



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2022

RODRIGO PORTO **ANGELO**, Cap Av

**O IMPACTO DA INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA NAS OPERAÇÕES  
AÉREAS DA FAB**

Rio de Janeiro

2022

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2022

RODRIGO PORTO **ANGELO**, Cap Av

**O IMPACTO DA INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA NAS OPERAÇÕES  
AÉREAS DA FAB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Segurança de voo.

Orientador: Thiago Dorgilis Ribeiro Daniel,  
Ten Cel Av

Rio de Janeiro

2022

RODRIGO PORTO **ANGELO**, Cap Av

**O IMPACTO DA INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA NAS OPERAÇÕES  
AÉREAS DA FAB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da  
Aeronáutica.

Aprovado por:

---

Thiago Dorgilis Ribeiro **Daniel**, Ten Cel Av  
EAOAR

---

Carlos **Eduardo** José da Silva, Maj Esp  
EAOAR

Rio de Janeiro

2022

## RESUMO

A infraestrutura aeroportuária nas operações aéreas é um tema relevante quando se trata de eficiência logística e segurança de voo. A falta de um estudo de infraestrutura em conjunto com as aquisições de novos vetores, traz como consequência a preocupação com as condições e a capacidade da área de movimentação dos pátios. O presente ensaio defende que estudos de infraestrutura devem caminhar em conjunto com a aquisição de novas aeronaves na FAB, como forma de potencializar suas operações. Para embasar essa tese, aborda-se, primeiramente, a questão das condições estruturais do pavimento para operar uma aeronave de grande porte com sua capacidade máxima. Em um segundo momento, destaca-se o aprimoramento dos processos de segurança operacional para reduzir o risco das ocorrências de solo, pois a degradação do pavimento, em locais onde se opera aeronaves de grande porte, vem aumentando gradativamente gerando números elevados de FOD coletados e concebendo custos excessivos à logística, além de diminuir a segurança operacional. Ao final, verifica-se que esses estudos são essenciais para que a FAB cumpra suas missões estratégicas de grande importância institucional no país, operando com segurança em sua máxima capacidade, decorrente da maior disponibilidade da infraestrutura aeroportuária. O estudo aplica-se e estende também no processo de aquisição de eventuais equipamentos de apoio ao solo, servindo de modelo para as demais Forças Armadas.

**Palavras-chave:** Infraestrutura Aeroportuária. Foreign Object Damage. Sinalização de Pátio. Ocorrências de Solo.

## 1 INTRODUÇÃO

Desde sua criação em 1941, a FAB tem buscado atualizar sua operação, adquirindo novas aeronaves e buscando inovações tecnológicas por meio de parcerias com empresas nacionais e internacionais. Tanto a aquisição de novos vetores estratégicos (KC-30) quanto o desenvolvimento e a incorporação de novas plataformas de combate (KC-390 Millennium e F-39 Gripen) demonstram esse cenário. Apesar dos avanços nas plataformas nas últimas décadas, a infraestrutura aeroportuária tem enfrentado desafios para a acomodação e apoio à operação dessas aeronaves.

No decorrer dos anos, o peso das aeronaves vem aumentando continuamente, indo do C-130 (Hercules) de 34,7 toneladas (RODRIGUES, 2019) de peso máximo de decolagem, a aeronaves bem maiores e mais pesadas, como o Airbus A330-200, que atinge o peso máximo de decolagem de 233 toneladas (QUINTEROS, 2017), sendo 6 vezes maior. Logo, a operação de aeronaves mais pesadas requer uma preocupação maior com as condições e as capacidades da área de movimentação, seja com a pavimentação, seja com a sinalização horizontal.

De acordo com os números do Sistema de Gerenciamento de Segurança de Voo do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), a quantidade de *Foreign Object Damage* (FOD) coletados na BAGL no último ano foi de 274 kilos, sendo 42% oriundos da degradação do pavimento (BRASIL, 2022b). Nos dados dos Relato de Prevenção (RELPREV) sobre FOD, sinalização horizontal e infraestrutura dos últimos 4 anos, chegaram aos números de 353 e 293, respectivamente (BRASIL, 2022b).

Os fatos expostos mostram que o pátio da BAGL, onde se encontra o Airbus A330-200, necessita de um projeto de recuperação para reconstrução das placas danificadas, a fim de estabelecer níveis de segurança confiáveis que permitam o tráfego de aeronaves sem risco de FOD.

