

**PROPOSTA DE EMENDA AO REGULAMENTO BRASILEIRO DA
AVIAÇÃO CIVIL Nº 154 – PROJETO DE AERÓDROMOS**

JUSTIFICATIVA

ASSUNTO

Desenvolvimento de Proposta de Emenda 06 ao Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 154. Tema nº 04 da Agenda Regulatória para o biênio 2019-2020 (Elementos Pátio de Aeronaves, Complexo Aeroportuário e RESA).

| SUMÁRIO | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 2 |
| RELATÓRIO | 2 |
| ANÁLISE | 3 |
| Estratégias Regulatórias | 3 |
| Pátio de Aeronaves | 3 |
| Características Físicas | 6 |
| Auxílios Visuais para Navegação | 8 |
| Complexo Aeroportuário | 10 |
| Dados do Aeródromo | 12 |
| Auxílios Visuais para Navegação | 13 |
| Área de Segurança de Fim de Pista (RESA) | 16 |
| Contexto, Problema e Objetivos | 19 |
| Estudos sobre Dimensões de RESA | |
| Comparativo Internacional | 20 |
| Revisão da Literatura Relacionada a Runway Excursion | 20 |
| Situação da Infraestrutura Brasileira quanto à implantação de RESA | 27 |
| Alternativas de Regulação | 33 |
| Avaliação das Alternativas | 35 |
| Considerações Gerais sobre a Alternativa Ótima | |
| INSTRUÇÃO PROCESSUAL | 70 |
| CONCLUSÃO | 71 |
| Referências bibliográficas | |

INTRODUÇÃO

A partir do estudo consolidado no âmbito da Nota Técnica nº 6/2018/GTNO-SIA/GNAD/SIA (SEI nº 1434053), defendeu-se a existência de nível de segurança sobredimensionado com relação aos parâmetros de edificação de aeródromos e respectivas instalações necessários à realidade brasileira, tendo em vista a incorporação integral das recomendações constantes do Anexo 14, Vol. I, à Convenção de Aviação Civil Internacional. A presente Justificativa tem por objetivo apresentar proposta de revisão do RBAC que concretiza a reavaliação dos requisitos sobredimensionados quanto aos elementos de infraestrutura “Pátio de Aeronaves”, “Complexo Aeroportuário” e “RESA”.

Os documentos e processos mencionados na presente Justificativa podem ser acessados pela ferramenta pesquisa pública de processos da ANAC, disponível neste [link](#) ou no sítio eletrônico da ANAC (<https://www.anac.gov.br>). Os principais documentos da proposta (nota técnica, formulário de análise, minutas, planilhas de referência e outros) encontram-se no **Processo nº 00058.005650/2019-02**.

RELATÓRIO

A Agenda Regulatória da ANAC para o biênio 2019-2020, definida pela Portaria nº 3.897, de 18 de dezembro de 2018, dispõe como Tema nº 04 a revisão das características físicas exigidas para a construção de aeródromo previstas no RBAC 154, que constitui o presente projeto normativo.

Trata-se da continuidade do Tema nº 02 da Agenda Regulatória do biênio anterior, de revisão abrangente do regulamento, a partir de discussão já havida durante a deliberação da Emenda nº 02 do RBAC 154.

O projeto então teve seu escopo para a revisão completa do RBAC repartido em tranches, seguindo metodologia *building blocks* adotada no Painel de Projeto e Operações de Aeródromos – *Aerodrome Design and Operations Panel* (ADOP).

De acordo com a programação atualizada, a elaboração das minutas e a realização de audiências públicas estão divididas em duas tranches temáticas:

- a. Tranche A: RWY (*Runway* – Pista de Pouso e Decolagem) e TWY (*Taxiway* – Pista de taxi); e
- b. Tranche B: Complexo Aeroportuário, Pátio de Aeronaves e RESA (Área de Segurança de Fim de Pista)

Os temas da Tranche A, que constitui o processo 00058.539457/2017-09, foram objeto da Nota Técnica nº 21/2018 (SEI nº [2247204](#)), sendo aquela proposta normativa submetida a audiência pública de trinta dias até 5/12/2018 (AP nº 23/2018), e que ora se encontra e em vias de ser submetida à deliberação final da Diretoria. A mesma nota técnica supracitada contextualiza o projeto, no tópico “Análise”, com um histórico detalhado do surgimento do RBAC nº 154 e da evolução da aplicação dos requisitos técnicos pela ANAC, abordando ainda comparativo internacional sobre a matéria. Também é apresentada a relação do RBAC com os demais regulamentos técnicos aplicáveis aos aeródromos que também se encontram em fase de revisão na SIA.

Ainda ao longo do desenvolvimento da proposta da Tranche A, constatou-se a oportunidade de se inserir, no espectro temático da Tranche B, os estudos desenvolvidos pela SIA, aderentes ao escopo do presente projeto, atinentes a dimensões de RESA.

Mais recentemente, com o amadurecimento dos trabalhos referentes às tranches do projeto, que andavam em paralelo dentro de um mesmo processo normativo, verificou-se a necessidade de que elas fossem destacadas em dois processos diversos com vistas a facilitar seu gerenciamento. Vale observar que, como cada tranche implica trâmite próprio, em que pese ambas fizessem parte do mesmo projeto normativo de revisão do RBAC 154 - Tema nº 04 da Agenda Regulatória, justificava-se a criação de novo processo SEI para tratar exclusivamente da Tranche B.

Nesse sentido, em despacho datado de 18/02/2019 (SEI [2689406](#)), determinou-se a abertura do presente processo (00058.005650/2019-02) com a finalidade de instruir o processo normativo referente à revisão do RBAC 154 – Tranche B (Elementos: Pátio de Aeronaves, Complexo Aeroportuário e RESA), que passou então a receber toda a documentação referente a esta tranche do projeto e que compartilha dos documentos até hoje incluídos naquele processo já citado (00058.539457/2017-09), referente à Tranche A. Vale notar, também, que ambos os processos permanecem entre si relacionados.

ANÁLISE

A. Estratégias regulatórias

Observado o contexto regulatório de outros países e a estratégia descrita na fase de estudos do presente projeto (NT nº 6 /2018/GTNO-SIA/GNAD/SIA - SEI 1434053) e FAPAN preliminar (SEI nº 1697658), cabe recapitular a estratégia regulatória proposta pela equipe de projeto, executada na Tranche A, para efetivação da alteração do RBAC nº 154 que consiste a Tranche B.

A partir do problema regulatório apontado na fase de estudos, de sobredimensionamento dos requisitos para projeto de aeródromos em função da opção da Agência de adoção da maior parte das recomendações previstas no Anexo 14 da Convenção de Aviação Civil Internacional, propôs-se a utilização de requisitos por desempenho, requisitos como métodos preferenciais, assim como eventuais recomendações (que não fixam comando obrigatório, mas representam as práticas que a ANAC entende como desejáveis para o aumento da segurança e da eficiência das operações, merecendo os melhores esforços dos administrados para a sua consecução).

Na fase de desenvolvimento do projeto, após a avaliação de cada bloco temático de recomendações do Anexo 14 com relação a pátio de aeronaves, complexo aeroportuário, e RESA, foram traçadas como alternativas regulatórias a adoção de 4 novos modelos de requisitos, quais sejam:

- Requisito de desempenho atrelado a meio preferencial de atendimento previsto no Apêndice G (conteúdo de futura IS)
- Requisito de desempenho (meio de atendimento não previsto em Apêndice ou IS, aberto à solução técnica do operador)
- Requisito de desempenho aplicado quando provida a instalação (condicionada à opção do operador ou ao contexto operacional)
- Recomendação (implementação não exigida, mas recomendada como boa prática ou referência de eficiência para as operações)

A) Requisito de desempenho atrelado a meio preferencial de atendimento previsto no Apêndice G (conteúdo de futura IS). Nesta categoria, o requisito passa a prever o objetivo do elemento de infraestrutura ou de suas características, atrelado aos perigos que devem ser mitigados por meio das especificações do projeto da infraestrutura. Os parâmetros prescritivos anteriormente fixados no RBAC passam a compor o Apêndice G, transitoriamente, o qual será gradualmente substituído à medida que forem aprovadas Instruções Suplementares contendo as referências técnicas previstas no Apêndice e orientações adicionais e materiais complementares destinados a facilitar a compreensão por parte do operador acerca dos requisitos estabelecidos no RBAC e a divulgar as melhores práticas identificadas pela ANAC para a infraestrutura aeroportuária.

Seguindo os modelos de IS adotados para as regras do Serviço de Prevenção, Salvamento e Combate a Incêndio em Aeródromos Civis (SESCINC), que passarão a integrar o corpo do RBAC nº 153, as IS previstas para o RBAC nº 154 contemplarão três espécies de disposição:

5.1.1. Os itens que detalham o cumprimento de requisito trazem, no início do parágrafo, a notação “FC” (Forma de Cumprimento), seguida do parágrafo do RBAC a que correspondem. Sua observância é obrigatória, mas pode o administrado submeter à aprovação da Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária (SIA) – previamente à sua adoção – meio ou procedimento alternativo, na forma prevista na Resolução ANAC nº 30, artigo 14, §§ 1º e 2º;

5.1.2. Os itens que se iniciam com a notação “Recomendação”, apesar de não trazerem comando obrigatório, representam as práticas que a ANAC entende como desejáveis para o aumento da segurança e da eficiência das operações, merecendo os melhores esforços dos administrados para a sua consecução;

5.1.3. Os demais itens trazem orientações e esclarecimentos – algumas vezes com exemplos – para o melhor entendimento das normas do RBAC.

(termos do tópico 5 das propostas de IS inseridas nos autos do Processo nº 00058.004482/2018-49)

De acordo com o art. 14 da Resolução nº 30, de 21 de maio de 2008, o cumprimento de requisitos de RBAC por parte dos operadores poderá ocorrer, nos casos em que houver IS aprovada pela Agência, por meio da adoção dos procedimentos e detalhamentos da IS ou por meio da apresentação de “meio ou procedimento alternativo devidamente justificado, exigindo-se, nesse caso, a análise e concordância expressa do órgão competente da ANAC” (§ 1º e incisos).

Quando editadas as IS do RBAC nº 154, os parâmetros que na presente categoria são realocados no Apêndice G do regulamento serão previstos como “FC” (Forma de Cumprimento) e considerados de antemão suficientes para atendimento ao RBAC. Nas hipóteses em que o operador proponha solução técnica distinta, o meio alternativo será previamente avaliado pela equipe da Superintendência e será aprovado caso garanta nível de segurança equivalente ou superior ao fixado no requisito. Enquanto não aprovado meio alternativo, valem as disposições do RBAC nº 154 complementadas pelas especificações da IS.

Durante a fase de transição normativa (parâmetros transferidos para o Apêndice G enquanto não editadas as instruções suplementares), as disposições do Apêndice G servirão como referência na análise técnica das solicitações de homologação, alteração cadastral e demais procedimentos em que nova instalação ou modificação em instalação existente. No processo de certificação, considerando as disposições transitórias estabelecidas na Seção 154.601 do RBAC (provenientes da Decisão nº 134, de 2014), as disposições do Apêndice G também serão tidas como referência na avaliação, não impedindo a adoção de outras soluções técnicas compatíveis. Nos procedimentos de vigilância continuada, tendo em vista o foco em aspectos operacionais, a infraestrutura apenas é avaliada sob o foco da manutenção das condições já chanceladas pela Agência (avaliadas anteriormente nos citados processos de homologação, certificação e alteração cadastral). Portanto, as alterações ora propostas não afetam diretamente a parte de vigilância.

Assim, considerando que os apêndices do RBAC nº 154 “contêm materiais complementares aos requisitos estabelecidos nas Subpartes com o propósito de orientar sua aplicação” (154.5(e)), os parâmetros previstos no Apêndice G ora ampliado não serão considerados de cumprimento obrigatório, mas serão utilizados como melhor prática e referência para avaliação das instalações dos aeródromos. Eventuais desvios com

relação a estes parâmetros serão avaliados caso a caso pela Superintendência, de modo que a solução técnica proposta pelo operador seja aprovada nos casos em que o desempenho previsto no requisito do RBAC nº 154 seja atendido. Não serão necessários, portanto, os instrumentos de isenção ou nível equivalente de segurança operacional previstos no RBAC nº 11 e na Instrução Normativa nº 107, de 21 de outubro de 2016.

B) Requisito de desempenho (meio de atendimento não previsto em Apêndice ou IS, aberto à solução técnica do operador). Considerando as especificidades técnicas expostas no Quadro Comparativo de Alterações (SEI 2721521), para as disposições que passam a prever requisito de desempenho sem detalhamento, as soluções técnicas propostas por operadores são também avaliadas nos processos de homologação, certificação e alteração cadastral com foco na garantia de mitigação dos perigos descritos no requisito ou no padrão de desempenho definido. Parâmetros prescritivos eventualmente utilizados como referência em outras disposições do RBAC são considerados desnecessários, ficando a cargo do operador e da ANAC a definição caso a caso do nível aceitável de segurança.

C) Requisito de desempenho aplicado quando provida a instalação (condicionada à opção do operador ou ao contexto operacional). Para os casos em que não poderia ser definida de antemão a necessidade de implementação de determinada instalação, foram revisados os requisitos de modo que passem a fixar o desempenho necessário caso haja a condição de risco. Tomando-se como exemplo a provisão de áreas de operação de rádio-altímetro (154.215), o RBAC passa a fixar o desempenho a ser atingido quando for necessária a implementação de tal elemento de infraestrutura. A decisão pela implementação é do operador de aeródromo em atenção às condições do aeródromo (a exemplo da complexidade da infraestrutura, condições climáticas) e ao nível de exigência das aeronaves e procedimentos no aeródromo, de modo que o operador de aeródromo, em coordenação com os operadores aéreos, fará análise de risco e conveniência. Quando provida a instalação, aplicam-se os parâmetros de desempenho conforme alternativas A) e B), podendo haver no Apêndice os parâmetros considerados pela ANAC como melhores práticas para a instalação.

D) Recomendação (implementação não exigida, mas recomendada como boa prática ou referência de eficiência para as operações). No caso de disposições unicamente recomendadas, o RBAC preverá no Apêndice os parâmetros de eficiência ou melhores práticas para elevação da segurança operacional além dos níveis mínimos assegurados pelos requisitos no corpo do RBAC (subpartes). A não observância por parte dos operadores não será considerado impeditivo para homologação, certificação e operação, entendendo-se que o operador, no entanto, deverá empreender os melhores esforços na implementação das recomendações.

O Quadro Comparativo de Alterações, anexo a esta nota técnica (SEI 2721521), divide as propostas de alteração normativa entre as quatro categorias listadas.

