

# AVALIAÇÕES DA INFRAESTRUTURA

## 6ª RODADA

(Anexo 7 do Contrato de Concessão – Plano de Transferência Operacional - PTO)



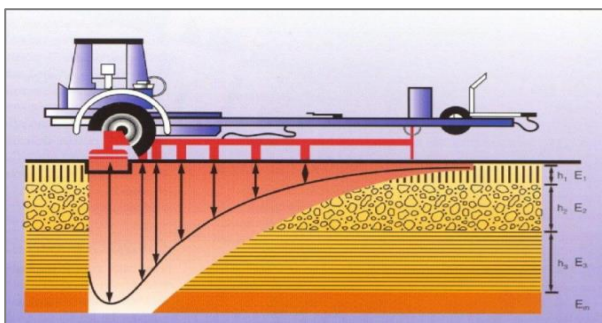
# AVALIAÇÃO ESTRUTURAL E FUNCIONAL DE PISTAS DE POUSO E DECOLAGEM



## FUNDAMENTAÇÃO

De acordo com o item 8.5.1 do Anexo 7 do Contrato de Concessão para Ampliação, Manutenção e Exploração dos Aeroportos Integrantes dos Blocos Sul, Central e Norte, a concessionária deverá apresentar em até 12 (doze) meses da data de eficácia do contrato, avaliação estrutural e funcional do pavimento da(s) pista(s) de pouso e decolagem.

## I - ESTRUTURAL



A avaliação da condição estrutural indica como a condição funcional do pavimento evoluirá ao longo do tempo se nenhuma intervenção for executada. Além disso, permite que se avalie as consequências – para o desempenho futuro – da

implementação de diversas alternativas de restauração.

A avaliação estrutural do pavimento deve abranger:

- Integridade estrutural; e
- Capacidade estrutural.

O princípio que embasa esse tipo de avaliação (estrutural) está contido no item 154.201(g), do RBAC nº 154:

*Uma pista de pouso e decolagem deve ser capaz de resistir ao tráfego de aeronaves para o qual é destinada.*

A partir desse princípio, surgem os dispositivos complementares ao regulamento que, nesse caso, consistem nas seguintes Instruções Suplementares (IS):

- [IS nº 153.103-001](#) (Orientações para aplicação do método ACN-PCN); e
- [IS nº 154-002](#) (Características físicas de aeródromos).

A seguir, fornecem-se mais informações sobre a abordagem estrutural considerada pela ANAC.

### ✚ Integridade estrutural

A análise que envolve a integridade estrutural relaciona-se à presença, em maior ou menor escala, de discontinuidades como trincas e

desagregações em camadas asfálticas e cimentadas.

É inferida por meio de avaliação visual, quando se registra a extensão, a frequência e a severidade dos defeitos de superfície existentes, podendo ser complementada por resultados de ensaios não destrutivos que permitam, por exemplo, a detecção de reduções no módulo de elasticidade efetivo *in situ* das camadas asfálticas ou cimentadas.

### ✚ Capacidade estrutural

A análise que envolve a capacidade estrutural diz respeito à capacidade que as camadas do pavimento têm de resistir aos esforços imputados pelo tráfego.

Relaciona-se tanto ao comportamento tensão-deformação sob cargas transientes dos materiais (comportamento resiliente) quanto à resistência dos materiais contra o acúmulo de deformações plásticas sob cargas repetidas e à resistência ao trincamento por fadiga das camadas asfálticas e cimentadas.

Sempre que possível, para avaliação da análise de capacidade estrutural do pavimento da pista de pouso e decolagem, recomenda-se que sejam realizadas:

- Análises destrutivas; e
- Análises não destrutivas.

### ✚ Análises destrutivas



As análises destrutivas servirão como contraponto para as análises não destrutivas, uma vez que as análises não destrutivas podem ser feitas de forma mais ampla (maior quantidade), mais rápida e sem danos à estrutura.

Em pistas de pouso e decolagem dotadas de pavimentos flexíveis, as análises destrutivas podem envolver aberturas de janelas no pavimento, perfurações (sondagens) e outros testes que objetivam coletar materiais para estudo em campo e em laboratório. Possuem como finalidade:

- Identificar as espessuras das camadas que constituem o pavimento;
- Identificar os materiais inerentes a cada camada; e
- Propiciar análises geotécnicas dos materiais, o que envolve a elaboração das curvas granulométricas, CBR, módulos de elasticidade e outros parâmetros que forem necessários para cálculos da capacidade de suporte do pavimento.