Baseado nesses fatores, este ensaio defende que estudos de infraestrutura devem caminhar em conjunto com a aquisição de novas aeronaves na FAB, como forma de potencializar suas operações.

Para servir de suporte a essa tese serão apresentados e desenvolvidos dois argumentos. O primeiro estabelece que esse estudo possibilitará a operação do vetor em sua máxima capacidade operacional. Posteriormente, argumenta-se que a

implementação de tais estudos, aprimorará os processos de segurança operacional, reduzindo os riscos de uma ocorrência de solo.

## **2 INFRAESTRUTURA PARA AQUISIÇÃO DE NOVAS AERONAVES**

Alguns pátios operacionais da FAB apresentam a sinalização horizontal e a pavimentação defasadas em relação aos novos vetores. A sinalização deficiente não cumpre o objetivo primário de prover informações visuais confiáveis para o piloto guiar sua aeronave, conseqüentemente diminui a consciência situacional e a segurança das operações aéreas. Já a pavimentação ruim, pode comprometer a função do pavimento e aumentar o risco às operações aeroportuárias.

Desse modo, a situação torna-se cada vez mais preocupante, pois se medidas rápidas e eficazes não forem tomadas em um curto prazo de tempo, provavelmente, determinadas aeronaves irão deixar de atuar em bases aéreas estratégicas.

### **2.1 Operação da aeronave em sua máxima capacidade**

Uma das características para operação de uma aeronave de grande porte são seus pesos operacionais. As aeronaves possuem diferentes tipos de pesos a serem considerados: peso básico operacional e peso máximo de decolagem.

Peso básico operacional (PBO): é o peso vazio básico da aeronave acrescentando dos itens móveis que não se alteram de forma significativa durante uma missão. Tais itens incluem tripulação, bagagem de tripulação, kit de navegação na cabine de piloto (manuais de voo, cartas de navegação), serviço de bordo (bebida e alimentação), líquidos de sanitários, água potável, material de apoio e assistência ao passageiro, além de equipamentos de emergência. (PAULA, 2015, p. 55)

Peso máximo de decolagem (*Maximum Take-off Weight – MTOW*): é o maior peso com que um avião é capaz de decolar; é o peso limite em que a estrutura de aeronave consegue suportar todos os esforços a que é submetida na decolagem. (REINAS; MARIANO; REBELATTO, 2011, p. 687)

O modelo de desempenho das aeronaves sobre o pavimento identifica o comportamento individual de cada aeronave apoiada em uma superfície revestida que deverá suportar essas cargas previstas. Os aeroportos brasileiros utilizam para

controle de operação de aeronaves o método ACN/PCN que restringem a operação de aeronaves com ACN maior que a resistência do pavimento informada (IGUAL, 2011).

O conceito destas siglas que carregam o nome do método é dado por: ACN - número que indica o efeito relativo de uma aeronave sobre um pavimento, para determinada resistência normalizada do terreno de fundação. PCN - número que indica a resistência de um pavimento para poder ser utilizado sem restrições por um avião com ACN inferior (ICAO, 2004).

Em sua dissertação, Igual (2011, p.3) relatou que “o método atribui mais importância à avaliação do “ACN” que à dos pavimentos, já que a resistência de um pavimento é função da classificação por carga das aeronaves que o pavimento pode aceitar sem restrições”.

Logo é possível ver a importância de se avaliar regularmente e sistematicamente as condições do pavimento, estabelecendo critérios para liberar operações com sobrecarga, pois a repetição excessiva de sobrecarga, reduzirá a rapidamente a vida útil do pavimento.

A segurança é vital para o modal aéreo, de modo que as aeronaves não podem transgredir, senão em condições excepcionais, o limite da carga máxima estabelecida em função da estrutura do avião, das condições de operação das pistas (método ACN/PCN) e das etapas de voo (YODER; WITCZAK, 1975).

A condição estrutural de um pavimento indica a sua adequação ou a sua capacidade de resistir à deterioração desencadeada pela ação repetida das cargas oriundas do rolamento de aeronaves. Portanto, entendemos que o pavimento é um fator limitante para o peso que a aeronave irá operar. Caso o ACN de uma aeronave for maior que o PCN do pátio, a aeronave não poderá operar com sua capacidade máxima ou até em seu peso básico, dependendo da localidade, comprometendo o pavimento e aumentando as restrições operacionais.

