



AValiação DA APLICABILIDADE DO MÉTODO UNSURFACED ROADS CONDITION INDEX (URCI) EM PISTA DE POUSO NÃO PAVIMENTADA EM AERÓDROMO NA REGIÃO AMAZÔNICA

Anthony Belo Vasconcelos Santos¹, João Smith Vieira Jácome¹, José Nunes de Rezende Neto¹, Bruno Furtado de Oliveira¹, Rafael Marques Alves¹

1. Força Aérea Brasileira, Comissão de Aeroportos da Região Amazônica.

* **Corresponding author e-mail address:** anthonybe@outlook.com, vieirajsvj@fab.mil.br, rezendejnrm@fab.mil.br, brfurtado.fab@gmail.com, alvesrma@fab.mil.br

PAPER ID: SITXXX

RESUMO

Aeródromos na região amazônica têm papel essencial para comunidades remotas sem acesso rodoviário ou fluvial confiável. Entretanto, a operação em pistas semipreparadas gera desafios relevantes para segurança e manobrabilidade das aeronaves. Embora métodos consagrados, como o *Pavement Condition Index*, sejam amplamente aplicados em pavimentos aeroportuários flexíveis ou rígidos, há poucas discussões sobre pistas não pavimentadas na literatura técnica nacional. Este estudo avaliou a aplicação direta do método *Unsurfaced Roads Condition Index* (URCI), desenvolvido para vias não pavimentadas e proposto por Shahin (2005), na avaliação funcional da pista semipreparada de aeródromo na localidade de Tunuí, AM, extremo ocidental da Região Amazônica. Foi realizada uma inspeção visual detalhada para identificação e mensuração dos defeitos, seguida da aplicação direta das curvas de dedução e correções originalmente propostas. Uma calculadora URCI para pistas semipreparadas foi desenvolvida em *Visual Basic for Application* (VBA). Entrevistas estruturadas com pilotos também foram conduzidas para avaliar a relevância operacional dos defeitos identificados, incluindo relatos de intercorrências reais. A análise das respostas permitiu verificar a percepção dos pilotos sobre o impacto de cada defeito à segurança operacional, resultando em considerações sobre aspectos de engenharia de pavimentação. Os resultados evidenciam que o URCI é aplicável ao contexto de pistas semipreparadas, porém ficou evidente a necessidade de calibração futura de curvas para aplicação direta, em especial no que tange aos defeitos “poeira” e “buracos”.

Palavras-chaves: *Pavement Condition Index* (PCI), *Unsurfaced Roads Condition Index* (URCI), pistas semipreparadas, pistas não pavimentadas.

DECLARAÇÃO DE USO DE IA GENERATIVA

Os autores declaram que o uso de ferramentas de IA generativa se restringiu a atividades de suporte técnico, sem comprometer a originalidade, a análise e as conclusões apresentadas no trabalho. Todas as informações obtidas por meio desses recursos foram criteriosamente avaliadas e integradas ao estudo, garantindo rigor metodológico e integridade acadêmica.

As ferramentas “Chatgpt (OpenIA) e NotebookLM (Google)” foram utilizadas para pesquisa automatizada aos temas de estudo.

AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO MÉTODO *UNSURFACED ROADS CONDITION INDEX* (URCI) EM PISTA DE POUSO NÃO PAVIMENTADA EM AERÓDROMO NA REGIÃO AMAZÔNICA

1 INTRODUÇÃO

Aeródromos no interior da região Amazônica cumprem um papel importante de apoio logístico às comunidades locais e missões de Estado, fomentando a integração do território nacional e o apoio às comunidades carentes. Essas localidades, por vezes, apresentam o modal aéreo como única solução à escassez dos volumes dos rios e consequente navegabilidade transitória. Além disso, é o único modo viável em caso de atendimentos de urgência ou emergência em apoio às comunidades indígenas (Meier, 2021).

Devido às condições precárias de acesso a serviços e insumos de engenharia, as obras em aeródromos nessas localidades são muitas vezes executadas diretamente no âmbito do Ministério da Defesa, em especial pelos Batalhões de Engenharia de Construção (BEC), do Exército Brasileiro ou pela Comissão de Aeroportos da Região Amazônica (COMARA), da Força Aérea Brasileira, que dispõem de meios logísticos para o alcance dos rincões amazônicos (Machado, 2018).