Em pavimentos rígidos, deve ser observada a conveniência para a realização de ensaios destrutivos, principalmente nos casos de *blacktopping*

sobre pavimentos rígidos protendidos ou *whitetopping* em concreto protendido.

Nesses casos, uma vez que a espessura das placas de concreto tendem a ser uniformes, pode-se recorrer ao projeto do pavimento para identificação das espessuras das camadas e dos materiais constituintes.

Outra opção consiste na avaliação dos materiais nas regiões laterais da pista, uma vez que a estrutura do pavimento pode, apesar de pouco provável, se estender além da largura da pista de pouso e decolagem. Nesse sentido, o dano à estrutura da pista é significativamente menor.

Em não sendo possível obter informações confiáveis em função da natureza e da complexidade da estrutura conforme sugerido anteriormente (por meio de projeto ou em região lateral da pista), a concessionária pode recorrer a:

- Avaliações destrutivas na própria pista de pouso e decolagem, devendo avaliar os aspectos de segurança técnica e operacional associados; e
- Realização de ensaios não destrutivos, conforme apresentado adiante.

## ✚ Análises não destrutivas



Os ensaios não destrutivos permitem avaliar maior número de amostras ao longo da pista de pouso e decolagem. Além disso, consistem em processo mais rápido em campo (na fase de coleta de informações) e, dessa forma, são essenciais para se ter informação confiável da estrutura analisada.

Algumas desvantagens envolvem esse tipo de análise, a saber:

- Equipamento de avaliação inadequado;
- Carga de teste inadequada, ou seja, incompatível com as cargas provenientes do *mix* operacional;
- Falha no processo de retroanálise; e
- Ausência de ensaios destrutivos para contraposição.

A seguir, serão fornecidos mais detalhes sobre cada desvantagem apresentada.

- **Equipamento de avaliação inadequado**

A avaliação não destrutiva de pavimentos pode envolver diversos equipamentos, entre os quais pode-se destacar:

- LWD (*Light Weight Deflectometer*)



○ FWD (*Falling Weight Deflectometer*)



○ HWD (*High Weight Deflectometer*)



○ GPR (*Ground Penetrating Radar*)



Atenção se faz necessária ao uso do LWD, FWD e HWD, uma vez que é preciso compatibilizar a pressão exercida pelas aeronaves do *mix* do aeroporto no solo

com a pressão exercida pelos equipamentos no decorrer dos testes.

Em geral, o LWD é recomendável em aeroportos em que a espessura do pavimento da pista de pouso e decolagem é pequena, com poucas camadas (*layers*) e com operações de aeronaves de pequeno/médio porte.

Já o FWD e o HWD podem ser utilizados em pavimentos construídos com maior número de camadas (*layers*) na estrutura, sendo o HWD recomendado para os casos de estruturas com camadas mais espessas.

Tanto o FWD quanto o HWD podem ser utilizados na avaliação de pavimentos de pistas de pouso e decolagem que recebam aeronaves de médio/grande porte, ressaltando que há chances do FWD não ser compatível com muitas aeronaves de médio/grande porte em função da limitação de sua carga máxima de ensaio (cerca de 120 kN). Nesse caso, o uso do HWD se mostra mais adequado, uma vez que com ele podem ser aplicadas ao solo cargas de até 320 kN.

Uma vez que a pressão aplicada ao solo depende do diâmetro do prato utilizado, faz-se necessário avaliar a pressão máxima de cada equipamento e, com essa informação, comparar com a pressão exercida pelo *mix* de aeronaves operante.

Nesse sentido, em geral, o LWD trabalha com pratos com diâmetro de cerca de 15 cm. O FWD trabalha com pratos com cerca de 30 cm diâmetro e o HWD com cerca de 45 cm de diâmetro.

O quadro 1 a seguir exemplifica os cuidados que devem ser tomados em relação ao equipamento utilizado e a compatibilidade das cargas com as aeronaves operantes no aeroporto.

Quadro 1 - Pressão no solo em função do equipamento e da carga utilizados.

