto quando na condição de contaminação por água das chuvas. (RAMOS, 2015, p.05)

No Brasil, segundo Gonçalves (apud CORDOVIL, 2010), em se tratando de atividades que envolvem a gerência da manutenção dos pavimentos, existe uma grande distância entre os responsáveis pelo aspecto técnico do processo e os administradores de recursos públicos, o que aumenta as dificuldades de entendimento de que as atividades de manutenção não significam apenas redução de custo, mas também a preservação do patrimônio existente e o aumento da segurança operacional.

3 DESENVOLVIMENTO

Segundo Da Silva (2011), uma manifestação patológica pode ser considerada como a expressão resultante de um mecanismo de degradação, sendo a patologia o estudo formado por um conjunto de teorias, a qual explica o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica.

3.1 Principais Patologias Encontradas

a) Fendilhamento

Na avaliação das degradações superficiais dos pavimentos, o fendilhamento pode apresentar-se em diferentes estados de desenvolvimento, fendas isoladas longitudinais ou transversais à via, fendas parabólicas e a “Pele de Crocodilo”

- Fenda Longitudinal e Transversal

As fendas longitudinais são trincas isoladas que apresentam direção predominantemente paralela ao eixo da pista, seja ela de pouso ou rolagem. A transversal apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da pista

- Pele de Crocodilo ou Fendilhamento por fadiga

Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.

b) Desagregação da camada ou Desgaste

Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.

c) Deformações

As deformações localizadas são alterações de nível do pavimento, que podem surgir isoladamente em diferentes pontos do mesmo. Na sua origem estão a falta de capacidade de suporte das camadas estruturais do pavimento e/ou da fundação, contaminação das camadas granulares, falta de ligação entre as camadas, misturas betuminosas pouco estáveis e sensíveis às forças tangenciais resultantes do processo de travagem e aceleração das aeronaves.

- Rodeira

As rodeiras são deformações longitudinais que ocorrem na zona de passagem das rodas das aeronaves. Esta degradação é causada por uma deformação permanente nas camadas subjacentes do pavimento e caracteriza-se pela depressão da superfície do pavimento, acompanhada ou não de elevação lateral, com origem na consolidação ou afundamento plástico da estrutura.

- Ondulação

A ondulação é uma deformação transversal que se repete com uma determinada frequência ao longo do pavimento. A deformação plástica excessiva, em camadas de betão betuminoso, permite que haja arrastamento da mistura por ação do tráfego. Uma má distribuição do ligante em camadas de desgaste, também pode estar na origem desta patologia, ou mesmo, a deformação da fundação que origina uma ondulação suave no pavimento.

- Abatimento

O abatimento apresenta-se ao longo do pavimento, longitudinalmente ou transversalmente, e caracteriza-se por uma determinada extensão do pavimento apresentar um nível mais baixo do que a superfície em seu redor. Tratando-se de abatimento longitudinal, pode incidir sobre a berma, ou sobre o eixo, devido a uma redução da capacidade de suporte das camadas granulares e do solo de fundação por entrada de água nesta parte do pavimento.

4 ESTUDOS DE CASO

Definiu-se como objetivo uma pesquisa e coleta de dados referentes aos Aeroportos de Frutal-MG, Araraquara-SP e Gavião Peixoto-SP. Essa coleta de dados foi realizada entre os meses de Julho e Novembro, se dando de forma manual, ou seja, caminhando sobre a amostra e fazendo identificação visual das diversas patologias encontradas.

4.1 AEROPORTO DE FRUTAL - MG

O Aeroporto de Frutal / Risoleta Guimarães Tolentino Neves atende e situa-se no município de Frutal, Minas Gerais. O movimento de aeronaves no aeródromo é composto principalmente pelo fluxo por operações de aeronaves agrícolas, servindo de base para empresas aeroagrícolas e usinas no cultivo da cana-de-açúcar. Possui também considerável demanda de voos por aeronaves particulares e táxis-aéreos (monomotores, bimotores e jatos executivos até 60 assentos).

O fluxo de passageiros pode variar devido às festividades e eventos locais, porém nota-se uma média mensal de aproximadamente 50 passageiros (decolados) e 30 decolagens de caráter executivo. As operações agrícolas não são contabilizadas como decolagens, e sim por horas voadas ou dias de aeronave “baseada” no pátio, o que geralmente representa o tempo total de safra na área de Aviação Agrícola (6 meses).