O esforço de manter condições adequadas às operações aéreas em aeródromos longínquos na Região Amazônica é desafiador. Por isso, avaliações periódicas são empregadas com intuito de diagnosticar e direcionar as necessidades de serviços de Manutenção e Reabilitação (M&R) de pavimentos (Brasil, 2018). No âmbito de aeródromos, as avaliações periódicas podem empregar métodos consagrados, como o *Pavement Condition Index* (PCI), indicador numérico de 0 a 100 que avalia as condições de superfície com base nas severidades, frequências e tipos de defeitos (ASTM, 2023). Embora esta norma não se aplique diretamente a vias não pavimentadas, procedimentos alternativos, como o *Unsurfaced Roads Condition Index* (URCI), podem ter aplicabilidade estudada.

Buscando tal avaliação de aplicabilidade do método URCI em pistas de pouso semipreparadas, realizou-se uma avaliação no aeródromo de Tunuí-Cachoeira, distrito do município de São Gabriel da Cachoeira, AM, região do alto Rio Negro, cerca de 40 km da fronteira com a Colômbia, conforme representado na Figura 1. Possui pista de pouso com 860 m de comprimento e 40 m de largura (BRASIL, 2024).



Figura 1: À esquerda, localização do Aeródromo de Tunuí-Cachoeira, AM. À direita, foto ilustrativa da pista de pouso.
Fonte: Google Earth Pro (2025); os próprios autores.

Trata-se de uma pista de pouso e decolagem com superfície semipreparada (e.g. não há revestimento), situada em área indígena da região conhecida como “Cabeça do Cachorro”. A pista possui dimensões e resistência limitadas, sendo operada majoritariamente em missões logísticas do Exército Brasileiro e em apoio à comunidade indígena local. Devido à posição remota e à ausência de infraestrutura aeroportuária convencional, não dispõe de auxílio à navegação ou serviços de solo avançados, o que reforça a necessidade de uma manutenção periódica da superfície da pista para garantir operações seguras.

Nesse cenário, este trabalho teve como objetivo avaliar a condição funcional da pista semipreparada do aeródromo utilizando a metodologia de cálculo do *Unsurfaced Road Condition*

Index – (URCI), originalmente desenvolvido para rodovias não pavimentadas, conforme proposto por Shahin (2005). Adicionalmente, foram conduzidas entrevistas estruturadas com pilotos da Força Aérea Brasileira (FAB) habituados a operar em pistas semipreparadas, de modo a coletar impressões operacionais sobre a severidade de certos defeitos durante pousos e decolagens, bem como relatos de ocorrências passadas relacionadas a essa pista. A combinação dos dados técnicos levantados e das percepções operacionais dos pilotos permitiu uma análise incipiente da adequação do método URCI ao contexto de pistas não pavimentadas na Região Amazônica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a aviação civil, diversas regulamentações são disponibilizadas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), com base em diretrizes da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), para garantia de condições seguras para operações de pouso e decolagem no que tange à qualidade de infraestrutura aeroportuária (ANAC, 2020). Para localidades em extremos Amazônicos, todavia, os desafios anteriormente citados tornam a aplicação dos padrões internacionais demasiadamente custosos e materialmente impraticáveis.

Dentre os padrões exigidos pela ANAC (2020), cita-se a necessidade de que os operadores aeroportuários adotem avaliações periódicas das condições funcionais, conforme IS 153.203-001, onde foi formalizado o *Pavement Condition Index* (PCI) como indicador de qualidade funcional a ser adotado no âmbito de aeródromos sujeitos às regulamentações da Agência (ANAC, 2020). No âmbito de pavimentos aeroportuários militares no Brasil, o PCI já foi utilizado em propostas de aplicações em Sistemas de Gerência de Pavimentos Aeroportuários (Cordovil, 2010; Batista, 2015).