#	Aeronave	Pressão dos pneus (kPa)	LWD Pressão exercida (kPa) <sup>1</sup>	FWD Pressão exercida (kPa) <sup>1</sup>	HWD Pressão exercida (kPa) <sup>1</sup>	Carga utilizada (kN)
1	Cessna Citation II	896	849	212	94	15
2	B727-200	1.020		566	252	40
3	EMB-195 STD	1.062		1.132	503	80
4	A320neo	1.220		1.698	754	120
5	A321-100	1.358		1.006	160	
6	737-800	1.407		1.258	200	
7	A350-900	1.662		1.509	240	
8	Learjet 45	1.386		1.761	280	
9	777-300ER	1.503		2.012	320	

<sup>1</sup>Foram considerados os seguintes diâmetros:  $\phi_{LWD} = 15 \text{ cm}$ ;  $\phi_{FWD} = 30 \text{ cm}$ ;  $\phi_{HWD} = 45 \text{ cm}$ .

Fonte: Simulação GTEA/GCOP/SIA/ANAC

Tendo em vista a necessidade de se avaliar a espessura de cada camada nos ensaios não destrutivos, uma opção disponível no mercado consiste no uso do GPR (*Ground Penetrating Radar*), que é capaz de determinar a espessura de cada camada por meio de ondas eletromagnéticas de alta frequência (50 a 1.600 MHz).

Vale destacar que, em algumas situações, faz-se necessário o conhecimento da profundidade do objeto para calibração prévia do equipamento, o que pode ser uma desvantagem.

- **Carga de teste inadequada, ou seja, incompatível com as cargas provenientes do mix de aeronaves**

A importância da adequação da carga de teste no decorrer das avaliações não destrutivas encontra-se explicada no item anterior.

Sugere-se que a concessionária avalie os [Alertas aos Operadores de Aeródromo](#) publicados no sítio da ANAC na rede mundial de computadores, além de tomar conhecimento de norma específica sobre o assunto da *Federal Aviation Administration*

(FAA), dos Estados Unidos da América, [AC 150/5370-11B](#).

- **Falha no processo de retroanálise**

De forma sucinta, o processo de retroanálise, conduzido após o levantamento de campo realizado com os equipamentos não destrutivos, consiste no processo inverso ao do dimensionamento do pavimento, ou seja, dada a estrutura (camadas, espessuras e deflexões), a retroanálise permite encontrar os módulos de elasticidade de cada camada.

O processo envolve diversos cálculos, é dependente do modelo de falha utilizado no *software* e possui limitações quanto ao número de camadas em que isso pode ser feito. Quanto maior o número de camadas, maior é a complexidade da análise.

É necessário que a concessionária esteja ciente quanto às variáveis que podem afetar o resultado dos módulos de elasticidade no processo de retroanálise.

- **Ausência de ensaios destrutivos para contraposição**

Os ensaios destrutivos são ferramentas que balizam, ou seja, orientam as avaliações não destrutivas. Os ensaios não destrutivos são formas complementares que dão agilidade e velocidade no processo de inspeção de diversos pontos ao longo do pavimento.

Embora o pavimento de uma pista de pouso e decolagem possa apresentar variações na estrutura ao longo do perfil longitudinal, os ensaios destrutivos realizados em quantidade adequada minimizam a probabilidade de informações imprecisas decorrentes das análises não destrutivas (retroanálise).

O uso de informações imprecisas impacta todas as análises posteriores, como o cálculo de PCN. Considerando, como já mencionado, as condições de contorno que envolvem o processo de retroanálise, a ANAC orienta que ensaios destrutivos devem ser realizados como método preferencial e balizador dos ensaios não destrutivos.

O exposto é justificado pelo fato de o processo de retroanálise não possuir solução única, razão pela qual este deve ser guiado pelos resultados decorrentes dos ensaios destrutivos no pavimento.

Tem-se observado o uso indiscriminado de ensaios não destrutivos em pavimentos, sem que esses tenham como contraponto os ensaios destrutivos.

O uso dessa prática pode acarretar informações equivocadas que irão comprometer as demais análises estruturais do pavimento, assim como todo o processo de gerenciamento de pavimentos aeroportuários do operador de aeródromo.