Do exposto, em função da análise contida no Quadro Comparativo de Alterações, que partem das recomendações do Anexo 14 para os elementos Pátio de Aeronaves, Complexo Aeroportuário e RESA avaliadas à luz da experiência de especialistas em regulação da SIA, passa-se às soluções normativas propostas no âmbito de cada um dos temas que compõe a Tranche B da, de emenda ao RBAC 154, as quais constam resumidas nos quadros a seguir.

| Pátio de Aeronaves | | |
|----------------------------|-----------------------------|---|
| Referência Anexo 14 | Dispositivos do RBAC | Solução Adotada |
| 5.2.1.5 | 154.303(a)(2)(iv) | A) Requisito de desempenho atrelado a meio preferencial de atendimento previsto no Apêndice G (conteúdo de futura IS) |
| 5.2.13.3 a 5.2.13.12 | 154.303(m)(3) | A) Requisito de desempenho atrelado a meio preferencial de atendimento previsto no Apêndice G (conteúdo de futura IS) |
| 3.13.2 | 154.225(b) | B) Requisito de desempenho (meio de atendimento não previsto em Apêndice ou IS, aberto à solução técnica do operador) |
| 3.13.4 e 3.13.5 | 154.225(d) | |
| 5.3.25.7 | 154.305(dd)(2)(vi) | C) Requisito de desempenho aplicado quando provida a instalação (condicionada à opção do operador ou ao contexto operacional) |
| 3.13.3 | 154.225(c) | D) Recomendação (implementação não exigida, mas recomendada como boa prática ou referência de eficiência para as operações) |
| 5.3.27.7 | 154.305(ff)(3)(v) | D) Recomendação (implementação não exigida, mas recomendada como boa prática ou referência de eficiência para as operações) |

| Complexo Aeroportuário | | |
|-------------------------------|-----------------------------|---|
| Referência Anexo 14 | Dispositivos do RBAC | Solução Adotada |
| 5.1.1.3 | 154.301(a)(3) | B) Requisito de desempenho (meio de atendimento não previsto em Apêndice ou IS, aberto à solução técnica do operador) |
| 5.4.1.2 | 154.307(a)(1)(ii) | C) Requisito de desempenho aplicado quando provida a instalação (condicionada à opção do operador ou ao contexto operacional) |
| 5.4.3.9 | 154.307(c)(1)(ix) | |
| 8.3 | 154.505(a) | |
| 1.6 | 154.13(a) e 154.13(b) | D) Recomendação (implementação não exigida, mas recomendada como boa prática ou referência de eficiência para as operações) |

| RESA | | |
|----------------------------|---|---|
| Referência Anexo 14 | Dispositivos do RBAC | Solução Adotada |
| 3.5.3. a 3.5.6. | 154.209(b) e 154.601(e); Seção G.7 Apêndice G. | A) Requisito de desempenho atrelado a meio preferencial de atendimento previsto no Apêndice G (conteúdo de futura IS) |

B. Pátio de Aeronaves

Dentro do escopo do presente projeto normativo, a reavaliação dos requisitos relacionados ao tema Pátio de Aeronaves dispostos no RBAC 154 constam da SUBPARTE C – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS e da SUBPARTE D - AUXÍLIOS VISUAIS PARA NAVEGAÇÃO do regulamento.

B.1. Características Físicas

Acerca das características físicas, inicia-se pela previsão de obrigatoriedade de existência de pátio de aeronaves disposta no RBAC 154, especificamente em seu parágrafo 154.225(a). Verifica-se, contudo, que a existência dos pátios de aeronaves decorre naturalmente da necessidade de acomodação de aeronaves para processamento de passageiros, cargas ou mala postal, bem como dos serviços de rampa prestados não sendo, portanto, requerida especificação para tal no regulamento.

Já no que concerne ao tamanho do pátio de aeronaves e, partindo-se da premissa de que o dimensionamento da área do pátio deve considerar, além das dimensões das aeronaves e afastamentos entre aeronaves e objetos, as necessidades operacionais dos equipamentos e veículos de apoio (reboques, caminhões de abastecimento, entre outros) e de combate a incêndio em caso de atendimento à aeronave na posição de estacionamento, verifica-se que se trata de requisito de desempenho.

Ou seja, por a área total do pátio de aeronaves consistir em requisito de desempenho, cujo meio de atendimento é aberto à solução técnica do operador, propõe-se que a redação do parágrafo 154.225(b) seja adequada nesses termos.

Cabe lembrar que o dimensionamento da área do pátio deve considerar, além das dimensões das aeronaves e afastamentos entre aeronaves e objetos, as necessidades operacionais dos equipamentos e veículos de apoio (reboques, caminhões de abastecimento, entre outros) e de combate a incêndio em caso de atendimento à aeronave na posição de estacionamento.

E, desta forma, entende-se necessário prever que toda a envergadura da aeronave esteja dentro da área do pátio e que haja espaço adequado para movimentação segura dos demais veículos e aeronaves.

Da mesma sorte, os requisitos de declividades em pátios de aeronaves, dispostos no parágrafo 154.225(d) devem ser readequados por também serem entendidos como de desempenho. vez que possuem objetivos específicos atrelados à drenagem e ao controle direcional das aeronaves durante o percurso até a posição de estacionamento e das operações de reboque das aeronaves. E, nesse sentido, entende-se que se trata de requisito de desempenho.

Assim, entende-se ser possível a adoção de mecanismos de aceitação de projetos com gradientes distintos dos estabelecidos no Anexo 14 (itens 3.13.4 a 3.13.5) a partir de análises técnicas aplicáveis.

E, quanto aos requisitos atinentes à resistência do pavimento nos pátios de aeronaves, dispostos no parágrafo 154.225(c) do RBAC 154, entende-se que seu conteúdo deva ser tratado como recomendação, de implementação não exigida, mas recomendada como boa prática ou referência de eficiência para as operações.

Por premissa de projeto deste tipo de infraestrutura destinada a manobra e estacionamento das aeronaves, cada parte do pátio deve possuir resistência suficiente para suportar o tráfego de aeronaves, ainda que em situações de operação com sobrecarga, conforme prevê o RBAC 153, no item 153.103 - Condição operacional para a infraestrutura disponível.

Desta forma, o disposto no parágrafo não se traduz em requisito, mas é apenas uma orientação para o projeto do pátio quanto ao dimensionamento da estrutura do pavimento. Entende-se, portanto, que o conteúdo deste parágrafo deve ser convertido em NOTA, uma vez que, conforme o parágrafo 154.5(b) do

RBAC 154, as “NOTAS” existentes neste regulamento fornecem informações adicionais, mas não constituem requisitos e, portanto, não têm caráter obrigatório.

Ademais, cumpre mencionar que tal leitura é corroborada pelo disposto na seção *Foreword* do Anexo 14, Vol I, 8ª ed., dispondo que “*Notes included in the text, where appropriate, to give factual information or references bearing on the Standards or Recommended Practices in question, but not constituting part of the Standards or Recommended Practices.*”

B.2. Auxílios visuais para navegação

As sinalizações horizontais em pátios de aeronaves têm por objetivo prover informações essenciais aos pilotos por meio da localização e características de tamanho e cor. Além disso, contribuem para a eficiência e segurança operacional das aeronaves e demais veículos. Por estas razões, a padronização é muito importante.

No que concerne aos auxílios visuais para a navegação, os parágrafos passíveis de readequação tratam das características da sinalização horizontal de posição de pista de táxi, de área de giro na pista de pouso e decolagem e de posição de estacionamento de aeronaves (parágrafo 154.303(a)(2)(iv). Especificamente, o parágrafo 154.303(m)(3) trata de estacionamento de aeronaves, enquanto os parágrafos 154.305(dd)(2)(vi) e 154.305(ff)(3)(v) das características do sistema de orientação visual de estacionamento.

Nesse sentido, entende-se necessário definir no parágrafo 154.303(m)(3) os requisitos mínimos para os elementos que podem ser utilizados na sinalização horizontal de posição de estacionamento, a saber: identificação da posição de estacionamento, linha de entrada, barra de virada, linha de virada, barra de alinhamento, linha de parada e linha de saída. Ainda, faz-se necessário definir os requisitos para uso dos elementos e configuração do conjunto de sinalizações horizontais em pátio de aeronaves em uma Instrução Suplementar específica sobre o tema.

Portanto, por se entender que a definição das características da sinalização horizontal de posição de estacionamento de aeronaves se trata de requisito de desempenho atrelado a meio preferencial de atendimento a ser previsto no Apêndice G e conteúdo de futura Instrução Suplementar, propõe-se a adequação do citado parágrafo nos termos do escopo desta proposta normativa.

Acerca da cor da sinalização horizontal de pista de táxi, de pista de táxi de acesso ao estacionamento de aeronaves, de área de giro na pista de pouso e decolagem e de posição de estacionamento de aeronaves prevista no parágrafo 154.303(a)(2)(iv), entende-se que, conforme proposto em referências internacionais, o emprego de outras cores que não o amarelo (laranja e azul, por exemplo) pode ser eficaz para o gerenciamento de tráfego de aeronaves em pátios de estacionamento que possuam pistas de táxi de acesso ao estacionamento de aeronaves paralelas e de uso excludente. E, nesse sentido, entende-se necessário adequar o texto do regulamento que dispõe os requisitos de cor, além de dispor a previsão de orientações em Instrução Suplementar sobre a utilização de outras cores em pistas de táxi de acesso ao estacionamento de aeronaves.

A seu turno, verificou-se que os requisitos sobre as características do sistema de orientação visual de estacionamento, da forma como ora consta do RBAC 154, apresentam incompatibilidade com o requisito subsequente, RBAC 154.305(dd)(2)(vii), que prevê justamente o caso da operação seletiva vedada pelo primeiro requisito:

RBAC 154.305(dd)(2)(vii)

“(vii) Se uma operação seletiva for necessária para preparar o sistema para o uso de um determinado tipo de aeronave, o sistema deve fornecer uma identificação para o tipo de aeronave selecionado, tanto para o piloto quanto para o operador do sistema, como uma forma de garantir que o sistema tenha sido apropriadamente configurado.”

Por esta razão, entende-se necessário readequação do texto RBAC 154 com vistas a proceder sua supressão.

Já quanto às luzes de orientação de manobras de estacionamento de aeronaves, entende-se que o requisito disposto no parágrafo 154.305(ff)(3)(v) é, na verdade, uma recomendação do Anexo 14 e, desta forma, o sistema de luzes de orientação de manobras de estacionamento de aeronaves pode ser empregado tanto com como sem a funcionalidade especificada. Como, contudo, no RBAC 154 atual esse item é obrigatório, só se pode implantar as luzes de orientação de manobras de estacionamento de aeronaves caso ele conte com esta funcionalidade. Por esta razão, entende-se que informações mais aprofundadas sobre o sistema, seus possíveis arranjos e funcionalidades podem ser fornecidas em Instrução Suplementar, devendo o requisito ser suprimido do regulamento.

Por fim, verificou-se, no atinente à Figura D-6 disposta na seção 154.303 do RBAC 154, intitulada "Sinalização horizontal de pista de táxi (exibida em conjunto com a sinalização horizontal básica de pista de pouso e decolagem)", que a separação entre as linhas de eixo das pistas de pouso e decolagem e de táxi que nela se encontra disposta não é referenciada no texto do regulamento, sendo explicitada apenas na NBR 10.855. Assim, de modo a dar mais clareza a essa dimensão e ao que ela se reporta, propõe-se a inclusão de um detalhe na Figura D-6 para facilitar a sua visualização.

C. Complexo Aeroportuário

A reavaliação dos requisitos relacionados ao tema Complexo Aeroportuário dispostos no RBAC 154, dentro do escopo do presente projeto normativo, constam da SUBPARTE B - DADOS DO AERÓDROMO e da SUBPARTE D - AUXÍLIOS VISUAIS PARA NAVEGAÇÃO do regulamento.

C.1) Dados do aeródromo

Aqui a questão colocada diz respeito aos requisitos atinentes ao código de referência do aeródromo, dispostos nos parágrafos 154.13(a) e 154.13(b) do RBAC 154, e cujo conteúdo se entende que deva ser tratado como recomendação, de implementação não exigida, mas recomendada como boa prática ou referência de eficiência para as operações.

Desta forma, por se entender que o disposto nos parágrafos acima não se traduz em requisito, senão orientação sobre o código de referência de aeródromo, avalia-se que que seu conteúdo deve ser convertido em NOTA, uma vez que seu teor traz somente informações de suporte à aplicação dos demais requisitos ao longo do Regulamento.

E, por oportuno, torna-se a mencionar o parágrafo 154.5(b) do RBAC 154, sobre as “NOTAS” existentes no RBAC 154, e a seção *Foreword* do Anexo 14, Vol I, 8ª ed.

C.2. Auxílios visuais para navegação

Quanto aos auxílios visuais para navegação referentes ao Completo Aeroportuário, inicia-se pela previsão, disposta no RBAC 154, de sistemas de monitoramento da condição operacional das luzes. Sinalizações verticais de localização possuem a importante função de, onde necessário, definir de forma inequívoca uma posição (localização) na área de movimento dos aeroportos.

Conforme tabela de aplicabilidade do RBAC 153 vigente, a seção 153.109 Sistema de Orientação e Controle da Movimentação no Solo (SOCMS) é mandatória para aeroportos classes III e IV. E, assim, entende-se que a aplicabilidade dos requisitos por classes de aeródromos, conforme se organiza o RBAC 153 é mais adequada para garantir a proporcionalidade de atendimento ao parágrafo 154.307(c)(1)(ix) pelo regulado, vez que os requisitos da seção RBAC 154.505 Monitoramento já são contemplados no RBAC 153.201 e 153.219 Manutenção Aeroportuária, conforme segue:

RBAC 153.201 Sistema de manutenção aeroportuária

(...)

(b) O sistema de manutenção aeroportuária deve ser estruturado em programas que abordem as seguintes áreas:

(...)

(5) auxílios visuais;

(...)

(c) Cada programa de manutenção elencado no parágrafo 153.201(b) deve conter processos contínuos de:

(1) monitoramento;

(2) manutenção preventiva; e

(3) manutenção corretiva.

(Grifou-se)

RBAC 153.219 Sistema elétrico

(a) O operador de aeródromo deve manter o sistema elétrico em condições operacionais, objetivando:

(1) o correto funcionamento de todos os equipamentos alimentados;

(2) a continuidade da alimentação dos equipamentos essenciais à navegação aérea.

(...)

(c) O operador de aeródromo deve atender ao estabelecido no parágrafo 153.219(a) e aos seguintes requisitos:

(1) manter a entrada de energia secundária de forma a atender ao estabelecido na Tabela F-1 do RBAC nº 154

Contudo, entende-se necessária a manutenção do parágrafo 154.505(a)(2) que trata de aspectos de projeto do sistema elétrico em si e não de procedimentos de manutenção que possam vir a ser adotados na garantia da integridade do sistema.

Passa-se agora ao indicador de direção de vento, disposto no parágrafo 154.301(a)(3) do RBAC 154. O objetivo da biruta é indicar a velocidade e direção do vento. O equipamento é projetado de modo que uma estrutura metálica mantenha o cone aberto na sua maior extremidade para que o ar flua até a abertura menor. Desta forma, a orientação do cone ajudará a identificar a direção e o formato auxiliará na estimativa da velocidade do vento.

Desta forma, entende-se necessário estabelecer o desempenho esperado do equipamento ao invés de se determinar de forma prescritiva as dimensões do cone, uma vez que o item atual não prevê especificações para o tipo de tecido a ser utilizado.

