

Alerta aos Operadores de Aeródromo

nº 001/2019

Processo SEI: 00058.011186/2019-85

Aprovado por: Superintendente de Infraestrutura Aeroportuária

Data: 22/03/2019

Assunto: Uso de cargas em Ensaio Não Destrutivos (END) com o objetivo de se determinar o PCN de pavimentos aeroportuários.

Contato: gtem.sia@anac.gov.br – tel. (61) 3314-4411 e (61) 3314-4466

1. Objetivo

Este Alerta aos Operadores de Aeródromos visa a apresentar algumas considerações sobre as cargas utilizadas em Ensaio Não Destrutivos (END) com o objetivo de se determinar a resistência dos pavimentos aeroportuários pelo método ACN/PCN referido na seção 153.103 do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 153 e cujas orientações detalhadas encontram-se na IS 153.103-001 – Revisão A.

2. Contexto

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 153, Emenda nº 02, na seção 153.103, estabelece condições operacionais para a infraestrutura disponível, dentre as quais consta a compatibilidade entre a resistência do pavimento e as aeronaves que o utilizam. Nesse sentido, a forma mais tradicional de demonstrar tal compatibilidade é a partir do método ACN-PCN, detalhado na IS 153.103-001 – Revisão A.

No método ACN-PCN, o valor do PCN (Número de Classificação do Pavimento) expressa a capacidade de carga de um pavimento, sem especificar suas informações detalhadas ou uma aeronave em particular. Esse índice é, então, comparado com o Número de Classificação da Aeronave (ACN), que expressa o efeito relativo de uma aeronave com uma determinada carga.

Trata-se, portanto, de uma informação importante para a operação dos sistemas de pistas e pátios, uma vez que o valor do PCN limita a carga e o tipo de aeronave que pode utilizar a estrutura pavimentada do aeroporto.

3. Métodos de avaliação utilizados

A determinação do valor do PCN pode ser realizada, basicamente, por meio de dois métodos: (1) método de avaliação técnica; e (2) método experimental.

O método de avaliação técnica consiste na determinação do valor numérico do PCN a partir da obtenção da carga bruta admissível que o pavimento suporta. São considerados fatores como frequência de operações e níveis de tensão admissíveis, obtendo-se a carga bruta da aeronave pelo processo inverso do dimensionamento. Nesse método, é necessária a avaliação da carga equivalente no aeródromo, considerando o efeito do tráfego de todas as aeronaves.

Desse modo, uma vez obtida a carga admissível, a determinação do valor do PCN torna-se um processo de obtenção do ACN da aeronave que representa a carga admissível, tomando-se esse valor como o PCN do pavimento.

O método experimental consiste na determinação dos valores de ACN de todas as aeronaves usualmente autorizadas a utilizar o pavimento. Nesse método, o maior dentre esses valores é considerado o PCN do pavimento.

4. Tipos de ensaios técnicos utilizados

Como dados de entrada, o método de avaliação técnica exige o levantamento de parâmetros operacionais e também específicos de engenharia, dentre os quais se destacam: (a) o *mix* de aeronaves no aeroporto; (b) as informações geotécnicas e estruturais do pavimento avaliado, o que inclui o conhecimento da resistência do subleito (CBR ou módulo de elasticidade) e a espessura das camadas do pavimento; e (c) o número de passadas das aeronaves sobre o pavimento considerado no processo de cálculo.

A obtenção dos parâmetros específicos de engenharia pode ser realizada por meio de ensaios destrutivos ou não destrutivos. No ensaio destrutivo, são abertos poços de visita ou são utilizadas sondas rotativas para avaliação e coleta de material a ser estudado posteriormente em laboratório. No ensaio não destrutivo, utilizam-se equipamentos que aplicam cargas de impacto sobre o pavimento, o que provoca deflexões em sua estrutura (bacias de deflexão). Tais deflexões são lidas por sensores específicos (geofones) estrategicamente posicionados em uma barra metálica que se apoia sobre o pavimento.

Os dados de deflexão coletados possibilitam, por meio de *softwares* específicos, a obtenção dos módulos de elasticidade da estrutura e, conseqüentemente, do Índice de Suporte Califórnia (CBR) do subleito. Esse último parâmetro é necessário – no processo de retroanálise – para a determinação do valor do PCN do pavimento, o que também é feito por meio de *softwares* específicos.