4.1.2 Manutenção dos Pavimentos

A manutenção dos pavimentos do aeródromo (Pista, pista de rolagem e pátio) é feita exclusivamente pela Prefeitura de Frutal.

Semanalmente é realizada inspeção visual de todo os pavimentos por profissional responsável e autorizado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), e sendo necessário reparos, a Prefeitura é solicitada.

4.2 AEROPORTO ESTADUAL DE ARARAQUARA - SP

O Aeroporto Estadual de Araraquara é administrado através do DAESP – uma rede de 26 aeroportos pavimentados do Estado de São Paulo. O Aeroporto recebe o nome de Bartolomeu de Gusmão, e teve como designado pela Organização Internacional de Aviação Civil (ICAO) as siglas SBAQ.

O SBAQ conta com uma média mensal aproximada de 1000 pousos e decolagens, movimentando (embarque e desembarque) aproximadamente 5000 passageiros no ano de 2017.

O tráfego aéreo operante no Aeroporto não conta mais com linhas aéreas regulares, uma vez que em dezembro de 2014 a Azul Linhas Aéreas encerrou suas atividades no município, quando operava com a aeronave ATR-72 (peso máximo de decolagem igual a 21.500 kg). O fluxo mais intenso refere-se às aeronaves de pequeno porte (Cessna 310 e o

BEM-712 Tupi), que são utilizadas pela Escola de Aviação e também pelo Aeroclub de Araraquara. Conclui-se que a maioria das operações corresponde a vôos não regulares, e toques e arremetidas dessas pequenas aeronaves.

4.2.1 Pavimento

O pavimento do SBAQ teve seu projeto de dimensionamento utilizando como base o método CBR (*California Bearing Ratio*), utilizando o gráfico da aeronave B737-200 da *Boeing Company*, que é indicado para pavimentos flexíveis.

Na Figura 1, é mostrado a estrutura atual do pavimento do Aeródromo. Vale lembrar que os 1200 metros – construídos em 1975 – foram construídos com uma base estabilizada de solo-cimento, enquanto os 600 metros restantes – construídos em 1997 – utilizaram uma base de macadame hidráulico.

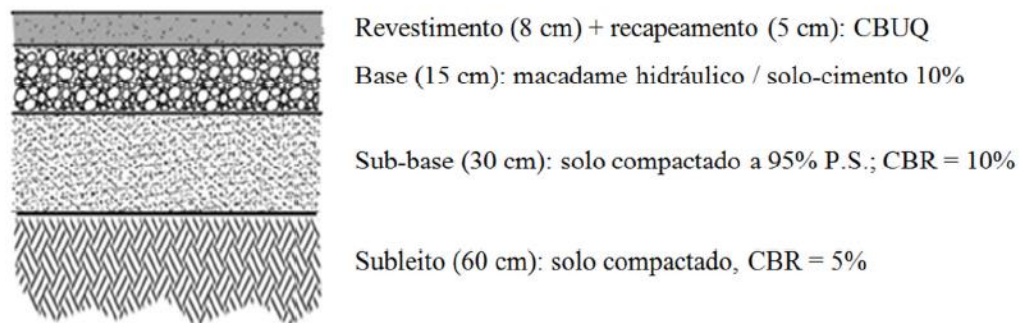


Figura 1. Estrutura atual do pavimento do SBAQ

4.2.2 Manutenção

A manutenção do pavimento, bem como das instalações e terminais é realizada pelo Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo (DAESP). Para a parte externa (arredores), existe um acordo que deixa à Prefeitura de Araraquara as devidas ações de manutenção (poda de grama, conservação de alambrados, etc.)

4.3 AERÓDROMO DE GAVIÃO PEIXOTO - SP

O Aeródromo de Gavião Peixoto conta com a mais longa pista de pouso e decolagem asfaltada das Américas, com 4967 de comprimento. O Aeródromo fica localizado na unidade de Gavião Peixoto da Embraer, e é utilizado nos ensaios em vôo para desenvolvimento, homologação e teste das aeronaves em produção.