Adicionalmente, como as condições de visibilidade e contraste são específicas para cada aeródromo, não há prescrição de tamanho ou cor, uma vez que, por se tratar de um auxílio visual à navegação, o indicador deve ser claramente visível e compreensível pelo piloto quando da realização de circuito de tráfego visual padrão.

Destarte, pelo fato de o indicador de direção de vento consistir em requisito de desempenho, cujo meio de atendimento é aberto à solução técnica do operador, propõe-se que a redação do parágrafo 154.301(a)(3) seja adequada nesses termos.

No que se refere aos requisitos de sinalização vertical de mensagem variável (parágrafo 154.307(a)(1)(ii)), tem-se que o objetivo principal da sinalização vertical é indicar uma instrução obrigatória, uma informação sobre uma localização ou destino específico em uma área de movimento. Contudo, dependendo das necessidades específicas de orientação do piloto quando da movimentação da aeronave em solo, pode ser relevante fornecer outras informações no âmbito do Sistema de Orientação e Controle da Movimentação no Solo (SOCMS) do aeródromo.

No Anexo 14, Vol I, 8ª ed. o item 5.4.1.2 b) faz referência ao item 9.8.1 (que trata do SOCMS) enquanto que, no RBAC, o parágrafo 154.307(a)(1)(ii)(B) faz referência ao parágrafo 154.303(p) (que trata da sinalização horizontal de instrução obrigatória). Desta forma, entende-se adequado o vínculo do parágrafo às necessidades específicas do SOCMS, constituindo requisito de desempenho aplicado quando provida a instalação, condicionada à opção do operador ou ao contexto operacional.

Solução similar deve ser adotada quanto aos requisitos do RBAC 154 de sinalização vertical de localização em posições intermediárias de espera (parágrafo 154.307(c)(1)(ix)).

Sinalizações verticais de localização possuem a importante função de, onde necessário, definir de forma inequívoca uma posição (localização) na área de movimento dos aeroportos. E, conforme tabela de aplicabilidade do RBAC 153 vigente, a seção 153.109 Sistema de Orientação e Controle da Movimentação no Solo (SOCMS) é mandatória para aeroportos classes III e IV.

Entende-se que a aplicabilidade dos requisitos por classes de aeródromos, conforme se organiza o RBAC 153 é mais adequada para garantir a proporcionalidade de atendimento ao item 154.307(c)(1)(ix) pelo regulado.

D. Área de segurança de fim de pista (RESA)

Inicialmente, cabe esclarecer que, devido à especificidade de assunto, entende-se necessário lançar mão, aqui, de uma análise mais aprofundada sobre as questões relacionadas às dimensões de RESA dentro do escopo da presente proposta normativa de revisão do RBAC 154, bem como pormenorizar e incorporar a este processo os estudos técnicos sobre a matéria levados a cabo no âmbito da SIA.

D.1. Contexto, problema e objetivos

Conforme estabelece o Anexo 14 à Convenção da Aviação Civil Internacional (CACI), um Estado membro deve considerar como obrigatória a instalação de uma Área de Segurança de Fim de Pista (Runway End Safety Area – RESA) após a faixa de pista de toda pista de pouso e decolagem onde o número de código seja 3 ou 4 e onde o número de código seja 1 ou 2 e a pista se destine a operações por instrumento. Adicionalmente, há a recomendação de que seja prevista a instalação também para pistas de número de código 1 ou 2 que se destinem exclusivamente a operações visuais.

Em tradução direta do conteúdo do Anexo 14, a atual redação do RBAC 154 (Emenda 5) define Área de Segurança de Fim de Pista (Runway End Safety Area - RESA) como: “(...) a área simétrica ao longo do prolongamento do eixo da pista de pouso e decolagem e adjacente ao fim da faixa de pista, utilizada primordialmente para reduzir o risco de danos a aeronaves que realizem o toque antes de alcançar a cabeceira (undershoot) ou que ultrapassem acidentalmente o fim da pista de pouso e decolagem (overrun)”.

Como é possível se depreender diretamente da leitura da definição, o racional que suporta a previsão de implantação de RESA considera sua existência como uma medida mitigadora das consequências de um evento de saída de pista ou pouso anterior à cabeceira. Para atendimento a essa finalidade, são características relevantes dessa área: as dimensões, a inexistência de objetos que possam pôr em risco as operações de aeronaves, a limpeza e nivelamento da área, a declividade e a resistência. De fato, são exatamente essas as características objeto de regulação.

A Organização Internacional da Aviação Civil (OACI) prevê no Anexo 14, Vol. 1, os requisitos e recomendações quanto ao projeto e operações em aeródromos (*Standards and Recommended Practices - SARPs*). Na Emenda mais recente deste documento, 8ª edição, de julho de 2018, os padrões e recomendações referentes às características físicas de uma RESA estão previstas na seção 3.5. No que toca a não existência de objetos, limpeza e nivelamento, os dispositivos são recomendações genéricas, aplicáveis a qualquer aeródromo. No que diz respeito à declividade, de forma similar aos dispositivos referentes a faixa de pista, o Anexo 14 prevê como recomendação a não violação das superfícies de aproximação e decolagem, referência de valores máximos de declividade, bem como mudanças graduais

de declividades. Quanto à resistência, prevê como recomendação que uma RESA seja construída ou preparada de forma a reduzir o risco de danos a uma aeronave que venha a realizar o toque antes da pista ou ultrapassar o fim da pista, aumentando a desaceleração e também facilitando a movimentação de veículos e equipes de salvamento e combate a incêndio.

Quanto às dimensões de RESA, o Anexo 14 considera variações de acordo com o número de código de referência e o tipo de operação. Como padrão (*standard*) para número de código 3 e 4, independentemente do tipo de operação, e número de código 1 e 2, para pistas com operação por instrumento, há a previsão de uma RESA com extensão mínima de 90 m (a contar do final da faixa de pista, no prolongamento do eixo longitudinal) e largura igual ou superior ao dobro da largura da pista associada (conforme itens 3.5.1., combinado com 3.5.3. e 3.5.5.). Entretanto, como recomendação (*recommended practices*), considera os valores de 240 m de extensão para número de código 3 e 4, de 120 m para número de código 1 e 2 e a pista for do tipo por instrumento, e de 30 m para número de código 1 ou 2 e operação não instrumento. Da mesma forma, a largura da RESA deveria se estender, quando praticável, até a largura da porção preparada da faixa de pista associada (conforme item 3.5.6.). Para melhor visualização, essas SARPS relacionadas a RESA estão consolidadas no Quadro 1:

Quadro 1 - SARPS OACI relacionadas a RESA

| Característica | Padrão | Recomendação |
|-----------------------|--|--|
| Dimensão | Extensão: 90 m de extensão para todas as pistas, com exceção de pistas de número de código 1 e 2 e operação não-instrumento. Largura: Duas vezes a largura da pista associada | Extensão: 240 m para pistas de número de código 3 e 4; 120 m para pistas de número de código 1 e 2 e operação instrumento; 30 m para pistas de número de código 1 e 2 e operação não-instrumento. Largura: Largura da porção preparada da faixa de pista associada. |
| Objetos | - | Qualquer objeto que possa colocar as aeronaves em perigo deve ser considerado como obstáculo e deve, na medida do possível, ser removido. |
| Limpeza e nivelamento | - | Área limpa e nivelada para operação de aeronaves durante saída de pista ou pouso anterior a cabeceira. |
| Declividade | - | Não violação das superfícies de aproximação e decolagem. Declividade longitudinal descendente não superior a 5% e tão gradual quanto praticável. Declividade transversal não superiores a 5% e tão graduais quanto praticável. |

| | | |
|-------------|---|---|
| Resistência | - | Construída ou preparada de forma a reduzir o risco de danos a uma aeronave que venha a realizar o toque antes da pista ou ultrapassar o fim da pista, aumentando a desaceleração e também facilitando a movimentação de veículos e equipes de salvamento e combate a incêndio |
|-------------|---|---|

No Brasil, o RBAC 154, ao importar para o arcabouço regulatório nacional essas SARPS, absorveu como requisito todos os padrões (*standards*), mas também adotou como obrigatórias para novas instalações todas as recomendações (*recommended practices*). Para além disso, o RBAC 154 estabelece, em sua versão atual, Emenda 3, algumas previsões sobre a possibilidade de redução de dimensões no caso de instalação de um sistema de desaceleração e também a possibilidade de obtenção de um nível equivalente de segurança operacional por meio de deslocamento de cabeceiras e redução de distâncias declaradas.

Adicionalmente, as disposições transitórias e finais expressas na Subparte G do RBAC 154, preveem as condições para aplicabilidade dos requisitos dispostos no Regulamento no caso de adequação de infraestrutura existente. No que diz respeito especificamente à RESA, o parágrafo 154.601(e) da seção 154.601 prevê diferentes hipóteses de aplicabilidade dos requisitos. Em suma, esse parágrafo estabelece tratamento diferenciado para instalações já existentes antes da publicação do referido Regulamento, conforme as situações apresentadas no Quadro 2:

Quadro 2 - Situações e Hipóteses para Aplicação de Regras Relativas à RESA

| Hipótese | Regras específicas |
|---|--|
| 154.601(a)(1). Quando a instalação for substituída ou melhorada para acomodar operações mais exigentes ou operações de nova aeronave crítica. | A pista de pouso e decolagem poderá ser mantida com RESA nas mesmas dimensões previstas no respectivo cadastro, devendo ser atendido o disposto nos parágrafos 154.209(c) a 154.209(f), relativos a objetos e resistência. |
| 154.601(a)(2). Quando a ANAC estabelecer prazo para adequação em processo de certificação operacional de aeroporto. | A RESA deverá atender ao disposto nos parágrafos 154.209(c) a 154.209(f), relativos a objeto e resistência, bem como possuir as seguintes dimensões: (i) comprimento igual ou superior a 30 m e largura igual ou superior ao dobro da largura de pista requerida para a aeronave crítica associada, para pistas para operação visual com código de referência de aeródromo 1 ou 2; (ii) comprimento igual ou superior a 90 m e largura igual ou superior ao dobro da largura de pista requerida para a aeronave crítica associada, para pistas com código de referência de aeródromo 3 ou 4 e pistas para operação por instrumento com código de referência de aeródromo 1 ou 2. |

154.601(a)(3). Quando a ANAC estabelecer prazo para adequação em contratos de concessão de aeroportos.

154.601(a)(4). Quando a ANAC estabelecer prazo para adequação em programas específicos de adequação de infraestruturas.

154.601(a)(5). Quando a ANAC estabelecer prazo para adequação em hipóteses comprovadamente excepcionais, diante de elevado risco operacional identificado.

A ANAC poderá estabelecer que a RESA seja parcial ou integralmente adequada ao disposto na seção 154.209;

Verifica-se, portanto, que a regulamentação nacional já prevê a aplicação dos requisitos associados à RESA de forma diferenciada para instalações aeroportuárias já existentes e novas instalações, particularmente quanto às dimensões, possibilitando uma aplicação paulatina e permitindo à ANAC uma adequada margem de atuação para exercício de sua prerrogativa de regular a infraestrutura buscando a segurança das operações aéreas.

No que diz respeito às características de uma RESA que são objeto de regulação, tem-se que, efetivamente, obstáculos, limpeza e nivelamento, declividade e resistência contam com previsões diretas e orientadas a desempenho, com exceção apenas da declividade, que traz valores de referência. No caso dos requisitos sobre declividade, a proposta de emenda ao RBAC referente à Tranche A (00058.539457/2017-09) já endereçou alteração na forma de apresentação desses requisitos, adotando, sempre que possível, uma abordagem voltada à garantia de desempenho aceitável. Assim sendo, esse conjunto de requisitos não compõe o escopo da presente proposta.

Nesse sentido, no que diz respeito à RESA, apresenta-se nesta proposta de revisão a definição de requisitos de dimensão que estejam alinhados com as referências do Anexo 14 e com as melhores práticas adotadas por autoridades de aviação civil de referência no mundo, mas que, ao mesmo tempo, estejam adequados à garantia de níveis de segurança operacional tão altos quanto razoavelmente praticável no contexto do sistema de aviação civil brasileiro.

Dado o problema regulatório esposado ao longo da presente nota técnica, assim como no âmbito da já citada Nota Técnica nº 6/2018/GTNO-SIA/GNAD/SIA (SEI nº 1434053), tem-se o desafio prático de estabelecer uma regulamentação de segurança operacional que seja compatível com a realidade nacional, na qual praticamente todas as principais pistas de pouso e decolagem tiveram sua construção em data anterior à publicação do RBAC 154 e a maior parte dessas foram construídas ainda antes da publicação das próprias referências do Anexo 14. Frente a esse cenário, há de ser considerado também que a grande parte da movimentação de passageiros e aeronaves atualmente ocorre em aeródromos com RESA instalada, resultado de induções regulatórias derivadas do processo de certificação operacional de aeroportos e do programa de concessões.

À luz dessas considerações, o objetivo geral perseguido foi estabelecer referências de dimensões de RESA que promovam um nível de segurança tão alto quanto razoavelmente praticável, enquanto alinhados com os padrões estabelecidos pela OACI, práticas internacionais, e adequadas à realidade da infraestrutura aeroportuária no país. Para tanto, os seguintes objetivos específicos foram considerados:

- **Objetivo Específico 1:** Identificar e descrever as práticas regulatórias atuais adotadas por uma amostra representativa das autoridades de aviação civil responsáveis por mercados significantes e semelhantes ao porte do mercado brasileiro.
- **Objetivo Específico 2:** Identificar as principais evidências e achados relacionados à ocorrência de acidentes e incidentes aeronáuticos do tipo excursão de pista, por meio de análise da literatura representativa do estado-da-arte sobre a matéria.
- **Objetivo Específico 3:** Identificar a situação atual da infraestrutura aeroportuária nacional no tocante à implantação de RESA.
- **Objetivo Específico 4:** Avaliar alternativas considerando a perspectiva da finalidade dos requisitos (segurança operacional), os custos de implantação para o regulado e os custos para monitoramento por parte do regulador.

Nas seções a seguir, apresentam-se os resultados referentes aos objetivos específicos considerados. Assim, na seção D.2, as atuais práticas regulatórias adotadas por autoridades de aviação civil de referência são apresentadas e comparadas, em relação às SAPRs OACI, com a regulamentação brasileira. Em seguida, na seção D.3, são consolidados os principais resultados e achados derivados de uma extensa revisão da literatura especializada sobre o assunto excursão de pista (*runway excursion*). Depois, na seção D.4, explicita-se a situação atual da infraestrutura aeroportuária nacional no tocante à implantação de RESA. Finalmente, na seção D.5, tem-se a apresentação e discussão de alternativas consideradas como soluções possíveis para o problema regulatório identificado, o que inclui uma avaliação comparativa com base em critérios objetivos e consulta a júri de especialistas.