5. Tipos de equipamentos não destrutivos utilizados

Os equipamentos mais utilizados para levantamento das bacias de deflexão em pavimentos são o FWD (*Falling Weight Deflectometer*) e o HWD (*Heavy Weight Deflectometer*). O FWD pode, em função do fabricante, aplicar uma carga que varia entre 7 e 240 kN, enquanto o HWD pode aplicar cargas de 13 até pouco mais de 300 kN.

A AC 150/5370-11B da *Federal Aviation Administration* (FAA), dos Estados Unidos da América, aborda a utilização de ensaios não destrutivos para a avaliação de pavimentos aeroportuários, apresentando, na Tabela 1 a seguir, as características técnicas de equipamentos destinados à avaliação de bacias de deflexão, estando tal tabela dividida por categoria, uma vez que existem equipamentos cujo princípio de medição é estático, vibratório ou por impulso.

A referida AC 150/5370-11B, em seu item 4 do capítulo 2, chama a atenção para a necessidade de compatibilização entre as cargas utilizadas no ensaio com as usuais no aeroporto: "*The magnitude of the impulse load can be varied by changing the mass and/or drop height so that it is similar to that of a wheel load on the main gear of an aircraft*" ("a magnitude da carga impulsiva pode ser variada em função da mudança da massa e/ou da altura de queda, de modo que seja semelhante ao carregamento da roda no trem de pouso principal da aeronave" em uma tradução livre).

Nesse sentido, vale destacar a necessidade dos operadores de aeródromos – no processo de avaliação ou contratação de tal serviço – atentarem para o uso de cargas compatíveis às aeronaves em operação ou que pretendem operar no aeródromo.

Ocorre que, em função da inexistência de norma específica da ANAC sobre o tema, tem-se utilizado, muitas vezes por desconhecimento, a carga rodoviária padrão preconizada no Procedimento DNER-PRO 273-96, isto é, 40 kN, o que é bem inferior às cargas por rodas aplicadas à estrutura por aeronaves da aviação regular. Como exemplo, o B737-800 (B738) é responsável por aplicar uma carga ao pavimento da ordem de 180 kN por roda, enquanto o B763 aplica uma carga de cerca de 190 kN. Já o A380 é responsável por uma carga de cerca de 250 kN por roda.

Nota-se que, para um aeroporto que opera o A380, fica evidente a limitação do uso do FWD em avaliações não destrutivas. Para este caso, uma carga compatível só é aplicada por meio do HWD.

Category	Equipment	Manufacturer	Load Range, lb (kN)	Load Transmitted by, in (cm)	Number of Sensors	Sensor Spacing, in (cm)
Static	Benkleman Beam	Soiltest Inc.	Vehicle Dependent	Loaded Truck or Aircraft	1	N/A
	La Croix Deflectograph	Switzerland	Vehicle Dependent	Loaded Truck	1	N/A
	Plate Bearing Test	Several, ASTM D1196	Vehicle Dependent	Loaded Truck	1	N/A
Vibratory	Dynalect	Geolog, Inc.	1,000 (5)	15 (240) Diameter Steel Wheels	4	Variable, 0 - 48 (0 - 120)
	Road Rater	Foundations Mechanic, Inc.	500 - 8,000 (2 - 35)	18 (45) Diameter plate	4 - 7	Variable, 0 - 48 (0 - 120)
	WES Heavy Vibrator	U.S. Corps of Engineers	500 - 30,000 (2 - 130)	12 or 18 (30 - 45) Diameter plate	5	Variable, 0 - 60 (0 - 120)
Impulse	Dynatest FWD	Dynatest Engineering	1,500 - 27,000 (7 - 240)	12 - 18 (30 - 45) Diameter plate	7 - 9	Variable, 0 - 90 (0 - 120)
	Dynatest HWD	Dynatest Engineering	6,000 - 54,000 (27 - 240)	12 or 18 (30 - 45) Diameter plate	7 - 9	Variable, 0 - 96 (0 - 240)
	JILS FWD	Foundation Mechanics, Inc.	1,500 - 24,000 (7 - 107)	12 or 18 (30 - 45) Diameter plate	7	Variable 0 - 96 (0 - 240)
	JILS HWD	Foundation Mechanics, Inc.	6,000 - 54,000 (27 - 240)	12 or 18 (30 - 45) Diameter plate	7	Variable, 0 - 96 (0 - 240)
	KUAB FWD	KUAB	1,500 - 24,000 (7 - 150)	12 or 18 (30 - 45) Diameter plate	7	Variable, 0 - 72 (0 - 180)
	KUAB HWD	KUAB	6,000 - 54,000 (13 - 294)	12 or 18 (30 - 45) Diameter plate	7	Variable, 0 - 72 (0 - 180)
	Carl Bro FWD	Carl Bro Group	1,500 - 34,000 (7 - 150)	12 or 18 (30 - 45) Diameter plate	9 - 12	Variable, 0 - 100 (0 - 250)
	Carl Bro HWD	Carl Bro Group	1,500 - 27,000 (7 - 250)	12 or 18 (30 - 45) Diameter plate	9 - 12	Variable, 0 - 100 (0 - 250)
	Carl Bro LWD	Carl Bro Group	1,500 - 27,000 (1 - 15)	4 or 8 or 12 (30 - 45) Diameter plate	9 - 12	Variable, 0 - 40 (0 - 100)