## **2.2 Aprimoramento dos processos de segurança operacional para reduzir o risco de ocorrências de solo**

Assim como qualquer parte que constitui a infraestrutura aeroportuária, a sinalização horizontal é abordada por inúmeras publicações e regulamentos sendo

estudada constantemente de modo a aprimora-la, tornando-a mais eficiente, contribuindo para a segurança das operações de aviões, veículos e de todo o sistema aéreo nos aeroportos.

O RBAC 154 define sinalização horizontal como:

[...] a informação aeronáutica, que compõe os auxílios visuais à navegação aérea, por meio de pintura na pista de pouso e decolagem, na pista de táxi, no pátio de aeronaves ou em outra área do aeródromo, destinada a orientar ou prestar informações aos pilotos de aeronaves e motoristas que trafegam nas vias de serviços. (BRASIL, 2021, p.14)

Porém, segundo a NBR 8169 adota a definição horizontal como:

Conjunto de auxílios visuais à navegação aérea e às operações no solo, demarcados sobre os pavimentos (pistas e pátios), e que consiste em faixas de cabeceiras, faixas de bordas, números de identificação das cabeceiras, faixas de centro, sinalização de distância fixa, sinalização de zona de toque, barra de paradas, posições de estacionamento, linhas de circulação, letras, números e símbolos. (ABNT, 2011, p.1)

Logo, podemos dizer, que a definição de sinalização horizontal é todo conjunto de marcações pintadas sobre o pavimento dos aeródromos, cujo objetivo primário é fornecer informações visuais aos tripulantes das aeronaves e todos os veículos que trafegam nele, com isso, aumentando o nível de consciência situacional e a segurança das operações aéreas.

Uma sinalização horizontal precária ou desatualizada pode ser um dos fatores contribuintes para uma ocorrência de solo. O CENIPA classifica como:

Ocorrência, envolvendo aeronave no solo, da qual resulte dano à aeronave ou lesão à pessoa(s), sendo o(s) fato(s) motivador(es) diretamente relacionado(s) aos serviços de rampa, aí incluídos os de apoio e infraestrutura aeroportuários; e não tenha(m) tido qualquer contribuição da movimentação da aeronave por meios próprios ou da operação de qualquer um de seus sistemas, não estando relacionado à operação da aeronave (BRASIL, 2022c).

No período de 2007 a 2020, foram registradas 289 (duzentas e oitenta e nove) ocorrências de solo nos pátios de manobras envolvendo aeronaves da FAB. Os dados indicam que 2009 e 2019 foram os anos nos quais houve o maior número de ocorrências de solo, sendo registradas 32 (11,1%) notificações em cada ano. Os menores valores registrados de ocorrências foram nos anos de 2007 e 2008, com um total de 11 (3,8%) e 7 (2,4%) notificações respectivamente (BRASIL, 2022a).

Na BAGL, onde se encontra o Airbus A330-200 da FAB, identificou-se nos últimos 4 anos 5 ocorrências de solo e 1.102 quilos de FOD coletados contabilizando 46% de degradação do pavimento (BRASIL, 2022b). No ano de 2021, a FAB gastou cerca de 711.631,97 reais em reparos nas aeronaves causados por ocorrências de solo (BRASIL, 2022a).

Os FODs rochosos são comuns em pistas de pouso e em pátio de estacionamento. O surgimento deles deve-se ao fato, na maioria dos casos, da deterioração do seu pavimento.

Estima-se que a ingestão de objetos estranhos (FOD), pelas turbinas das aeronaves, gere um custo de 12 bilhões de dólares à indústria aeroespacial por ano, sendo 4 bilhões de dólares correspondem ao custo direto de peças danificadas. (Insight SRI Ltd., UK 2008.). Além do prejuízo financeiro, um dano causado por objeto estranho pode ocasionar um custo incalculável resultante da perda de vidas.

A (FAA, 2013) quando trata de áreas pavimentadas, estabelece que “lama, sujeira, areia, agregado solto, detritos, objetos estranhos, depósitos de borracha e outros contaminantes devem ser removidos imediatamente completamente quanto antes.”

