

Biblioteca de Patologias
**DE PAVIMENTOS
AEROPORTUÁRIOS**

2ª Edição



BIBLIOTECA DE PATOLOGIAS DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS (2ª EDIÇÃO)

SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA – SIA

Dezembro / **2021**

SUPERINTENDENTE

Giovano Palma

GERENTE DE CERTIFICAÇÃO E SEGURANÇA OPERACIONAL

Fábio Lopes Magalhães

GERENTE TÉCNICO DE ENGENHARIA AEROPORTUÁRIA

Lucas Bernardino Travagin

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL

Lucius de Albuquerque Prado

Modesto Gomez Sanchez

DÚVIDAS, SUGESTÕES E CRÍTICAS PODEM SER ENVIADAS PARA O E-MAIL

obras.sia@anac.gov.br

CONTROLE DE VERSÕES

VERSÃO	DATA	REVISADO POR	RESUMO DE REVISÃO
00	07/11/18	Lucius de Albuquerque Prado - GTEA/GCOP/SIA Modesto Gomez Sanchez - GFIC/SIA	N/A
01	06/12/21	Lucius de Albuquerque Prado – GTEA/GCOP/SIA	Inclusão das patologias associadas ao <i>grooving</i> e melhorias no texto.

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO	5
II. OBJETIVOS	6
III. PRINCIPAIS PATOLOGIAS ELENCADAS NESTA BIBLIOTECA	6
1. Defeitos de superfície	7
1.1. <i>Desgaste superficial</i>	7
1.2. <i>Polimento</i>	8
1.3. <i>Exsudação</i>	8
1.4. <i>Desagregação</i>	9
2. Deformação superficial	10
2.1 <i>Afundamentos em trilhas (trilhas de rodas)</i>	10
2.2 <i>Afundamentos pontuais</i>	11
2.3 <i>Fluência em extremidade</i>	12
3. Trincas e fissuras	12
3.1 <i>Trincas do tipo couro de jacaré ou couro de crocodilo</i>	12
3.2 <i>Trincas em geral</i>	13
3.3 <i>Trincas em concreto</i>	16
3.4 <i>Juntas não seladas</i>	19
3.5 <i>Esborcimento de cantos em placas de concreto</i>	19
4. Remendos e buracos	20
4.1 <i>Buracos (L > 10 cm)</i>	20
4.2 <i>Remendos com desnível</i>	22
5. Outras patologias	24
5.1 <i>Grooving ou camada porosa de atrito (cpa) sujo/colmatados</i>	24
5.2 <i>Empoçamentos</i>	24
5.3 <i>Descolamento de camada asfáltica</i>	25
5.4 <i>Juntas com desnível</i>	26
5.5 <i>Acúmulo visual de borracha</i>	26
5.6 <i>FO - Pedriscos (material fino ou graúdo)</i>	27
5.7 <i>Acúmulo de óleo/combustível</i>	28
5.8 <i>Cisalhamento por amolecimento da massa asfáltica (Grooving)</i>	29
5.9 <i>Desgaste superficial das ranhuras transversais (Grooving)</i>	29
5.10 <i>Bombeamento de finos</i>	30
IV- REFERÊNCIAS	30

I. INTRODUÇÃO

A utilização cotidiana de pistas de pouso e decolagem, bem como de pistas de rolamento/táxi e pátios de estacionamento de aeronaves, expõe os pavimentos a cargas especiais e a desgastes importantes, além da própria exposição às intempéries, compondo cenário de contínua degradação de seu desempenho e palco de ocorrências de patologias típicas, com origens diversas, e que contribuem para a diminuição dos níveis de Segurança Operacional (SO).

Tal degradação, em maior ou menor nível, é objeto de avaliação contínua pelos operadores de aeródromos visando a determinar ações reativas de correção ou mitigação, as quais poderão ser de caráter urgente ou programado, podendo, ainda, determinar possíveis interdições ao uso onde se entender que o nível de SO não é mais aceitável na condição encontrada.

A avaliação cotidiana dos pavimentos é parte complementar de ação planejada preventiva em que, com o conhecimento do histórico e da morfologia do pavimento, o operador poderá prever manutenções antecipadas à degradação extrema, controlando, assim, os custos e os ônus decorrentes da não disponibilidade de determinado pavimento em função de manutenções emergenciais corretivas.

II. OBJETIVOS

Esta biblioteca de patologias de pavimentos aeroportuários foi elaborada para servir como material de referência aos inspetores de pavimentos aeroportuários, facilitando a identificação visual das principais patologias encontradas e classificando-as pelo seu tipo.

Espera-se que o presente material também possa ser útil, particularmente, aos pequenos operadores de aeródromos (classes I e II), em geral menos especializados, para a realização de suas respectivas avaliações técnicas, conforme exigido pelo requisito 153.201(f), do RBAC nº 153.

