



# PROPOSIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO MESTRE DE MANUTENÇÃO PARA PISTAS DE POUSO E DECOLAGEM

*Ingrid Rebouças de Moura<sup>1</sup>; Herbert Ricardo Garcia Viana<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [ingridmoura@ufrn.edu.br](mailto:ingridmoura@ufrn.edu.br)*

## RESUMO

A indisponibilidade das pistas de pouso e decolagem tem consequências diretas no processamento dos voos, na segurança e na satisfação dos usuários. Visando auxiliar operadores de aeródromos na estruturação da manutenção, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo de avaliação dos pavimentos para construção de um Plano Mestre de Manutenção Preventiva, tendo como base um estudo de caso desenvolvido no Aeroporto de Natal/RN. A proposta fundamenta-se na análise de falhas e no estudo do banco de dados do aeroporto, por meio de duas abordagens de manutenção preventiva: sistemática, e condicional. A primeira conta com a utilização de um modelo de previsão em Redes Neurais Artificiais, e a segunda com o Planejamento de Cenários. A abordagem Multicritério de Análise da Decisão foi usada para determinação dos tratamentos a partir de critérios que levem em consideração aspectos técnicos e econômicos da manutenção de pavimentos aeroportuários. Os resultados preliminares mostram-se favoráveis ao desenvolvimento da ferramenta, que considera as diferentes variáveis que interferem no desempenho do pavimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistemas de avaliação, análise multicritério, gestão da manutenção.

## 1. INTRODUÇÃO

O pavimento de um aeroporto está exposto a diversas formas de deterioração, que em geral prejudicam sua confiabilidade durante a vida útil, por isso se faz importante a adoção de medidas que mantenham as condições operacionais, e de segurança (FATURECHI *et al.*, 2014). A ICAO (2017) em seu relatório do Programa de Segurança de Pista, exhibe os dados de acidentes, em sua maioria resultado de excursões em pista, representando 34% das justificativas, em seguida está o contato anormal e as colisões, com respectivamente 28% e 14%. Neste contexto, insere-se a importância da confiabilidade do ativo, que deve ser capaz de manter seus padrões de funcionamento, e embora não exista um rigor relacionado aos elementos de um Sistema de Gerenciamento dos Pavimentos, a ANAC (2017) orienta a utilização de modelos de previsão e a definição de alternativas ótimas de manutenção e reabilitação.

Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo a validação de estratégias de pavimentos aeroportuários, a partir da construção de um modelo de avaliação das condições dos pavimentos com base em métodos de inteligência artificial e análise de decisão multicritério



na avaliação de diferentes estados do pavimento, aplicados no Aeroporto de Natal – INFRAMERICA, com PPD do tipo flexível.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com a ANAC (2020), os operadores de aeródromo devem realizar avaliações funcionais e estruturais dos pavimentos, sem tomar como base somente ações corretivas próximas do limite aceitável. Bernucci *et al.* (2007) sugere um plano de manutenções periódicas com manutenções preventivas, e Pigozzi *et al.* (2014) e ANAC (2017) ressaltam a importância em se desenvolver ferramentas e metodologias ágeis e fáceis de manipular para as análises. Nesse contexto, entra a utilização de ferramentas como Redes Neurais Artificiais, que de acordo com Ceylan *et al.* (2014), vem sendo empregada na área de pavimentos com as mais diversas finalidades: previsão, elaboração de estratégias de manutenção ou avaliação das condições.

Outra importante ferramenta é o Planejamento de Cenários, que auxilia na tomada de decisões, pois cria situações futuras que esclarecem incertezas e propiciam a adesão de alternativas estratégicas de como lidar com eventos que podem ou não acontecer, já a análise multicritério de apoio à decisão, complementa essa metodologia quantificando o desempenho das opções dentro do contexto apresentado (MONTIBELLER *et al.*, 2006).

## 3. METODOLOGIA

Inicialmente, foram estabelecidas as principais falhas presentes em pavimentos e cada um dos efeitos de falhas potenciais, que pode ocorrer separadamente ou em combinação. Portanto, entende-se que o problema parte da necessidade da implantação de medidas estratégicas, com o intuito de preparar operadores de aeródromos quanto aos efeitos de falhas principais que possam afluir. Em reunião com a equipe do aeroporto, construiu-se a Tabela 1 para análise de falhas. Pautando-se a decisão do tipo de manutenção nas características de projeto e nas consequências das patologias indicadas, foi proposto: a utilização de um modelo de previsão do coeficiente de atrito para determinação sistemática das atividades relacionadas à aderência da pista; e à manutenção sob condição pela parametrização dos modos de falhas elencados. Para avaliar o risco e definir os tratamentos, foi feita uma mesclagem dos índices provenientes do método de Análise de Modo e Efeito de Falha, com parâmetros relacionados a pavimentos aeroportuários. Esses critérios serão analisados com



o emprego dos métodos de apoio a decisão multicritério AHP (*Analytic Hierarchy Process*), para estabelecer a importância dos critérios, e o método da Teoria do Valor de Atributos Múltiplos, para quantificar o desempenho de cada tratamento em cada critério.

