



MATRIZ DE DECISÃO ACR PCR E CDF NA AVALIAÇÃO DE POUSOS ACIMA DA CAPACIDADE DO PAVIMENTO

ISSN 2763-7697 – QUALIS A4

Rodrigo Luiz Souza Rodrigues¹
Laion Leonardo Gaspar dos Santos²

RESUMO

A operação de aeronaves da aviação executiva cuja solicitação estrutural possa superar a capacidade publicada do pavimento exige distinguir a triagem operacional da avaliação estrutural. Este artigo desenvolveu uma matriz de decisão baseada no *Aircraft Classification Rating* (ACR), índice que representa o efeito relativo da aeronave sobre o pavimento; no *Pavement Classification Rating* (PCR), índice que expressa a capacidade resistente publicada do pavimento; e no *Cumulative Damage Factor* (CDF), fator de dano estrutural acumulado. A pesquisa adotou natureza aplicada, abordagem documental e caráter analítico-propositivo. O EMB-120ER foi utilizado como exemplo ilustrativo, sem restringir a aplicação do método a esse modelo. A relação ACR/PCR foi empregada para verificar a compatibilidade e calcular a sobrecarga relativa quando os índices pertenciam ao mesmo método. O CDF foi tratado como etapa condicionada à existência de dados estruturais e de tráfego, não disponíveis no cenário prático analisado. A aplicação considerou uma consulta hipotética às informações aeronáuticas públicas, na qual foram encontrados apenas limites de massa e pressão dos pneus, sem PCR publicado. Nessa condição, a matriz classificou a evidência como insuficiente e indicou a necessidade de avaliação de engenharia, sem presumir incapacidade do pavimento ou aumento da probabilidade de acidente. Os cenários comparativos também relacionaram operações eventuais e recorrentes ao controle de movimentos, às inspeções, à manutenção funcional, à reavaliação do PCR, à recuperação da drenagem e ao reforço estrutural. Concluiu-se que a matriz permite identificar o alcance da análise realizada pelo operador aéreo e os casos que dependem de manifestação do operador do aeródromo ou de avaliação de engenharia.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

Palavras-chave: Pavimentos aeroportuários; ACR-PCR; CDF; EMB-120; Aviação executiva; Decisão operacional.

¹ Bacharel em Ciências Aeronáuticas pela Universidade Veiga de Almeida (UVA). Mestre em Engenharia Aeronáutica - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Auditor Líder (IRCA) ISO 9001. Facilitador de CRM pela ANAC. Primeiro Oficial na GOL Linhas Aéreas há menos de 1 ano, atuando na frota Boeing 737 NG (-700, -800 e MAX), com mais de 850 horas de voo. Foi instrutor de Voo (INVA). Possui experiência em operações de Aerolevantamento Geofísico, Manutenção de Aeronaves e Táxi Aéreo. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1013-3310> E-mail: fay.rodriques@gmail.com

² Pesquisador independente em aviação civil e engenheiro aeronáutico, mestre em Engenharia Industrial pela Universidad Europea del Atlántico (UNEATLANTICO), doutorando em Engenharia de Fabricação de Aeronaves e detentor de diversas pós-graduações lato sensu. Atualmente, trabalha em oficinas aeronáuticas, atua na gestão de aeronaves, motores e equipes de manutenção e participa de projetos de modificação de aeronaves civis destinadas a missões de vigilância, monitoramento e guerra eletrônica. Sua experiência inclui o desenvolvimento e acompanhamento de projetos para aeronaves civis e militares, avaliações para pré-compra e leilões, vistorias técnicas e perícias aeronáuticas. Também possui experiência em programas de manutenção, monitoramento de motores, gestão de frotas e diagnóstico e solução de falhas (troubleshooting). Atua ainda em processos de certificação de produtos e serviços destinados a oficinas aeronáuticas e possui cursos técnicos realizados junto a fabricantes de aeronaves e componentes.
E-mail: laiongaspar@gmail.com

ACR PCR AND CDF DECISION MATRIX FOR ASSESSING LANDINGS ABOVE PAVEMENT CAPACITY

ABSTRACT

The operation of business aviation aircraft whose structural demand may exceed the published pavement capacity requires a distinction between operational screening and structural evaluation. This article developed a decision matrix based on the Aircraft Classification Rating (ACR), which represents the relative effect of an aircraft on a pavement; the Pavement Classification Rating (PCR), which expresses the published load-bearing capacity of the pavement; and the Cumulative Damage Factor (CDF), which represents accumulated structural damage. The research adopted an applied, documentary, analytical, and propositional approach. The EMB-120ER was used as an illustrative example without restricting the method to this aircraft model. The ACR/PCR ratio was employed to verify compatibility and calculate relative overload when both ratings belonged to the same method. The CDF was treated as a conditional stage requiring structural and traffic data, which were unavailable in the practical scenario. The application considered a hypothetical consultation of publicly available aeronautical information in which only aircraft mass and tire-pressure limits were provided, without a published PCR. Under these conditions, the matrix classified the evidence as insufficient and indicated the need

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

for an engineering evaluation, without presuming pavement incapacity or an increased probability of an accident. The comparative scenarios also related occasional and recurring operations to movement control, inspections, functional maintenance, PCR reassessment, drainage recovery, and structural strengthening. The matrix was found to identify the limits of the air operator's assessment and the cases requiring a formal response from the aerodrome operator or an engineering evaluation.

Keywords: Business aviation; Airport pavements; ACR–PCR; Cumulative damage; Engineering assessment; Operational decision.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de aeródromos com diferentes capacidades de pavimento representa uma questão operacional para a aviação de negócios (*business aviation*), principalmente quando a solicitação estrutural produzida pela aeronave pode superar o valor publicado para a pista. Essa análise não depende apenas da massa, pois o efeito da aeronave sobre o pavimento varia conforme a configuração do trem de pouso, a pressão dos pneus, o tipo de pavimento e a resistência do subleito. Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2024, p. 2), essas variáveis interferem diretamente na classificação da aeronave e devem ser consideradas na verificação de compatibilidade.

A ANAC, por meio da Instrução Suplementar nº 154.111-001A (ANAC, 2024, p. 2), apresenta as orientações nacionais para aplicação do método ACR–PCR. O *Aircraft Classification Rating* (ACR), ou Índice de Classificação de Aeronave, expressa o efeito relativo de uma aeronave sobre um pavimento para determinada categoria padronizada de subleito. O *Pavement Classification Rating* (PCR), ou Índice de Classificação de Pavimento, representa a capacidade de suporte do pavimento. Pelo princípio do método, uma aeronave com ACR igual ou inferior ao PCR pode operar sem restrição decorrente dessa comparação, desde que também sejam respeitadas as limitações relativas à pressão dos pneus.

O ACR–PCR aplica-se aos pavimentos destinados ao pouso e à decolagem de aeronaves com massa de rampa superior a 5.700 kg. Para aeronaves com massa de rampa igual ou inferior a esse valor, a resistência do pavimento deve ser

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

divulgada por meio da massa máxima permitida e da pressão máxima admissível dos pneus (ANAC, 2024, p. 2). Essa distinção é particularmente importante para a aviação de negócios, cujo conjunto de aeronaves abrange modelos situados acima e abaixo desse limite regulamentar.

Antes da adoção do método atual, a resistência dos pavimentos aeroportuários era divulgada pelo sistema formado pelo *Aircraft Classification Number* (ACN), ou Número de Classificação da Aeronave, e pelo *Pavement Classification Number* (PCN), ou Número de Classificação do Pavimento. Conforme a Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO, 2025, p. 6-9), as disposições relativas ao ACN-PCN permaneceram aplicáveis até 27 de novembro de 2024, enquanto o ACR-PCR passou a ser aplicável a partir de 28 de novembro de 2024.

Embora os dois sistemas tenham a finalidade de relacionar o efeito da aeronave com a resistência publicada do pavimento, seus valores são obtidos por procedimentos diferentes. O ACR-PCR utiliza respostas estruturais, como tensões, deformações e deflexões, calculadas por análise elástica em camadas. Além disso, os valores de ACR são aproximadamente uma ordem de grandeza superiores aos valores correspondentes de ACN, e não existe conversão numérica direta entre PCN e PCR (ICAO, 2024, p. 9-11). Consequentemente, o ACN deve ser comparado exclusivamente ao PCN, enquanto o ACR deve ser comparado exclusivamente ao PCR.

No Brasil, o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 153 (RBAC nº 153), Emenda nº 11, define o ACR-PCR como o método utilizado para comparar a resistência dos pavimentos destinados a aeronaves com mais de 5.700 kg, expressa pelo PCR, com as necessidades da aeronave, expressas pelo ACR. A publicação deve apresentar o valor numérico do PCR, o tipo de pavimento, a categoria de resistência do subleito, a pressão máxima admissível dos pneus e o método de avaliação utilizado (ANAC, 2026, p. 6).

Essas informações permitem ao operador aéreo realizar uma triagem inicial, mas não equivalem a uma avaliação estrutural completa. O método de avaliação técnica do PCR exige conhecimento confiável das espessuras das camadas, dos materiais constituintes, dos módulos de elasticidade, do módulo do subleito e dos

coeficientes de Poisson. Também exige a análise das tensões e deformações e a compatibilização da estrutura com o conjunto de aeronaves previsto ao longo da vida útil considerada (ANAC, 2024, p. 3). Como esses dados não estão necessariamente presentes na informação aeronáutica publicada, o operador aéreo pode identificar uma incompatibilidade entre índices, mas não consegue, apenas com essa publicação, determinar a vida remanescente da pista ou o dano estrutural produzido pela operação.

Quando o ACR e o PCR forem aplicáveis ao mesmo tipo de pavimento e à mesma categoria de subleito, sua razão poderá ser utilizada para verificar a compatibilidade publicada. Neste artigo, propõe-se calcular a sobrecarga relativa por meio da seguinte expressão:

$$S = \max \left[0; \left(\frac{PCR}{ACR} - 1 \right) \times 100 \right]$$

Nessa expressão, S representa a sobrecarga relativa, expressa em porcentagem. A equação é uma elaboração dos autores, obtida pela transformação percentual da diferença relativa entre ACR e PCR. Ela não integra o texto da Instrução Suplementar nº 154.111-001A nem constitui fórmula oficial da ANAC, ICAO ou FAA. Sua finalidade é apenas apresentar, em porcentagem, quanto o ACR supera o PCR.

A mesma expressão também pode ser apresentada, para os casos em que $ACR > PCR$, da seguinte forma:

$$S = \frac{ACR - PCR}{PCR} \times 100$$

Se o ACR for igual a 108 e o PCR igual a 100, por exemplo, a razão ACR/PCR será 1,08 e a sobrecarga relativa será de 8%. Esse resultado significa somente que o índice da aeronave está 8% acima da capacidade publicada pelo método. Ele não significa aumento de 8% na probabilidade de acidente, consumo automático de 8% da vida do pavimento ou possibilidade de falha estrutural de uma pista. Essa distinção decorre das próprias finalidades dos indicadores: o ACR representa o efeito relativo de uma aeronave, enquanto o PCR representa a capacidade de suporte publicada do pavimento (ANAC, 2024, p. 2).

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

A existência de ACR superior ao PCR também não produz, por si só, uma autorização ou uma proibição operacional absoluta. O RBAC nº 153 permite que o operador do aeródromo aceite até 5% dos movimentos no sistema de pistas realizados por aeronaves que sobrecarreguem o pavimento, tomando como referência os movimentos registrados nos 12 meses anteriores e excluindo o movimento de pequenas aeronaves. Para pavimentos flexíveis e rígidos, a sobrecarga individual máxima admitida pelo método ACR-PCR é de 10%. Quando a operação ultrapassar esses parâmetros, o operador do aeródromo deve avaliá-la previamente por meio de uma Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional (AISO) específica para o movimento extraordinário (ANAC, 2026, p. 19).

A AISO é definida pela ANAC como o documento elaborado pelo operador do aeródromo para consolidar o processo de gerenciamento do risco da segurança operacional (ANAC, 2026, p. 4). Portanto, os limites regulamentares de 5% dos movimentos e 10% de sobrecarga individual não representam uma autorização automática para o operador aéreo realizar o pouso. A decisão depende do operador do aeródromo, que possui acesso ao histórico de movimentos, às condições da infraestrutura e às avaliações internas de segurança operacional.