III. PRINCIPAIS PATOLOGIAS ELENCADAS NESTA BIBLIOTECA

A seguir, apresenta-se lista com os principais defeitos encontrados em pavimentos aeroportuários. São patologias típicas identificadas no trabalho de inspeção, cujas origens diversas não são o foco deste trabalho, cabendo aos operadores realizarem estudo de engenharia para determinação e consequente ação na eliminação de agentes causadores, quando não se tratar da simples degradação pelo uso.

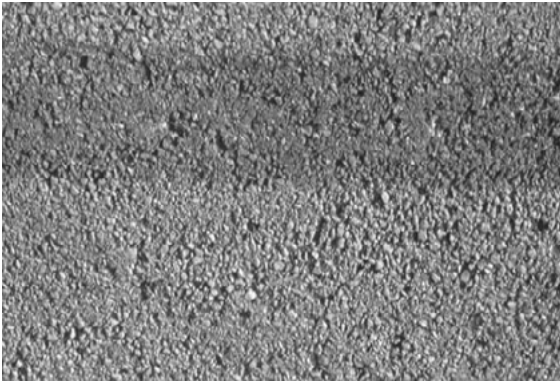
Ressalta-se que esta lista não é exaustiva, contendo grupo de patologias típicas mais comuns. As fotos apresentadas têm as respectivas fontes identificadas na parte à direita de cada quadro, sendo que alguns registros fotográficos foram obtidos diretamente da rede mundial de computadores, enquanto outros têm origem nos arquivos de trabalho de servidores da ANAC, estando também referenciados no quadro. Em função disso, pode ocorrer de, em eventual consulta às fontes, estas estarem indisponíveis na rede, seja por terem sido excluídas, terem mudado de domínio ou outras causas.

Outra observação pertinente diz respeito aos registros fotográficos. Para algumas patologias, não foi possível encontrar registros de boa qualidade, sendo, nesse caso, exemplificado com registros de pavimentos rodoviários ou até mesmo de vias urbanas. Por ora, entende-se que isso não deve acarretar prejuízos ao referenciamento tipológico das patologias, uma vez que todas são relacionadas a pavimentos flexíveis ou rígidos, podendo ser encontradas em qualquer elemento de infraestrutura com essas características, independente do seu uso, isto é, aeronáutico ou rodoviário.

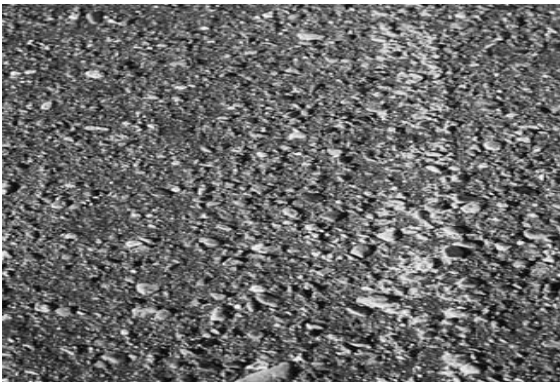
Ressalta-se, ainda, que algumas patologias podem normalmente ocorrer associadas, relacionando duas ou mais tipologias para a mesma ocorrência.

1. Defeitos de superfície

1.1. Desgaste superficial



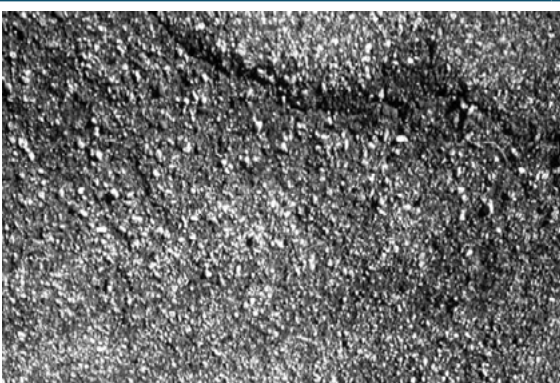
- Desgaste superficial leve em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Observa-se perda superficial de ligante e de material fino, sem formação de panelas ou concentrações de desgaste.



- Desgaste superficial médio em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Observa-se perda superficial de ligante e de material fino, sem formação de panelas ou concentrações de desgaste.



- Desgaste superficial médio em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Observa-se a perda superficial de ligante, além de material fino, sem formação de panelas ou concentrações de desgaste.

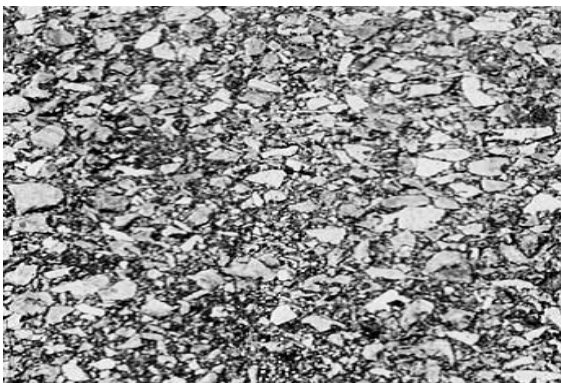


- Desgaste superficial forte em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Observa-se perda superficial de ligante, bem como de material fino, além de uma perda concentrada de material em alguns pontos, sem ainda se apresentar como buraco ou decomposição profunda.