D.2. Estudos sobre dimensões de RESA

D.2.1. Regulamentação sobre RESA: comparativo internacional

Esta seção traz uma síntese das atuais disposições regulamentares referentes à RESA presentes no arcabouço normativo de autoridades de aviação civil responsáveis pela regulação de sistemas relevantes e de complexidade similar ao brasileiro. Para tanto, foram considerados os regulamentos editados pelas seguintes autoridades, representantes de Estados signatários da OACI, as quais são comumente tomadas como referência nos estudos técnicos da ANAC: EASA (*European Agency Safety Aviation*, Comunidade Européia), TCCA (*Transport Canada*, Canada), FAA (*Federal Aviation Administration*, Estados Unidos da América), CAA-UK (*Civil Aviation Authority*, Reino Unido), e CASA (*Civil Aviation Safety Authority*, Austrália).

EASA – União Europeia

De acordo com a 4ª edição do "Certification Specifications and Guidance Material for Aerodromes Design - CS-ADR-DSN", de dezembro de 2017, a instalação de RESA é uma recomendação para aeródromos com pistas de número de código 3 e 4, bem como 1 e 2 destinadas a operação por instrumento, sendo considerado que, apenas quando praticável, se destinariam a pistas de número de código 1 e 2 e operações não-instrumento. Os padrões e recomendações adotados no âmbito da EASA são consolidados no Quadro 3. Em suma, o conteúdo do documento da EASA está alinhado com as SARPs OACI, merecendo destaque o fato de que todas as características associadas a RESA são apresentadas como recomendações.

Quadro 3 - Padrões e Recomendações EASA relacionadas a RESA

| Característica | Padrão | Recomendação |
|-----------------------|---------------|--|
| Dimensão | - | Extensão: 240 m para pistas de número de código 3 e 4; 120 m para pistas de número de código 1 e 2 e operação instrumento; 30 m para pistas de número de código 1 e 2 e operação não-instrumento. Largura: Duas vezes a largura da pista associada e, quando praticável, a largura da porção preparada da faixa de pista associada. |
| Objetos | - | Remoção de qualquer objeto que possa ser considerado obstáculo |
| Limpeza e nivelamento | - | Área limpa e nivelada para operação de aeronaves durante saída de pista ou pouso anterior a cabeceira. |
| Declividade | - | Não violação das superfícies de aproximação e decolagem. Declividade longitudinal descendente não superior a 5% e tão gradual quanto praticável. Declividade transversal não superior a 5% e tão gradual quanto praticável. |
| Resistência | - | A RESA deveria possuir uma resistência suficiente para atender ao seu propósito primário, que é reduzir o risco de danos a uma aeronave que venha a realizar o toque antes da pista ou ultrapassar o fim da pista, aumentando a desaceleração e também facilitando a movimentação de veículos e equipes de salvamento e combate a incêndio. |

Transport Canada (TCCA) - Canada

Conforme a 5ª edição do “Aerodromes Standards and Recommended Practices”, de setembro de 2015, são requeridas RESAs com comprimentos mínimos de 150 m, no qual se inclui a porção da faixa de pista além do final da pista (parágrafo 3.2.1.7 do TP312). Nisto, dispensando a porção da faixa de pista além do final da pista de 60 m (parágrafo 3.1.4.3 do TP312) do comprimento total previsto, o comprimento requerido da RESA seria de exatamente 90 m, compatível com o padrão estabelecido no Anexo 14. Os padrões e recomendações adotados no TCCA Canadá são consolidados no Quadro 4.

Quadro 4 - Padrões e Recomendações TCCA relacionadas a RESA

| Característica | Padrão | Recomendação |
|-----------------------|--|---------------------|
| Dimensão | Extensão: 90 m de extensão para todas as pistas de pouso com comprimento superior a 1.200 m; ou que são IFR; ou que operem voos comerciais com aeronaves com mais de 9 assentos. Largura: Duas vezes a largura da pista associada | - |
| Objetos | Livre de objetos, incluindo equipamentos e instalações, a não ser auxílios visuais e navegação aérea, desde que necessários que estejam lá e que satisfaçam os requisitos de frangibilidade | - |
| Limpeza e nivelamento | - | - |
| Declividade | Não haja mudança abrupta de declividade; Tenha declividade adequada para evitar acúmulo de água; Declividade longitudinal e transversal descendentes máxima de 5%. Não violem das superfícies de aproximação e decolagem. | - |
| Resistência | Sob condições secas, deve ter resistência suficiente para reduzir a gravidade dos danos estruturais a aeronave crítica quando ultrapassar a pista ou tiver pouso curto. | - |

Federal Aviation Administration (FAA) – Estados Unidos da América

De acordo com a Advisory Circular AC 150/5300-13A - "Airport Design", atualizada em fevereiro de 2014, para pistas de número de código 3 e 4 são requeridos 304,8 m (1000 pés) de comprimento para área de segurança de pista a contar do fim da pista de pouso e decolagem (tabela 3-5 da AC 150/5300-13A), o que equivaleria uma RESA de 244,8 m de comprimento nas definições previstas no RBAC 154, que considera a faixa de pista como um elemento não pertencente às dimensões da RESA. A largura requerida é de 152,4 m (500 pés). Cabe salientar que tais padrões são mandatórios para aeródromos objeto de certificação e são também considerados para fins da avaliação de projetos custeados por recursos de fundos e programas geridos pelo governo americano.

Comparativamente às SARPs OACI, os padrões da FAA diferem basicamente quanto às dimensões da RESA, por considerar referências apenas um pouco maiores em virtude da utilização do sistema métrico

imperial. Para além disso, o documento da FAA traz um maior detalhamento sobre as formas de cumprimento por meio de sistema de desaceleração (EMAS). As demais características são próximas daquelas estabelecidas no Anexo 14.

Quadro 5 - Padrões e Recomendações FAA relacionadas a RESA

| Característica | Padrão* | Recomendação |
|-----------------------|---|---------------------|
| Dimensão | Extensão: 244,8 m Largura: 152,4 m | - |
| Objetos | Remoção de qualquer objeto que possa ser considerado obstáculo (admitidas exceções a objetos que necessariamente devem estar localizados na área para cumprimento de sua função, com limites de tamanho e frangibilidade definidos no regulamento). | - |
| Limpeza e nivelamento | Área limpa e nivelada, com frenagem capaz de impedir acúmulo de água | - |
| Declividade | Ausência de variações de superfície que possam representar perigo. | - |
| Resistência | Capacidade de suportar equipamentos de remoção de neve, equipamentos de resgate e combate a incêndio em aeródromos e capacidade de suportar a passagem eventual de uma aeronave sem causar danos à aeronave. | - |

*Aplicável para todas as pistas de pouso e decolagem em aeródromos certificados ou financiados por fundos e programas geridos pela FAA

Civil Aviation Authority (CAA) – Reino Unido

De acordo com o documento CAP 168, de janeiro de 2019, a instalação de RESA de comprimento mínimo de 90 m é obrigatória para pistas de pouso e decolagem de número de código 3 e 4 e para pistas de pouso e decolagem de número de código 1 e 2, no caso de operações por instrumento. A largura da RESA é obrigatoriamente de, no mínimo, duas vezes a largura da pista. Os padrões relacionados às demais características são similares às disposições das SARP OACI.

Adicionalmente, recomenda-se a instalação de RESA para pistas de número de código 1 e 2 que atendam operações de aeronaves a jato, com no mínimo 90 m e largura de duas vezes a largura da pista associada. Ainda, recomenda-se RESA de 240 m de comprimento no caso de pistas de número de código 3 e 4 e RESA de 120 m para pistas de número de código 1 e 2, no caso de operações por instrumento. Por fim, recomenda-se que a largura de uma RESA seja igual à largura da faixa de pista associada.

Quadro 6 - Padrões e Recomendações CAA/UK relacionadas a RESA

| Característica | Padrão* | Recomendação |
|-----------------------|----------------|---------------------|
|-----------------------|----------------|---------------------|

| | | |
|-----------------------|---|---|
| Dimensão | <p>Extensão: 90 m de extensão para todas as pistas, com exceção de pistas de número de código 1 e 2 e operação não-instrumento.</p> <p>Largura: Duas vezes a largura da pista associada</p> | <p>Extensão: 240 m para pistas de número de código 3 e 4; 120 m para pistas de número de código 1 e 2 e operação instrumento.</p> <p>Largura: Duas vezes a largura da porção preparada da faixa de pista associada.</p> |
| Objetos | - | Equipamento de navegação área que para o atendimento de sua finalidade tenha a necessidade de serem instalados na RESA deveriam ser construídos de forma a reduzir eventual dano causado às aeronaves que veha a utilizar a RESA. |
| Limpeza e nivelamento | - | - |
| Declividade | - | <p>Não violação das superfícies de aproximação e decolagem.</p> <p>Declividade longitudinal não superiores a 5% e graduais, evitando mudanças abruptas.</p> <p>Declividade transversal não superiores a 5% e graduais, evitando mudanças abruptas.</p> |
| Resistência | - | Construída ou preparada de forma a reduzir o risco de danos a uma aeronave que venha a realizar o toque antes da pista ou ultrapassar o fim da pista, aumentando a desaceleração e também facilitando a movimentação de veículos e equipes de salvamento e combate a incêndio |

Civil Aviation Safety Authority (CASA) – Austrália

Conforme a versão 1.14 do Manual of Standards Part 139, “MOS Part 139: Aerodromes”, compilada em janeiro de 2017, a instalação de RESA de comprimento de 90 m e largura de duas vezes a largura da pista associada são requeridas para pistas de número de código 3 e 4 utilizadas por aeronave de propulsão à jato, enquanto RESA de comprimento de 60 m e idêntica largura são requeridas para as demais pistas. O referido documento traz como recomendação extensões maiores, em conformidade com as práticas recomendadas pela OACI. O Quadro 7 consolida os padrões e recomendações da autoridade australiana.

Quadro 7 - Padrões e Recomendações CASA/Austrália relacionadas a RESA

| Característica | Padrão | Recomendação |
|----------------|--------|--------------|
|----------------|--------|--------------|

| | | |
|-----------------------|---|--|
| Dimensão | <p>Extensão:</p> <p>90 m de extensão para pistas de número de código 3 e 4 e utilizadas por aeronaves à jato.</p> <p>60 m de extensão para todas as demais pistas.</p> <p>Largura:</p> <p>Duas vezes a largura da pista associada</p> | <p>Extensão:</p> <p>240 m para pistas de número de código 3 e 4;</p> <p>120 m para pistas de número de código 1 e 2.</p> <p>Largura:</p> <p>Nihil</p> <p>Obs: Recomendações especialmente para aeroportos internacionais.</p> |
| Objetos | <p>RESA deve estar livre de qualquer objeto que possa ser considerado obstáculo.</p> <p>Equipamento de navegação área que para o atendimento de sua finalidade tenha a necessidade de serem instalados na RESA devem ser de pouca massa e frangíveis.</p> | - |
| Limpeza e nivelamento | - | - |
| Declividade | <p>Não violação das superfícies de aproximação e decolagem.</p> <p>Declividade longitudinal não superiores a 5% e graduais, evitando mudanças abruptas.</p> <p>Declividade transversal não superiores a 5% e graduais, evitando mudanças abruptas.</p> | - |
| Resistência | - | <p>Construída ou preparada de forma a reduzir o risco de danos a uma aeronave que venha a realizar o toque antes da pista ou ultrapassar o fim da pista, aumentando a desaceleração e também facilitando a movimentação de veículos e equipes de salvamento e combate a incêndio</p> |

Considerações sobre o comparativo internacional

Em essência, o conjunto de padrões e recomendações referem-se a dimensões da RESA (usualmente baseados no código de referência de aeródromo e no tipo de operação para a RWY), não existência de obstáculos, limpeza e nivelamento, declividade e resistência da área. No que diz respeito às dimensões de RESA, objeto desta análise, o comparativo aqui apresentado permite inferir que os valores de referência considerados são praticamente os mesmos, podendo haver tão somente diferenças quanto à abordagem para indução à instalação da RESA (se obrigação ou recomendação) e aplicabilidade geral ou restrita.

Nesse sentido, seguindo o Anexo 14 da OACI, usualmente as autoridades consideram valor de referência mínimo de 90 m e máximo de 240 m de comprimento, por duas vezes a largura da pista de pouso e decolagem até duas vezes a porção preparada da faixa de pista associada. Esses valores de referência

estão reproduzidos nos diversos regulamentos, conforme demonstrado. Mesmo no caso dos regulamentos da FAA/EUA e TCCA/Canada, que parecem sugerir um valor diferente daqueles da OACI, tal impressão dá-se por conta de esses países considerarem o comprimento de RESA incluindo a faixa pista, de 60 m, que usualmente é tratada como um outro elemento de característica física do sistema de pista. Adicionalmente, uma pequena variação em metros, no caso da FAA, decorre do uso do sistema de medição próprio, referenciando a unidade de medida “pé” e não “metro” como as demais autoridades.

Em suma, quanto às dimensões da RESA, no que interessa aos objetivos específicos deste projeto de revisão, identifica-se que, para novos aeródromos e, principalmente, para implantação de novas instalações em aeródromos já existentes, as previsões da regulamentação nacional podem estar mais exigentes do que a prática usual da OACI e de autoridades representativas de sistemas de aviação civil similares ao nacional. Assim sendo, identifica-se possibilidade de avaliação desses requisitos em específico.

D.3. Revisão da literatura relacionada a *runway excursion*

Foi realizada uma revisão da literatura sobre excursão de pista (*Runway Excursion*). Para tanto, foram consideradas as seguintes bases de publicações acadêmicas: Science Direct, Francis & Taylor e Google Acadêmico (esse último para uma amostragem de trabalhos em português). Adicionalmente, por ser um problema prático relevante para o setor de aviação civil, foram acrescentadas no processo de revisão as bases de conteúdo do *Transportation Research Board (TRB)*, que inclui relatórios técnicos derivados de projetos realizados no âmbito do *Airport Cooperative Research Program (ACRP)*.

Os critérios de busca foram os seguintes. Quanto à temporalidade, foram consideradas publicações desde 1980, dado o interesse de analisar trabalhos sobre um contexto de aviação mais próximo do corrente, bem como que tenham usado metodologias mais atuais. Quanto ao tipo de documento, foram considerados artigos científicos, relatórios técnicos e notas de estudo. Quanto aos termos de busca, foram utilizadas diferentes combinações com as palavras: *Airport, Safety Area, Runway Safety Area, Runway End Safety Area, RESA, Runway Excursion, Undershoot e Overrun*, em língua portuguesa e inglesa.

Com base nesses critérios, e após sucessivas rodadas de busca, foi identificado um número relativamente pequeno de artigos científicos. Outros estudos técnicos realizados sob a coordenação de autoridades de aviação civil foram encontrados, tais como Edowes *et al.* (2001) e EASA (2014). Finalmente, a base de conteúdo do TRB ofereceu dois relatórios de pesquisa realizados no âmbito do ACRP, denominados *ACRP 3 - Analysis of Aircraft Overruns and Undershoots for Runway Safety Areas*, e *ACRP 50 - Improved Models for Risk Assessment of Runway Safety Areas*.

O quadro 8 consolida os resultados da revisão de literatura. Tendo em vista os critérios utilizados e o rigor aplicado, tais estudos podem ser considerados representativos do conhecimento técnico-científico atual sobre a matéria.