A diferença entre operação eventual e operação recorrente constitui outro elemento necessário à decisão. Uma única comparação entre ACR e PCR examina a compatibilidade da aeronave com o valor publicado, mas não representa o efeito acumulado da repetição das cargas. Para essa finalidade, utiliza-se o *Cumulative Damage Factor* (CDF), ou Fator de Dano Acumulado, que representa a parcela da vida estrutural de fadiga consumida pelo tráfego. O CDF relaciona as repetições de carga aplicadas às repetições admissíveis até a condição de falha considerada no modelo e combina as contribuições das aeronaves que compõem o tráfego analisado (FAA, 2016, p. 3-7 e 3-13).

A metodologia brasileira de avaliação técnica do PCR utiliza o CDF para identificar a aeronave mais exigente do conjunto de tráfego, estabelecer o número equivalente de partidas e compatibilizar o tráfego analisado com a vida útil da estrutura (ANAC, 2024, p. 3). Seu cálculo depende das características do pavimento, dos materiais, do subleito, das aeronaves, das massas operacionais, da frequência

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

dos movimentos e do período adotado. Por essa razão, o CDF não pode ser calculado somente com ACR, PCR e informações aeronáuticas publicadas.

O CDF também não representa probabilidade de acidente. Ele constitui um indicador de consumo de vida estrutural por fadiga dentro das condições adotadas no modelo de engenharia (FAA, 2016, p. 3-13). Quando houver dados técnicos rastreáveis, o impacto de uma nova operação poderá ser avaliado pela diferença entre o CDF do tráfego de referência e o CDF do cenário que inclui os movimentos propostos. Quando esses dados não estiverem disponíveis, a matriz deverá registrar a necessidade de avaliação estrutural, sem atribuir ao pavimento um CDF presumido.

Nas operações eventuais, as medidas podem abranger redução da massa planejada, limitação da quantidade de movimentos, coordenação prévia com o operador do aeródromo, inspeções antes e depois da operação e acompanhamento da evolução dos defeitos. A orientação técnica da *Federal Aviation Administration* (FAA), autoridade de aviação civil dos Estados Unidos, indica que operações ocasionais com sobrecargas menores podem produzir uma redução limitada da vida do pavimento, mas recomenda inspeções regulares e revisão periódica dos critérios adotados. A repetição excessiva dessas sobrecargas pode reduzir significativamente a vida da estrutura e antecipar a necessidade de grande reabilitação (FAA, 2022, p. C-1).

Nas operações recorrentes, as soluções devem considerar a capacidade estrutural e a continuidade do tráfego. Se o pavimento estiver subavaliado, uma nova avaliação técnica poderá demonstrar um PCR diferente daquele anteriormente publicado. Se a estrutura for insuficiente, poderão ser necessários reparos localizados em profundidade, recuperação da drenagem, reforço das camadas existentes ou execução de camada estrutural adicional. Reparos superficiais, como o fechamento de painéis, podem restabelecer condições funcionais e reduzir riscos associados a objetos ou irregularidades, mas não demonstram, isoladamente, aumento da capacidade estrutural.

A justificativa deste estudo decorre da distância entre a informação disponível ao operador aéreo e os dados necessários à avaliação estrutural. A relação

ACR/PCR permite identificar compatibilidade ou sobrecarga em relação ao valor publicado, mas não determina a probabilidade de acidente ou o dano acumulado. O CDF permite avaliar o consumo da vida estrutural pelo tráfego repetido, mas depende de informações que normalmente não estão disponíveis durante a triagem operacional. A regulamentação admite operações extraordinárias dentro de determinados parâmetros, mas atribui sua avaliação ao operador do aeródromo. A integração desses elementos em uma única ferramenta pode tornar mais claro o limite da decisão do operador aéreo e indicar quando a análise deve ser transferida ao operador do aeródromo ou à engenharia.

Diante desse contexto, o problema de pesquisa consiste em determinar como uma matriz baseada em ACR-PCR, CDF, pressão dos pneus, frequência operacional e suficiência das informações pode auxiliar o operador da aviação de negócios a identificar se uma operação é compatível com o pavimento, depende da manifestação do operador do aeródromo, exige avaliação de engenharia ou não deve ser recomendada com os dados disponíveis. Busca-se também identificar quais impactos podem ser efetivamente mensurados e quais soluções podem ser relacionadas às operações eventuais e recorrentes.

O objetivo do artigo é desenvolver e aplicar uma Matriz de Decisão ACR-PCR e CDF para avaliar operações da aviação de negócios cuja solicitação estrutural possa superar a capacidade publicada do pavimento. Para isso, o estudo diferenciará ACN-PCN de ACR-PCR, estabelecerá os dados necessários à comparação, calculará a sobrecarga relativa, distinguirá sobrecarga de dano acumulado e probabilidade de acidente, incorporará o CDF somente quando houver informações técnicas rastreáveis e relacionará as classes de decisão a medidas operacionais, regulatórias e de engenharia.

A hipótese central é que a combinação entre ACR-PCR, pressão dos pneus, frequência operacional e nível de evidência permite uma decisão mais consistente do que a utilização isolada de um limite de massa. Como hipóteses complementares, considera-se que a sobrecarga relativa pode ser quantificada pela diferença percentual entre ACR e PCR, sem que esse resultado represente probabilidade de acidente; que as informações publicadas permitem uma triagem, mas não

substituem a avaliação estrutural; e que operações recorrentes exigem tratamento diferente das operações eventuais, porque o impacto sobre o pavimento depende da repetição das cargas e do conjunto do tráfego.

A matriz não se restringirá a uma única aeronave. Seu campo de aplicação compreende diferentes modelos empregados na aviação de negócios, como os Embraer: Phenom 300E, Praetor 600 e Legacy 650E; o Bombardier Challenger 3500; os Cessna: Citation CJ4 e Citation X, da Textron Aviation; e o Dassault Falcon 900LX. Neste artigo, o Embraer EMB-120 será utilizado apenas como exemplo ilustrativo para a aplicação do procedimento, permitindo variar massa planejada, frequência operacional e forma de publicação da resistência do pavimento. A aplicação a outra aeronave dependerá da utilização dos dados correspondentes ao modelo, à configuração do trem de pouso, à pressão dos pneus e à condição operacional analisada.

Além desta introdução, o artigo apresenta a revisão teórica dos métodos ACN-PCN e ACR-PCR, do CDF e dos requisitos aplicáveis às operações em sobrecarga. Em seguida, descreve a metodologia de construção da matriz, seus níveis de evidência e suas classes de decisão. Posteriormente, aplica o procedimento aos cenários selecionados e discute as medidas temporárias e permanentes associadas aos resultados. Por fim, as considerações finais sintetizam as contribuições, limitações e possibilidades de aplicação da ferramenta.

2 REVISÃO TEÓRICA

A avaliação da compatibilidade entre aeronaves e pavimentos aeroportuários envolve dois níveis de análise. O primeiro utiliza os índices publicados para verificar se a solicitação da aeronave é compatível com a capacidade declarada do pavimento. O segundo examina o comportamento da estrutura diante das cargas aplicadas e de sua repetição ao longo do tempo. Embora relacionados, esses níveis não fornecem o mesmo tipo de resposta: a comparação entre os índices serve à triagem, enquanto a avaliação estrutural exige informações sobre o pavimento, o tráfego e os materiais empregados.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

2.1 INTERAÇÃO ENTRE AERONAVE E PAVIMENTO

A massa da aeronave não representa, isoladamente, a solicitação transmitida ao pavimento. Aeronaves com massas semelhantes podem produzir efeitos diferentes em razão da quantidade de rodas, do espaçamento entre os eixos, da distribuição da carga no trem de pouso e da pressão dos pneus. O tipo de pavimento e a resistência do subleito também interferem no valor atribuído à aeronave. Por essa razão, o ACR varia conforme a massa, a configuração da aeronave, a pressão dos pneus, o tipo de pavimento e a categoria de resistência do subleito considerada no cálculo (ANAC, 2024, p. 2).

Nos pavimentos flexíveis, as cargas são distribuídas pelas camadas até alcançar o subleito. Nos pavimentos rígidos, a placa de concreto participa de forma predominante da distribuição dos esforços. O método ACR-PCR trata os dois comportamentos como estruturas equivalentes flexíveis ou rígidas e emprega categorias padronizadas de resistência do subleito. A metodologia atual utiliza a Análise Elástica em Camadas, denominada *Layered Elastic Analysis* (LEA), para calcular tensões, deformações e deflexões produzidas pelas cargas das aeronaves (ICAO, 2024, p. 9 e 13).

A pressão dos pneus representa outra condição de compatibilidade. Mesmo quando o ACR for igual ou inferior ao PCR, a operação deverá atender à categoria de pressão publicada para o pavimento. O sistema utiliza os códigos W, X, Y e Z para representar, respectivamente, pressão sem limite declarado, pressão de até 1,75 MPa, pressão de até 1,25 MPa e pressão de até 0,50 MPa (ICAO, 2024, p. 16). Assim, a avaliação não pode se limitar à comparação entre os valores numéricos de ACR e PCR.

A condição estrutural também deve ser diferenciada da condição funcional da superfície. Trincas, afundamentos, ondulações, deformações, desgaste, placas, desníveis entre placas e problemas nas juntas estão entre os defeitos de pavimento reconhecidos pelo RBAC nº 153 (ANAC, 2026, p. 5). A correção de um defeito superficial pode restabelecer a regularidade da pista, reduzir a presença de objetos estranhos e impedir a progressão de determinada manifestação. Entretanto, um

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

reparo superficial não demonstra, por si só, que houve aumento da capacidade estrutural do pavimento.

Essa distinção é necessária porque uma pista aparentemente conservada pode possuir capacidade estrutural inferior à solicitação da aeronave, enquanto uma pista com defeito superficial localizado pode manter parte de sua capacidade estrutural. A avaliação visual contribui para reconhecer condições que exigem manutenção ou inspeção adicional, mas não substitui o levantamento das camadas, dos materiais, da resistência do subleito e do histórico de tráfego.

2.2 TRANSIÇÃO DO MÉTODO ACN-PCN PARA O ACR-PCR

O método ACN-PCN foi empregado durante décadas para divulgar a resistência dos pavimentos destinados a aeronaves com massa de rampa superior a 5.700 kg. O ACN representava o efeito relativo da aeronave sobre um pavimento padronizado, enquanto o PCN representava a capacidade do pavimento para receber aeronaves sem restrições adicionais, observadas as condições publicadas. A partir de 28 de novembro de 2024, o ACR-PCR passou a constituir o método aplicável internacionalmente para essa finalidade (ICAO, 2025, p. 6-9).

A alteração não se limitou à substituição das denominações. O sistema anterior possuía procedimentos de cálculo vinculados a métodos empíricos e categorias de subleito definidas de forma distinta para pavimentos flexíveis e rígidos. O ACR-PCR adotou procedimentos fundamentados em respostas estruturais e passou a utilizar categorias uniformes de subleito para os dois tipos de pavimento. A mudança procurou aproximar a classificação publicada dos métodos mecanístico-empíricos empregados na engenharia contemporânea de pavimentos (ICAO, 2024, p. 5 e 11).

Os valores dos dois sistemas não são equivalentes. A ICAO estabeleceu valores de ACR aproximadamente dez vezes superiores aos valores correspondentes de ACN para reduzir a possibilidade de confusão durante a transição. A mesma fonte esclarece que não existe conversão direta entre PCN e

PCR, pois o PCR precisa ser determinado pelo procedimento próprio do novo método (ICAO, 2024, p. 11).

Consequentemente, quatro regras devem ser observadas na matriz. O ACN deve ser comparado somente ao PCN; o ACR deve ser comparado somente ao PCR; um PCN não pode ser multiplicado por determinado fator para produzir um PCR; e a ausência de PCR não autoriza a utilização do ACR em conjunto com um valor publicado pelo método anterior. Quando o aeródromo ainda apresentar ACN-PCN, a análise deverá permanecer no sistema anterior e ser identificada como tal.

A publicação do PCR contém cinco elementos. O primeiro é seu valor numérico; o segundo identifica o pavimento como rígido ou flexível; o terceiro informa a categoria de resistência do subleito; o quarto apresenta a pressão máxima admissível dos pneus; e o quinto identifica o método utilizado na avaliação (ANAC, 2024, p. 3). Uma publicação hipotética como PCR 120/F/B/X/T indicaria valor numérico 120, pavimento flexível, subleito de categoria B, pressão máxima correspondente à categoria X e determinação por avaliação técnica.