Tabela 1 - Análise de falhas potenciais em pavimentos aeroportuários e proposta de avaliação das estratégias de manutenção.

<b>Análise</b>	<b>Modos de Falha</b>	<b>Efeitos de Falha</b>	<b>Causas de Falha</b>	<b>Avaliação</b>
Aderência	1.Acúmulo de água 2.Baixo atrito entre pneu-pavimento	1.Derrapagem/Perda de controle direcional 2. Redução da ação de frenagem	1.Acúmulo de borracha 2.Características da superfície do pavimento 3.Parâmetros de operação dos veículos 4.Propriedades dos pneus 5.Condições ambientais	Sistemática
Conforto e rolamento	1.Irregularidade do pavimento 2.Defeitos na superfície 3.Detritos de objetos estranhos (FOD)	1.Aumento da fadiga dos componentes das aeronaves 2.Vibrações no cockpit da aeronave	1.Idade do pavimento 2.Condições ambientais 3.Problemas construtivos 4.Material utilizado 5.Condições de tráfego 6.Intervenções no pavimento 7.Acúmulo de borracha 8.Derramamento de óleo ou combustível 9.Materiais externos ao pavimento	Sob condição
Estrutural	1.Trincas do tipo couro de jacaré 2.Afundamento da trilha de roda 3.Solevamento da camada asfáltica 4.Bacias de deflexão	1. Opera voos com restrições	1.Tráfego de aeronaves 2.Condições ambientais 3.Problemas construtivos 4.Qualidade do solo do subleito 5.Materiais de composição	Sob condição

#### 4. RESULTADOS PRELIMINARES

Para efeito de avaliação dos cenários resultantes dos modelos de avaliação propostos, foram identificados os critérios da Tabela 2.

Tabela 2 – Critérios para avaliação das estratégias de manutenção a nível funcional e estrutural.

<b>Critérios para avaliação</b>	<b>Descrição</b>
C1 – Impacto operacional	Probabilidade da falha parar ou prejudicar as operações de voo.
C2 – Localização	Probabilidade da falha está presente em local crítico de tráfego.
C3 – Orçamento	Probabilidade da falha existir e gerar gastos extensos com restauração.
C4 – Ocorrência	Probabilidade da causa existir e provocar uma falha.
C5 – Detecção	Probabilidade da falha ser detectada antes do início das operações de voo.
C6 – Severidade	Probabilidade em que o cliente identifica e é prejudicado pela falha.

Este trabalho considera para fins de avaliação onze ações: inspeções de rotina; remoção do contaminante; remendo superficial; remendo profundo; lama asfáltica; tratamentos superficiais; tratamento prévio do pavimento existente; construção de camada intermediária; projeto da camada de recapeamento; reconstrução; e implantação de *grooving*. A opção “não fazer nada”, não foi considerada por questões de segurança aeroportuária.



## 5. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Até o momento obteve-se a análise das principais normativas relacionadas a pavimentos aeroportuários e conhecimento das metodologias empregadas. Pretende-se obter até o fim deste trabalho: um modelo de avaliação para manutenção sistemática, e condicional; estabelecer as ações que melhor atendam a PPD; analisar o risco de cada falha; e construir uma escala de verificação das falhas para otimização do processo de análise.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Superintendência do Aeroporto de Natal – INFRAMERICA.

## REFERÊNCIAS

ANAC. Aeródromos - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil N° 153**, Emenda nº 05. Agência Nacional de Aviação Civil. Brasília/DF, 2020. 112p.

ANAC. **Manual de Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários – SGPA**. Agência Nacional de Aviação Civil. Brasília: Assessoria de Comunicação Social (ascom), 2017.

FATURECHI, Reza; LEVENBERG, Eyal; MILLER-HOOKS, Elise. Evaluating and optimizing resilience of airport pavement networks. **Computers & Operations Research**. [s. l.], p. 335-348. mar. 2014.

ICAO. **Runway Safety Programme** – Global Runway Safety Action Plan. Peru: Global Runway Safety Action Plan, 2017.

CEYLAN, Halil; BAYRAK, Mustafa Birkan; GOPALAKRISHNAN, Kasthurirangan. Neural Networks Applications in Pavement Engineering: A Recent Survey. **International Journal of Pavement Research And Technology**, [s.l.], v. 7, n. 6, p.434-444, nov. 2014.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A.; SOARES, J. B. **PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2007. 504 p.

PIGOZZI, Franco et al. Implementation of deflection bowl measurements for structural evaluations at network level of airport pavement management system. **International Journal on Pavement Engineering & Asphalt Technology**. [s.l.], p. 1-16. dez. 2014.

MONTIBELLER, Gilberto; GUMMER, Haidee; TUMIDEI, Daniele. Combining scenario planning and multi-criteria decision analysis in practice. **Journal of Multi-criteria Decision Analysis**, [s.l.], v. 14, n. 1-3, p.5-20, jan. 2006.