Dito de outra forma, os ensaios não destrutivos, via de regra, devem ser complementares aos ensaios destrutivos e, na hipótese de uso apenas de métodos não destrutivos, poderá haver discrepância dos resultados encontrados com a realidade, o que pode trazer incerteza quanto à representatividade da análise da capacidade estrutural realizada.

#### ✚ Apresentação da avaliação estrutural



A avaliação estrutural apresentada pela concessionária deve levar em consideração os comentários tecidos ao longo dos parágrafos anteriores. Ainda, sugere-se que seja avaliado o conteúdo disponível no Manual de Sistemas de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários - SGPA, disponível [aqui](#), para informações adicionais.

A forma para que esses dados estruturais sejam enviados à ANAC, de modo a atender ao elencado no item 8.5.1 do Anexo 7 do contrato de Concessão, é por meio de relatório técnico de PCN.

Esse tipo de relatório contempla as principais informações da estrutura da pista de pouso e decolagem (número de camadas, materiais constituintes e demais propriedades mecânicas), além de possibilitar o conhecimento da vida útil residual da estrutura. Assim, as seguintes informações devem estar presentes no relatório de PCN:

- Estrutura do pavimento (número de camadas, tipo de material, CBR do subleito, módulos de elasticidade e coeficiente de Poisson das camadas);
- Laudos dos ensaios relacionados à granulometria, ao CBR, aos módulos de elasticidade e ao coeficiente de Poisson;
- *Mix* de aeronaves (incluir as aeronaves em operação e as previstas);
- Valor do PCN para a pista de pouso e decolagem;
- Valor do CDF encontrado;
- Vida útil estimada (no caso de pavimentos existentes, levar em consideração a vida já consumida);
- Memorial de cálculo (apresentar as telas do *software* utilizado e os resultados encontrados, assim como as iterações decorrentes do processo de cálculo);
- ART do responsável pelo cálculo; e
- Outras informações julgadas necessárias.

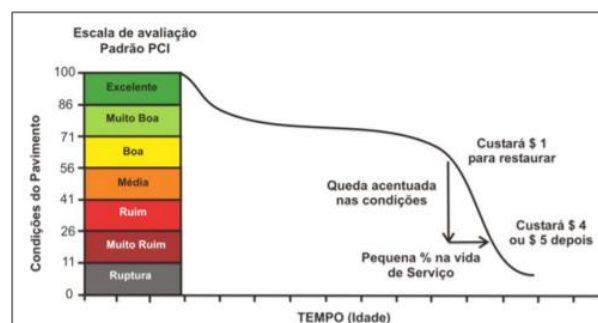
O relatório técnico de PCN possibilita ao operador de aeródromo adotar ações oportunas em decorrência do acompanhamento sistemático do estado dos pavimentos dentro do processo de gerenciamento de pavimentos onde este estiver implantado (Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários – SGPA). Com isso, e de forma programada, otimizam-se as manutenções necessárias e

periódicas com os recursos destinados à atividade de manutenção no aeroporto.

Informações adicionais sobre o método PCN podem ser consultadas na IS nº 153.103-001, disponível [aqui](#), e no Manual de Cálculo de PCN, disponível [aqui](#).

A documentação deverá ser enviada via SEI!, individualmente por aeroporto, em processo do tipo ‘Aeródromos: Obrigações complementares da transição das operações’.

## II - FUNCIONAL



De forma objetiva, a avaliação da condição funcional visa a verificar se o pavimento cumpre duas funções básicas: conforto ao rolamento e segurança. Dessa forma, a avaliação funcional abrange a análise dos seguintes elementos:

- Irregularidade;
- Atrito;
- Macrotextura; e
- Defeitos no pavimento (índice de serventia).

### Parâmetro regulamentar

A regulação brasileira, por meio do RBAC nº 153, traz os requisitos e os parâmetros exigidos, assim como as formas de cumprimento preferenciais aceitas pela ANAC, os quais podem ser encontrados:



- Irregularidade (IRI): item 153.205(f) do RBAC nº 153 e [IS nº 153.205-001](#);
- Atrito: item 153.205(g) do RBAC nº 153 e [IS nº 153.205-001](#);
- Macrotextura: item 153.205(h) do RBAC nº 153 e [IS nº 153.205-001](#); e
- Defeitos no pavimento (índice de serventia): item 153.203(b)(1) e [IS nº 153.203-001](#).