- Desgaste superficial forte em pavimento de pista de pouso e decolagem.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.

1.2. Polimento



- Polimento de agregados em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Observa-se o predomínio de agregados lustrados na superfície, com pouca presença de ligante, denunciando menor atrito e macrotextura.



- Polimento de agregados em pavimento asfáltico.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Observa-se exposição do agregado com pouco ligante superficial e início de polimento.
- Apresenta-se com certa perda de finos, compondo, também, quadro de desgaste superficial leve.

1.3. Exsudação



- Exsudação do material betuminoso em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Nota-se o acúmulo de ligante segregado da massa, com pouco agregado visível e compondo um filme liso.



- Exsudação do material betuminoso em pavimento asfáltico.
- Fonte: Livro pavimentação asfáltica. Formação básica para engenheiros. Liedi Bariani Bernucci. Laura Maria Goretti da Motta. Jorge Augusto Pereira Ceratti. Jorge Barbosa Soares. Rio de Janeiro. 2008.
- Nota-se o acúmulo de ligante segregado da massa, com pouco agregado visível e compondo um filme liso. Pode ser também caracterizado pela aplicação de ligante líquido sobre a superfície.

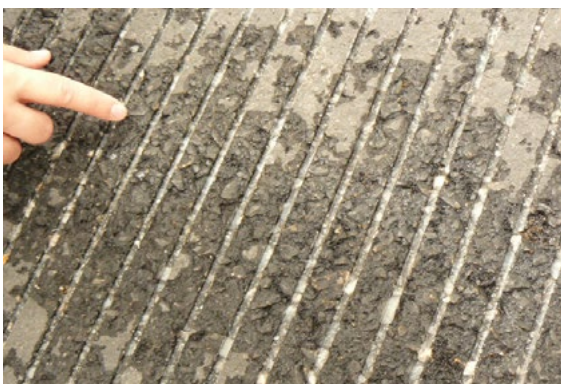
1.4. Desagregação



- Desagregação superficial média em pavimento asfáltico.
- Fonte: Livro pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros. Liedi Bariani Bernucci. Laura Maria Goretti da Motta. Jorge Augusto Pereira Ceratti. Jorge Barbosa Soares.
- Perda de agregados, deixando a superfície rugosa e desprendendo material de granulometria fina a média. Geralmente, não ocorre uniformemente, concentrando-se em alguns trechos.



- Desagregação superficial média em pavimento asfáltico.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Perda de agregados, deixando a superfície rugosa e desprendendo material cuja granulometria varia de fina a média. Geralmente, não ocorre uniformemente, concentrando-se em alguns trechos.



- Desagregação superficial média em pavimento asfáltico.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Condição particular de desagregação em zona com *grooving*, com liberação de agregado graúdo e perda de função das ranhuras.



- Desagregação superficial alta em pavimento asfáltico.
- Fonte: acervo SIA.
- Condição particular de desagregação em zona com *grooving*, com liberação de agregado graúdo e perda de função das ranhuras.

2. Deformação superficial

2.1 Afundamentos em trilhas (trilhas de rodas)



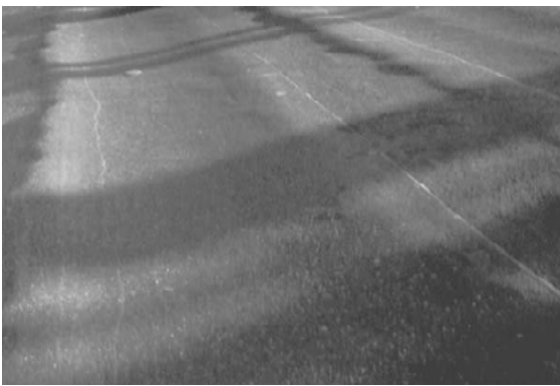
- Afundamento leve por consolidação em trilha de roda em pavimento asfáltico.
- Fonte: Livro pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros. Liedi Bariani Bernucci. Laura Maria Goretti da Motta. Jorge Augusto Pereira Ceratti. Jorge Barbosa Soares.
- Percebe-se claramente as trilhas de roda sujeitas ao acúmulo de água. Tipicamente, não há perda de material, apenas deslocamento lateral da massa.



- Afundamento plástico alto nas trilhas de roda de pavimento asfáltico.
- Fonte: Livro pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros. Liedi Bariani Bernucci. Laura Maria Goretti da Motta. Jorge Augusto Pereira Ceratti. Jorge Barbosa Soares.
- Percebe-se claramente as trilhas de roda sujeitas ao acúmulo de água. Tipicamente, não há perda de material, apenas o deslocamento lateral da massa. Percebe-se a ruptura longitudinal da camada superficial, com o aparecimento de trincas.



- Afundamento plástico leve nas trilhas de roda de pavimento asfáltico.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Percebe-se a presença de trilhas de roda sujeitas ao acúmulo de água. Tipicamente, não há perda de material, apenas o deslocamento lateral da massa.