O PCI foi desenvolvido pelo *United States Army Corps of Engineers* (USACE) no final da década de 70 para avaliação de campos de pouso militares, atribuindo notas de 0 a 100 a seções homogêneas do pavimento (Shahin, 2005). Posteriormente, foi aperfeiçoado por grupos de estudo norte-americanos voltados à aviação civil, consolidando-se como método objetivo de quantificação e qualificação de defeitos superficiais nos pavimentos, considerando suas frequências (densidades de defeitos), severidades e tipos de defeitos. A consolidação dos valores de PCI dá-se por Seção Homogênea, quinhão contíguo de pavimento que apresenta características semelhantes de histórico de uso, aspectos construtivos e de conservação. O PCI fornece indicativos sobre a integridade estrutural do pavimento e a necessidade de ações de M&R (Shahin, 2005; ASTM, 2023).

O *Unsurfaced Road Condition Index* (URCI), que tem método de cálculo semelhante ao PCI, é um indicador numérico que também varia numa escala de 0 a 100, tendo sido apresentado por Shahin (1994) na década de 90 (Shahin, 1994) e replicado por instituições como o USACE (USACE, 1995). Apresenta defeitos distintos do PCI, tendo curvas de dedução para cada defeito, bem como curvas de correções dos valores a deduzir apresentadas por Shahin (1994; 2005). Embora haja método desenvolvido para avaliação de vias não pavimentadas, não há método amplamente difundido para avaliação de pistas de pouso semipreparadas em aeródromos

O PCI pode ser calculado tanto por unidades amostrais do pavimento, que é dividido em seções homogêneas, como pela sua avaliação completa, a depender do objetivo da avaliação. A escolha do tipo de avaliação depende do grau de confiança de representatividade desejado da amostragem, delineada principalmente pelo objetivo da avaliação (e.g. gerência de pavimentos a nível de rede, avaliação para subsídio de projeto de engenharia, gerência a nível de projeto).

O método para vias não pavimentadas (URCI) proposto por Shahin (2005) prevê a incorporação de sete defeitos: seção transversal inadequada (1)¹, drenagem lateral inadequada (2), Corrugações (3), poeira (4), buracos (5), afundamentos de trilha de roda (6) e agregado solto (7) (Shahin, 2005). O referido autor apresenta as curvas de dedução de defeitos específicas para cada tipo e severidade

¹ A numeração apresentada visa a contribuir com a identificação dos resultados posteriormente apresentados.

associada, exemplificada no defeito “seção transversal inadequada”, cuja ilustração e curva de dedução estão apresentadas na Figura 2.