Como se observa dos itens abordados na análise funcional, o assunto é de conhecimento por todos os operadores de aeródromos, sendo a avaliação do índice de serventia o requisito mais recente inserido no regulamento.

Nesse contexto, o atendimento ao contido no item 8.5.1 do Anexo 7 ao contrato de concessão (Plano de Transferência Operacional - PTO) é decorrente de monitoramentos periódicos a cargo do operador de aeródromo.

### Ensaios necessários

Os ensaios necessários para avaliação funcional podem ser feitos de forma orgânica (pela concessionária) ou terceirizada, a depender da disponibilidade de equipamentos e equipe capacitada para as atividades.

Em geral, as medições de coeficiente de atrito e de IRI demandam equipamentos específicos de maior custo, além de *softwares* específicos para o tratamento dos dados.

As medições de profundidade da macrotextura podem ser feitas pelo método da mancha de areia (forma preferencial) ou por meio de equipamentos a *laser*. Na hipótese do uso

de *laser*, a concessionária deverá solicitar forma de cumprimento alternativa de requisito para avaliação da ANAC.

Com relação ao índice de serventia, o PCI (*Pavement Condition Index*) é a forma de cumprimento preferencial. De forma análoga à exposta anteriormente, a concessionária poderá propor forma de cumprimento alternativa, cabendo à ANAC a avaliação da proposta.

A avaliação do índice de serventia pode se dar de forma manual (inspeção visual em campo) ou por meio de equipamentos específicos que filham o pavimento. Posteriormente, esses dados são submetidos a programas computacionais que auxiliam na interpretação dos resultados.

### Apresentação da avaliação funcional



Com relação à irregularidade longitudinal, ao coeficiente de atrito e à profundidade de macrotextura, os documentos devem ser enviados nos processos ordinários de fiscalização desses parâmetros, do tipo '*Aeródromos: Fiscalização da Aderência de Pistas de Pouso e Decolagem*', conforme periodicidade estabelecida em regulamento.

Uma vez que a avaliação do índice de serventia possui prazo escalonado para envio dos relatórios à ANAC em função da classe de enquadramento do aeroporto, a concessionária deverá atentar para o

contido nas Disposições Transitórias (Subparte J) do RBAC nº 153, especificamente o item 153.701(r).

Caso o prazo regulamentar para dada pista de pouso e decolagem seja posterior ao prazo estabelecido no PTO, deverá ser observado o prazo do PTO.

O relatório de índice de serventia deverá ser enviado via SEI!, individualmente por aeroporto, em processo do tipo 'Aeródromos: Fiscalização da Segurança Operacional de Aeródromos'.

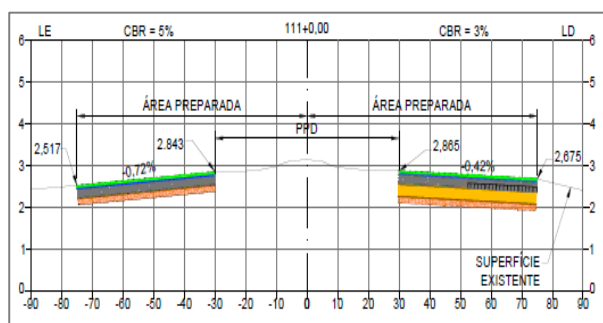
## ✚ Dúvidas?



Em caso de dúvidas com relação à avaliação estrutural e funcional de pavimentos aeroportuários, consulte a Gerência Técnica de Engenharia Aeroportuária - GTEA, por meio do e-mail: [obras.sia@anac.gov.br](mailto:obras.sia@anac.gov.br).

# AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA E DECLIVIDADE DA FAIXA PREPARADA E DA RESA

## FUNDAMENTAÇÃO



O item 8.5.2 do Anexo 7 do contrato de Concessão para Ampliação, Manutenção e Exploração dos Aeroportos Integrantes dos Blocos Sul, Central e Norte, estabelece que a concessionária deverá apresentar, em até 12 (doze) meses da data de eficácia do contrato, avaliação da resistência e declividade da faixa preparada e das áreas de segurança de fim de pista (RESA), quando existente.