- Afundamento plástico alto nas trilhas de roda de pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Fluência de material superficial formando as trilhas de roda.

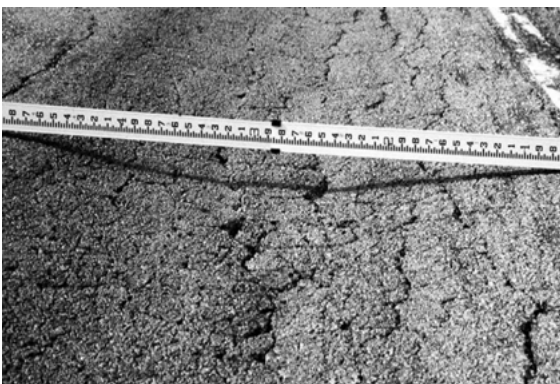


- Afundamento plástico alto nas trilhas de roda de pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Fluência de material superficial formando as trilhas de roda, com possível comprometimento das camadas inferiores.

2.2 Afundamentos pontuais



- Afundamento pontual de intensidade alta em pavimento asfáltico.
- Fonte: Livro pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros. Liedi Bariani Bernucci. Laura Maria Goretti da Motta. Jorge Augusto Pereira Ceratti. Jorge Barbosa Soares.
- A deformação do pavimento é localizada, com as típicas trincas por afundamento e formação de bacia.



- Afundamento pontual de intensidade alta em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- No caso, percebe-se afundamento na região da trilha de roda, diferindo do apresentado no item 2.1 por ser localizado e com as trincas de ruptura mais marcadas.



- Afundamento pontual de intensidade alta em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Não se nota fluência de massa e, sim, trincas de ruptura, geralmente por deficiência nas camadas inferiores ou por perda de material fino.



- Afundamento pontual de intensidade muito alta em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Nesse caso, com poucas trincas, denotando possível falha de compactação no remendo.

2.3 Fluência em extremidade



- Fluência em extremidade de via pavimentada.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- A fluência e deformação ocorrem por deslocamento de material em direção à área não pavimentada. A ocorrência mais comum é quando a zona de rolamento é muito próxima à extremidade do pavimento.

3. Trincas e fissuras

3.1 Trincas do tipo couro de jacaré ou couro de crocodilo



- Trincas do tipo couro de jacaré de intensidade alta.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Caracteriza-se pela formação de pequenos blocos, formando textura que denuncia a ruptura estrutural do revestimento, com grande potencial de emissão de F0 e afundamento, principalmente na presença de água.



- Trincas do tipo couro de jacaré de intensidade média.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Independente de algumas trincas maiores insuficientemente tratadas, nota-se a textura típica em blocos num setor relativamente reduzido. Está associada à fadiga do material sob esforços repetidos.



- Trincas do tipo couro de jacaré em estágio avançado de deterioração.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- A textura típica de blocos menores denuncia a progressão da patologia, chegando ao ponto de pulverização e perda de material superficial.



- Trincas em pequenas áreas isoladas, com textura típica de blocos.
- Fonte: GFC/SIA.
- No caso, a patologia inicial combina-se com claro desgaste superficial do pavimento.

3.2 Trincas em geral



- Trincas leves relacionadas à movimentação térmica em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- O hábito transversal espaçado e a pequena abertura caracterizam estas trincas, de pouca agressividade nesse estágio.



- Trincas leves relacionadas à movimentação térmica em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Com predominância transversal e pequena abertura. No caso, tratadas com material selante.



- Trincas em geral em pavimento asfáltico. Intensidade média e ocorrência pontual.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Nesse estágio, a patologia tem potencial de emissão de FO em blocos maiores, além de viabilizar a infiltração de água e a perda de finos nas camadas inferiores, com degradação rápida.



- Trincas em geral em pavimento asfáltico. Intensidade média.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- No caso, predomina uma trinca que acompanha junta construtiva, com potencial de FO menores e infiltração.



- Trincamento típico por reflexão (placas de concreto inferiores) em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- O padrão de repetição em formas regulares é claro. Há pouco risco de FO, mas com potencial de infiltração e descalçamento das placas inferiores.



- Trinca construtiva na junção dos “panos” do pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Trinca típica longitudinal, com potencial de empoçamento e danos a pneus caso exista desnível ou degrau.



- Trinca construtiva não selada e cuja abertura é menor que 6 mm.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- A condição típica caracteriza-se pelo fato de serem retas, ou seja, no sentido longitudinal da pista.



- Trinca típica em pavimento com espessura inferior a 6 mm.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- A existência da trinca, como qualquer outra, possibilita a entrada de água em direção às camadas inferiores do pavimento e, conseqüentemente, a perda de material fino.



- Trincas de hábito variado em pavimento asfáltico.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Não se nota padrão definido, mas relacionam-se ao desgaste intenso da camada asfáltica. Na linha central (amarela), há razoável perda de material, dando origem a buraco de hábito linear extenso.