4.3.1 Pavimento

O pavimento é caracterizado como do tipo 4 (Estrutura Flexível), tendo camadas: de capa em concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ); *binder* em concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ); de base brita granulada simples; reforço do subleito, feito com índice granular (SOLO)

Na caracterização PCN o aeroporto classifica-se como ASPH 57/F/A/X/T

4.3.2 Manutenção

A manutenção do pavimento é realizada por empresa terceirizada pela Embraer, que realiza tanto a manutenção preventiva quanto inspeção visual, e em caso de manutenção corretiva, a mesma empresa é encarregada da realização do reparo, ou a contratação de outra empresa.

5 RESULTADOS

De um modo geral, as patologias encontradas nos três campos variam entre as então classificadas;

- ASTM nº 1 (Trincas por Fadiga – Couro de Jacaré)
- ASTM nº 5 (Depressão/Afundamento)
- ASTM nº 8 (Trincas Longitudinais e Transversais);
- ASTM nº 9 (Deterioração – Óleo/Combustíveis)
- ASTM nº 12 (Desagregação)
- ASTM nº 13 (Afundamento da Trilha de Roda)

5.1 Aeroporto de Frutal - MG

No Aeroporto de Frutal, encontrou-se em pontos diferentes da pista principal, apenas um tipo de patologia referente ao estudo, como mostrado na Figura 2. Observa-se na Figura 3 o acúmulo das trincas longitudinais na região que liga a pista principal com a pista de rolagem, a qual direciona as aeronaves para o pátio de estacionamento.



Figura 2. Defeito ASTM nº8, severidade baixa



Figura 3. Pontos os quais foram encontradas Trincas Longitudinais em relação ao segmento da pista



Figura 4. Pontos os quais foram encontradas Trincas Longitudinais em relação ao pátio de estacionamento

Fonte: Google Earth 2016

5.1 Aeroporto de Araraquara - SP

No Aeroporto de Araraquara, as patologias encontradas relacionam-se com sua localização nos variados trechos de pavimentos presentes no aeródromo (Pista de pouso e decolagem, pista de táxi, e pátio de estacionamento)

A Figura 5 relaciona os tipos de defeitos bem como os locais (trechos) as quais foram encontradas. Optou-se por utilizar “A”, “M” e “B” como classificação da severidade da patologia, em Alta, Média e Baixa respectivamente.

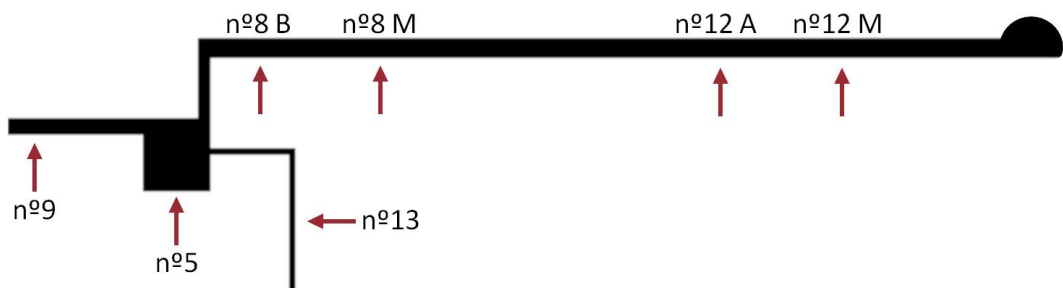


Figura 5. Defeitos encontrados em diferentes pontos da pavimentação

Na Figura 5 é representado as principais patologias e seus locais de acúmulo, o que na verdade não significa uma exclusividade patológica de determinado trecho. Na Figura 6 por exemplo, podemos notar a existência de uma ASTM n°8 B imediatamente próxima à uma ASTM n°8 M:



Figura 6. Defeito ASTM nº8 B e ASTM nº8 M respectivamente (pista de pouso e decolagem)

Na figura 7, observamos a presença de Desagregações de severidade Média e Alta, localizadas nas proximidades da cabeceira 35.



Figura 7. Defeito ASTM nº12 M e ASTM nº12 A respectivamente.

Nas regiões “comuns”, ou seja, onde há tráfego mais intenso e movimentação de aeronaves (manutenção, hangaragem, estacionamento, etc.) nota-se maior presença de

patologias do tipo ASTM nº5 (Depressão/Afundamento), ASTM nº9 (deterioração por óleo/combustíveis) e ASTM nº13 (Afundamento da Trilha de Roda), conforme Figura 8.