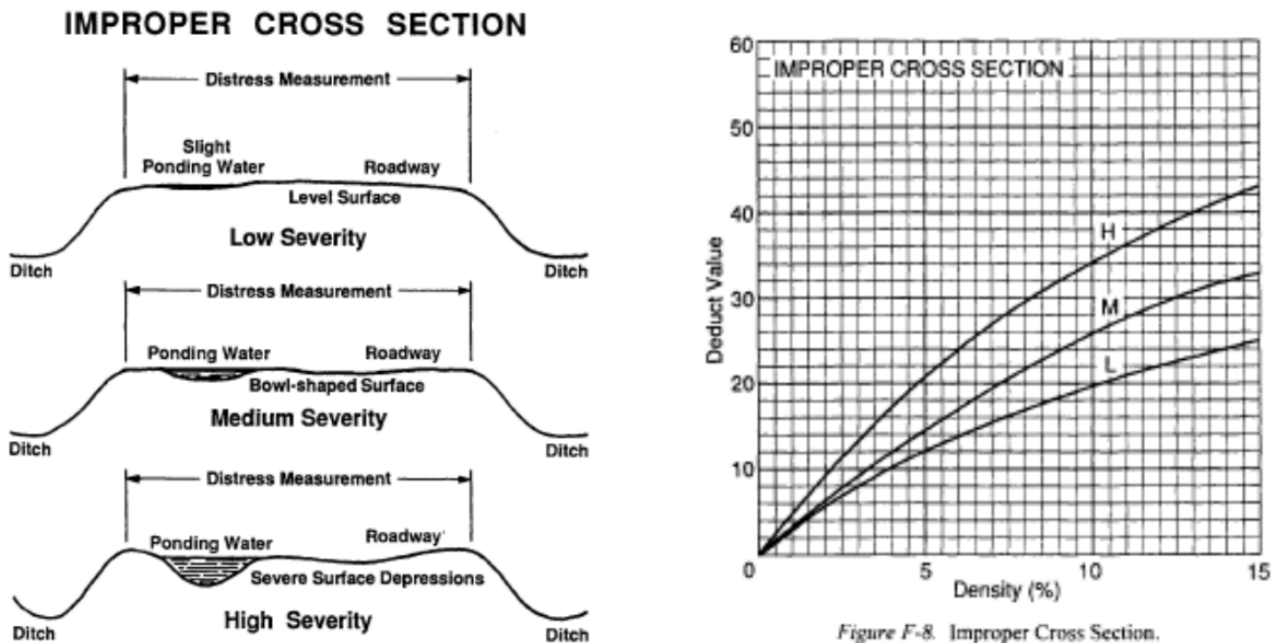


Figura 2: Defeito de seção transversal inadequada (*improper cross section*). Fonte: Shahin (2005).

3 METODOLOGIA

Buscando a avaliação da aplicabilidade do método URCI proposto por Shahin (2005) para rodovias não pavimentadas, partiu-se de uma aplicação direta do URCI na pista de pouso do aeródromo de Tunuí-Cachoeira, AM, por meio de uma inspeção realizada em outubro de 2024 por uma equipe de cinco técnicos da Força Aérea Brasileira (Comissão de Aeroportos da Região Amazônica – COMARA). Na Figura 3 são apresentados registros do levantamento de campo.



Figura 3: Registros do levantamento de campo. Fonte: os próprios autores.

O aeródromo é majoritariamente solicitado por aeronaves Cessna Gran Caravan operados pela FAB ou empresas de táxi aéreo regionais em apoio ao 7º Pelotão Especial de Fronteira (PEF), do Exército Brasileiro.

Uma calculadora URCI foi desenvolvida em *Visual Basic for Application* (VBA) em arquivo no formato “.xlsx”, em tabela, visando à rápida implantação de modificações julgadas pertinentes. Para o desenvolvimento da calculadora, as curvas de valores a deduzir para vias não pavimentadas por defeito, apresentadas em gráficos visuais por Shahin (2005), foram vetorizadas e convertidas em

tabelas de pontos. Mecanismos de interpolação e busca retornam o valor a deduzir com base em densidade de defeitos por Unidade Amostral. Outros procedimentos no algoritmo obtêm valores de número máximo de defeitos a deduzir (“m”) e de valores totais a deduzir corrigidos. Tudo isso com base nos procedimentos detalhadamente descritos por Shahin (2005). Na Figura 4, é apresentada a interface utilizada pelos técnicos para cálculo do URCI.

PCI - Pavement Condition Index										
Ficha de Cadastro de Defeitos										
PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)										
Unsurfaced Pavements (Shahin, 2005)										
Aeroporto	Tunú Cachoeira, AM		Seção Homogênea	PPD 1E		Data	19/09/2024			
Área Típica	PPD		UA	2/2		Avaliada				
Condição meteorológica	Boa		Área UA Avaliada (ft²)	2740						
(ID-Severidade B/M/A) - Defeito	Defeito	Severidade	Unidade	Defeito	Severidade	Unidade				
	1. Seção Transversal Inadequada	B / M / A	Pés lineares	5. Buracos	B / M / A	un.				
	2. Drenagem Lateral Inadequada	B / M / A	Pés lineares	6. Sulcos	B / M / A	Pés quadrados				
	3. Corrugações	B / M / A	Pés quadrados	7. Agregado Solto	B / M / A	Pés Lineares				
	4. Poeira	B / M / A	--							
Quantidade							TOTAL	Densidade de defeito (%)	Valor a Deduzir	
2B - Drenagem Inadequada na Estrada	89						89	3,25	4,8	
7B - Agregado Solto	39						39	1,42	2,8	
1B - Seção Transversal Inadequada	39						39	1,42	3,1	
							0	0,00		
							0	0,00		
							PCI	89		

Figura 4: Ficha de cadastro de defeitos. Fonte: os próprios autores.