- Trincas longitudinais longas em pavimento asfáltico.
- Fonte: Livro pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros. Liedi Bariani Bernucci. Laura Maria Goretti da Motta. Jorge Augusto Pereira Ceratti. Jorge Barbosa Soares.
- Aproximadamente longitudinais, mas não retas, sugerem algum recalque lateral das camadas inferiores, com potencial de infiltração e perda de finos.

3.3 Trincas em concreto



- Trincas (rachaduras) em pavimento rígido (placas de concreto) localizadas em pátios de estacionamento de aeronaves.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- No caso, as peças estruturais provavelmente encontram-se fraturadas por toda a seção, com potencial de infiltração e perda de finos. Existe a possibilidade da ocorrência de posterior desnivelamento entre segmentos, além de danos aos pneus das aeronaves.



- Trincas (rachaduras) em pavimento rígido (placas de concreto) localizadas em pátios de estacionamento de aeronaves.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- As peças estruturais provavelmente encontram-se fraturadas por toda a seção, com potencial de infiltração e perda de finos, além da separação em blocos menores que podem se desprender. Em casos de desnivelamento e perda de blocos, há risco de danos aos pneus das aeronaves.



- Trincas severas em borda de pavimento e junto ao piso de concreto (à esquerda).
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- No encontro de dois tipos de pavimento, a movimentação diferencial gerou trinca importante, além da fragmentação da borda do asfalto. A trinca gerará perda de finos na base, além da possível emissão de FO pela perda de blocos de asfalto.



- Trinca selada na junção de pavimentos flexível e rígido.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Falta de cuidado na execução da concordância do asfalto provocou desnível com risco de descontrole direcional.



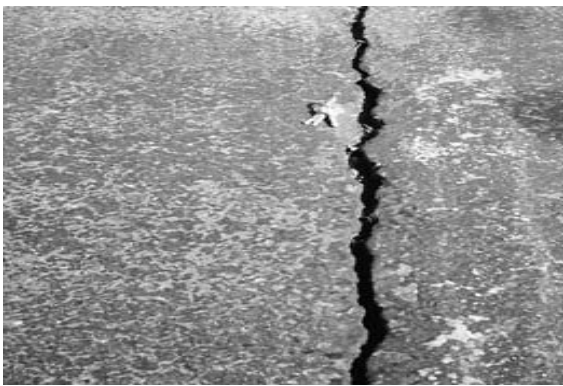
- Trincas em bloco (ângulo com aproximadamente 90°) em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- As peças estruturais provavelmente encontram-se fraturadas por toda a seção, com potencial de infiltração e perda de finos. Em casos de desnivelamento, há risco de danos aos pneus das aeronaves.



- Intenso trincamento em bloco com abertura maior que 6 mm (ângulo com aproximadamente 90°) e com a presença de vegetação nas trincas.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*



- Trinca intensa em pavimento rígido com selagem desgastada.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- A grande espessura da trinca necessita de selagem com materiais mais caros e retirada de resíduos. Se houver desnivelamento há, risco de danos a pneus.



- Trinca (rachadura) com largura superior a 12 mm em pavimento asfáltico.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Intensa infiltração provoca perda de finos na base e desnivelamento entre as partes.



- Trinca em pavimento asfáltico > 12 mm
- Fonte: GFIC/SIA.
- Intensa infiltração provoca perda de finos na base e desnivelamento entre as partes. Potencial de emissão de FO com fragmentos de asfalto.



- Trinca leve em concreto – cabeceira de pista de pouso e decolagem.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Sem grandes consequências para a segurança operacional nesse estado, deve ser avaliada a evolução do problema. O giro dos pneus nessa localização pode potencializar o surgimento dessa patologia.



- Trincamento intenso em pavimento de concreto – pátio.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Trincamento não tratado em área de intenso carregamento resultou em múltiplas fragmentações, gerando FO expressivos e desníveis importantes, com potencial risco aos motores das aeronaves.

3.4 Juntas não seladas



- Junta entre placas de concreto não seladas.
- Fonte: GFIC/SIA.
- A falta de selante propiciou infiltração e perda de finos nas camadas inferiores, com o consequente desnivelamento entre as placas.
- Potencial risco aos pneus das aeronaves e, conforme a velocidade da aeronave, eventual perda de controle direcional.



- Juntas não seladas e trincas em pavimento de concreto (pátio).
- Fonte: GFIC/SIA.
- Provável infiltração por junta não tratada e perda de finos nas camadas inferiores resultou em deslocamento e fragmentação da peça, originando desnível e trazendo potencial risco de descontrole e danos a aeronaves, a depender da velocidade.



- Junta entre placas de concreto não seladas.
- Fonte: GFIC/SIA.
- A falta de selante propiciou infiltração e perda de finos nas camadas inferiores, com o consequente desnivelamento entre as placas. Potencial risco aos pneus das aeronaves e possibilidade de perda de controle direcional, a depender da velocidade.