Quadro 8. Estudos analisados

| Referência | Citação nesta NT | Síntese das contribuições |
|---|----------------------|--|
| Eddowes, M., Hancox, J., MacInnes, A. (2001) Final Report on the Risk Analysis in Support of Aerodrome Design Rules: AEAT/RAIR/ | Edowes et al. (2001) | Coleta de dados internacionais sobre acidentes/incidentes. |

| | | |
|--|-----------------------------|--|
| <p>RD02325/R/002, Issue 1, A Reported Produced for the Norwegian Civil Aviation Authority, December 2001, 202 pp.</p> | | <p>Trabalho seminal sobre utilização de modelos probabilísticos para avaliação de risco de pouso antecipado e excursão de pista.</p> |
| <p>Ayres Jr., M.; Shirazi, H.; Carvalho, R.; et al. (2011) Improved Models for Risk Assessment of Runway Safety Areas: ACRP Report 50. Transportation Research Board – TRB.</p> | <p>ACRP (2011)</p> | <p>Desenvolve e testa uma ferramenta de análise destinada a avaliação de risco relacionado a definição de nível de segurança operacional aceitável para determinação de RESA.</p> <p>Utiliza a abordagem proposta no ACRP Report 3 e implementa melhorias.</p> |
| <p>Hall, J., Ayres Jr., M., Wong, D. et al. (2008) Analysis of Aircraft Overruns and Undershoots for Runway Safety Areas: ACRP Report 3. Transportation Research Board – TRB.</p> | <p>ACRP (2008)</p> | <p>Apresenta e discute histórico de eventos.</p> <p>Desenvolve uma abordagem para avaliação de risco de acidentes para suportar decisões sobre RESA.</p> |
| <p>Van Es, G.W.H., Moek, G., Smeltink, J., Post, H., Piers, R. (2014) EASA Study on models and methodology for safety assessment of Runway End Safety Areas (RESA): Final Report.</p> | <p>EASA (2014)</p> | <p>Apresenta histórico de eventos.</p> <p>Realiza análise bivariada como abordagem preliminar aos fatores contribuintes.</p> <p>Desenvolve uma abordagem para avaliação de risco de acidentes para suportar decisões sobre RESA</p> |
| <p>Wong, D.K.Y., Pitfield, D.E., Caves, R.E., Appleyard, A.J. (2009) The development of a more risk-sensitive and flexible airport safety area strategy: Part II. Accident location analysis and airport risk assessment case studies. Safety Science, 47, 913–924</p> | <p>Wong et al. (2009)</p> | <p>Discute aspectos do racional subjacente à RESA.</p> <p>Desenvolve metodologia de avaliação de risco para suportar decisões sobre RESA.</p> |
| <p>Valdés, R.M.A., Comendador, F.G., Gordún, L.M. (2011) The development of probabilistic models to estimate accident risk (due to runway overrun and landing undershoot) applicable to the design and construction of runway safety areas. Safety Science, 49, 633-650.</p> | <p>Valdés et al. (2011)</p> | <p>Desenvolve uma abordagem mais simplificada para avaliação de risco de excursão de pista e pouso antecipado.</p> |
| <p>Szabo, S., Vittek, P., Plos, V., Lalis, A., Stumper, M. (2017). Probabilistic model for airport runway safety areas. Transport Problems, 12(2), 89-97.</p> | <p>Szabo et al. (2017)</p> | <p>Revisão de estudos prévios e aplicação de metodologia de avaliação de risco em estudo de caso.</p> |
| <p>Chang, Y.H., Yang, H.H., Hsiao, Y.J. (2016) Human risk factors associated with pilots in runway excursions. Accident Analysis & Prevention, 94, 227-237.</p> | <p>Chang et al. (2016)</p> | <p>Examina fatores humanos no contexto de ocorrências de saídas de pista.</p> <p>Discute estratégias para mitigação de risco de excursão de pista.</p> |

Esses documentos foram então analisados com a finalidade de identificar as principais evidências e achados relacionados à ocorrência de acidentes e incidentes aeronáuticos do tipo excursão de pista e pouso antes da cabeceira, de forma a atender ao Objetivo Específico 2. As evidências e achados foram categorizadas da seguinte forma: I. Histórico de registros por tipo de evento, II. Características das ocorrências, incluindo distância de parada final das aeronaves após saída de pista e distância de primeiro toque no caso de pouso antes da cabeceira, III. Fatores contribuintes para os acidentes. Assim, os próximos subitens seguem essa organização.

I. Histórico de ocorrências por tipo de evento

Inicialmente, cabe demarcar os tipos de evento para fins de melhor comunicação. Quanto ao tipo de evento, a classificação usualmente utilizada segue a estrutura indicada no quadro 9) a qual será considerada também na presente Nota Técnica:

Quadro 9 – Categorização de acidentes por tipo de evento

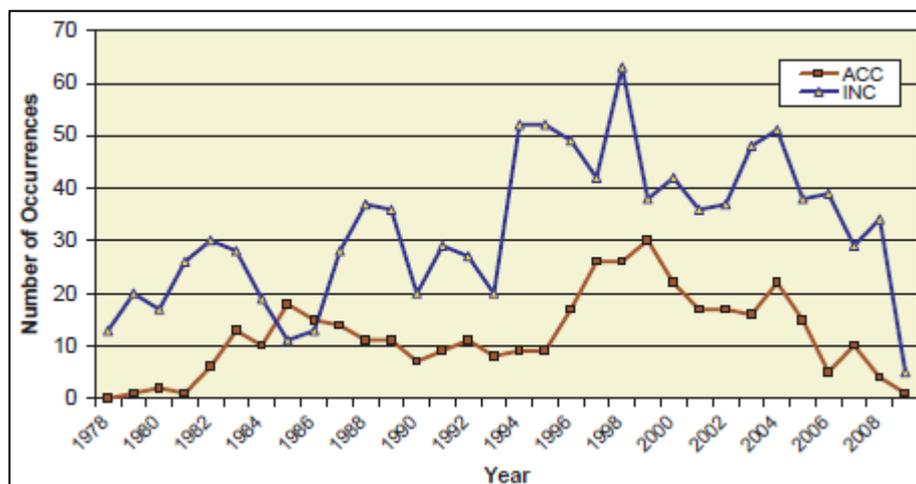
| Operação \ Evento | Pouso Antecipado (Undershoot - US) | Excursão Lontigudinal (Overrun - OR) | Excursão Lateral (Veeroff - VO) |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------------|
| Pouso (Landing - LD) | LDUS | LDOR | LDVO |
| Decolagem (Takeoff - TO) | - | TOOR | TOVO |

Adicionalmente, tem-se que os eventos são usualmente classificados como acidentes ou incidentes. Um trabalho bastante detalhado em termos dessa classificação é ACRP (2011). Esse trabalho, além de estar baseado na extensa base de dados coletados pelo ACRP Report 3 (ACRP, 2008), atualiza aquela base com os dados mais recentes disponíveis. Portanto, seus resultados serão considerados para uma demonstração gráfica do histórico de acidentes e incidentes ocorridos no período de 1978 até 2008.

A figura 1 consolida o histórico de eventos de acidentes e incidentes. O padrão indica uma tendência inicial de crescimento do número de ocorrências entre a década de 1980 e o final da década de 1990, seguida por uma segunda tendência de redução até o período mais atual^[1].

[1] Há de se considerar que os dados para os anos de 2007 e 2008 eram ainda preliminares, uma vez que alguns registros poderiam estar sendo processados e pendentes de classificação. Não obstante, a representatividade dos dados é significativa. Ainda, há de se considerar que, muito embora a base de dados compreenda registros de eventos ocorridos em diversos países, a similaridade da complexidade dos sistemas de aviação e os históricos de índices de acidentes/incidentes são semelhantes aos referentes ao setor de aviação civil nacional.

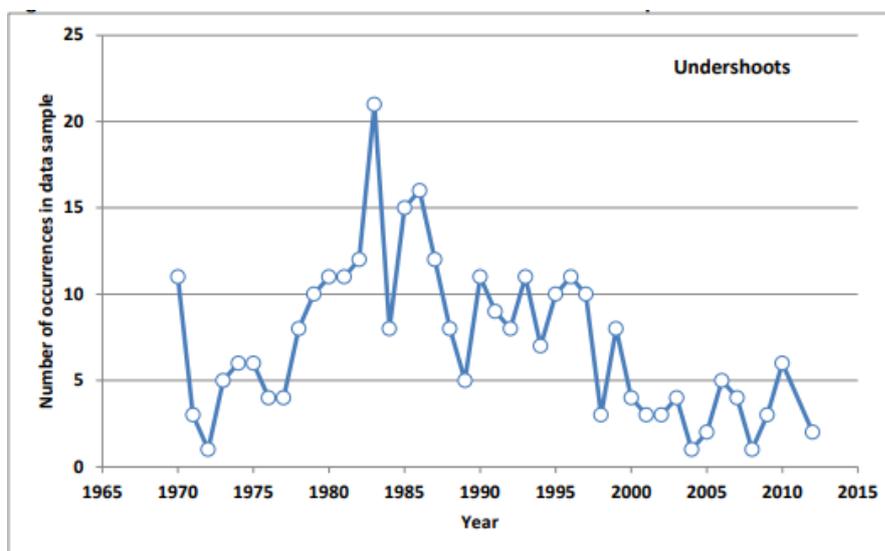
Figura 1. Histórico de registros de ocorrências (1978 – 2008)



Fonte: ACRP (2011).

Um outro estudo, um pouco mais recente, realizado sob coordenação da EASA, mostra a evolução das ocorrências por evento, detalhando os eventos de *undershoots* no período de 1970 a 2012 e os eventos de *overrun* no período de 1980 a 2012[2]. Assim, com base nesse levantamento, é possível evidenciar uma tendência de redução da quantidade de eventos desde o final da década de 1980 (Figura 2). Entretanto, não se pode concluir sobre qualquer tendência evidente no que diz respeito ao histórico de *overrun* (Figura 3).

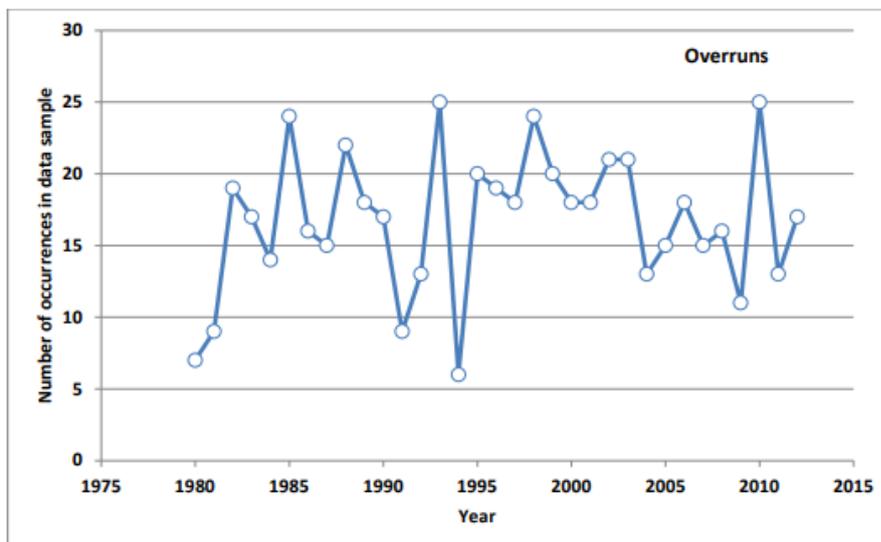
Figura 2. Histórico de registros de *undershoots* (1970 – 2012)



Fonte: EASA (2014).

[2] Essa diferença nos períodos decorre de limitações quanto a disponibilidade de dados.

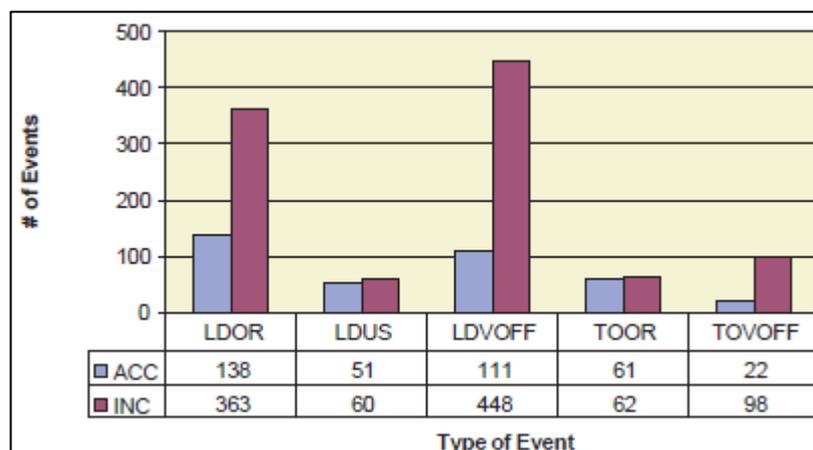
Figura 3. Histórico de registros de *overrun* (1980 – 2012)



Fonte: EASA (2014).

Na figura 4, tem-se a quantidade de registros de ocorrências do período categorizados por tipo de evento.

Figura 4. Acidentes/Incidentes por tipo



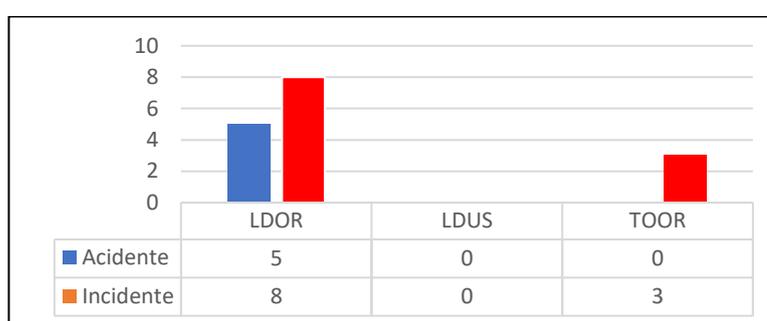
Fonte: ACRP (2011).

Identifica-se uma maior frequência de eventos relacionados às operações de pouso, sendo os eventos de excursão de pista (LDVO e LDOR) preponderantes, representando aproximadamente 75% do total no período, e os eventos de pouso antecipado (LDUS) respondendo por 8%. Por outro lado, os eventos relacionados à decolagem (TOOR e TOVO) apresentam muito menor frequência, respondendo por cerca de 17% do total. Para os fins da presente Nota Técnica, em vista do problema regulatório considerado, interessa especialmente os eventos relacionados ao pouso antecipado e à saída longitudinal de pista (LDOR, LDUS e TOOR), os quais estão efetivamente relacionados ao racional de uma área de segurança de fim de pista.

Os resultados até aqui apresentados oferecem uma perspectiva alargada do histórico de eventos de excursão de pista no cenário internacional. No caso do Brasil, a base de dados mantida pelo CENIPA foi utilizada

como fonte para obtenção de informações representativas do cenário local. Para melhor comparabilidade em relação ao histórico internacional, a pesquisa nessa base de dados considerou todos os eventos de saída de pista envolvendo aeronaves de asa fixa com Peso Máximo de Decolagem (PMD) igual ou superior a 2.250 kg, ocorrido em aeródromos públicos com pistas de pouso e decolagem de número de código 3 ou 4 e 1 ou 2, se destinadas a operação por precisão. O horizonte temporal compreende o período de 2009 a 2018, perfazendo a última década. Esse recorte foi selecionado por representar período em que os registros de ocorrências aeronáuticas passam a fornecer melhor qualidade de dados e informações, pelo que oferecem maior validade e confiabilidade (Dantas et al., 2018). A Figura 5 mostra o histórico de eventos no período de 2009 a 2018.