Com vistas a viabilizar uma análise de aplicabilidade do URCI diretamente, realizou-se perguntas a pilotos da aeronave C-98 Gran Caravan da FAB com experiência em operação em Tunuí, AM, bem como outros aeródromos com pistas semipreparadas. Para facilitar a apresentação dos resultados, chamou-se de “Pergunta A” a seguinte pergunta: “Considerando o defeito abaixo “nome do defeito” na pista de pouso, em uma escala de 1 a 5, quanto você considera que esta irregularidade é relevante para o risco das operações de pouso e decolagem? Responda 1 para irrelevante a 5 para muito relevante.”, enquanto chamou-se “Pergunta B” a seguinte: “Ainda considerando a seção transversal inadequada na pista de pouso, em uma escala de 1 a 5, quanto você considera que a mudança entre severidades “Low”, “Medium” e “High” impacta na mudança de risco das operações de pouso e decolagem? Classifique 1 para mudança insignificante e 5 para muita mudança.”. As perguntas foram feitas por meio de formulário eletrônico online.

Além disso, também foi perguntado se o respectivo defeito teria causado alguma intercorrência ou alteração de operação no procedimento de pouso e/ou decolagem, como arremetida, abortiva, manobra brusca, disponibilizando ainda a opção de escrita em texto aberto (Pergunta C). Esse padrão de tríade de perguntas repetiu-se para todos os sete defeitos. Foi coletado um total de 11 respostas de pilotos ativos. Na Figura 5, é apresentada uma exemplificação das três perguntas para o defeito de seção transversal inadequada.

severidades de um mesmo defeito (Pergunta B). As respostas qualitativas às perguntas também foram analisadas. Para melhor transmitir a pergunta sobre “poeira” aos pilotos, adaptações à ilustração trazida por Shahin (2005) foram dispostas no formulário de questionamento, conforme demonstrado na Figura 6.

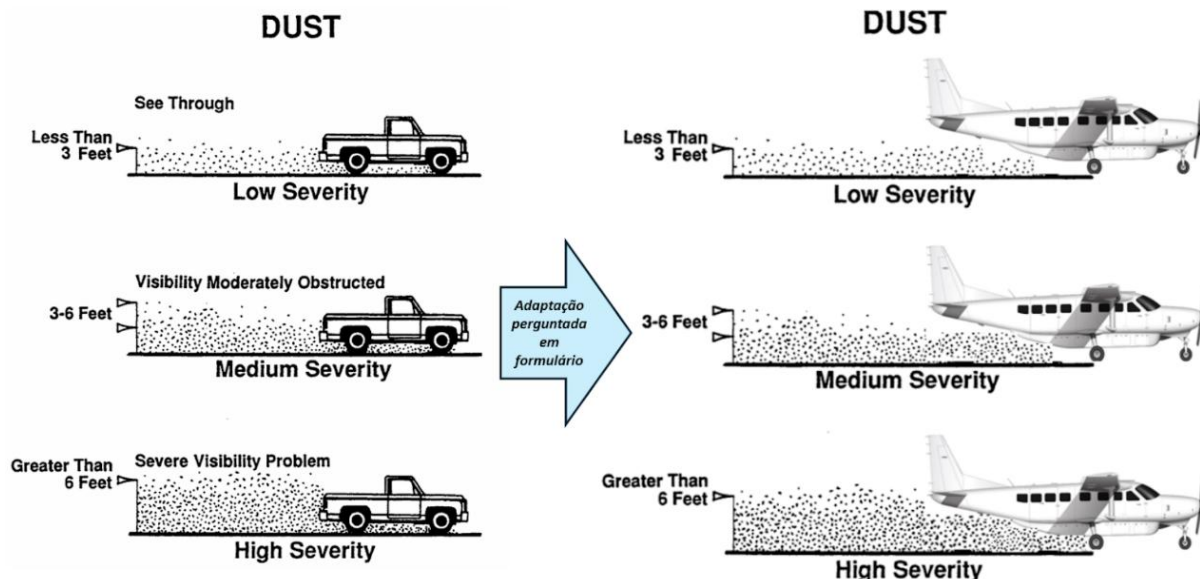


Figura 6: Defeito tipo poeira (*dust*) adaptado nos questionários preenchidos pelos pilotos. Fonte: adaptado de Shahin (2005).