3.5 Esborcinamento de cantos em placas de concreto



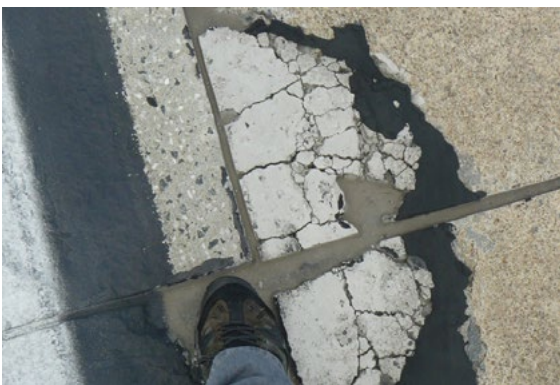
- Esborcinamento leve (quebra de canto) em placa de concreto.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- O não tratamento da patologia pode resultar no desprendimento da ponta da placa e em outros danos à peça de concreto, com potencial ocorrência de FO e surgimento de cantos vivos que podem ser agressivos aos pneus das aeronaves.



- Esborcinamento (quebra de canto) em placa de concreto. Patologia parcialmente tratada.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- O não tratamento da patologia pode resultar no desprendimento da ponta da placa e em outros danos à peça de concreto, com potencial ocorrência de FO e surgimento de cantos vivos que podem ser agressivos aos pneus das aeronaves.



- Esborcinamentos (quebra de cantos) em placas de concreto.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- O não tratamento da patologia pode resultar no desprendimento da ponta da placa e em outros danos à peça de concreto, com potencial ocorrência de FO e surgimento de cantos vivos que podem ser agressivos aos pneus das aeronaves.



- Intenso esborcinamento de cantos de placas de concreto em cabeceira de pista de pouso e decolagem.
- Fonte: GFIC/SIA.
- O tratamento precário da patologia é percebido após a fragmentação e desprendimento, dando ocorrência a FO e cantos vivos em área de giro de aeronaves, particularmente agressivo aos pneus.

4. Remendos e buracos

4.1 Buracos (L > 10 cm)



- Buraco (panela) em pavimento de pista de pouso e decolagem, com dimensão superior a 10 cm.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Nota-se o desgaste do grooving, devido à provável fragilidade da camada asfáltica ou ao desgaste natural (envelhecimento) do revestimento. Potencial de rápido avanço, FO e riscos diversos às aeronaves.



- Buraco (panela) em formação sobre a superfície de pavimento de pista de táxi, com dimensão superior a 10 cm.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- A fragmentação da camada asfáltica pode oferecer riscos por emissão de FO, com potencial de rápida expansão para as demais áreas.



- Formação de grande buraco no revestimento asfáltico, com desprendimento de material.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*



- Típico buraco (panela) em pavimento envelhecido.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*



- Formação de grande buraco com desprendimento de material asfáltico e com possível comprometimento estrutural.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Falha aparentemente originada em ocorrência do tipo “couro de jacaré”, com progressão de afundamento e perda de material da superfície.



- Buraco (panela) em formação sobre a superfície de pavimento de pista de táxi, com dimensão superior a 10 cm.
- Fonte: GFIC/SIA.
- A fragmentação e o descolamento da camada asfáltica podem oferecer riscos por emissão de FO, com rápido potencial de avanço da patologia.



- Buraco de grande extensão sobre a superfície de pavimento de pista de táxi.
- Fonte: GFIC/SIA.
- A degradação contínua sem tratamento provocou o alargamento e o aprofundamento do defeito. À esquerda, vê-se serviço de recomposição do acostamento.



- Buraco de grande extensão e intensidade sobre a superfície de pavimento de pista de táxi.
- Fonte: GFIC/SIA.
- A degradação contínua sem tratamento provocou o alargamento e o aprofundamento do defeito.

4.2 Remendos com desnível



- Remendo com desnível executado em pavimento.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Execução deficiente do reparo.



- Remendo em pavimento asfáltico executado com baixo controle de qualidade e contendo diversos desníveis.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Execução precária com problemas de aderência e falta de reparo tempestivo provoca emissão de FO, empoçamento e riscos aos pneus das aeronaves.



- Remendo em pavimento asfáltico executado com baixo controle de qualidade, apresentando bordas (desníveis) construtivos, além de trincas.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- Execução deficiente do reparo provoca solavanco no rolamento e risco de descontrole direcional das aeronaves, a depender da velocidade.



- Remendo com desnível executado em pavimento da pista de pouso e decolagem.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Execução deficiente do reparo provoca solavanco no rolamento. Sobreposição de remendos pode denunciar condição limítrofe no tocante à vida útil do pavimento, carecendo de trabalho geral de restauração.



- Remendo com desnível em pista de pouso e decolagem.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Remendo mal executado, com desnível, e sem tratamento adequado das camadas inferiores, o que gerou nova degradação.



- Remendo com desnível executado em pavimento da pista de táxi.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Execução deficiente do reparo provoca solavanco na camada de rolamento. Sobreposição de remendos pode denunciar condição limítrofe no tocante à vida útil do pavimento, carecendo de trabalho geral de restauração.
- Área anterior, com marca de empoçamento seco, indica afundamento a ser corrigido.