Equipment mentioned above is for information purposes only.

Tabela 1 - Resumo dos equipamentos de medição utilizados em ensaios não destrutivos.

6. Avaliação do PCN em pavimentos aeroportuários

Os dados levantados por meio dos equipamentos FWD e HWD são utilizados para possibilitar, em um processo de retroanálise, a determinação do PCN em pavimentos aeroportuários.

Não obstante o alerta realizado sobre as cargas compatíveis a ser utilizadas na execução dos ensaios não destrutivos, resta chamar a atenção dos operadores de aeródromos para os seguintes pontos:

- a) o PCN de um pavimento não é absoluto, mas relativo;

- b) o PCN é afetado significativamente por três elementos, isto é, (1) *mix* de aeronaves no aeródromo; (2) estrutura física (espessuras e tipos de materiais) do pavimento; e (3) número de passadas das aeronaves sobre o pavimento considerado no processo de cálculo. Há, evidentemente, outras considerações, mas essas são as principais;
- c) os operadores de aeródromos deveriam realizar uma nova avaliação do PCN do pavimento todas as vezes que houver mudança significativa do *mix* de aeronaves, ou que o número de decolagens de uma determinada aeronave do *mix* tiver alteração significativa o suficiente para justificar uma nova avaliação, uma vez que esse aumento modificará o número de passadas consideradas no processo de avaliação do PCN anteriormente realizado.

7. Ações recomendadas

Os operadores de aeródromos devem atentar para a compatibilidade das cargas utilizadas por empresas contratadas na realização de ensaios não destrutivos visando à determinação do PCN de pavimentos aeroportuários.

Para essa finalidade, os principais equipamentos disponíveis atualmente são o FWD e o HWD, cuja principal diferença entre eles consiste na intensidade da carga aplicada ao pavimento. Nesse sentido, uma análise da compatibilidade da carga aplicada ao pavimento por aeronaves e a carga a ser utilizada pelo equipamento de ensaio deve ser realizada.

A carga rodoviária (40 kN) comumente utilizada nesse tipo de avaliação no Brasil é inadequada para boa parte dos pavimentos aeroportuários, de modo que os resultados obtidos por meio dessa carga são, no mínimo, questionáveis.

É importante que os operadores de aeródromos atentem para o fato de que o resultado do PCN obtido ao final de um processo de interação matemática é significativamente influenciado por: (1) *mix* de aeronaves em operação no aeródromo; (2) espessuras e tipos de materiais da estrutura do pavimento (o que não é alterado com frequência); e (3) o número de passadas consideradas para cada aeronave no processo de cálculo, o que está diretamente relacionado ao número de decolagens sobre a estrutura (situação mais crítica).

Os operadores de aeródromos devem informar à ANAC as eventuais alterações do PCN de suas respectivas infraestruturas pavimentadas, de modo que tais modificações sejam atualizadas no âmbito das publicações aeronáuticas.

8. Contato

Dúvidas sobre situações específicas podem ser endereçadas ao e-mail gtem.sia@anac.gov.br, incluindo no assunto: “AOA nº 001/2019 – Uso de cargas em Ensaios Não Destrutivos (END) em pavimentos aeroportuários”.

**Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária
SIA/ANAC**