Figura 8. Defeito ASTM nº5 A, ASTM nº9 e ASTM nº13 B respectivamente.

5.1 Aeródromo de Gavião Peixoto - SP

A dificuldade de acesso e viabilidade temporária a diferentes trechos pavimentados do Aeródromo restringiu a coleta de dados de diferentes trechos, como foi feito com os outros dois estudos de caso. Obteve-se portanto acesso à *Stopway* (área existente no prolongamento da pista e com a mesma largura, na qual é possível realizar a completa desaceleração, em caso de uma decolagem abortada por exemplo)

As patologias lá verificadas, em certos pontos assemelham-se às encontradas no Aeroporto de Araraquara. Destaca-se formações conjuntas de patologias diferentes, como na Figura 9, onde existe uma proximidade de trincas longitudinais e transversais com uma trinca por fadiga (couro de jacaré)



Figura 9. Defeito ASTM nº8 e ASTM nº1

Ou como na Figura 10, onde aproximaram-se uma trinca longitudinal com uma desagregação:



Figura 10. Defeito ASTM nº8 M e ASTM nº12

6 CONCLUSÃO

Os tipos de patologias encontradas no estudo diferem-se principalmente pela fonte geradora. No caso do Aeroporto de Araraquara, é explícito a presença de uma ASTM nº 9 nos pátios de estacionamento por exemplo, uma vez que o derramamento de óleo/combustível é notavelmente mais propício nos trechos em que determinada aeronave passa maior porcentagem do tempo em terra. As ASTM nº8 – encontradas nos três aeroportos avaliados – estão mais ligadas ao tipo de pavimento (flexível), uma vez que também são encontradas em vias pavimentadas rodoviárias.

Importante também citar que as ASTM nº8 encontradas nos três estudos de caso apresentam variações de dimensão (comprimento, largura e profundidade), o que é notavelmente explicado pelo fluxo operante de aeronaves (nos casos de Araraquara e Gavião Peixoto com maior intensidade, e Frutal com menor) bem como as cargas impostas no pavimento pelas aeronaves.

O presente artigo procura contribuir para o desenvolvimento e aprofundamento prático na detecção e conhecimento das principais patologias encontradas em aeroportos de pequeno, médio e grande porte. Os estudos de caso aqui desenvolvidos servem de exemplo aos administradores aeroportuários para a tomada de decisões técnicas e econômicas no sentido de detectar e corrigir patologias em pavimentos aeroportuários.

REFERÊNCIAS

- [1] FERNANDES, C. I. C. S. H. **Sistemas de Gestão de Pavimentos Aeroportuários Caracterização e Aplicabilidade**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. 189 p. Lisboa, 2010

- [2] (Agência Nacional de Aviação Civil). ANAC. Manual de Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários – SGPA. 52 p. 2017
- [3] DURÁN, J. B. C. **Sistema de Gerência de Pavimentos Aeroportuários: Estudo de Caso no Aeroporto Estadual de Araraquara**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes – Área de concentração: Infraestrutura de Transportes. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, EESC/USP. 202 p. São Carlos, SP, 2015.
- [4] RAMOS, F. R. Q. **Aplicação de SMA (Stone Matrix Asphalt) em pavimentos aeroportuários- Estudo de caso: Aeroporto de Aracaju-SE**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Geotecnia – Núcleo de Geotecnia. Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. 202 p. 174. Ouro Preto, MG, 2015.
- [5] CORDOVIL, R. M. **Um programa de gerência de pavimentos para o comando da aeronáutica. Estudo de caso: Base Aérea da Região Sul**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2010.
- [6] DA SILVA, A. L. F. **Pavimentos Aeroportuários: Análise de Soluções Rígidas e de Soluções Flexíveis**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Aveiro. Portugal, 2015.
- [7] MEDINA, J.; MOTTA, L. M. G. **Mecânica dos Pavimentos**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ, 2005
- [8] GONÇALVES, F. J. P. **Diagnóstico e manutenção de pavimentos – Ferramentas auxiliares**. Editora da Universidade de Passo Fundo, 2007
- [9] BARROS, R. L. **Gestão de conservação de pavimentos de aeroportos e aeródromos**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal, 2008
- [10] DINATO, A. C. **Análise dos perfis longitudinal e transversal de pistas de pouso e decolagem com utilização do GPS em aeroportos do DAESP**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2001