4 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta o resultado dos valores das médias, medianas e respectivas classificações de relevância (classe), estatística t (valor t), *p-valor* e respectiva relevância com base nestes indicadores, separados por pergunta (A ou B).

Tabela 1: Parâmetros dos valores médios de resposta fornecidas pelos pilotos

Defeito	Pergunta A						Pergunta B					
	Média	Mediana	Classe	valor t	p-valor	Relevante? ($\alpha < 0,05$)	Média	Mediana	Classe	valor t	p-valor	Relevante? ($\alpha < 0,05$)
Seção Transversal Inadequada	3,8	4	Muito Relevante	2,5156	0,02	SIM	4,91	5	Muito Relevante	7,0165	0,00	SIM
Corruções ou "costelas"	4,4	5	Muito Relevante	5,5902	0,00	SIM	4,36	5	Muito Relevante	5,4867	0,00	SIM
Drenagem Lateral Inadequada	3,1	3	Indiferente	0,1992	0,42	NÃO	4,18	4	Muito Relevante	0,7402	0,24	NÃO
Buracos	4,7	5	Muito Relevante	6,3333	0,00	SIM	4,0	5	Muito Relevante	21,0000	0,00	SIM
Poeira	2,8	2	Pouco Relevante	0,3766	0,64	NÃO	4,00	4	Pouco Relevante	0,5817	0,29	NÃO
Afundamento de Trilha de Roda	3,4	4	Muito Relevante	0,7138	0,25	NÃO	3,45	5	Muito Relevante	2,9632	0,01	SIM
Agregados soltos	4,2	5	Muito Relevante	3,6336	0,00	SIM	3,36	5	Muito Relevante	5,1640	0,00	SIM

Fonte: Autores.

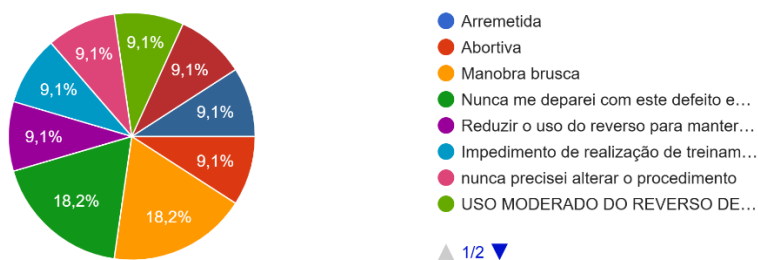
Como pode ser observado, pela análise da mediana é possível identificar que apenas o defeito “poeira” apresentou pouca relevância no que tange à Pergunta A (mediana ≤ 2). Já para a variação da severidade, pode-se observar um incremento no valor da mediana e consequente classificação como “muito relevante” para este defeito (mediana ≥ 4). A “drenagem lateral inadequada” apresentou mediana três para a Pergunta A, portanto classificada como “indiferente”.

Para análise da estatística t e respectivo p -valor, observa-se que os defeitos “poeira”, “afundamento de trilha de roda” (ATR) e “drenagem lateral inadequada” não obtiveram relevância dentro da confiança de 95% - considerando ainda limitações descritas no item anterior, como número limitado de dados de amostra para aderência a curvas de distribuição normal com confiança -. Sobre o defeito “poeira”, embora em ambos os testes tenha sido classificado como pouco relevante ou sem relevância, há de se levar em consideração as respostas qualitativas nos questionários, dentre elas a informação de que a este defeito causou intercorrências como “uso moderado do reverso” e “abortiva” (*i.e.* o piloto aborta o procedimento de decolagem por segurança). Em contato com tripulantes do C-98 Gran Caravan foi trazida a informação de que a poeira costuma ter efeitos abrasivos nos componentes como as pás propulsoras do motor. Devido à mudança de relevância no teste com mediana entre as perguntas “A” e “B” para este defeito, pode-se inferir que a poeira é pouco relevante quando em baixa severidade, mas que passa a ser relevante quando em severidade maior. Além disso, cabe destacar que os resultados apontam para uma inferência de que a dedução da poeira em maior severidade deverá ser majorada em relação ao método URCI tradicional. A Figura 7 apresenta os resultados das respostas à Pergunta C para o defeito poeira.