O último código possui relevância para a interpretação do resultado. A letra T indica que o PCR foi obtido por avaliação técnica, enquanto a letra U indica que foi determinado pelo método baseado na experiência com aeronaves. Na avaliação técnica, são conhecidos os dados da estrutura e são analisadas suas tensões e deformações. No método da aeronave, o valor é estabelecido com base nas aeronaves que operaram satisfatoriamente no pavimento, especialmente quando as informações sobre a estrutura ou o solo forem desconhecidas ou pouco confiáveis (ANAC, 2024, p. 3).

O PCR obtido pelo método U não deve ser tratado como equivalente a uma investigação estrutural detalhada. A *Federal Aviation Administration* observa que a precisão desse método depende da qualidade dos registros de tráfego anteriores e desaconselha sua utilização prolongada quando não houver base técnica suficiente para representar adequadamente a estrutura (FAA, 2022, p. 4-11 e 4-12). Na matriz, o código de avaliação será utilizado para indicar a origem e o nível de evidência associado ao PCR, sem invalidar automaticamente os valores publicados pelo método U.

2.3 RELAÇÃO ACR/PCR E SOBRECARGA RELATIVA

A comparação entre ACR e PCR constitui o núcleo do método. Quando o ACR for igual ou inferior ao PCR, a aeronave é considerada compatível pelo critério estrutural publicado, desde que a pressão dos pneus e as demais limitações sejam atendidas. Quando o ACR superar o PCR, a operação passa a exigir restrição ou avaliação adicional, de acordo com a magnitude e a frequência da sobrecarga (ICAO, 2024, p. 9).

Para que a comparação seja válida, o ACR deverá corresponder à massa planejada, ao tipo de pavimento e à categoria do subleito divulgada no código do PCR. A ICAO diferencia o ACR máximo, normalmente associado à massa máxima de rampa e à condição que produz a maior carga no trem principal, dos valores de ACR ajustados para condições específicas de massa, pressão dos pneus e posição do centro de gravidade (ICAO, 2024, p. 14). Portanto, a utilização automática do ACR máximo pode não representar a condição real de determinada operação, enquanto o emprego de um ACR calculado para massa inferior precisa ser sustentado por documentação técnica rastreável.

A razão ACR/PCR mostra a posição relativa da aeronave em relação à capacidade publicada. Para transformar essa razão em um indicador percentual, este artigo adota a sobrecarga relativa S , definida pelos autores como:

$$S = \max\left[0; \left(\frac{ACR}{PCR} - 1\right) \times 100\right]$$

A expressão também pode ser escrita, nos casos em que $ACR > PCR$, como:

$$S = \frac{ACR - PCR}{PCR} \times 100$$

A fórmula não integra os métodos oficiais da ANAC, ICAO ou FAA. Trata-se de uma transformação algébrica proposta pelos autores para facilitar a interpretação da diferença entre os índices. O operador $\max$ atribui valor zero aos casos em que o ACR é igual ou inferior ao PCR, pois nesses casos não existe sobrecarga pelo critério adotado. A fórmula não mede a margem estrutural disponível quando o ACR

estiver abaixo do PCR, mas apenas o excedente quando a relação ultrapassar a unidade.

Considere-se, por exemplo, uma aeronave com ACR 108 diante de um pavimento com PCR 100:

$$S = \left(\frac{108}{100} - 1 \right) \times 100 = 8\%$$

O resultado indica que o ACR está 8% acima do PCR. Não se conclui, com esse cálculo, que a probabilidade de acidente aumentou 8%, que a resistência física da pista foi ultrapassada exatamente na mesma proporção ou que uma única operação consumirá 8% da vida do pavimento. A razão representa a incompatibilidade entre os índices publicados; o dano estrutural depende das características da estrutura e da repetição das cargas.

Essa limitação também se aplica aos casos em que o resultado seja igual ou inferior a zero. A classificação como compatível na triagem significa apenas que o ACR não supera o PCR e que a pressão dos pneus é admissível. Ela não substitui a verificação de comprimento de pista, distância de pouso, obstáculos, condições meteorológicas, condição superficial, restrições aeronáuticas e limitações constantes na documentação da aeronave.

2.4 FATOR DE DANO ACUMULADO

O CDF representa a parcela da vida estrutural de fadiga consumida pelas repetições de carga. Segundo a metodologia da FAA, o indicador relaciona a quantidade de repetições aplicadas à quantidade admissível até a condição de falha definida no modelo estrutural (FAA, 2016, p. 3-13). Para uma aeronave, essa relação pode ser expressa por:

$$CDF_i = \frac{n_i}{N_i}$$

em que n_i corresponde ao número de repetições aplicadas pela aeronave i , enquanto N_i representa o número admissível de repetições dessa aeronave até a condição de falha considerada.

No conjunto de tráfego, as contribuições são combinadas segundo o princípio de acumulação de dano:

$$CDF_{\text{total}} = \sum_{i=1}^m CDF_i$$

A contribuição de cada aeronave depende de sua massa, configuração do trem, pressão dos pneus, frequência de operação e posição transversal das cargas. O dano acumulado não é necessariamente controlado pela aeronave de maior massa, pois a geometria do trem e a quantidade de movimentos também influenciam o resultado (FAA, 2016, p. 3-7 e 3-14).

A interpretação do CDF deve permanecer vinculada às condições utilizadas no cálculo. Em uma análise de projeto, o valor unitário representa o consumo da vida estrutural considerada para o conjunto de tráfego e para os critérios de falha adotados. Isso não significa que o pavimento sofrerá ruptura repentina no instante em que o CDF alcançar 1,00, mas que a vida de projeto foi consumida segundo as premissas do modelo (FAA, 2016, p. 3-13).

Na determinação técnica do PCR, a metodologia da ANAC utiliza o CDF para identificar a aeronave mais exigente, transformar o conjunto de tráfego em movimentos equivalentes e encontrar a condição em que o dano acumulado corresponda à vida estrutural avaliada (ANAC, 2024, p. 3). Esse procedimento exige dados sobre as camadas, os materiais, o subleito, a quantidade de partidas e as características das aeronaves. O CDF, portanto, não pode ser calculado apenas a partir do ACR e do PCR.

Para avaliar o acréscimo produzido por uma operação proposta, o artigo utilizará, quando existirem dados rastreáveis, a variação do CDF:

$$\Delta CDF = CDF_{\text{comoperação}} - CDF_{\text{referência}}$$

O ΔCDF é uma comparação entre dois cenários estruturais calculados com as mesmas premissas. O primeiro representa o tráfego de referência; o segundo incorpora a operação estudada. A diferença mostra o acréscimo estimado de dano estrutural associado ao novo cenário. Assim como a sobrecarga relativa, essa expressão é uma organização analítica adotada pelos autores e não uma probabilidade de acidente.

Quando não houver dados suficientes, a matriz não atribuirá valores hipotéticos ao CDF. O resultado será registrado como “CDF necessário, mas indisponível”. Essa classificação permite demonstrar que a análise depende de engenharia sem transformar a ausência de informação em uma falsa estimativa numérica.

2.5 TRATAMENTO REGULATÓRIO DAS OPERAÇÕES EM SOBRECARGA

O RBAC nº 153 atribui ao operador do aeródromo a decisão sobre determinados movimentos em sobrecarga. A norma permite que até 5% dos movimentos realizados no sistema de pistas sejam efetuados por aeronaves que sobrecarreguem o pavimento, considerando os registros dos 12 meses anteriores e excluindo o movimento de pequenas aeronaves. No método ACR-PCR, a sobrecarga individual máxima admitida para pavimentos flexíveis e rígidos é de 10% (ANAC, 2026, p. 19).

Os dois limites devem ser considerados simultaneamente. Uma aeronave com ACR até 10% superior ao PCR não recebe autorização automática para operar, pois o operador aéreo não dispõe necessariamente da participação das sobrecargas no total de movimentos dos 12 meses anteriores. A redação regulamentar estabelece que o operador do aeródromo “pode permitir” esses movimentos, mantendo a decisão sob sua responsabilidade (ANAC, 2026, p. 19).

Quando a operação exceder o limite individual ou a participação admitida no tráfego, o operador do aeródromo deverá realizar previamente uma AISO específica para o movimento extraordinário (ANAC, 2026, p. 19). A AISO consolida o processo de gerenciamento do risco e deve ser elaborada pelo operador do aeródromo

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

(ANAC, 2026, p. 4). Esse procedimento não se confunde com o cálculo do CDF: a AISO trata o risco operacional de forma abrangente, enquanto o CDF constitui um indicador específico de comportamento estrutural do pavimento.

As orientações internacionais para sobrecargas partem do entendimento de que pavimentos, salvo em condições de sobrecarga extrema, normalmente não sofrem falha súbita e catastrófica. Entretanto, cargas superiores ao PCR podem reduzir a vida de projeto e acelerar a deterioração. Por isso, operações ocasionais em sobrecarga devem ser acompanhadas de inspeções, controle da quantidade de movimentos e revisão periódica dos critérios adotados. A repetição excessiva pode reduzir significativamente a vida do pavimento ou antecipar uma grande intervenção de reabilitação (FAA, 2022, p. C-1).

O tratamento regulatório permite distinguir três situações. Na primeira, o ACR é igual ou inferior ao PCR e a pressão dos pneus é compatível, permitindo concluir pela compatibilidade na triagem. Na segunda, o ACR supera o PCR dentro do limite individual de 10%, mas a operação permanece condicionada à manifestação do operador do aeródromo e à verificação da frequência. Na terceira, os parâmetros regulamentares são excedidos ou os dados são insuficientes, exigindo avaliação de engenharia e AISO quando aplicável.

Essa organização sustenta a construção da Matriz de Decisão ACR-PCR e CDF. A matriz não substituirá a autoridade do operador do aeródromo, não concederá autorização de pouso e não converterá sobrecarga em probabilidade de acidente. A matriz informa se a comparação é possível e, quando não for, indica a necessidade de consulta ao operador do aeródromo ou de avaliação de engenharia.

3 METODOLOGIA

A pesquisa adotou natureza aplicada, abordagem documental e caráter analítico-propositivo. A dimensão quantitativa utilizou a relação entre ACR e PCR e o cálculo da sobrecarga relativa. O CDF foi previsto como etapa condicional, aplicável apenas quando existissem dados estruturais rastreáveis do pavimento e do tráfego. A dimensão qualitativa examinou a suficiência das informações, o enquadramento

regulamentar, a responsabilidade pela decisão e as medidas operacionais ou de engenharia associadas a cada resultado.

A unidade de análise foi uma operação planejada, definida pela combinação entre aeronave, massa operacional, pavimento, frequência de movimentos e data de consulta. O EMB-120ER foi utilizado como exemplo ilustrativo, sem restringir a aplicação da matriz a esse modelo.

3.1 FONTES E HIERARQUIA DOS DADOS

A pesquisa utiliza documentos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO) e da *Federal Aviation Administration* (FAA), além das informações aeronáuticas oficiais, dos documentos técnicos da aeronave e dos dados fornecidos pelo operador do aeródromo.

Os dados da aeronave deverão ser obtidos de documentação técnica aprovada ou emitida pelo fabricante. Poderão ser consultados o *Aircraft Flight Manual* (AFM), ou Manual de Voo da Aeronave, os manuais de planejamento aeroportuário, as tabelas oficiais de ACR, os documentos de peso e balanceamento e outras publicações aplicáveis à variante analisada. Fontes secundárias poderão apoiar a contextualização, mas não serão utilizadas para determinar massa certificada, pressão dos pneus, configuração do trem de pouso ou ACR.

As informações do pavimento serão obtidas das publicações aeronáuticas oficiais vigentes na data da análise. O registro deverá preservar o valor numérico do PCR, o tipo de pavimento, a categoria do subleito, a pressão máxima admissível dos pneus e o método de avaliação. Esses cinco elementos integram a forma regulamentar de divulgação da resistência pelo método ACR-PCR (ANAC, 2026, p. 6).

Quando houver dados fornecidos pelo operador do aeródromo, deverão ser registrados a origem do documento, a data da avaliação, o segmento de pista abrangido, o método empregado e o profissional ou organização responsável. Uma declaração genérica de que a pista “suporta” determinada aeronave não será tratada

como avaliação estrutural se não houver identificação das condições de massa, frequência e pavimento consideradas.

Cada informação utilizada será acompanhada de fonte, data, unidade e condição de aplicação. Em caso de divergência, prevalecerá o documento técnico mais recente e de maior autoridade para o dado analisado. A documentação certificada da aeronave prevalecerá para seus limites operacionais; a informação aeronáutica oficial prevalecerá para a condição publicada do aeródromo; e a avaliação estrutural documentada prevalecerá para a análise de engenharia do pavimento.