5. Outras patologias

5.1 Grooving ou camada porosa de atrito (cpa) sujo/colmatados



- *Grooving* em pavimento de pista de pouso e decolagem colmatado por borracha.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- De ocorrência típica próxima à zona de toque, a observação mais próxima mostraria as ranhuras preenchidas parcialmente por borracha e sujeira, elementos prejudiciais quanto à eficiência de drenagem.
- Em pavimentos revestidos com Camada Porosa de Atrito (CPA), o acúmulo de borracha prejudica a velocidade de escoamento da água no interior da camada porosa.



- Reparo em região de pavimento com posterior execução de *grooving*,
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Os reparos, geralmente compostos por pré-misturados à frio, não se mostram adequados para receber ranhuras transversais, inviabilizando a correta drenagem a que se destina o *grooving*, enquanto também pode ser verificada desagregação superficial, com geração de FO fino.

5.2 Empoçamentos



- Empoçamento médio de água na pista de pouso e decolagem.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Falhas no nivelamento construtivo ou deformações decorrentes do uso (trilhas) provocam empoçamento, com potencial risco de desvio em relação ao eixo da pista.



- Empoçamento de água leve em pista de pouso e decolagem.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- No caso, motivado por falha de nivelamento construtivo na junção das faixas.



- Empoçamento alto em pista de pouso e decolagem.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Falha de nivelamento construtivo em cruzamento de duas pistas de pouso e decolagem, com possibilidade de perda do controle direcional da aeronave em condição de chuva.



- Empoçamento médio em pista de táxi.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Junção de duas etapas de pavimentação, onde a área mais antiga e danificada não conserva declividade mínima para drenagem, além de apresentar trincas diversas e desgaste acentuado.

5.3 Descolamento de camada asfáltica



- Descolamento de camada asfáltica sobre pavimento rígido.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Exemplo crítico, em que falhas construtivas não garantem a aderência da camada asfáltica e se desprendem, até mesmo sob ação do *jet-blast*.



- Descolamento pontual intenso provocado por escorregamento da camada de revestimento, em função de má aderência.
- Fonte: *US Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals. 07/12/2004.*
- O formato das trincas denuncia o escorregamento que, a seguir, provocou múltiplas rupturas no revestimento, além de o aparecimento de buraco.

5.4 Juntas com desnível



- Junta entre placas de concreto não seladas.
- Fonte: GFIC/SIA.
- A falta de selante propiciou infiltração e perda de finos das camadas inferiores, com o conseqüente desnivelamento entre as placas. Possibilidade de risco significativo aos pneus das aeronaves e, conforme localização do defeito, possibilidade de perda do controle direcional.



- Junta entre placas de concreto não selada.
- Fonte: GFIC/SIA.
- A falta de selante propiciou infiltração e perda de finos das camadas inferiores, com o conseqüente desnivelamento entre as placas. Possibilidade de risco significativo aos pneus das aeronaves e, conforme localização do defeito, possibilidade de perda do controle direcional.

5.5 Acúmulo visual de borracha



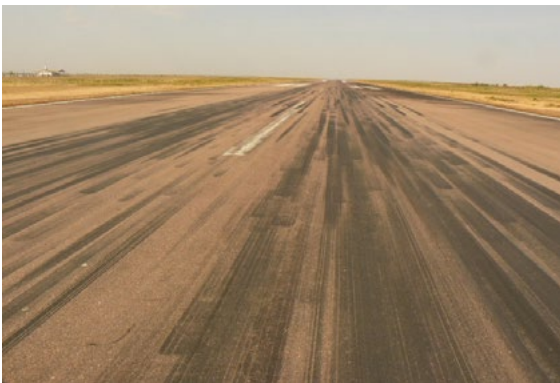
- Acúmulo de borracha em pavimento de pista de pouso e decolagem detectado por meio de inspeção visual.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Muito comum, principalmente próximo a zonas de toque, o emborrachamento percebido visualmente pode se agravar rapidamente em aeroportos de grande tráfego, não tendo sua conformidade (atrito mínimo) garantida por testes realizados a curto/médio prazo.
- Percebe-se, aparentemente, a repintura da *center line* sobre superfície já emborrachada.



- Superfície com excesso de emborrachamento.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Nesse caso, teste de coeficiente de atrito realizado poucas semanas antes comprovava os níveis mínimos, enquanto a condição visual levantava suspeitas sobre a conformidade ao parâmetro de coeficiente de atrito regulamentar.
- Nota-se que a avaliação visual produz resultado empírico que pode ser útil.



- Superfície com emborrachamento médio.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Visualmente, a pouca porosidade e o pouco brilho dão indícios de que o trecho pode não estar em conformidade mínima, o que deve ser confirmado por testes de aderência posteriores.
- Nota-se que a avaliação visual produz resultado empírico que pode ser útil.