## I - RESISTÊNCIA



Diferentemente da avaliação estrutural de pista de pouso e decolagem, as avaliações da resistência da faixa preparada e das áreas de segurança de fim de pista não envolvem a elaboração de relatório de PCN.

No entanto, alguns critérios regulamentares existem, entre os quais podem-se citar:

- Faixa preparada - RBAC nº 154.207(e)(4) e [IS nº 154-002](#), item 6.5; e
- Áreas de segurança de fim de pista (RESA), quando existentes - RBAC nº 154.209(f)(1) e [IS nº 154-002](#), item 6.6.

Como princípio para avaliação da faixa preparada, o item 154.207(e)(4) do RBAC nº 154 estabelece que:

*(4) A faixa de que trata o parágrafo 154.209(g)(3) deve ser preparada ou construída de forma a minimizar os riscos oriundos de diferenças na capacidade de resistência à compressão das aeronaves para as quais a pista é destinada, no caso de uma aeronave sair acidentalmente da pista.*

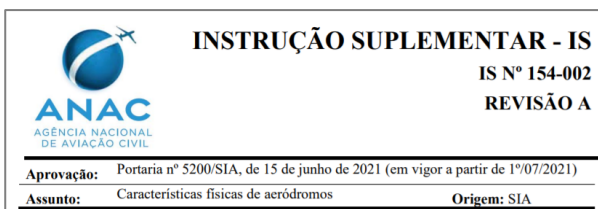
De forma análoga, o princípio contido no item 154.209(f)(1) para as áreas de segurança de fim de pista (RESA) consiste em:

*(1) Uma RESA deve ser preparada ou construída de forma a reduzir o risco de danos a uma aeronave que realizar o toque antes de alcançar a cabeceira ou ultrapassar acidentalmente o fim da pista, aumentando a desaceleração da*

*aeronave e facilitando a movimentação das equipes e veículos de salvamento e combate a incêndio.*

De forma a atender a esses princípios, as orientações contidas na [IS nº 154-002](#) são formas de cumprimento preferenciais para atendimento do objetivo previsto pelo regulamento.

### ✚ Parâmetro regulamentar



Como parâmetro objetivo para se avaliar a resistência da faixa preparada e da RESA, tem-se que essas devem ser projetadas para suportar, pelo menos, 1 (uma) passagem da aeronave mais exigente do *mix* de aeronaves do aeródromo ([IS nº 154-002](#)).

### ✚ Ensaios necessários

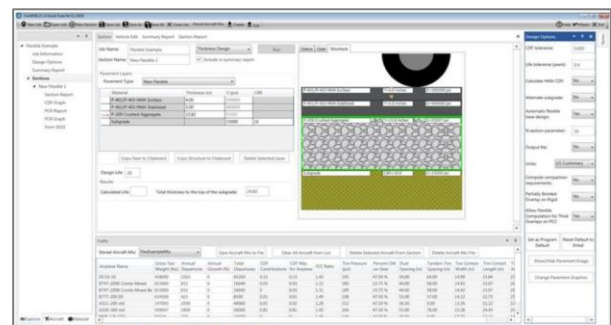
Na literatura técnica sobre o assunto, há evidências de que o uso de ensaios não destrutivos para avaliar áreas não pavimentadas resulta em informações não confiáveis. Sendo assim, não se recomenda o uso de equipamentos como o FWD e o HWD para avaliar áreas não revestidas.

Ensaios não destrutíveis possuem eficácia comprovada quando aplicados em estruturas revestidas, o que não costuma ser o caso da faixa preparada e da RESA que são, geralmente, áreas não pavimentadas, revestidas de cobertura vegetal (grama).

Apesar da existência de *softwares* dotados de filtros que possibilitam esse tipo de análise, os resultados podem não ser confiáveis.

Para esse tipo de ensaio, recomenda-se o uso de métodos destrutíveis (sondagem, abertura de janelas na faixa preparada e nas RESA ou outros métodos comprovados para esse tipo de avaliação).

### ✚ Ferramentas para cálculo computacional



Para avaliação da capacidade de suporte da faixa preparada e das RESA, pode ser utilizado qualquer *software* que trabalhe com a filosofia do CDF - *Cumulative Damage Factor*, ou Fator de Dano Acumulado.