3.2 VARIÁVEIS DA MATRIZ

A matriz foi composta por seis grupos de variáveis: aeronave, pavimento, operação, dano acumulado, condição conhecida e governança. A separação permite identificar se a conclusão decorre de um cálculo, de uma restrição publicada, da ausência de dados ou da necessidade de manifestação do operador do aeródromo.

Quadro 1 — Variáveis da Matriz de Decisão ACR–PCR e CDF

Grupo	Variáveis	Aplicação
Aeronave	Modelo, variante, massa planejada, configuração do trem, pressão dos pneus e ACR	Determinar a solicitação correspondente à operação
Pavimento	PCR ou PCN, tipo, categoria do subleito, pressão admissível e método de avaliação	Verificar se a comparação é válida
Operação	Quantidade de movimentos, frequência e período considerado	Distinguir operação eventual de recorrente
Dano acumulado	CDF de referência, CDF com a nova operação, Δ CDF e horizonte de análise	Estimar o acréscimo de dano quando houver base técnica
Condição conhecida	Defeitos, restrições, drenagem, manutenção e limitações publicadas	Identificar impedimentos ou necessidade de inspeção
Governança	Manifestação do operador do aeródromo, avaliação estrutural e AISO	Definir o responsável pelo próximo passo

Fonte: elaboração dos autores.

A massa empregada na matriz será a massa planejada para a operação analisada, desde que exista ACR correspondente e que essa condição esteja amparada pela documentação técnica da aeronave. O ACR máximo não será utilizado automaticamente quando houver valor tecnicamente válido para a massa planejada. Da mesma forma, não será calculado ACR por interpolação ou extrapolação fora dos limites apresentados pelo fabricante sem método autorizado e memória de cálculo verificável.

A pressão dos pneus será comparada separadamente com a categoria publicada para o pavimento. Uma relação ACR/PCR igual ou inferior a 1,00 não produzirá classificação compatível se a pressão dos pneus superar o limite informado. Essa regra evita que o valor numérico do PCR seja utilizado sem os demais componentes de sua classificação.

3.3 VERIFICAÇÃO DO MÉTODO PUBLICADO

A primeira etapa técnica consiste em identificar o sistema empregado na publicação do pavimento. Quando estiver disponível o PCR, será utilizado o ACR. Quando a informação ainda estiver apresentada em PCN, a comparação, se possível, permanecerá em ACN-PCN. Não será realizada comparação entre ACR e PCN ou entre ACN e PCR, pois os sistemas possuem escalas e procedimentos de cálculo diferentes e não admitem conversão numérica direta (ICAO, 2024, p. 11).

Quando o pavimento apresentar apenas massa máxima e pressão dos pneus, a matriz verificará se essa forma de publicação é compatível com a massa de rampa da aeronave avaliada. Para pavimentos destinados a aeronaves com massa de rampa superior a 5.700 kg, o método aplicável é o ACR-PCR; para aeronaves com massa igual ou inferior, a resistência pode ser divulgada pela massa máxima permitida e pela pressão máxima admissível dos pneus (ANAC, 2024, p. 2).

A inexistência de PCR aplicável não será interpretada automaticamente como incapacidade estrutural. O resultado será classificado como insuficiência de dados para a comparação ACR-PCR. Nesse caso, o próximo passo será solicitar ao

operador do aeródromo a informação correspondente ou encaminhar a operação para avaliação de engenharia.

3.4 CÁLCULO DA SOBRECARGA RELATIVA

Após a confirmação de que ACR e PCR pertencem ao mesmo método e correspondem ao mesmo tipo de pavimento e à mesma categoria de subleito, será calculada a razão:

$$R = \frac{ACR}{PCR}$$

A compatibilidade inicial será interpretada da seguinte maneira:

$$R \leq 1,00$$

indica que o ACR não supera o PCR, enquanto:

$$R > 1,00$$

indica sobrecarga em relação à capacidade publicada.

Para expressar o excedente em porcentagem, será empregado o indicador de sobrecarga relativa:

$$S = \max\left[0; \left(\frac{ACR}{PCR} - 1\right) \times 100\right]$$

em que S corresponde à sobrecarga relativa, expressa em porcentagem. A fórmula é uma elaboração dos autores resultante da transformação algébrica da razão ACR/PCR. Ela não será apresentada como equação oficial da ANAC, ICAO ou FAA.

Nos casos em que $ACR > PCR$, a expressão equivale a:

$$S = \frac{ACR - PCR}{PCR} \times 100$$

O resultado será empregado apenas para classificar a diferença entre os índices. Não será interpretado como aumento percentual da probabilidade de acidente, perda imediata de resistência ou consumo equivalente da vida estrutural.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

O limite de 10% previsto pelo RBAC nº 153 será representado pela condição:

$$1,00 < R \leq 1,10$$

Esse intervalo não produzirá autorização automática. Ele indicará que a operação se encontra dentro do limite individual que pode ser avaliado pelo operador do aeródromo, desde que também seja atendido o limite relativo à participação dessas operações no total de movimentos. O RBAC nº 153 admite sobrecarga individual máxima de 10% e limita esses movimentos a 5% do tráfego registrado nos 12 meses anteriores, excluído o movimento de pequenas aeronaves (ANAC, 2026, p. 19).

3.5 TRATAMENTO DO CDF

O CDF integrou a matriz como critério aplicável quando existissem dados sobre a estrutura do pavimento, o tráfego, as aeronaves e o horizonte de análise. No cenário prático desenvolvido neste artigo, esses dados não estavam disponíveis; por esse motivo, não foi calculado um valor de CDF. A ausência desse cálculo foi tratada como limitação da evidência, e não como estimativa de dano baseada somente na relação ACR/PCR.

$$CDF_i = \frac{n_i}{N_i}$$

em que n_i corresponde às repetições aplicadas e N_i às repetições admissíveis até a condição de falha considerada. O CDF total será obtido pela combinação das contribuições das aeronaves que integram o tráfego analisado, conforme o conceito de dano acumulado utilizado pela FAA (2016, p. 3-7 e 3-13):

$$CDF_{\text{total}} = \sum_{i=1}^m CDF_i$$

Para avaliar o impacto da operação proposta, será utilizada a diferença entre o cenário de referência e o cenário que inclui os novos movimentos:

$$\Delta CDF = CDF_{\text{com operação}} - CDF_{\text{referência}}$$

O ΔCDF mostrará o acréscimo estimado de dano estrutural atribuído à alteração do tráfego, desde que os dois cenários utilizem a mesma estrutura, o mesmo horizonte e os mesmos critérios de cálculo. Não serão comparados valores de CDF obtidos com premissas, modelos de falha ou períodos diferentes.

A disponibilidade do CDF será classificada em três condições: documentado e aplicável; necessário, mas indisponível; ou dispensável na triagem inicial. A ausência de CDF não será preenchida com estimativas baseadas exclusivamente na relação ACR/PCR.

3.6 NÍVEIS DE EVIDÊNCIA

A matriz adotou quatro níveis de evidência, designados de E0 a E3. O nível não representa risco ou autorização, mas a quantidade e a qualidade das informações disponíveis para fundamentar a decisão. O nível não representa risco ou autorização, porém a quantidade e a qualidade das informações disponíveis para fundamentar uma decisão.

Quadro 2 — Níveis de evidência

Nível	Evidência disponível	Alcance
E0	Informação ausente, incompatível ou insuficiente	Não permite comparação tecnicamente válida
E1	Informação aeronáutica publicada e documentação da aeronave	Permite triagem ACR-PCR e verificação da pressão
E2	Dados complementares e manifestação documentada do operador do aeródromo	Permite avaliar frequência, condição conhecida e medidas operacionais
E3	Avaliação estrutural documentada, com dados de pavimento e tráfego	Permite análise de CDF, vida estrutural e soluções permanentes

Fonte: elaboração dos autores.

O nível E1 corresponde à condição normalmente disponível ao operador aéreo. O E2 acrescenta informações que dependem do operador do aeródromo, como o histórico de movimentos em sobrecarga, inspeções e medidas de controle. O E3 exige participação da engenharia e documentação suficiente para reproduzir as premissas e os resultados.

3.7 CLASSES DE DECISÃO

As saídas da matriz serão organizadas em quatro classes, de D1 a D4. Cada resultado deverá apresentar o nível de evidência, o cálculo realizado, a informação ausente e o responsável pelo prosseguimento da análise.

Quadro 3 — Classes da Matriz de Decisão

Classe	Resultado	Critério predominante	Encaminhamento
D1	Compatível na triagem	$ACR \leq PCR$, pressão compatível e ausência de restrição conhecida	Prosseguir com as demais verificações operacionais
D2	Condicional ao operador do aeródromo	$1,00 < ACR/PCR \leq 1,10$	Solicitar manifestação formal e verificar frequência e condição do pavimento
D3	Avaliação de engenharia necessária	ACR/PCR superior a 1,10; PCR ausente; dados incompatíveis; ou operação recorrente sem CDF aplicável	Solicitar avaliação técnica e AISO, quando aplicável
D4	Não recomendada com os dados disponíveis	Restrição expressa; pressão incompatível em código ACR-PCR aplicável; condição estrutural adversa documentada; ou inexistência de mitigação tecnicamente viável	Selecionar alternativa ou aguardar correção e nova avaliação

Fonte: elaboração dos autores.

A classificação D1 limita-se à compatibilidade do pavimento. Ela não substitui o cálculo de desempenho, a análise de obstáculos, as condições meteorológicas, as limitações da aeronave ou outras restrições aplicáveis. A classe D2 não representa autorização automática. Ela indica que a sobrecarga está no intervalo individual previsto no regulamento, mas depende de manifestação do operador do aeródromo e da verificação da frequência de movimentos.

A classe D3 é aplicável quando não houver PCR, quando os métodos publicados forem incompatíveis, quando a relação ACR/PCR superar 1,10 ou quando uma operação recorrente exigir análise de CDF. A classe D4 fica restrita aos casos em que exista incompatibilidade ou restrição expressamente demonstrada.

3.8 CENÁRIOS DE APLICAÇÃO

A aplicação utilizou o EMB-120ER como aeronave ilustrativa. No cenário de consulta pública, foi adotada uma única massa planejada de pouso, compatível com o limite certificado da aeronave. Os cenários comparativos de ACR/PCR foram empregados apenas para demonstrar as classes de decisão da matriz; seus valores não representam ACR certificado da aeronave.

Quadro 4 — Cenários mínimos de aplicação

Cenário	Condição	Finalidade
S1	ACR igual ou inferior ao PCR e pressão compatível	Demonstrar a classificação D1
S2	ACR até 10% superior ao PCR	Demonstrar a dependência do operador do aeródromo
S3	ACR mais de 10% superior ao PCR	Encaminhar para engenharia e AISO quando aplicável
S4	PCR ausente, método incompatível ou apenas massa e pressão	Demonstrar insuficiência sem presumir capacidade
S5	Operação recorrente com dados estruturais e de tráfego	Calcular CDF de referência, CDF total e Δ CDF
S6	Defeito superficial sem comprovação de perda estrutural	Separar manutenção funcional de aumento de capacidade

Fonte: elaboração dos autores.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

O estudo contemplou situações de compatibilidade, sobrecarga limitada, necessidade de avaliação de engenharia, ausência de PCR, operação recorrente com necessidade de CDF e manutenção funcional sem comprovação de ganho estrutural. Os exemplos de pavimento foram apresentados de forma hipotética e sem identificação de aeródromos. A data da consulta foi registrada porque alterações posteriores na publicação podem modificar a análise. O cenário prático correspondeu ao caso de PCR ausente; os demais cenários tiveram finalidade didática para demonstrar o funcionamento da matriz.

3.9 PROCEDIMENTO DE APLICAÇÃO

A aplicação da matriz seguiu uma sequência padronizada. Inicialmente, foram identificados o modelo, a variante, a massa planejada, a pressão dos pneus e a existência de ACR tecnicamente aplicável. Em seguida, foram registrados o método e os elementos da resistência publicada para o pavimento. A terceira etapa verificou se os índices pertenciam ao mesmo sistema e se correspondiam ao mesmo tipo de pavimento e à mesma categoria de subleito.

Quando a comparação foi válida, verificaram-se a pressão dos pneus, a razão ACR/PCR e a sobrecarga relativa. Nos casos de sobrecarga, a matriz indicou a necessidade de manifestação do operador do aeródromo e de verificação da frequência de movimentos. Nas operações recorrentes, verificou-se a disponibilidade de dados para cálculo do CDF. Ao final, foram atribuídos o nível de evidência, a classe de decisão e o encaminhamento técnico correspondente.