Por todo o exposto, observa-se que, no que compete à infraestrutura dos pátios operacionais e áreas de manobras, verifica-se que a adoção de processos de reparação dessas áreas permite que a operação de aeronaves, principalmente as de grande porte, tenham seus riscos mitigados, impulsionando os níveis de segurança de voo.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O assunto desenvolvido demonstra a problemática enfrentada na FAB com relação aos pátios operacionais. A falta de um estudo de infraestrutura em conjunto as aquisições de novos vetores traz como consequência a preocupação com as condições e as capacidades da área de movimentação dos pátios, seja com a pavimentação, seja com a sinalização horizontal.

É possível observar que a operação de uma aeronave com sua capacidade máxima, pode ficar restrita por consequência da pavimentação. O erro oriundo de um

cálculo de ACN/PCN, causado por essas condições, compromete o pavimento. Portanto, entendemos que o pavimento é um fator limitante para o peso que a aeronave irá operar.

Destaca-se também, que o aprimoramento dos processos de segurança operacional reduz os riscos de ocorrências de solo, visto que, uma infraestrutura de sinalização horizontal e de pavimentação precária ou desatualizada, favorece o aumento de ocorrências de solo da FAB. Como visto, a degradação do pavimento, em locais onde se opera aeronaves de grande porte, vem aumentando gradativamente gerando números elevados de FOD coletados e concebendo custos excessivos à logística, além de diminuir a segurança operacional.

Fica claramente evidenciado que estudos de infraestrutura devem caminhar em conjunto com a aquisição de novas aeronaves na FAB, isso proporcionará um ambiente adequado para as operações.

Por fim, verifica-se que os efeitos proporcionados pela preparação adequada dos pátios e áreas de manobra para a devida acomodação e operação das aeronaves, permitirão aos esquadrões da FAB a capacidade de operar de forma plena e segura. Além disso, os aspectos aqui expostos podem ser expandidos e aplicados no processo de aquisição de eventuais equipamentos de apoio ao solo, servindo de modelo para as demais Forças Armadas.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR11862**: Sinalização horizontal viária – Tinta acrílica a base de solvente – requisitos. Rio de Janeiro, 2020.

BRASIL, Comando da Aeronáutica, CENIPA. **Painéis sigaer**. Disponível em: <https://paineis.sigaer.intraer/login/>. Acesso em: 08 out 2022a.

BRASIL, Comando da Aeronáutica, CENIPA. **Sistema e gerenciamento de segurança de voo**. Disponível em: <https://www.sgsv.cenipa.intraer/>. Acesso em 30 nov. 2022b.

BRASIL, Comando da Aeronáutica, CENIPA virtual. **Glossários de termos técnicos**. Disponível em: <https://cenipavirtual.aer.mil.br/mod/glossary/view.php?id=3&mode=letter&hook=O&sortkey=&sortorder>. Acesso em: 30 set. 2022c.

BRASIL. ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC 154-EMD 07**: Projeto de aeroportos. 2021. Disponível em:  
<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-154>.  
Acesso em: 01 out. 2022

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. 14 CFR Ch. I. Washington, D.C., EUA, 2013.

ICAO (2004). “Anexo 14: Volume I: Desenho e operações de aeródromos”. BRASIL. ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC 154-EMD 07**: Projeto de aeródromos.2021.

IGUAL, J. Z., **Catálogo para pavimentos aeroportuários**. 20011. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 2011. Cap. 1.

INSIGHT SRI LTD. **The Economic Cost of FOD to Airlines**. Disponível em:<http://fod-detection.com/wp-content/uploads/2009/12/the-economic-cost-of-fod.PDF>. Acesso em: 08 de out. 2022.

PAULA, V. B. G.; **Análise da gestão das propriedades de massa no desenvolvimento de aeronaves**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

QUINTEROS, A. J. D.; **Avaliação do desempenho em decolagem de aeronaves wide-body**: estudo de caso para a nova pista do Aeroporto Internacional de Foz de Iguaçu. 2017.

REINAS, R. I.; MARIANO, E. B.; REBELATTO, D. A. N. **Custo/benefício de aeronaves**: uma abordagem pela Análise Envoltória de Dados. **Production**, v. 21, p. 684-695, 2011.

RODRIGUES, P. L.; **As vantagens da introdução da aeronave KC-390 para o adestramento das tropas da brigada de infantaria páraquedista**. 2019.

YODER, E. J.; WITCZAK, M.W.; **Principles of pavement design**. John Wiley & Sons, 1991.