O *software* mais conhecido é o FAARFIELD, que é bastante utilizado no processo de cálculo de resistência de pavimentos aeroportuários. Informações adicionais sobre essa ferramenta podem ser encontradas nos manuais publicados pela ANAC e na regulação da FAA, conforme mencionado anteriormente. Outro *software* que pode ser utilizado é o PCASE, disponível [aqui](#).

O responsável pela análise técnica deverá avaliar as vantagens e as desvantagens do uso de cada ferramenta computacional, levando em consideração que os resultados poderão ser mais ou menos conservadores.

Com isso em vista, a estrutura existente na faixa preparada ou na RESA, combinada com 1 (uma) passagem da aeronave mais exigente do *mix* de aeronaves poderá ser rejeitada por um *software* e aprovada por outro.

Isso se dá por alguns fatores, tais como o uso de modelos de falha diferentes em cada *software* (avaliação da fadiga dos materiais) ou até mesmo conservadorismo proposital, tendo em vista as peculiaridades de cada material que constitui o pavimento. Os *softwares* da *Federal Aviation Administration - FAA* tendem a ser mais conservadores nesse tipo de análise.

#### ✚ Apresentação da avaliação de resistência para a faixa preparada e as RESA



A avaliação da resistência para a faixa preparada e as RESA, se existentes, deverá conter memorial de cálculo com:

- Estruturas da faixa preparada e das RESA (espessuras das camadas de solo e materiais constituintes);
- Valores de CBR e módulos de elasticidade inerentes aos materiais;
- Informação da existência ou não de cobertura vegetal;

- Registros fotográficos dos ensaios realizados e da estrutura existente;
- Indicação de *software* utilizado;
- *Mix* de aeronaves e premissas utilizadas;
- Conclusão se a estrutura existente suporta ou não, pelo menos, 1 (uma) passagem da aeronave mais exigente do *mix*;
- ART do responsável pela elaboração do relatório; e
- Outras informações julgadas necessárias.

A documentação deverá ser enviada via SEI!, individualmente por aeroporto, em processo do tipo 'Aeródromos: Obrigações complementares da transição das operações'.

## II - DECLIVIDADE

O complemento do item 8.5.2 do Anexo 7 do contrato de Concessão para Ampliação, Manutenção e Exploração dos Aeroportos Integrantes dos Blocos Sul, Central e Norte, estabelece que a concessionária deverá apresentar, em até 12 (doze) meses da data de eficácia do contrato, avaliação da declividade da faixa preparada e das áreas de segurança de fim de pista (RESA), quando existente.

Com relação à declividade da faixa preparada, o RBAC nº 154, no item 154.207(f) estabelece o seguinte:

(1) *As declividades em faixa preparada de pista de pouso e decolagem devem:*

- (i) não agravar as consequências de uma excursão lateral de pista;
- (ii) permitir adequada operação dos veículos de combate a incêndio;
- (iii) permitir que qualquer porção da faixa preparada não seja considerada obstáculo;
- (iv) ser compatíveis com a necessidade de drenagem; e
- (v) não afetar o sinal dos auxílios à navegação aérea.

NOTA – Danos à estrutura das aeronaves podem ser acentuados se as mudanças forem abruptas ou ocorrerem reversões bruscas de declividade.

(2) As declividades em faixa de pista de pouso e decolagem devem:

- (i) permitir que qualquer porção da faixa de pista não seja considerada obstáculo;
- (ii) não afetar o sinal dos auxílios à navegação aérea.

NOTA 1 – Quando considerado necessário para o sistema de drenagem, valas ou canais descobertos podem ser permitidos na porção não preparada de uma faixa de pista e seriam colocados o mais afastado possível da pista de pouso e decolagem.

NOTA 2 – Para os procedimentos de resgate e combate a incêndio deverão ser levados em conta a localização das valas e canais de drenagem descobertas na porção

não preparada de uma faixa de pista.

Já para as RESA, o item 154.209(e) do RBAC nº 154 estabelece que:

(1) As declividades em uma RESA devem ser projetadas para que as superfícies de aproximação e decolagem não sejam violadas.