O fluxo foi interrompido quando houve incompatibilidade entre métodos, ausência de identificação da variante, ACR sem correspondência com a massa analisada, pressão incompatível ou fonte não rastreável. Nessas situações, a matriz registrou a informação necessária para o prosseguimento, sem completar cálculos por aproximação.

3.10 CRITÉRIOS DE VALIDADE

Os resultados são válidos somente para a variante, a massa, a pressão dos pneus, o pavimento, a categoria do subleito, a frequência e a data documentadas. A alteração de qualquer uma dessas condições exige nova aplicação da matriz.

A matriz não constitui autorização de pouso, avaliação completa da segurança operacional ou dimensionamento estrutural. Também não substitui a análise de desempenho da aeronave, a manifestação do operador do aeródromo ou a responsabilidade do piloto em comando. Seu uso limita-se à organização das informações disponíveis e à indicação dos casos que dependem de dado complementar ou de avaliação de engenharia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMB-120ER

A primeira etapa da aplicação consistiu em definir a variante empregada no estudo e validar os dados necessários à matriz. Embora o artigo se refira genericamente ao EMB-120, os cálculos serão realizados com os limites do EMB-120ER. Essa distinção é necessária porque as versões da família apresentam diferenças de massa certificada, motorização e configuração.

A ficha de dados do certificado de tipo, denominada *Type-Certificate Data Sheet* (TCDS), publicada pela *European Union Aviation Safety Agency* (EASA), identifica o EMB-120ER e remete ao certificado de tipo brasileiro EA-8505-10. A variante pode utilizar dois motores Pratt & Whitney Canada PW-118, PW-118A ou PW-118B (EASA, 2022, p. 19). A aeronave possui estrutura metálica, cabine pressurizada, asa baixa, empenagem em T e trem de pouso triciclo retrátil com rodas duplas, sistema *antiskid* e roda de nariz direcionável (EASA, 2022, p. 8).

A documentação operacional anonimizada foi utilizada apenas para conferir a coerência dos limites. As massas máximas encontradas coincidiram com os valores certificados apresentados pela EASA. Foram excluídos da caracterização geral o peso básico, o peso básico operacional, o braço, o momento e a posição do centro

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

de gravidade, porque esses valores dependem dos equipamentos e da configuração de cada aeronave. O próprio TCDS determina que cada exemplar possua relatório atualizado de peso e balanceamento, acompanhado da relação dos equipamentos incorporados ao peso vazio certificado (EASA, 2022, p. 10).

A massa máxima de rampa de 12.070 kg coloca a variante acima do limiar de 5.700 kg estabelecido pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) para aplicação do método ACR-PCR (ANAC, 2024, p. 2). O simples conhecimento dessa massa, entretanto, não determina o ACR da operação. O índice varia conforme a massa considerada, a configuração do trem de pouso, a pressão dos pneus, o tipo de pavimento e a resistência do subleito (ANAC, 2024, p. 2).

Quadro 3 — Dados certificados do EMB-120ER empregados na matriz

Grupo	Variável	Valor adotado	Aplicação
Identificação	Variante	EMB-120ER	Delimita a documentação aplicável
Massa	Massa máxima de rampa	12.070 kg	Referência para obtenção do ACR máximo
Massa	Massa máxima de decolagem	11.990 kg	Verificação do limite certificado de decolagem
Massa	Massa máxima de pouso	11.700 kg	Limite superior da massa planejada no pouso
Massa	Massa máxima sem combustível	10.900 kg	Verificação do carregamento
Trem de pouso	Configuração	Triciclo retrátil com rodas duplas	Determinação da distribuição das cargas
Pneu principal	Dimensão	609,6 × 184,15 mm	Caracterização do contato com o pavimento
Pneu principal	Pressão	115 ± 5 psi	Verificação da letra de pressão do PCR
Pneu de nariz	Dimensão	457,2 × 139,7 mm	Caracterização complementar
Pneu de nariz	Pressão	75 ± 5 psi	Verificação complementar

Fonte: elaborado pelos autores com base em EASA (2022, p. 8–9 e 22).

Para cada cenário, a matriz deverá utilizar a massa efetivamente planejada para o pouso. A massa máxima de 11.700 kg representa um limite de certificação da aeronave, e não a massa que necessariamente será utilizada no cálculo. Também não representa, por si só, a capacidade admissível do pavimento. Desse modo, duas verificações diferentes precisam ser realizadas:

- se a massa planejada de pouso supera 11.700 kg, a operação ultrapassa o limite certificado da aeronave e deve ser interrompida na matriz, independentemente do PCR;
- se a massa planejada permanece dentro do limite certificado, ainda será necessário verificar o ACR correspondente e compará-lo com o PCR publicado.

Essa separação evita interpretar uma operação realizada abaixo da massa máxima de pouso como automaticamente compatível com o pavimento. Uma aeronave pode estar dentro de seus limites certificados e, mesmo assim, produzir ACR superior ao PCR da pista.

4.2 PRESSÃO DOS PNEUS E COMPATIBILIDADE INICIAL

A pressão do trem principal constitui a condição mais restritiva para o EMB-120ER. O valor certificado é de 115 ± 5 psi, equivalente a aproximadamente $0,793 \pm 0,034$ MPa. Considerando o limite superior da tolerância, a pressão pode atingir aproximadamente 0,827 MPa.

Quadro 4 — Compatibilidade do EMB-120ER com o código de pressão do PCR

Código	Limite publicado	Resultado para o EMB-120ER
W	Sem limitação	Compatível quanto à pressão
X	Até 1,75 MPa	Compatível quanto à pressão
Y	Até 1,25 MPa	Compatível quanto à pressão
Z	Até 0,50 MPa	Incompatível quanto à pressão

Fonte: elaborado pelos autores com base em ANAC (2024, p. 4) e EASA (2022, p. 9).

A Instrução Suplementar nº 154.111-001A classifica a pressão admissível do pavimento pelos códigos W, sem limitação; X, limitada a 1,75 MPa; Y, limitada a 1,25 MPa; e Z, limitada a 0,50 MPa (ANAC, 2024, p. 4). Consequentemente, o EMB-120ER atende ao critério de pressão quando o PCR contém os códigos W, X ou Y. O código Z é incompatível com a pressão certificada do trem principal.

A incompatibilidade com o código Z independe da relação numérica ACR/PCR. Mesmo que o ACR seja inferior ao PCR, a pressão dos pneus permanece acima do valor permitido. Nesse caso, a matriz deverá classificar a operação como não recomendada com os dados disponíveis, pois a comparação numérica não elimina a limitação expressa pela letra de pressão.

Nos códigos W, X e Y, a triagem poderá avançar para a comparação dos índices. Quando ambos forem aplicáveis ao mesmo tipo de pavimento, à mesma categoria de subleito e à massa considerada, a sobrecarga relativa será calculada por:

$$S(\%) = \max\left[0, \left(\frac{ACR}{PCR} - 1\right) \times 100\right]$$

em que S representa a sobrecarga relativa. O resultado mede quanto o ACR supera o PCR, mas não representa aumento percentual da probabilidade de acidente. Se $ACR \leq PCR$, o valor de S será zero e a aeronave será considerada compatível apenas na triagem estrutural publicada, permanecendo necessárias as demais verificações operacionais.

Não foi atribuído um valor único de ACR ao EMB-120ER nesta etapa. A TCDS fornece massas, pneus e características certificadas, mas não apresenta a geometria completa necessária para reproduzir o índice em todas as condições de pavimento. A ANAC admite a obtenção dos valores pelo programa ICAO-ACR (ANAC, 2024, p. 3). Assim, o estudo deverá utilizar uma tabela rastreável do fabricante ou realizar o cálculo no ICAO-ACR com a configuração técnica correta. Um valor obtido para determinada massa, tipo de pavimento ou categoria de subleito não poderá ser transferido automaticamente para outro cenário.

O CDF também não será calculado somente com os dados da aeronave. Sua determinação depende da estrutura do pavimento, das propriedades das camadas,

do módulo do subleito, do tráfego existente e do horizonte de análise. Na ausência desses elementos, a matriz poderá identificar que a avaliação acumulada é necessária, mas não atribuirá um valor artificial ao dano. Essa condição será especialmente relevante quando a operação deixar de ser eventual e passar a integrar regularmente o tráfego do aeródromo.

4.3 Aplicação da matriz e classificação da decisão

A aplicação da matriz começa pela verificação dos limites certificados da aeronave. Essa etapa precede a análise do pavimento porque uma eventual tolerância de sobrecarga estrutural da pista não modifica os limites de massa estabelecidos para o EMB-120ER. Se a massa planejada para o pouso superar 11.700 kg, limite certificado apresentado pela EASA, a operação será classificada como não recomendada, independentemente do ACR ou do PCR disponível (EASA, 2022, p. 22).

Quando a massa estiver dentro do limite certificado, a análise deverá confirmar se o ACR corresponde à variante, à massa planejada, ao tipo de pavimento e à categoria de resistência do subleito. Também deverá ser verificado se o PCR está completo, contendo valor numérico, tipo de pavimento, resistência do subleito, pressão máxima admissível dos pneus e método de avaliação (ANAC, 2024, p. 3–4). A ausência de algum desses elementos poderá impedir a comparação ou reduzir o nível de evidência disponível.

Quadro 5 — Níveis de evidência utilizados na matriz

Nível	Informação disponível	Alcance da análise
E0	PCR ausente, incompleto ou incompatível com o ACR disponível	Não permite comprovar compatibilidade
E1	ACR aplicável e PCR completo obtidos de fontes rastreáveis	Permite triagem pela informação publicada
E2	Dados publicados e manifestação formal do operador do aeródromo	Permite estabelecer condições para movimento extraordinário
E3	Avaliação estrutural documentada, tráfego conhecido e CDF quando aplicável	Permite avaliar recorrência, dano acumulado e necessidade de reforço

Fonte: elaboração dos autores.

A matriz adota quatro Níveis de Evidência, identificados de E0 a E3. O nível E0 representa informação insuficiente para estabelecer a compatibilidade; E1 corresponde à triagem baseada nas informações aeronáuticas publicadas; E2 acrescenta dados e condições formalmente fornecidos pelo operador do aeródromo; e E3 representa uma avaliação de engenharia documentada, baseada nas características estruturais do pavimento, no tráfego e, quando necessário, no CDF.

A classificação da operação, identificada de D1 a D4, decorre da combinação entre o nível de evidência, a compatibilidade da pressão dos pneus, a relação ACR/PCR e a frequência prevista. A decisão não será obtida apenas pelo resultado numérico da divisão, pois um valor matematicamente favorável não corrige pressão incompatível, ausência de dados ou restrição operacional vigente.

No nível E1, a relação entre os índices será expressa por:

$$R = \frac{ACR}{PCR}$$

em que R representa a razão entre a solicitação relativa da aeronave e a capacidade publicada do pavimento. Quando $R > 1$, a sobrecarga relativa será calculada por:

$$S(\%) = (R - 1) \times 100$$

O valor de S demonstra quanto o ACR supera o PCR. Ele não indica crescimento proporcional do dano, redução da vida do pavimento ou aumento da probabilidade de acidente. Essas consequências dependem da estrutura, da condição atual do pavimento, da quantidade de movimentos e da repetição das cargas.

Quando $R \leq 1,00$, a pressão dos pneus for compatível e não houver outra restrição conhecida, a operação receberá a classe D1, correspondente à compatibilidade na triagem. Essa classificação se limita ao pavimento e não substitui a análise de desempenho da aeronave, o comprimento de pista, as condições meteorológicas, os obstáculos, a condição da superfície ou as limitações do manual de voo.

Quando $1,00 < R \leq 1,10$, a operação receberá inicialmente a classe D2. O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 153, Emenda nº 11, estabelece que,

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

quando o requisito 153.103 for aplicável à classificação do aeródromo, seu operador pode permitir que até 5% dos movimentos registrados nos doze meses anteriores sejam realizados por aeronaves que sobrecarreguem o pavimento. Pelo método ACR–PCR, a sobrecarga individual máxima admitida nesse enquadramento é de 10% (ANAC, 2026, p. 19).

Esses percentuais não constituem autorização automática para o operador aéreo. O piloto ou o setor de operações normalmente não possui o histórico completo dos movimentos, a condição estrutural atual ou a informação sobre outras operações extraordinárias já contabilizadas. Por isso, a classe D2 exige manifestação do operador do aeródromo, que deverá verificar a aplicabilidade do requisito, a quantidade de movimentos, a condição da pista e as medidas de acompanhamento necessárias.