Figura 5. Histórico de registros de eventos de excursão de pista no Brasil (2009 – 2018)



Os dados referentes à aviação civil nacional indicam similaridades de comportamento com os internacionais, em que aproximadamente 81% dos eventos de excursão longitudinal de pista ocorrem em operações de pouso. Outra similaridade é a maior proporção de LDOR comparado aos outros eventos. É de se ressaltar ainda que a amostra considerada não possui nenhum evento de *undershoot* para todo o período.

II. Características dos eventos históricos de *overrun* e *undershoot*

Interessa analisar as características dessas ocorrências em termos das condições de operação e aspectos associados à aeronave e ao aeródromo. Com esse intuito, os resultados do estudo da EASA (EASA, 2014) são de grande utilidade. Nesse estudo, os autores realizaram uma análise bivariada, comparando as taxas de ocorrências de eventos de acordo com diversas características. Uma detida análise dos resultados obtidos leva aos seguintes achados principais:

- A taxa de acidentes/incidentes é significativamente maior para aeronaves de menor PMD (2.250 kg até 5.670 kg), atingindo a proporção de oito vezes superior em comparação com aeronaves com PMD superior a 5.670 kg.
- Não há diferença significativa ao se comparar as taxas de eventos entre período diurno e noturno.
- A taxa de acidentes/incidentes é significativamente maior para operações em condições IMC, comparativamente a operações em condições VMC, apenas para aeronaves de menor porte.
- A taxa de acidentes/incidentes é significativamente maior para operações com aproximação visual, sendo ainda mais evidente para aeronaves de menor PMD.

- A taxa de acidentes/incidentes é significativamente superior sob condições de pista contaminada (gelo, neve, outros).
- A taxa de acidentes/incidentes é significativamente superior sob condições de vento de cauda.

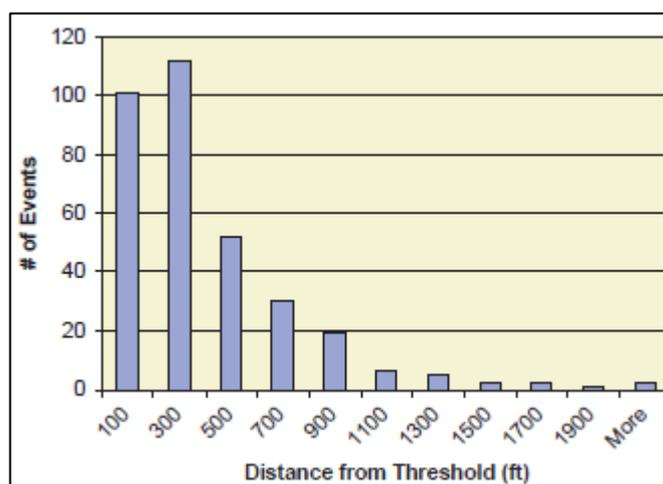
Com base nesses achados, é evidente que uma maior taxa de acidentes/incidentes está associada a operações de aeronaves de menor porte em operações visuais. De fato, muito embora tal evidência possa soar inicialmente contra intuitiva ao se considerar o racional de planejamento das operações aéreas (afinal, aeronaves de menor PMD requerem menor distância de pista para o pouso e decolagem), e mesmo a estruturação das SARPs da OACI (pois estão baseadas no número de código do aeródromo), ao se considerar que os principais fatores associados a ocorrências de acidente/incidente aeronáuticos estão relacionados a fatores humanos e condições da operação e manutenção das aeronaves, tal conclusão parece indicar um menor nível de confiabilidade das operações aéreas não comerciais.

Desse total de eventos, interessa especialmente identificar como esses acidentes e incidentes estão distribuídos em termos da distância de parada final da aeronave em comparação ao final da cabeceira e também do centro da pista de pouso e decolagem. Para tanto, considera-se os dados utilizados no em ACRP (2011) e acrescenta-se a indicação dos dois valores de referência hoje praticados internacionalmente, tanto no Anexo 14 como no RBAC 154. Ou seja, indica-se as distâncias equivalentes a implantação de uma RESA de 90 m de comprimento e as distâncias equivalentes a implantação de uma RESA de 240 m de comprimento.^[3] Essa visualização é representativa de como a distribuição das localizações finais das aeronaves nos eventos registrados estariam acomodadas dentro de RESA com essas respectivas dimensões.

^[3] Conforme a natureza do requisito, considera-se o comprimento da RESA somado ao comprimento da faixa de pista, que é de 60 m).

Na figura 6, tem-se a distribuição de distância longitudinal em relação a cabeceira da pista para o caso de eventos de excursão no pouso (*landing overrun - LDOR*).

Figura 6. Distribuição de localização para eventos LDOR

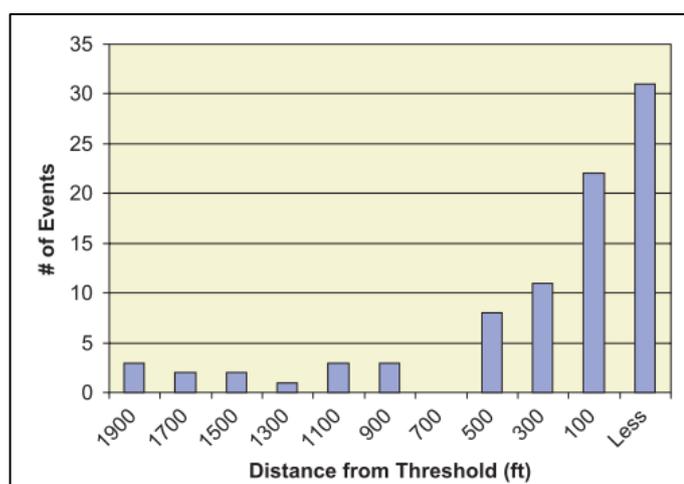


Fonte: ACRP (2011).

Conforme os achados descritos em ACRP (2011), do total de 501 eventos LDOR, em aproximadamente 77% a aeronave parou em até 500 pés a contar da cabeceira da pista, o que equivale a aproximadamente ao comprimento de uma RESA de 90 m mais a faixa de pista de 60 m (492,1 pés). Ainda, tem-se que aproximadamente, 95% a aeronave parou em até 1000 pés a contar da cabeceira da pista, o que equivale a aproximadamente ao comprimento de uma RESA de 240 m mais a faixa de pista de 60 m (984,3 pés).

A figura 7 apresenta a distribuição dos eventos de pouso antecipado (*landing undershoot* – LDUS) ocorrido no período.

Figura 7. Distribuição de localização para eventos LDUS

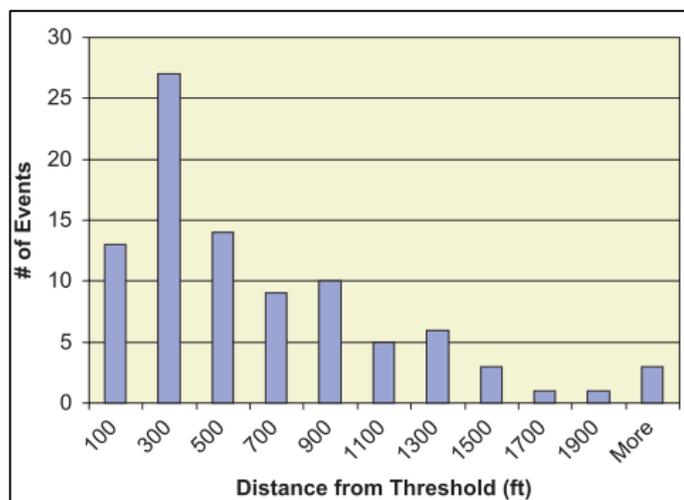


Fonte: ACRP (2011).

De acordo com os dados históricos utilizados em ACRP (2011), do total de 111 eventos LDUS, em aproximadamente 94% a aeronave tocou no solo a menos de 1000 pés de distância anterior à cabeceira da pista, o que equivale a aproximadamente ao comprimento de uma RESA de 240 m mais a faixa de pista de 60 m (984,3 pés). Ainda, tem-se que aproximadamente, 80% a aeronave tocou a menos de 500 pés anterior à cabeceira da pista, o que equivale a aproximadamente ao comprimento de uma RESA de 90 m mais a faixa de pista de 60 m (492,1 pés).

Finalmente, quanto aos eventos de saída de pista na decolagem (*takeoff overrun* – TOOR), a figura 8 ilustra os resultados do estudo.

Figura 8. Distribuição de localização para eventos TOOR



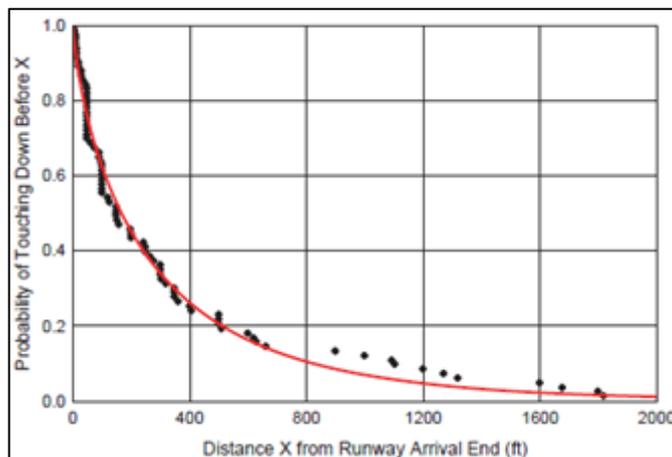
Fonte: ACRP (2011).

Quanto aos dados para TOOR, tem-se que dos 123 eventos registrados, em aproximadamente 56% a aeronave parou em até 500 pés a contar da cabeceira da pista, equivalente a RESA de 90 m combinada com 60 m da faixa de pista. Ainda, em aproximadamente 83% dos eventos a aeronave parou em até 1000 pés a contar da cabeceira, o que equivale ao comprimento de uma RESA de 240 m mais a faixa de pista. Cabe ressaltar que esse tipo de evento é aquele onde historicamente as aeronaves param a uma distância maior a contar da cabeceira, contudo, é também o evento menos frequente na mesma amostra, respondendo por cerca de 8,7% do total de acidentes e incidentes no período.

De forma geral, a partir desse conjunto de dados, é possível evidenciar objetivamente que maiores dimensões de RESA estão associadas a maiores chances de que uma aeronave que venha a pousar antes da cabeceira ou que venha a sair da pista tenha o primeiro toque ou pare dentro da RESA, respectivamente, o que representa uma situação potencialmente mais segura. No entanto, verifica-se também que esse ganho é marginal, tendo em vista que a distribuição histórica das distâncias de parada final ou pouso antecipado revela um padrão para os dados compatível com uma função de sobrevivência (*survival function*), que indica uma predominância de ocorrências em valores mais próximos de zero e uma curva descendente que leva a relativamente poucos valores extremos (Rebora & Valsecchi, 2016).

Nesse sentido, estudos baseados em métodos probabilísticos para avaliação de risco de *runway excursion* adotam modelos estatísticos modelados com base exatamente na função de sobrevivência, tais como Valdés et al. (2011), ACRP (2011), EASA (2014) e Wong et al. (2009). Uma representação típica que ilustra as distribuições das paradas de aeronaves (ou pouso antecipado) em relação a cabeceira, que inclui a sobreposição da função calculada sobre os dados empíricos pode ser visualizada na figura 4.

Figura 9. Representação gráfica de uma função sobrevivência para paradas além da cabeceira



Fonte: ACRP (2011).

Assim, à guisa de consideração final sobre as características desses eventos, é relevante ressaltar que a **distribuição de frequência dos eventos históricos com base nas diferentes classes de distância em relação à cabeceira demonstra uma maior probabilidade de parada da aeronave ou primeiro toque concentrada em distâncias bem mais próxima à cabeceira. De fato, como demonstrado por meio das figuras 6, 7 e 8, o percentual de eventos em que a aeronave parou ou tocou em até 90 m depois da faixa de pista está entre 56% a 80%, sendo que o tipo de evento para o qual esse percentual é menor é exatamente aquele evento com menor frequência de ocorrência histórica, conforme se a partir da figura 8.**

III. Fatores contribuintes

Quanto aos fatores potencialmente contribuintes para os eventos, os estudos analisados apresentam consonância tanto sobre o conjunto de fatores associados aos eventos, como também sobre a forma de operacionalização desses fatores para análises quantitativas, incluindo modelos probabilísticos para estimar ocorrência de eventos e extensão das excursões de pista.

No que diz respeito às modelagens desenvolvidas, é de se ressaltar a predominância do uso de fatores associados às características dos aeródromos, tais como dimensões de pista de pouso e decolagem, tipo e condições do pavimento das pistas em relação à presença de contaminantes, existência e categoria de auxílios às operações de pouso, condições meteorológicas, e características das aeronaves, tais como modelo, peso máximo de decolagem, velocidade de aproximação e condições de frenagem. Entretanto, muito embora sejam reconhecidos como determinantes, vários outros fatores associados à operação da aeronave, como erros de decisão, deficiente treinamento de tripulação e condições de manutenção da aeronave, contribuem para a ocorrência desses eventos. Os estudos apontam a dificuldade de obtenção de dados/informações sobre esses fatores e não os consideram nas análises realizadas.

O quadro 9 provê uma visão sintética sobre os vários fatores considerados como contribuintes para os eventos e aqueles que são efetivamente utilizados em modelagens probabilísticas.

Quadro 9 – Fatores determinantes para ocorrência de overrun e undershoot

| Fator Determinante | Tipo de Evento Mais Associado | Utilizado em Estudos? |
|---|--------------------------------------|------------------------------|
| Pista molhada/Contaminada | LDOR, TOOR | Sim |
| Vento de cauda | LDOR | Sim |
| Velocidade de pouso maior que padrão | LDOR | Não |
| Frenagem atrasada ou incorreta | LDOR | Não |
| Uso de reversores atrasado ou incorreto | LDOR | Não |
| Altura incorreta na aproximação | LDOR, LDUS | Não |
| Aquaplanagem | LDOR, TOOR | Sim |
| Decisão incorreta sobre abortar decolagem | TOOR | Não |
| Ausência ou falha de <i>check-list</i> | TOOR | Não |
| Configuração de peso e balanceamento inadequada | TOOR | Não |
| Decisão incorreta da tripulação | LDOR, LDUS, TOOR | Não |
| Falha de pneus | LDOR, TOOR | Não |
| Erro no ajuste de <i>trim</i> | TOOR | Não |
| Condições de visibilidade reduzida | LDUS, LDOR | Sim |
| Descumprir referência de <i>glide path</i> | LDUS | Não |
| Incorreta realização de <i>landing flare</i> | LDUS | Não |
| Voo Noturno | LDUS | Sim |
| Curta distância de pista para operação | LDOR, TOOR | Sim |

De forma geral, o conteúdo desse quadro 9 evidencia a dificuldade de se produzir qualquer modelagem estatística com maior capacidade explicativa, estando essas análises dependentes daqueles fatores mais associados às características do aeródromo onde ocorreram os eventos. Nesse sentido, os estudos quantitativos que buscam uma modelagem probabilísticas recorrem a outras variáveis categóricas, tais como tipo de propulsão e classe de aeronaves, que servem como variáveis proxy da complexidade da operação.