(2) As declividades longitudinais da RESA devem:

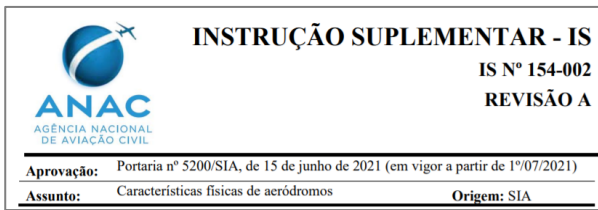
- (i) não agravar as consequências de uma excursão de fim de pista;
- (ii) permitir adequada operação dos veículos de combate a incêndio;
- (iii) permitir que a própria RESA não seja considerada obstáculo;
- (iv) ser compatíveis com a necessidade de drenagem; e
- (v) não afetar o sinal dos auxílios à navegação aérea.

NOTA – Danos à estrutura das aeronaves podem ser acentuados se as mudanças forem abruptas ou ocorrerem reversões bruscas de declividade.

Nota-se que o RBAC nº 154 traz os objetivos almejados pela regulação.

Para esclarecer a forma de atendimento a esses objetivos, a [IS nº 154-002](#) traz detalhes de como a ANAC entende o exposto no regulamento e apresenta objetivamente os valores de referência a serem adotados para a infraestrutura. Nesse sentido, tem-se que:

## Parâmetros regulamentares



### ➤ Declividades longitudinais

A declividade longitudinal ao longo da faixa preparada não deve exceder ([IS n° 154-002](#)):

- 1,5 por cento onde o número de código for 4;
- 1,75 por cento onde o número de código for 3; e
- 2 por cento onde o número de código for 1 ou 2.

Para as RESA, a referida Instrução Suplementar orienta que as declividades longitudinais em uma RESA não devem exceder:

- declividade descendente de 5 por cento.

### ➤ Declividades transversais

As declividades transversais na porção de uma faixa preparada não devem exceder:

- 2,5 por cento onde o número de código for 3 ou 4; e
- 3 por cento onde o número de código for 1 ou 2.

Para facilitar a drenagem, os 3 primeiros metros a partir da borda da pista, do acostamento ou da zona de parada (*stopway*) podem ter:

- declividade descendente de até 5 por cento.

As declividades transversais da RESA, por sua vez, não devem exceder:

- declividade ascendente ou descendente de 5 por cento.

A Instrução Suplementar mencionada traz ilustrações que facilitam o entendimento do assunto. Desse modo, sugere-se que a concessionária consulte o documento antes da elaboração das evidências solicitadas.

## ➤ Apresentação da avaliação das declividades da faixa preparada e das RESA



A avaliação que satisfaça às exigências estabelecidas quanto a esse item deve ser enviadas à ANAC e observar o que se segue:

- Conter desenhos (plantas) com escala indicada, em formato digital (DWG e PDF), contendo elementos que permitam verificar as declividades no próprio desenho, tais como curvas de nível e pontos cotados, bem como seções transversais e perfis longitudinais;
- A escala do desenho deve ser a mais adequada para representar todas as declividades levantadas,

- as quais devem ser organizadas em folha tamanho A1;
- O levantamento topográfico deve ser realizado por meio de equipamentos, métodos e medições adequadamente definidos para a correta representação de detalhes da topologia do terreno, tendo em vista a necessidade de verificação dos limites normativos acerca das declividades.
  - Considerando-se a possibilidade de declividades descendentes de até 5 por cento para facilitar a drenagem, ressalta-se a importância da adequada representação em planta da área da faixa preparada nos 3 primeiros metros adjacentes à borda da pista, do acostamento ou da zona de parada (*stopway*).
  - O levantamento topográfico deve observar o disposto na NBR 13133/94, principalmente no que se refere à calibração dos medidores eletrônicos de distância; e

- As informações derivadas de levantamento topográfico devem estar referenciadas ao sistema do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e anexadas juntamente ao respectivo relatório integrante da documentação a ser enviada à ANAC.

A documentação deverá ser enviada via SEI!, individualmente por aeroporto, em processo do tipo 'Aeródromos: Obrigações complementares da transição das operações'.

#### Dúvidas?



Em caso de dúvidas relacionadas à avaliação da resistência e declividade da faixa preparada e das RESA, consulte a Gerência Técnica de Engenharia Aeroportuária - GTEA, por meio do e-mail: [obras.sia@anac.gov.br](mailto:obras.sia@anac.gov.br).