Quando $R > 1,10$, quando a quantidade de movimentos extraordinários ultrapassar o limite aplicável ou quando os dados não permitirem determinar a relação, o resultado será D3, correspondente à necessidade de avaliação de engenharia. O RBAC nº 153 determina que a operação que exceda os parâmetros do requisito 153.103(a)(1) seja previamente avaliada pelo operador do aeródromo por meio de uma Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional (AISO) específica para o movimento extraordinário (ANAC, 2026, p. 19).

A AISO não substitui a avaliação estrutural quando faltarem dados sobre o pavimento. Ela organiza a identificação dos perigos, as consequências, as medidas mitigadoras e as responsabilidades relacionadas ao movimento extraordinário. A demonstração da capacidade estrutural poderá exigir levantamento das camadas, resistência dos materiais, módulo do subleito, condição da drenagem, histórico de tráfego e cálculo do dano acumulado.

A classe D4 será aplicada quando houver impedimento que não possa ser solucionado pela informação disponível. Enquadram-se nessa condição a massa de pouso acima do limite certificado, a pressão dos pneus incompatível com o código publicado, uma restrição operacional expressa, a mistura indevida entre ACN–PCN e ACR–PCR ou uma condição do pavimento que não possua mitigação aprovada.

Quadro 6 — Classes de decisão da matriz

Classe	Condição principal	Resultado	Responsável pelo próximo passo
D1	$ACR \leq PCR$, pressão compatível e dados suficientes	Compatível na triagem	Operador aéreo prossegue com as demais verificações
D2	$1,00 < ACR/PCR \leq 1,10$	Condicionada ao aeródromo	Operador do aeródromo verifica frequência, condição e aplicabilidade regulamentar
D3	ACR/PCR superior a 1,10, PCR insuficiente ou recorrência sem avaliação de dano	Engenharia necessária	Operador do aeródromo providencia avaliação técnica e AISO, quando aplicável
D4	Limite certificado excedido, pressão incompatível ou restrição sem mitigação	Não recomendada	Operação deve ser replanejada ou suspensa até nova avaliação

Fonte: elaboração dos autores a/c

ANAC (2024, p. 2–4), ANAC (2026, p. 19) e EASA (2022, p. 22).

A sequência evidencia que a decisão do operador aéreo possui alcance limitado. Ele pode reconhecer uma situação D1 quando todos os dados forem compatíveis, mas não pode transformar uma condição D2 ou D3 em operação autorizada por decisão própria. À medida que a sobrecarga, a recorrência ou a incerteza aumentam, a responsabilidade técnica desloca-se para o operador do aeródromo e para a engenharia de pavimentos.

4.4 FREQUÊNCIA DAS OPERAÇÕES E DANO ACUMULADO

A relação ACR/PCR verifica a compatibilidade de uma aeronave em determinada configuração, mas não expressa isoladamente o efeito da repetição das operações. Duas aeronaves com o mesmo ACR podem produzir impactos acumulados diferentes quando variam a quantidade de movimentos, a massa utilizada, a distribuição lateral das passagens e o período considerado. Por essa razão, a frequência deve constituir uma entrada própria da matriz.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

Para fins regulatórios, o RBAC nº 153 utiliza a participação dos movimentos com sobrecarga nos doze meses anteriores. Quando o requisito 153.103 for aplicável, o operador do aeródromo pode permitir que esses movimentos representem até 5% do total considerado, observada a sobrecarga individual máxima de 10% pelo método ACR-PCR (ANAC, 2026, p. 19). Esse critério regulamentar não deve ser confundido com o CDF.

O percentual de 5% representa uma proporção de movimentos utilizada no enquadramento operacional. O CDF, por sua vez, representa o efeito estrutural acumulado do tráfego sobre um pavimento específico. Assim, cinco operações de uma aeronave mais exigente não produzem necessariamente o mesmo dano que cinco operações de outra aeronave, ainda que ambas tenham massas semelhantes. A configuração do trem de pouso, a pressão dos pneus, o peso efetivo, a posição das rodas e as características das camadas influenciam o resultado.

A avaliação estrutural também não utiliza somente a quantidade bruta de pousos. A *Federal Aviation Administration* (FAA) diferencia movimento, passagem e cobertura. Uma passagem pode decorrer de pouso, decolagem ou táxi, enquanto a cobertura representa a aplicação completa da carga sobre determinado ponto do pavimento, considerando a dispersão lateral das trajetórias das aeronaves (FAA, 2025, p. 2-1–2-2). Portanto, a contagem de pousos será uma informação operacional da matriz, mas não substituirá a conversão do tráfego em passagens e coberturas durante a avaliação de engenharia.

Neste estudo, a operação eventual será entendida como aquela isolada ou realizada em quantidade limitada, sem incorporação previsível e contínua ao tráfego regular do aeródromo. A operação recorrente será aquela planejada para repetição, ainda que não ocorra diariamente, ou que introduza de maneira permanente uma nova aeronave ou faixa de massa no conjunto de tráfego. Essa classificação não cria um limite regulamentar adicional; serve para indicar quando a triagem operacional deixa de ser suficiente.

A introdução de um novo tipo de aeronave ou o aumento do tráfego não considerado na avaliação original constitui motivo para reexaminar o PCR (FAA, 2025, p. 4-11). Desse modo, mesmo uma aeronave com ACR inferior ao PCR

poderá exigir nova avaliação quando a quantidade prevista de movimentos alterar de maneira significativa o tráfego utilizado no dimensionamento ou na determinação da capacidade publicada.

Quadro 7 — Tratamento da frequência na Matriz de Decisão

Condição	Frequência	Tratamento inicial	Classe indicativa
ACR igual ou inferior ao PCR	Eventual	Triagem pela informação publicada	D1
ACR até 10% superior ao PCR	Eventual	Manifestação do operador do aeródromo, controle de movimentos e inspeção	D2
ACR igual ou inferior ao PCR	Recorrente e já considerado no tráfego	Manutenção do acompanhamento existente	D1
ACR igual ou inferior ao PCR	Recorrente, mas não considerado na avaliação anterior	Verificação do tráfego e possível reavaliação do PCR	D3
ACR superior ao PCR	Recorrente	Avaliação estrutural e cálculo do impacto acumulado	D3
Estrutura ou tráfego desconhecidos	Qualquer frequência relevante	Não estimar CDF; solicitar dados de engenharia	D3
Limitação expressa ou condição sem mitigação	Eventual ou recorrente	Replanejar ou suspender a operação	D4

Fonte: elaboração dos autores com base em ANAC (2026, p. 19) e FAA (2025, p. 4-11–4-14).

Para calcular o CDF, a avaliação técnica precisa considerar a composição e a frequência do tráfego, a espessura, o material e a resistência das camadas, além do módulo de elasticidade do subleito (FAA, 2025, p. 4-12). A Instrução Suplementar nº 154.111-001A também relaciona a determinação técnica do PCR ao mix de aeronaves, ao CDF, às partidas anuais e à massa da aeronave crítica (ANAC, 2024, p. 3).

Quando houver dados estruturais rastreáveis, o impacto da inclusão do EMB-120ER poderá ser representado pela variação do CDF:

$$\Delta CDF = CDF_{\text{com a operação proposta}} - CDF_{\text{tráfego de referência}}$$

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

O $CDF_{\text{tráfego de referência}}$ corresponde ao cenário existente sem a nova operação. O $CDF_{\text{com a operação proposta}}$ inclui a aeronave, sua massa planejada, a quantidade de movimentos e o horizonte analisado. O ΔCDF representa, portanto, o acréscimo de dano calculado para o cenário proposto.

O CDF total inferior a 1 indica que, segundo as premissas do modelo e para o horizonte analisado, a solicitação acumulada permanece abaixo do critério estrutural adotado. Valor próximo de 1 indica aproximação da demanda estrutural prevista, enquanto valor superior a 1 indica que o tráfego modelado excede o critério considerado. Exemplos técnicos da FAA relacionam CDF total inferior a 1 à existência de capacidade estrutural em relação ao tráfego analisado e CDF superior a 1 à insuficiência para o conjunto modelado (FAA, 2025, p. B-7–B-10).

Esses valores não devem ser convertidos diretamente em probabilidade de acidente ou em percentual exato de vida remanescente. Um CDF de 0,20 não significa risco de acidente de 20%, assim como um CDF de 1,20 não significa que ocorrerá falha imediata. O indicador deve ser interpretado em conjunto com a condição observada, a qualidade dos dados, as hipóteses de tráfego, a drenagem e os mecanismos de deterioração do pavimento.

Na ausência dessas informações, a matriz registrará “CDF necessário, porém indisponível” e manterá a operação na classe D3. Essa classificação impede que o operador aéreo transforme uma operação recorrente em uma sequência de eventos aparentemente isolados e também evita a produção de um valor de dano sem base técnica. A passagem para E3 somente ocorrerá quando o operador do aeródromo ou o responsável pela engenharia fornecer uma avaliação estrutural documentada.

4.5 SOLUÇÕES DE ENGENHARIA E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

As soluções relacionadas à incompatibilidade entre aeronave e pavimento devem ser organizadas conforme o efeito que produzem. Algumas medidas reduzem a exposição operacional ou recuperam a condição superficial, mas não aumentam a capacidade estrutural. Outras permitem reavaliar a capacidade existente ou

modificam efetivamente a estrutura. Essa distinção evita considerar inspeções, remendos ou limitação de movimentos como prova de aumento do PCR.

As medidas temporárias são aplicáveis principalmente às operações eventuais classificadas como D2. Elas podem incluir limitação da quantidade de movimentos, acompanhamento da condição da pista, inspeções antes e depois do movimento extraordinário e critérios de interrupção definidos pelo operador do aeródromo. Essas providências podem reduzir a exposição e permitir a identificação antecipada de deteriorações, mas não modificam o ACR da aeronave nem o PCR publicado.

Quando a operação ultrapassa os parâmetros regulamentares de frequência ou sobrecarga, as medidas devem ser formalizadas na AISO e complementadas pela avaliação técnica necessária. O RBAC nº 153 atribui ao operador do aeródromo a avaliação prévia do movimento extraordinário que exceda os limites aplicáveis (ANAC, 2026, p. 19). A definição das intervenções estruturais deve ficar sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado e apoiada por informações verificáveis sobre o pavimento.

4.5.1 Manutenção funcional

A manutenção funcional tem como finalidade restabelecer condições adequadas de superfície, regularidade, aderência e drenagem. Enquadram-se nessa categoria a remoção de objetos estranhos, a selagem de trincas, a correção de desníveis, o reparo de juntas, o tratamento de deformações e os remendos localizados.

O RBAC nº 153 determina que a superfície das áreas pavimentadas seja mantida livre de defeitos capazes de produzir *Foreign Object Debris* (FOD), ou objeto estranho que possa danificar a aeronave, perda de controle direcional ou danos aos equipamentos aeronáuticos. O regulamento também exige o monitoramento dos defeitos por inspeções visuais regulares (ANAC, 2026, p. 28).

O fechamento de uma panela ou a execução de um remendo superficial pode remover um perigo imediato, mas não comprova que as camadas inferiores

possuam capacidade para receber uma aeronave mais exigente. O reparo somente poderá ser considerado estrutural quando sua profundidade, seus materiais e seu dimensionamento forem definidos a partir do mecanismo de deterioração identificado.

A drenagem também possui efeito direto sobre o desempenho do pavimento. A presença prolongada de água pode reduzir a resistência de camadas não estabilizadas e do subleito, acelerar deformações e comprometer reparos. O operador deve manter as declividades, o sistema de drenagem e, quando existentes, as ranhuras transversais em condições que evitem acúmulo de água e perda de drenabilidade (ANAC, 2026, p. 32).

4.5.2 Reavaliação da capacidade existente

A solução mais rápida nem sempre exige obra. Um pavimento pode estar subavaliado quando o PCR foi determinado com informações incompletas, tráfego antigo ou premissas conservadoras. Nessa situação, a primeira alternativa de engenharia consiste em verificar se a estrutura existente suporta um PCR superior ao publicado.

A reavaliação deverá reunir projetos, registros de construção, intervenções anteriores, espessuras das camadas, propriedades dos materiais, resistência do subleito, condição da drenagem e tráfego. Quando os registros forem insuficientes, poderão ser empregados ensaios não destrutivos, sondagens, abertura de poços de inspeção, extração de corpos de prova e ensaios laboratoriais. A FAA inclui o *Falling Weight Deflectometer* (FWD), ou deflectômetro de impacto, entre os meios de caracterização estrutural de pavimentos existentes (FAA, 2021, seção 2.3.7).