Assim, com base nos estudos analisados, os principais achados obtidos em termos de fatores contribuintes são os seguintes:

- a) Os eventos de excursão de pista ou pouso antes da cabeceira são em muito dependentes de fatores relacionados à operação da aeronave e mesmo das condições da aeronave;
- b) Os fatores contribuintes associados ao aeródromo estão basicamente relacionados às condições do pavimento e condições climáticas adversas.

Conforme documento da EASA (EASA, 2014), sobre os dados e informações disponíveis referentes ao histórico de eventos, diversos aspectos relacionados a operação da aeronave foram identificados como causas principais, sendo possível destacar: falha de julgamento quanto à altura de aproximação da pista, falha de julgamento quanto a abortar ou não uma decolagem, aproximação em desrespeito à rampa de aproximação para pouso, falha na configuração da aeronave para o pouso/decolagem, dentre outros. Chang et al. (2016) avaliaram mais recentemente, por meio de uma abordagem integradora, os fatores de risco para excursão de pista associados aos pilotos e seus achados corroboram com aqueles do estudo da EASA.

No que diz respeito especificamente às variáveis associadas ao aeródromo, segundo se depreende dos estudos ACRP (2008), ACRP (2011), Wong et al. (2009), Valdés et al. (2011) e Szabo et al. (2017), a existência de contaminação da pista de pouso e decolagem, nomeadamente presença de gelo, neve ou empoçamento de água, é o fator mais relevante a ser considerado. Adicionalmente, surgem com alguma relevância a baixa condição de visibilidade e a ocorrência de ventos cruzados e ventos de cauda.

No caso brasileiro, a disponibilidade de dados de um grande período histórico é bastante limitada. Entretanto, em consulta a base de dados disponibilizada pelo CENIPA, verifica-se, quanto à identificação de fatores contribuintes, uma situação em tudo semelhante aos achados referentes às bases de dados utilizadas pelos estudos referenciados, no que diz respeito aos fatores associados à operação da aeronave e às condições das aeronaves. Adicionalmente, **há de se considerar que, em termos do agregado das operações, estão bem menos presentes no contexto brasileiro fatores associados à presença de contaminantes (nomeadamente gelo e neve) e também a frequência de operações sob condições climáticas adversas.**

D.4. Situação da infraestrutura brasileiras quando à implantação de RESA

Com a edição do RBAC 154, em 12 de maio de 2009, o requisito de projeto de RESA foi incorporado na regulamentação nacional. Para os aeródromos existentes na data de publicação do RBAC, a exigência para a implantação da área se daria às instalações aeroportuárias implantadas após a data de publicação do Regulamento e às instalações existentes em data anterior à publicação somente quando: i. fossem substituídas ou melhoradas; ii. determinado pela ANAC em processo de certificação operacional do aeroporto; iii. no caso de previsão em contrato de concessão; iv. em programa específico de adequação de infraestrutura; ou, v. em casos excepcionais, quando diante de elevado risco operacional, a ANAC julgar necessário.

Historicamente, dois foram os principais vetores que levaram à ampliação da quantidade de aeródromos que vieram a cumprir com os requisitos de instalação de RESA. O primeiro é o processo de certificação, implantado em 2009, e o segundo é o processo de concessão de aeroportos, iniciado em 2011 e que ocorre por rodadas, tendo chegado à 5ª rodada de concessões no momento de elaboração deste estudo.

No caso do processo de certificação, conforme previsão do parágrafo 154.601, alínea (a) combinada com alínea (e), passou a ser obrigatório para aeródromos a serem certificados com instalações existentes antes

da publicação do RBAC 154 a implantação de uma RESA com dimensões mínimas de 30 m ou 90 m de comprimento por duas vezes a largura da pista de pouso e decolagem associada, conforme o respectivo número de código de referência de aeródromo. Para os aeroportos que foram submetidos ao regime de concessão, os editais das três primeiras rodadas vincularam como obrigação contratual a implantação de RESA de 240 m de comprimento por largura de 150 m.

Como resultado desses mecanismos de indução estabelecidos pelo Regulador, na data de realização desta Nota Técnica o cenário de implantação de RESA no Brasil compreende um total de 30 aeródromos que atendem à previsão de uma RESA de até 90 m de comprimento por até 90 m de largura (padrão previsto no Anexo 14) e um total de 13 aeródromos que atendem à previsão de uma RESA com mais de 90 m até 240 m de comprimento e até 150 m de largura (recomendação prevista no Anexo 14). Em conjunto, esses aeródromos compreendem aproximadamente 85% da movimentação de aeronaves no ano de 2018 e aproximadamente 88% da movimentação de passageiros da aviação comercial. A tabela 1 é ilustrativa da atual situação^[4].

Tabela 1. Movimentação por tipo de RESA

| Tipo de RESA | Aeródromos | % Mov. Aeronaves Av. Comercial (2018) | % Mov. PAX Av. Comercial (2018) |
|--------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Padrão | 30 | 34,18% | 32,32% |
| Recomendação | 13 | 51,07% | 56,18% |
| Sem RESA | 122 | 14,75% | 11,50% |
| Total Geral | 157 | 100,00% | 100,00% |

^[4] Considerados aeródromos com pistas de pouso e decolagem número de código 3 e 4, ou 1 e 2 desde que a pista destinada a operações instrumento.

Assim, com base nesse levantamento, é evidente que a grande maioria da movimentação de aeronaves em voos comerciais e passageiros no país ocorre em aeródromos com RESA já instalada, sendo de se ressaltar que uma parcela significativa ocorre em aeródromos com RESA de dimensões superiores ao que é estabelecido como padrão pela OACI. Portanto, é evidente que essa situação demonstra um avanço no nível de segurança da infraestrutura nacional sob uma perspectiva global do sistema de aviação civil nacional. **Nesse sentido, é possível concluir que a previsão regulamentar para instalação de RESA, conforme condições específicas a serem estabelecidas por meio de processo de certificação ou contrato de concessão, demonstrou eficácia regulatória ao resultar na situação de que a maior parte da movimentação de aeronaves e passageiros atualmente ocorre em aeródromos com RESA instalada.**

D.5. Alternativas para regulamentação

A fase de análise, relatada na seção anterior, consolidou o resultado do esforço de trabalho para cumprimento dos objetivos específicos 1, 2 e 3, tendo sido identificadas as práticas regulatórias atuais adotadas por uma amostra representativa das autoridades de aviação civil (objetivo específico 1), identificadas, por meio de análise da literatura representativa do estado-da-arte sobre a matéria, as principais evidências e achados relacionados à ocorrência de acidentes e incidentes do tipo excursão de pista (objetivo específico 2), e identificada a situação atual da infraestrutura aeroportuária nacional no tocante à implantação de RESA, resultado dos instrumentos de regulação utilizados historicamente (objetivo específico 3).

Em breve síntese, do conteúdo até aqui apresentado, tem-se como evidente que a regulamentação nacional é mais exigente do que os padrões da OACI dispostos no Anexo 14 para novas instalações, contudo, está perfeitamente alinhada a esses padrões no que diz respeito às instalações existentes à época da publicação do RBAC 154 quando consideradas no âmbito do processo de Certificação Operacional de Aeroporto. Evidenciou-se, também, que autoridades de aviação civil responsáveis por sistemas de aviação civil compatíveis em complexidade e volume com o sistema brasileiro adotam, na moda, exigências de dimensões de RESA conforme os padrões da OACI, em geral tratando de referência de maiores dimensões como recomendação ou uma situação desejável, quando praticável.

No que diz respeito ao conhecimento existente sobre eventos de excursão de pista e pouso antecipado, tem-se como evidente não haver tendência de crescimento nas taxas de ocorrências de acidentes e incidentes, os quais se encontram relativamente baixas no âmbito global, sobretudo quando se considera isoladamente a aviação comercial. Ressalta-se que a realidade brasileira é condizente com esse cenário internacional. Os achados da literatura especializada sugerem que a maior parte dos eventos de acidentes/incidentes resultam em parada da aeronave ou toque inicial em uma distância mais próxima das respectivas cabeceiras. Ainda, é evidente que os fatores contribuintes determinantes estão mais associados à operação da aeronave, fatores humanos e aspectos de manutenção das aeronaves, sendo que basicamente condições climáticas, deficiente auxílios à navegação e contaminação de pista são os fatores mais relevantes que podem ser associados aos aeródromos.

Finalmente, sobre a situação atual de implantação de RESA em aeródromos brasileiros, tem-se que os instrumentos de regulação resultaram numa situação em que a maior parte da movimentação de passageiros e aeronaves já ocorre em aeródromos com RESA instalada. Sendo que uma parcela significativa ocorre em aeródromos com RESA que apresentam uma situação compatível com as previsões recomendadas pela OACI.

Portanto, com base nesse referencial teórico e empírico, passa-se ao cumprimento do objetivo específico 4, que é recomendar à Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária (SIA) proposta para decisão sobre revisão do RBAC 154 no que diz respeito especificamente aos atuais requisitos sobre implantação de RESA.

Primeiramente, consideram-se três alternativas para orientar os requisitos de dimensões para RESA. A primeira opção é manter exatamente os dispositivos atuais, na forma presente na Emenda 04 do RBAC 154. A segunda alternativa é revisão da forma de apresentar os requisitos de dimensões de RESA, especialmente quanto ao tratamento diferenciado atualmente dado às instalações existentes e novas instalações, mantendo como valores de referência mínimos aqueles equivalentes ao indicado como padrão no Anexo 14. A terceira alternativa compreende a revisão da forma de apresentar os requisitos de dimensão, mantendo uma segregação não mais entre instalações existentes e novas instalações, mas entre aeródromos existentes e novos aeródromos. O quadro 10 consolida os elementos essenciais das três propostas.

Quadro 10. Alternativas para regulamentação

| Alternativa | Resumo das Alterações |
|---|---|
| 1. Manter a versão atual do RBAC 154 | Sem alterações no RBAC 154. |
| 2. Simplificar apresentação dos requisitos, estabelecendo como dimensões mínimas para todos os aeródromos, pelo | -Alterações na indicação das dimensões de RESA. |

| | |
|---|---|
| <p>menos, o padrão do Anexo 14 e estabelecer as referências das práticas recomendadas do Anexo 14 como recomendação e previsão específica no RBAC 154.</p> | <p>-Tratamento isonômico para aeródromos existentes e novos aeródromos.</p> <p>-Estabelece valores iguais aos padrões do Anexo 14 como requisito mínimo para todos os aeródromos.-</p> <p>-Manutenção dos valores de recomendação do Anexo 14 como referências desejáveis para todos os aeródromos.</p> |
| <p>3. Simplificar apresentação dos requisitos, estabelecendo como dimensões mínimas para aeródromos existentes, pelo menos, o padrão OACI e para novos aeródromos estabelecer as referências das práticas recomendadas do Anexo 14.</p> | <p>-Alterações na indicação das dimensões de RESA.</p> <p>-Estabelece valores iguais aos padrões do Anexo 14 como requisito mínimo para aeródromos existentes.</p> <p>-Estabelece valores de recomendações do Anexo 14 como requisito mínimo para novos aeródromos.</p> |

Avaliação das alternativas

Para orientar a avaliação sobre qual das alternativas se apresenta mais adequada, propõem-se uma abordagem multicritério de duas etapas. Na primeira etapa, as alternativas são submetidas a um primeiro escrutínio, cabendo avaliação prévia sobre sua aderência às seguintes premissas basilares que orientaram o processo normativo na SIA:

1. Alinhamento com os padrões do Anexo 14.
2. Similaridade com as práticas regulatórias internacionais.
3. Indução de um nível de segurança tão alto quanto razoavelmente praticável.

Após essa primeira etapa, as alternativas passam a ser comparadas em termos dos custos para implantação, considerando as perspectivas do regulado e do regulador. Dessa forma, foram considerados explicitamente os seguintes critérios:

- a) Custos estimados para o regulado, considerando implantação da alternativa, posterior manutenção e custo de oportunidade.
- b) Custos estimados para ANAC, considerando implantação da alternativa, posterior monitoramento e custo de oportunidade.

Como resultado desse conjunto de critério, a avaliação tende a indicar por meio de um júri de especialistas, dentre as alternativas capazes de atender à finalidade da regulação, aquela que tem o menor custo global de implantação, monitoramento e custo de oportunidade.

A metodologia tem uma abordagem qualitativa, tendo em vista a dificuldade de se obter, para o caso concreto, valores precisos para modelar qualquer relação entre custos e benefícios associados a cada alternativa. Como exemplo dessa dificuldade tem-se: i. imprecisão quanto à precificação do montante representativo de uma adequação global de todas as RESA de aeródromos relevantes para as dimensões consideradas; e ii. insuficiente detalhamento dos dados existentes de histórico de acidentes e incidentes

aeronáuticos no território brasileiro para uma estimativa razoável sobre os benefícios obtidos pela redução do risco em potencial, considerando como unidade de análise o sistema nacional como um todo. Contudo, a utilização de uma abordagem qualitativa não pode ser vista como inadequada, muito menos como menos precisa. Em verdade, conforme defende Blandford (2013), em cenários de insuficiente disponibilidade de dados válidos e confiáveis, melhor é orientar decisões com base na avaliação de especialistas do que arriscar a utilização de modelos quantitativos não apropriados ao problema ou baseados em dados não suficientemente válidos e confiáveis.

Nesse sentido, e buscando rigor na avaliação, foram considerados como “júri” um painel de especialistas em regulação de aviação civil e técnicos em regulação de aviação, todos servidores da ANAC. O júri compreende um total de 15 (quinze) servidores da Agência com especialização em diferentes áreas de conhecimento e áreas de atuação da Agência, dentre engenheiros de infraestrutura aeroportuária, engenheiros civis, administradores, economistas e pilotos. O júri foi selecionado com base em dois critérios: i. experiência de no mínimo 5 anos ininterruptos em termos relativos à infraestrutura aeroportuária; e ii. ter atuado efetivamente em eventos de inspeção aeroportuária e em atividades do processo de certificação operacional de aeroporto. Embora possa ser defendido como oportuna a inclusão da percepção de representantes do setor regulado já nesta fase do processo de revisão normativa, entendeu-se como mais razoável buscar inicialmente uma percepção mais homogênea e representativa dos diferentes aspectos relacionados ao problema regulatório. Assim, oportunamente, durante o período de audiência pública, poderão serem apreendidas perspectivas dos demais interessados.