- Condição de emborrachamento leve.
- Fonte: GFIC/SIA.
- Condição típica de zona de toque, onde o emborrachamento da pista de pouso e decolagem não parece intenso, o que deve ser amparado pelos testes de coeficiente atrito previstos nos regulamentos da ANAC.
- Nota-se que a avaliação visual produz resultado empírico que pode ser útil.

5.6 FO - Pedriscos (material fino ou graúdo)



- Presença de pedriscos (agregado graúdo) soltos sobre a pista de pouso e decolagem.
- Fonte: GFIC/SIA.
- A condição pode estar associada a outras patologias com impacto na degradação do próprio pavimento ou mesmo por arrastamento de material de área contígua (eventualmente externa ao pavimento).



- Presença de pedriscos (agregado graúdo) no acostamento da pista de pouso e decolagem.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Dependendo da intensidade e da proximidade com a pista de pouso e decolagem, esse tipo de FO pode trazer riscos de ingestão aos motores das aeronaves.



- Presença de pedriscos (agregado graúdo) no acostamento da pista de pouso e decolagem.
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Dependendo da intensidade e da proximidade com a pista de pouso e decolagem, esse tipo de FO pode trazer riscos de ingestão aos motores das aeronaves.

5.7 Acúmulo de óleo/combustível



- Acúmulo alto de óleo / combustível em pátio.
- Fonte: GFIC/SIA.
- O acúmulo excessivo pode trazer risco às operações de pátio, além de ser rapidamente espalhado com a ocorrência de chuvas e rolamento de máquinas.



- Acúmulo alto de óleo / combustível em pátio.
- Fonte: GFIC/SIA.
- O acúmulo excessivo pode trazer risco às operações de pátio, além de ser rapidamente espalhado com a ocorrência de chuvas e rolamento de máquinas.

5.8 Cisalhamento por amolecimento da massa asfáltica (Grooving)

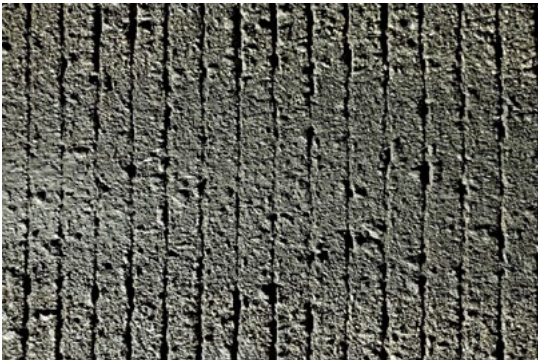


- *Grooving* em pavimento de pista de pouso e decolagem deformado pelo cisalhamento da massa asfáltica (intensidade alta).
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Em regiões quentes ou em traços asfálticos com baixa resistência ao cisalhamento, a passagem de aeronaves pode provocar a destruição da geometria linear do *grooving*, o que pode implicar
- Deficiência de drenagem e aumento do risco associado à perda de controle direcional.



- *Grooving* em pavimento de pista de pouso e decolagem deformado pelo cisalhamento da massa asfáltica (intensidade média).
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Em regiões quentes ou em traços asfálticos com baixa resistência ao cisalhamento, a passagem de aeronaves pode provocar a destruição da geometria linear do *grooving*, o que pode implicar deficiência de drenagem e aumento do risco associado à perda de controle direcional.

5.9 Desgaste superficial das ranhuras transversais (Grooving)



- Desgaste superficial das ranhuras transversais (*grooving*), com colmatação das canaletas de drenagem (intensidade média).
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Perda de funcionalidade do *grooving* que, desgastado superficialmente, não possui capacidade de propiciar o devido escoamento da água do interior da canaleta.



- Desgaste superficial das ranhuras transversais (*grooving*), com colmatação das canaletas de drenagem (intensidade alta).
- Fonte: GTEA/GCOP/SIA.
- Perda de funcionalidade do *grooving* que, desgastado superficialmente, não possui capacidade de propiciar o devido escoamento da água do interior da canaleta.

5.10 Bombeamento de finos



- Bombeamento de finos em pavimento asfáltico.
- Fonte: Internet (Latersolo).
- Em associação a alguma patologia, a infiltração de água nas camadas inferiores, sob a ação da carga, acaba bombeando material à superfície, com o conseqüente recalque, afundamento ou descalçamento de placas.



- Bombeamento de finos em pavimento asfáltico.
- Fonte: Livro pavimentação asfáltica. Formação básica para engenheiros. Liedi Bariani Bernucci. Laura Maria Goretti da Motta. Jorge Augusto Pereira Ceratti. Jorge Barbosa Soares. Rio de Janeiro. 2008
- Em associação a alguma patologia, a infiltração de água nas camadas inferiores, sob a ação da carga, acaba bombeando material à superfície, com o conseqüente recalque, afundamento ou descalçamento de placas.

IV- REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Aviação Civil. (2021). Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 153.
- Federal Aviation Administration. (2011). AC nº: 150/5320-17A.
- BERNUCCI, B.B; MOTTA, L.M.G; CERATTI, J.A.P.; SOARES, J.B. Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro. 2008.