A avaliação não destrutiva mede a resposta do pavimento a uma carga aplicada e auxilia na identificação de trechos com comportamentos diferentes. Seus resultados não devem ser utilizados isoladamente: a interpretação depende da estrutura conhecida, das condições de ensaio e da calibração com informações de campo.

Se a avaliação demonstrar capacidade superior à anteriormente publicada, o operador do aeródromo poderá recalcular o PCR e providenciar a atualização das informações aeronáuticas. A alteração do valor somente deverá ocorrer depois da demonstração técnica. Até a publicação, o novo resultado não deve ser tratado pelo operador aéreo como capacidade disponível.

4.5.3 Reparos estruturais localizados

Os reparos estruturais localizados são apropriados quando a deficiência está concentrada em um segmento, camada ou conjunto de placas. Em pavimentos flexíveis, a intervenção poderá envolver a remoção do revestimento deteriorado e a reconstrução das camadas de base ou sub-base afetadas. Em pavimentos rígidos, poderá exigir reparo em profundidade, substituição de placas, recuperação da transferência de carga nas juntas ou tratamento de vazios.

A intervenção deve alcançar a causa da deterioração. Um defeito superficial provocado por perda de suporte, infiltração ou falha da base tende a reaparecer quando apenas a camada superior é substituída. Da mesma forma, um reforço executado sobre drenagem deficiente pode apresentar vida reduzida.

Após o reparo, a capacidade do segmento deve ser novamente verificada. A execução de uma intervenção localizada não permite elevar automaticamente o PCR de toda a pista, pois o valor publicado deve representar o trecho estruturalmente mais restritivo. A Instrução Suplementar nº 154.111-001A estabelece que, quando houver resistência variável, o PCR deve corresponder ao segmento de menor capacidade (ANAC, 2024, p. 4).

4.5.4 Reforço estrutural

Quando a operação recorrente produzir demanda superior à capacidade comprovada, será necessário aumentar a resistência ou a vida estrutural do pavimento. As alternativas poderão incluir camada de reforço asfáltico, reforço ou

reconstrução da base, estabilização do subleito, reforço em concreto, substituição de placas ou reconstrução integral dos trechos mais deficientes.

Quadro 8 — Soluções vinculadas ao diagnóstico da matriz

Solução	Situação predominante	Efeito esperado	Pode alterar o PCR?
Controle de movimentos	Operação eventual	Reduz a exposição	Não
Inspeção extraordinária	Movimento com sobrecarga autorizado pelo aeródromo	Detecta evolução de defeitos	Não
Remendo superficial	Panela ou desagregação localizada	Recupera a superfície	Não, isoladamente
Selagem de trincas e juntas	Infiltração e deterioração inicial	Reduz entrada de água	Não, isoladamente
Recuperação da drenagem	Acúmulo de água ou perda de suporte associada à umidade	Protege materiais e reparos	Não necessariamente
Reavaliação estrutural	PCR possivelmente conservador ou dados antigos	Determina a capacidade existente	Sim, se tecnicamente demonstrado
Reparo em profundidade	Falha localizada de camada, base ou placa	Restaura o segmento deficiente	Pode alterar após nova avaliação
Reforço estrutural	Tráfego recorrente superior à capacidade	Aumenta capacidade e vida estrutural	Sim, após dimensionamento e comprovação
Reconstrução	Estrutura generalizadamente insuficiente	Substitui a estrutura inadequada	Sim, após avaliação e publicação

Fonte: elaboração dos autores com base em ANAC (2024, p. 3–4), ANAC (2026, p. 28 e 32) e FAA (2021, seção 2.3.7).

A escolha depende do comportamento estrutural predominante. Uma camada asfáltica adicional pode ser adequada quando a estrutura remanescente apresenta suporte suficiente, mas não corrige automaticamente perda de capacidade causada por base saturada, subleito fraco ou drenagem deficiente. Antes do reforço, devem ser identificadas e corrigidas as causas das patologias existentes.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

O dimensionamento deverá considerar o tráfego atual e projetado, incluindo a quantidade de operações do EMB-120ER, suas massas previstas e as demais aeronaves do mix. O objetivo não é apenas permitir um movimento isolado, mas garantir que a estrutura possua capacidade compatível com o horizonte adotado e com o CDF calculado.

4.5.5 Hierarquia das soluções

As medidas são apresentadas em sequência, da verificação documental ao reforço estrutural. Inicialmente, deve-se verificar se os dados publicados e os dados da aeronave estão corretos. Em seguida, avalia-se se a capacidade existente pode ser tecnicamente requalificada. Se a deficiência for localizada, considera-se o reparo estrutural do trecho. Quando a incompatibilidade decorrer da estrutura como um todo ou do tráfego recorrente projetado, passa-se ao reforço ou à reconstrução.

A resposta, portanto, seguirá a seguinte hierarquia:

1. confirmar variante, massa, pressão, ACR e PCR aplicáveis;
2. corrigir defeitos funcionais que constituam perigo operacional;
3. avaliar a estrutura existente e verificar se o PCR está subestimado;
4. executar reparos estruturais localizados quando a deficiência for pontual;
5. recuperar a drenagem e as camadas que perderam suporte;
6. dimensionar reforço ou reconstrução quando a capacidade permanecer insuficiente;
7. recalcular e atualizar o PCR somente depois da comprovação técnica.

Essa hierarquia demonstra que a solução mais rápida pode ser a correção de um dado ou a reavaliação da estrutura, mas também impede que uma intervenção superficial seja apresentada como aumento de capacidade. Para a operação eventual, a matriz prioriza controle, coordenação e monitoramento. Para a operação recorrente, prioriza demonstração estrutural, CDF, requalificação do PCR e intervenção dimensionada.

4.6 APLICAÇÃO PRÁTICA DA MATRIZ A UMA CONSULTA HIPOTÉTICA NO AISWEB

Para demonstrar a aplicação da matriz em uma situação próxima da realidade do planejamento operacional, foi elaborada uma consulta hipotética ao sistema AISWEB, mantido pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). O AISWEB constitui a fonte oficial para obtenção das informações aeronáuticas brasileiras e reúne, entre outros produtos, a Publicação Auxiliar de Rotas Aéreas (ROTAER), os Avisos aos Aeronavegantes (NOTAM) e os Suplementos da Publicação de Informação Aeronáutica (DECEA, s.d.).

O exemplo não representa um aeródromo existente. A designação da pista, suas dimensões e os valores de resistência foram modificados para preservar a identificação da infraestrutura que motivou a construção do cenário. A consulta simulada apresentou as informações reunidas no Quadro 4.

Quadro 4 — Informações obtidas na consulta hipotética ao AISWEB

Campo consultado	Informação publicada
Pista de pouso e decolagem	10/28
Dimensões	1.550 × 30 m
Revestimento	Asfáltico (ASPH)
Resistência publicada	5.650 kg/0,55 MPa
Código PCR	Não publicado
Observação adicional sobre o pavimento	Não disponível

Fonte: elaborado pelos autores com dados hipotéticos baseados no formato de apresentação do AISWEB.

A expressão “5.650 kg/0,55 MPa” indica, para fins desta simulação, um limite publicado de massa da aeronave e de pressão dos pneus. Essa forma de apresentação não equivale a um código PCR. Conforme a Instrução Suplementar nº 154.111-001A, emitida pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o peso máximo permitido e a pressão máxima dos pneus são utilizados para pavimentos destinados a aeronaves com peso de rampa igual ou inferior a 5.700 kg. Para

aeronaves com peso de rampa superior a esse valor, aplica-se o método ACR–PCR (ANAC, 2024, p. 2).

A ausência do PCR é, portanto, o primeiro resultado relevante da consulta. Ela não comprova que o pavimento seja estruturalmente incapaz de receber uma aeronave mais pesada, mas impede que o operador aéreo demonstre sua compatibilidade mediante a relação ACR/PCR. Também não permite calcular o CDF, pois a informação publicada não apresenta estrutura das camadas, resistência do subleito, histórico de tráfego ou resposta estrutural do pavimento.

4.6.1 Triagem da aeronave

Para o exemplo, considera-se um EMB-120ER com massa planejada de pouso de 10.950 kg. O valor permanece abaixo do peso máximo certificado de pouso de 11.700 kg estabelecido na folha de dados do certificado de tipo da aeronave (EASA, 2022, p. 22). Portanto, a aeronave não se encontra acima de seu próprio limite certificado de pouso.

Tabela 4 — Comparação preliminar entre a aeronave e os limites publicados

Parâmetro	Aeronave	Informação publicada	Resultado da triagem
Massa planejada de pouso	10.950 kg	5.650 kg	Superior ao valor publicado
Peso máximo certificado de pouso	11.700 kg	Não aplicável	Massa planejada dentro do limite da aeronave
Pressão nominal dos pneus principais	0,793 MPa	0,55 MPa	Superior ao valor publicado
ACR	Não determinado na consulta pública	—	Comparação indisponível
PCR	—	Não publicado	Comparação indisponível
CDF	—	Dados insuficientes	Cálculo indisponível

Fonte: elaborado pelos autores com base em EASA (2022) e ANAC (2024).

A análise do pavimento conduz, entretanto, a resultado diferente. A pressão nominal dos pneus do trem de pouso principal do EMB-120 é de 115 ± 5 psi, correspondente a aproximadamente 0,793 MPa no valor nominal (EASA, 2022, p. 9). Tanto a massa planejada quanto a pressão nominal superam os valores encontrados na consulta hipotética.

Para tornar a diferença visível na matriz, foram empregados dois indicadores auxiliares propostos neste artigo. Eles representam apenas a diferença percentual em relação aos valores genéricos publicados:

$$I_M = \left(\frac{M_{op}}{M_{pub}} - 1 \right) \times 100 \quad (4)$$

em que I_M representa a diferença relativa de massa, M_{op} corresponde à massa planejada da aeronave e M_{pub} corresponde à massa indicada na publicação.

Aplicando-se os valores do exemplo:

$$I_M = \left(\frac{10.950}{5.650} - 1 \right) \times 100 = 93,8\% \quad (5)$$

A massa planejada encontra-se, portanto, 5.300 kg acima do valor genérico publicado, diferença equivalente a 93,8%. Para a pressão dos pneus, aplica-se:

$$I_P = \left(\frac{P_{aer}}{P_{pub}} - 1 \right) \times 100 \quad (6)$$

em que I_P representa a diferença relativa de pressão, P_{aer} corresponde à pressão nominal dos pneus da aeronave e P_{pub} corresponde à pressão máxima publicada.

$$I_P = \left(\frac{0,793}{0,55} - 1 \right) \times 100 = 44,2\% \quad (7)$$

A pressão nominal dos pneus principais supera o valor publicado em aproximadamente 0,243 MPa, correspondente a 44,2%.

Esses percentuais não representam aumento da probabilidade de acidente, redução percentual da vida útil do pavimento ou sobrecarga regulamentar calculada pelo método ACR-PCR. São somente indicadores de afastamento entre os dados da aeronave e os limites genéricos encontrados na consulta. Também não devem ser comparados diretamente com o limite regulamentar de 10% aplicável à sobrecarga individual ACR/PCR, porque, no exemplo, não existe PCR publicado.

4.6.2 Resultado da matriz com os dados públicos

A consulta permite concluir que a aeronave está dentro de seu peso certificado de pouso, mas não demonstra sua compatibilidade com o pavimento.

Quadro 5 — Registro da decisão após a consulta pública

Elemento da matriz	Resultado
Condição da aeronave	Dentro do peso máximo certificado de pouso
Condição frente ao limite genérico publicado	Massa e pressão superiores
Relação ACR/PCR	Não calculável
CDF	Não calculável
Evidência disponível	Informação aeronáutica pública, sem avaliação estrutural
Resultado da matriz	E0/D3 — avaliação de engenharia necessária
Conclusão para o operador aéreo	Não é possível confirmar a compatibilidade com os dados publicados
Encaminhamento técnico	Solicitar manifestação do operador do aeródromo e avaliação de engenharia
Informação necessária	PCR aplicável, pressão admissível, condição do pavimento e manifestação do operador do aeródromo

Fonte: elaborado pelos autores.

A análise não pode avançar para o cálculo de ACR/PCR porque falta o PCR e também não pode avançar para o CDF porque inexitem dados sobre as camadas, o subleito e o tráfego acumulado. O enquadramento E0/D3 não significa que o pavimento sofrerá falha estrutural. Ele indica que a ausência do PCR impede a comparação ACR/PCR e não permite confirmar a compatibilidade com os dados publicados. O caso deve, portanto, ser encaminhado ao operador do aeródromo para consulta à documentação do pavimento e, quando necessário, avaliação de engenharia.