Quanto ao processo de avaliação, primeiramente, os participantes do júri foram apresentados aos resultados do estudo, quando puderam fazer questionamentos para clarificação de todo o conteúdo de interesse. Essa representou uma fase de nivelamento sobre os achados e sobre o problema regulatório. Após isso, foram orientados quanto às três propostas a serem consideradas e sobre as duas etapas de avaliação a serem seguidas. Em seguida, foram orientados quanto ao preenchimento individual do formulário de avaliação[5] e sobre a escala a ser considerada[6]. Visando a padronização da avaliação, o júri foi orientado a considerar as referências apresentadas no Quadro 11.

Quadro 11. Critérios e referências para avaliação

| Etapa | Critério | Referências para Avaliação |
|-------|---|---|
| 1ª | 1. Alinhamento com as SARPs do Anexo 14. | <ul style="list-style-type: none"> • Deve ser considerada a diferenciação entre padrão e prática recomendada. • Um alinhamento máximo significa uma condição na qual a alternativa garante os valores de padrão do Anexo 14 como obrigatórios e que mantenha alguma indução para os valores de práticas recomendadas. |
| | 2. Alinhamento com as práticas regulatórias internacionais. | <ul style="list-style-type: none"> • Deve ser considerada a diferenciação entre padrão e prática recomendada. • Um alinhamento máximo significa uma condição na qual a alternativa garante os valores de padrão usualmente utilizados e que mantenha alguma indução para os valores de recomendação usuais. |
| | 3. Indução de um nível de Segurança tão alto quanto razoavelmente praticável. | <ul style="list-style-type: none"> • Deve ser considerado que o padrão de distribuição das distâncias de parada ou pouso antecipado para os eventos de acidentes/incidentes indica uma predominância de registros concentrados na proximidade das cabeceiras. |

| | | |
|----|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Deve ser considerada a realidade atual quanto a efetiva implantação de RESA nos aeródromos nacionais, onde a maior parte da movimentação já ocorre em aeródromos com RESA instalada. • Um nível de segurança tão alto quanto razoavelmente praticável significa uma condição onde a maior parte de possíveis ocorrências de saída de pista ou pouso antecipado resulte na parada ou pouso dentro das dimensões de uma RESA. |
| 2ª | a. Custos estimados para REGULADO, considerando implantação da alternativa, posterior manutenção e custo de oportunidade. | <ul style="list-style-type: none"> • Deve ser considerada a realidade atual quanto a efetiva implantação de RESA nos aeródromos nacionais, onde a maior parte da movimentação já ocorre em aeródromos com RESA instalada. • Deve ser considerado um cenário de adequação global às dimensões de RESA, conforme cada alternativa. • Deve ser considerada uma estimativa média de custo por metro quadrado de RESA para fins de projeção de custos globais para o sistema. |
| | b. Custos estimados para ANAC, considerando implantação da alternativa, posterior monitoramento e custo de oportunidade. | <ul style="list-style-type: none"> • Deve ser considerada a realidade atual quanto a efetiva implantação de RESA nos aeródromos nacionais, onde a maior parte da movimentação já ocorre em aeródromos com RESA instalada. • Deve ser considerado um cenário de adequação global às dimensões de RESA, conforme cada alternativa. • Deve ser considerada uma estimativa média de custo por homem/hora para fins de projeção de custos globais para o sistema. |

[5] Coerentemente com métodos de consulta a especialistas, os participantes do júri foram orientados ao preenchimento individual para evitar que possíveis opiniões divergentes resultassem em discussões que pudessem tirar o foco do processo de avaliação em si (Anderson et al., 2003; Drury-Grogan, 2017).

[6] A utilização de escalas é objeto de ampla discussão entre pesquisadores e profissionais experientes na aplicação de métodos de consulta a especialista. Uma discussão aprofundada sobre a utilização de escalas pode ser encontrada em Tourangeau et al. (2000). No presente caso, partindo do pressuposto que não existem assimetria de informações relevante entre os participantes no que toca ao problema em particular (dimensões de RESA), bem como não há interesses conflitantes, pois o foco é segurança operacional, foi utilizada uma escala de quatro pontos, correspondendo “0” ao menor grau possível e “3” ao maior grau possível. Notar que, no caso dos critérios relacionados a estimativa de custos, a escala passa a negativa, para maior coerência com o padrão de avaliação.

Após a realização da primeira etapa, em que foram avaliadas as alternativas considerando os critérios 1, 2 e 3, a alternativa com maior pontuação acumulada nas duas rodadas de aplicação do formulário de avaliação foi a alternativa 2, que compreende simplificar apresentação dos requisitos, estabelecendo como dimensões mínimas para todos os aeródromos, pelo menos, o padrão do Anexo 14 e estabelecer as referências das práticas recomendadas do Anexo 14 como recomendação e previsão específica no RBAC 154. Assim, com base na opinião do júri de especialistas, essa é a alternativa que atende às três premissas consideradas de uma forma ótima, acumulando uma pontuação de 103, superior a alternativa 1, que acumulou 81 de pontuação.

Conforme metodologia previamente descrita, foram então as alternativas avaliadas com base nos critérios representativos da percepção de custos. Como resultado, a proposta 2 apresentou a menor pontuação acumulada no somatório dos dois critérios referentes a custos, significando que os avaliadores estimaram um menor custo global de implantação e operacionalização dessa proposta em comparação com as demais propostas. A pontuação acumulada pela alternativa 2 foi de -42, inferior à segunda colocada em 19 pontos.

A tabela 2 apresenta as pontuações acumuladas para cada alternativa, por etapa, bem como os valores médios.

Tabela 2. Resultado da avaliação das alternativas

| Alternativas | Etapa 1 | | | | Etapa 2 | | | Σ Global |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | Critério 1 | Critério 2 | Critério 3 | Σ Etapa 1 | Critério a | Critério b | Σ Etapa 2 | |
| 1 | 26 | 24 | 31 | 81 | -37 | -31 | -68 | 13 |
| 2 | 37 | 37 | 29 | 103 | -22 | -20 | -42 | 61 |
| 3 | 26 | 22 | 29 | 77 | -30 | -31 | -61 | 16 |

Portanto, considerando a metodologia utilizada, a alternativa que surge como ótima frente aos critérios de referência é a alternativa 2, uma vez que recebeu a maior pontuação para os critérios de sentido positivo (alinhamento com OACI, similaridade com regulação internacional e indução de nível segurança operacional tão alto quanto razoavelmente praticável) e também a menor pontuação para os critérios de sentido negativo, o que sugere um menor custo global de sua implantação e operacionalização. Assim, o resultado global da avaliação recomenda a decisão para simplificação da apresentação dos requisitos, estabelecendo como dimensões mínimas para todos os aeródromos, pelo menos, o padrão do Anexo 14 e estabelecer as referências das práticas recomendadas do Anexo 14 como recomendação e previsão específica no RBAC 154.

Considerações gerais sobre a alternativa ótima

O estudo específico sobre dimensões de RESA relatado na presente Nota Técnica evidenciou que o racional subjacente à sua implantação é prover uma área de segurança ao final da pista com a finalidade de mitigar as consequências decorrentes de uma saída de pista ou pouso antes da cabeceira. Portanto, tal área de segurança funciona com uma medida adicional às próprias configurações de operação das aeronaves no aeródromo, uma vez que, para qualquer operação, a distância requerida para pouso (*Landing Distance Required* - LDR) e distância requerida para decolagem (*Takeoff Distance Required* – TODR) devem ser sempre menores do que as respectivas distâncias disponíveis para pouso e decolagem (*Landing Distance Available* – LDA e *Take Off Distance Available* – TODA).

Nesse sentido, e considerando que a efetiva utilização dessas áreas só ocorre em situações fora das condições normais de operação, a distribuição histórica dos dados de acidentes e incidentes indica que a significativa maior parte desses eventos resultou em parada da aeronave ou pouso antecipado em uma distância mais próxima das cabeceiras. Ainda, os achados dos vários estudos que adotaram uma abordagem quantitativa para análise dos dados históricos globais sugerem que medidas associadas à operação da

aeronave, fatores humanos e manutenção da aeronave são determinantes para reduzir a probabilidade desse tipo de evento. No que diz respeito especificamente a aeródromos, a disponibilização de auxílios ao pouso e sinalização adequada, juntamente com a manutenção das condições de aderência e drenagem do pavimento são os fatores mais efetivos para tentar evitar *undershoots* e *overruns*.

Adicionalmente, o estudo realizado demonstrou que o Estado brasileiro, por meio de um conjunto de decisões regulatórias passadas, atingiu uma condição de implantação de RESA que pode ser considerada razoável sob a perspectiva do sistema de aviação civil nacional. De fato, um total de aproximadamente 88% da movimentação de passageiros e 86% da movimentação de aeronaves já ocorre em aeródromos cujas características físicas já atendem, pelo menos, ao disposto como padrão estabelecido pela OACI em seu Anexo 14, o que é a prática corrente na regulação dos principais sistemas de aviação civil no mundo. Nesse sentido, deve ser considerado ainda que proporções também significativas de passageiros e aeronaves hoje já ocorre em aeródromos com características físicas que atendem às referências de valores das práticas recomendadas no Anexo 14.

Após a análise realizada, ficou evidente também que, na prática, é extremamente difícil a definição de dimensões ótimas para RESA, pois embora sob uma perspectiva de mitigação do risco seja o ideal uma área o quanto mais extensa o possível, é fato que as dificuldades práticas para instalação são usualmente significativas, incluindo o próprio custo de instalação, mas também o custo de oportunidade associado a não utilização da área potencialmente destinada a pista de pouso e decolagem. Tal problema prático é ainda mais evidente no caso de aeródromos localizados em sítios com restrição de espaço para ampliação. Nesse contexto, para a maioria dos aeródromos, outras medidas tais como instalação de auxílios ao pouso, sinalização e melhoria das condições de aderência do pavimento de pistas de pouso e decolagem podem ser consideradas alternativas mais razoáveis para uma melhoria global do nível de segurança das operações.

Por todo o aqui exposto, pode-se concluir que a alternativa compreendida como ótima pelo júri de especialistas encontra suporte nos achados da literatura e evidências empíricas, além de se apresentar condizente com a realidade da infraestrutura brasileira. Com efeito, a alternativa não só mantém a obrigatoriedade de dimensões mínimas para RESA em conformidade com os padrões estabelecidos pelo Anexo 14 e mantém regras de disposições transitórias, mas também aponta para recomendação de que dimensões tão maiores quanto praticáveis sejam providas, compatível com as práticas recomendada no mesmo Anexo. Além disso, cabe ressaltar que essa alternativa prevê que restará explicitado no texto do RBAC 154 a prerrogativa da ANAC para demandar maiores dimensões de RESA, desde que em condições específicas, tais como programas de concessão e programas de investimento, bem como quando no interesse de elevar o nível de segurança operacional em um aeródromo em particular.

VI. AUDIÊNCIA PÚBLICA

Convite

A quem possa interessar, está aberto o convite para participar deste processo de Audiência Pública, por meio de apresentação à ANAC, por escrito, de comentários que incluam dados, sugestões e pontos de vista, com as respectivas argumentações, a respeito da proposta ora apresentada.

As contribuições deverão ser enviadas por meio de formulário eletrônico próprio, disponível no seguinte endereço eletrônico: <https://www.anac.gov.br/participacao-social/audiencias-e-consultaspublicas>

Todos os comentários recebidos dentro do prazo desta audiência pública serão devidamente analisados pela ANAC e respondidos por meio de Relatório de Análise de Contribuições, que será divulgado após a deliberação da Diretoria da ANAC a respeito da proposta. Salienta-se que o texto final da nova regra poderá sofrer alterações em relação ao texto proposto em função da análise dos comentários recebidos. Caso necessário, será realizada uma nova audiência pública dada a relevância dos comentários recebidos.

Prazo para contribuições

Os comentários referentes a esta Audiência Pública devem ser enviados no prazo de 30 dias corridos a contar da publicação do Aviso de Convocação no Diário Oficial da União.

Contato

Para informações adicionais a respeito desta Audiência Pública, favor contatar:

Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC
Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária – SIA
Gerência Técnica de Normas – GTNO
Setor Comercial Sul | Quadra 09 | Lote C
Ed. Parque Cidade Corporate - Torre A
CEP 70308-200 | Brasília/DF – Brasil
e-mail: gtno.gnad.sia@anac.gov.br

Referências bibliográficas

Anderson, J. L., R. W. Hilborn, R. T. Lackey, and D. Ludwig. 2003. Chapter 9: Watershed restoration— adaptive decision making in the face of uncertainty. In: RC Wissmar and PA Bisson, editors. *Strategies for restoring river ecosystems: sources of variability and uncertainty in natural and managed systems*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. pp; 203-232

Ayres Jr., M.; Shirazi, H.; Carvalho, R.; et al. (2011) Improved Models for Risk Assessment of Runway Safety Areas: ACRP Report 50. Transportation Research Board – TRB.

Blandford, Ann (2013): Semi-structured qualitative studies. In: Soegaard, Mads and Dam, Rikke Friis (eds.). "The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.". Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation. Available online at http://www.interactiondesign.org/encyclopedia/semi-structured_qualitative_studies.html

Chang, Y.H., Yang, H.H., Hsiao, Y.J. (2016) Human risk factors associated with pilots in runway excursions. *Accident Analysis & Prevention*, 94, 227-237.

Dantas, JPA, Cunha, JA, Silva, JL, Arantes, AO, Gomes, VCF. (2018) Análise Exploratória de Dados de Acidentes Aeronáuticos no Brasil. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 9, No. 2, pp. 106-127.

Eddowes, M., Hancox, J., MacInnes, A. (2001) Final Report on the Risk Analysis in Support of Aerodrome Design Rules: AEAT/RAIR/RD02325/R/002 Issue 1, A Reported Produced for the Norwegian Civil Aviation Authority, December 2001, 202 pp.

Hall, J., Ayres Jr., M., Wong, D. et al. (2008) Analysis of Aircraft Overruns and Undershoots for Runway Safety Areas: ACRP Report 3. Transportation Research Board – TRB.

Rebora, P. and Valsecchi, M. G. (2016). Survival Function. In *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online* (eds N. Balakrishnan, T. Colton, B. Everitt, W. Piegorisch, F. Ruggeri and J. L. Teugels). doi:10.1002/9781118445112.stat07882

Szabo, S., Vittek, P., Plos, V., Lalis, A., Stumper, M. (2017). Probabilistic model for airport runway safety areas. *Transport Problems*, 12(2), 89-97.

Tourangeau, R., Rips, L., & Rasinski, K. (2000). *The Psychology of Survey Response*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511819322

Valdés, R.M.A., Comendador, F.G., Gordún, L.M. (2011) The development of probabilistic models to estimate accident risk (due to runway overrun and landing undershoot) applicable to the design and construction of runway safety areas. *Safety Science*, 49, 633-650.

Van Es, G.W.H., Moek, G., Smeltink, J., Post, H., Piers, R. (2014) EASA Study on models and methodology for safety assessment of Runway End Safety Areas (RESA): Final Report.

Wong, D.K.Y., Pitfield, D.E., Caves, R.E., Appleyard, A.J. (2009) The development of a more risk-sensitive and flexible airport safety area strategy: Part II. Accident location analysis and airport risk assessment case studies. *Safety Science*, 47, 913–924.