4.6.3 Resposta hipotética da engenharia do aeródromo

Para demonstrar como a decisão poderia evoluir, admite-se que o operador do aeródromo encaminhe o caso à engenharia e obtenha um PCR formal. A Instrução Suplementar nº 154.111-001A estabelece que o código PCR deve apresentar, nessa ordem, o valor numérico, o tipo de pavimento, a resistência do subleito, a pressão máxima admissível dos pneus e o método de avaliação (ANAC, 2024, p. 3–4).

Considere-se, exclusivamente para demonstrar o funcionamento da matriz, um ACR hipotético igual a 108 para a aeronave na massa estudada e na categoria de pavimento considerada. Esse número não deve ser empregado em uma operação real, pois o ACR efetivo deve ser obtido de fonte técnica aplicável à variante, à massa, à configuração do trem de pouso, à pressão dos pneus, ao tipo de pavimento e à categoria do subleito. A partir desse valor didático, três respostas possíveis da engenharia são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 — Evolução da decisão após a emissão hipotética do PCR

Resposta da engenharia	Relação ACR/PCR	Sobrecarga relativa	Pressão	Resultado da matriz
PCR 120/F/C/Y/T	108/120 = 0,90	Não há sobrecarga	0,793 MPa inferior ao limite Y de 1,25 MPa	D1 — compatível na triagem
PCR 100/F/C/Y/T	108/100 = 1,08	8,0%	Compatível	D2 — decisão do operador do aeródromo
PCR 90/F/C/Y/T	108/90 = 1,20	20,0%	Compatível	D3 — avaliação específica de engenharia e segurança operacional

Fonte: elaborado pelos autores com valores exclusivamente hipotéticos.

No primeiro cenário, a relação ACR/PCR é inferior a 1,00 e a pressão nominal dos pneus permanece abaixo da categoria Y, cujo limite é 1,25 MPa. A aeronave

seria estruturalmente compatível na triagem, sem prejuízo da verificação dos demais requisitos operacionais.

No segundo cenário, a sobrecarga ACR/PCR seria de 8%. O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 153 permite que o operador de aeródromo admita sobrecarga individual máxima de 10% pelo método ACR-PCR, desde que os movimentos com sobrecarga não ultrapassem 5% do movimento registrado no sistema de pistas nos 12 meses anteriores, excluído o movimento de pequenas aeronaves (ANAC, 2026, p. 19). Essa disposição não constitui autorização automática para o operador aéreo, pois a permissão e o controle da frequência pertencem ao operador do aeródromo.

No terceiro cenário, a relação ACR/PCR resultaria em sobrecarga de 20%, superando o parâmetro ordinário de 10%. O RBAC nº 153 determina que situações além desses parâmetros sejam previamente avaliadas pelo operador do aeródromo mediante Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional (AISO) específica para o movimento extraordinário (ANAC, 2026, p. 19). Nesse caso, a matriz permanece em D3 até que a avaliação estrutural e o gerenciamento do risco produzam uma conclusão formal.

4.6.4 Aplicação em operações eventuais e recorrentes

Se a necessidade corresponder a uma única operação, a engenharia poderá analisar a condição atual do pavimento, a massa planejada, a pressão dos pneus, a trajetória de taxi, a posição de estacionamento e a existência de deteriorações visíveis. A eventual aceitação deverá ser formalizada pelo operador do aeródromo e acompanhada das medidas de controle consideradas necessárias.

Se a operação passar a ocorrer regularmente, a análise deixa de ser apenas individual. O CDF deverá considerar o número de movimentos, as diferentes massas operacionais e o conjunto de aeronaves que utiliza o pavimento. A determinação técnica do PCR demanda informações sobre espessuras e materiais das camadas, módulos de elasticidade, resistência do subleito e tráfego previsto (ANAC, 2024, p.

3). Os resultados poderão indicar a necessidade de reavaliação do PCR, correção de drenagem, recuperação localizada, recapeamento ou reforço estrutural.

O exemplo demonstra que a consulta ao AISWEB é suficiente para iniciar a triagem, mas nem sempre para concluir pela compatibilidade. Quando apenas massa e pressão são publicadas para uma pista destinada a receber aeronave com peso de rampa superior a 5.700 kg, a resposta tecnicamente adequada não é transformar esses dados em um PCR improvisado. Nessa condição, os dados publicados não permitem calcular ACR/PCR nem CDF; a análise deve seguir para o operador do aeródromo. Esta aplicação tem finalidade científica e não significa uma emulação para uma operação real.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo propôs uma matriz de decisão baseada no ACR, no PCR e no CDF para auxiliar a análise de operações em pistas cuja capacidade estrutural publicada possa ser inferior à solicitação da aeronave. O método separa a triagem feita com informações públicas da avaliação estrutural, que depende do operador do aeródromo.

A aplicação ao exemplo hipotético demonstrou que estar abaixo do peso máximo certificado de pouso não significa, por si só, que a aeronave seja compatível com o pavimento. No cenário analisado, o EMB-120ER permaneceu dentro de seu limite certificado, mas apresentou massa e pressão dos pneus superiores aos valores genéricos encontrados na consulta pública. Como não havia PCR publicado, não foi possível calcular a relação ACR/PCR nem estimar o CDF. A conclusão adequada, portanto, não seria afirmar que o pavimento falharia, mas reconhecer que os dados disponíveis eram insuficientes para sustentar a operação.

Os indicadores percentuais de massa e pressão empregados no estudo permitiram mensurar o afastamento em relação aos valores publicados. Esses resultados possuem função de alerta e priorização, mas não representam probabilidade de acidente, percentual de deterioração do pavimento ou redução

direta de sua vida útil. A sobrecarga regulamentar somente pode ser determinada quando existem valores tecnicamente aplicáveis de ACR e PCR.

A matriz resultou em quatro classes de decisão. A classe D1 corresponde às situações compatíveis na triagem, nas quais o ACR não supera o PCR e a pressão dos pneus atende ao código publicado. A classe D2 abrange operações que dependem de manifestação do operador do aeródromo, inclusive os casos de sobrecarga limitada que possam ser avaliados dentro dos parâmetros regulamentares. A classe D3 identifica a necessidade de avaliação de engenharia, cálculo do dano acumulado ou Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional. A classe D4 fica restrita aos casos em que exista incompatibilidade ou restrição expressamente demonstrada.

Essa classificação também esclarece a diferença entre ausência de comprovação e incompatibilidade demonstrada. A inexistência do PCR não permite concluir automaticamente que a pista seja incapaz de receber determinada aeronave. Entretanto, impede o operador aéreo de comprovar a compatibilidade estrutural por meio do método ACR-PCR. Nessa situação, a matriz encerra a triagem operacional e transfere o caso ao operador do aeródromo, que possui acesso ao histórico de movimentos, às características construtivas e às condições de conservação do pavimento.

Para operações eventuais, a decisão pode envolver inspeção extraordinária, controle da quantidade de movimentos, definição de massa operacional, restrição de posições de estacionamento e acompanhamento da condição superficial. Essas medidas não aumentam a capacidade estrutural do pavimento, mas podem compor o gerenciamento temporário da operação quando fundamentadas por avaliação técnica.

Nas operações recorrentes, a simples repetição de autorizações individuais não substitui a análise do efeito acumulado. A continuidade deve considerar o mix de aeronaves, a quantidade de movimentos, as massas praticadas e a participação de cada aeronave no CDF. Dependendo do resultado, o operador do aeródromo poderá reavaliar o PCR, implantar programa específico de inspeções, recuperar a

drenagem, executar reparos localizados, recapar o revestimento ou reforçar estruturalmente o pavimento.

A hipótese estabelecida no estudo foi confirmada no âmbito do modelo proposto: uma matriz composta por dados publicados, relação ACR/PCR, compatibilidade de pressão, frequência operacional, nível de evidência e necessidade de CDF permite tornar a decisão mais rastreável. A ferramenta não elimina a responsabilidade técnica nem substitui os regulamentos, o manual da aeronave ou a avaliação do pavimento. A matriz mostra quais dados permitem a decisão e quais ainda precisam ser obtidos.

A principal limitação do estudo decorre da utilização de um cenário hipotético e de uma aeronave apenas ilustrativa. Não foram realizados ensaios de campo, levantamento das camadas do pavimento, medição de deflexões ou cálculo estrutural aplicado a um aeródromo real. O ACR empregado na simulação final também possui finalidade exclusivamente metodológica, não podendo ser utilizado no planejamento de uma operação.

Estudos posteriores poderão validar a matriz em aeródromos com diferentes tipos de pavimento, categorias de subleito e níveis de tráfego. Também poderão comparar seus resultados com avaliações realizadas por *Falling Weight Deflectometer*, equipamento de medição de deflexões por impacto; *Ground Penetrating Radar*, radar de penetração no solo empregado na investigação das camadas; ensaios de capacidade de suporte e modelos mecanístico-empíricos de dano. Outra possibilidade consiste em desenvolver uma versão digital da matriz, capaz de registrar as fontes utilizadas, impedir o preenchimento de conclusões sem evidência suficiente e gerar um relatório padronizado para comunicação entre operadores aéreos, operadores de aeródromos e profissionais de engenharia.

Conclui-se que a consulta às informações aeronáuticas constitui o ponto de partida da decisão, e não necessariamente sua conclusão. Quando os dados publicados permitem comparar ACR, PCR e pressão dos pneus, o operador aéreo pode realizar uma triagem objetiva. Quando essas informações não estiverem publicadas, o operador aéreo não consegue confirmar, por conta própria, se a aeronave é compatível com o pavimento. Nesse caso, deve encaminhar a demanda

ao operador do aeródromo, que poderá consultar os dados da pista ou solicitar uma avaliação de engenharia. A matriz serve justamente para registrar essa limitação e indicar o próximo responsável pela análise.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Manual para o cálculo de PCR de pavimentos aeroportuários**. Brasília, DF: ANAC, 2022. 83 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Instrução Suplementar nº 154.111-001, Revisão A: orientações para aplicação do método ACR-PCR**. Aprovada pela Portaria nº 15.017/SIA, de 11 de julho de 2024. Brasília, DF: ANAC, 2024. Disponível em: <https://pergamum.anac.gov.br/pergamum/vinculos/IS154.111-001A.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 153: aeródromos — operação, manutenção e resposta à emergência**. Emenda nº 11. Brasília, DF: ANAC, 2026. Disponível em: <https://pergamum.anac.gov.br/arquivos/RBAC153EMD11.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 154: projeto de aeródromos**. Emenda nº 9. Brasília, DF: ANAC, 2026. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-154/@%40display-file/arquivo_norma/RBAC154EMD06.pdf. Acesso em: 10 jun. 2026.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). **AISWEB: informações aeronáuticas do Brasil**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://aisweb.decea.mil.br/>. Acesso em: 10 jun. 2026.

EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY (EASA). **Type-certificate data sheet nº EASA.IM.A.188: EMB-120**. Issue 02. Cologne: EASA, 2022. Disponível em: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/127185/en>. Acesso em: 18 jun. 2026.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Advisory Circular 150/5320-6F: airport pavement design and evaluation**. Washington, DC: FAA, 2016. Disponível em: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150-5320-6F.pdf. Acesso em: 12 jul. 2026.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Advisory Circular 150/5320-6G: airport pavement design and evaluation**. Washington, DC: FAA, 2021. Disponível em: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150-5320-6G-Pavement-Design.pdf. Acesso em: 10 jun. 2026.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Advisory Circular 150/5335-5D: standardized method of reporting airport pavement strength — PCR**. Washington, DC: FAA, 2022. Errata de 6 jan. 2025. Disponível em:

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150-5335-5D-Pavement-Strength-202501.pdf. Acesso em: 12 jul. 2026.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation: aerodromes**. Volume I: Aerodrome design and operations. 8. ed. Montréal: ICAO, 2018. Amendment 16.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **Aerodrome design manual**. Part 3: Pavements. Doc 9157. 3. ed. Montréal: ICAO, 2022.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **ACR/PCR concepts**. Apresentação no ICAO Aerodrome Pavement Workshop, Bangkok, Tailândia, 9 fev. 2024. Disponível em:

https://www.icao.int/sites/default/files/APAC/Meetings/2024/2024%20Workshop%20n%20Aerodrome%20Pavement/5-Presentations/WK6-ACR-PCR-Concepts_MUNIZ.pdf. Acesso em: 12 jul. 2026.



R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 285-337, jul/ago. 2026.