Figura 7. Respostas dadas à Pergunta C do questionário para o defeito poeira.

Esta irregularidade (Poeira) já causou alteração de operação no procedimento de pouso e/ou decolagem, como arremetida, abortiva, manobra brusca ou outra (especificar)?

11 respostas



Outra observação pode ser feita sobre o defeito “drenagem lateral inadequada”. Este defeito, embora classificado por Shahin (2005) como funcional do pavimento, está pouco relacionado à percepção do usuário na via, sendo mais pertinente a uma análise de engenharia no tocante à durabilidade da estrutura. Considerando este aspecto, o defeito passa a ter incrementada relevância quando associado a aeródromos na região Amazônica. Semelhantemente, o defeito de ATR pode não passar adequadamente a percepção aos pilotos, também sendo necessário um critério de análise de engenharia em um sistema pavimento-usuário para melhor decidir sobre sua aplicabilidade direta no URCI para pistas de pouso.

Vale destacar que o defeito “buraco” foi avaliado com nota 5 – muito relevante - por 10 dos 11 participantes na Pergunta A. Além disso, 8 dos respondentes relataram que esse tipo de irregularidade já ocasionou manobras bruscas, tendo tido uma resposta de “arremetida”. Considerando que incidentes ou eventos aeronáuticos representam riscos elevados à integridade dos ocupantes da aeronave, ao ambiente e à segurança da infraestrutura, discute-se a pertinência de se intensificar a penalização associada ao defeito “buraco” nas curvas de dedução aplicadas ao cálculo do URCI em aeródromos com pistas não pavimentadas. Os valores de URCI diretamente obtidos conforme descrito por Shahin (2005) e calculados em VBA para as seções homogêneas na localidade são apresentados na Tabela 2. O conceito PCI utilizado foi conforme apresentado pela ANAC (2017).

Tabela 2: - Resultados de avaliações PCI por SH

Área Típica	Seção Homogênea	Área (m ²)	URCI médio	CONCEITO PCI (URCI)	DEFEITOS ECONTRADOS
AG	AG01	2740	83	BOM	1,2,7
	PPD1C	2740	89,5	EXCELENTE	1,2,4,7,
	PPD1D	2740	86	EXCELENTE	1,2,4,7
	PPD1E	2740	84,5	BOM	1,2,3,4
	PPD2C	2740	56	REGULAR	1,2,4,5,6,7
PPD	PPD2D	2740	89	EXCELENTE	1,2,4
	PPD2E	2740	83,5	BOM	1,2,4,7
	PPD3C	2740	57	REGULAR	2,4,6
	PPD3D	2740	88	EXCELENTE	1,2,4
	PPD3E	2740	93	EXCELENTE	2,4

Fonte: os próprios autores.

Os resultados, apresentados na Tabela 2, demonstram uma variação do URCI médio entre 57 e 93, com conceitos que variam de “Regular” a “Excelente”. Os defeitos mais frequentemente identificados foram: seção transversal inadequada (1), drenagem inadequada (2), agregado solto (4) e Poeira (7). Esta condição, todavia, não parece indicar qualitativamente a qualidade do pavimento, em especial pela presença de defeitos de todos os defeitos possíveis, com exceção do defeito corrugações (3). Embora a análise da dedução deva ser realizada em conjunto com as densidades dos defeitos, a grande variação dos tipos e a possibilidade de influírem na intercorrência.

Sugestões podem ser feitas para adaptação e empregabilidade do método URCI a aeródromos não pavimentados, em especial por indícios de uma percepção dos pilotos de que o defeito “buraco” e “poeira” possam ser mais relevantes para aeródromos do que originalmente previstos para rodovias. Todavia, tal conclusão sobre a adaptação das deduções desses defeitos carece de mais estudos.

5 CONCLUSÕES

A aplicação direta do método URCI, análogo ao PCI, em pista de pouso semipreparada de um aeródromo amazônico evidenciou que o método pode não representar adequadamente a criticidade de alguns tipos de defeitos. A necessidade de ajustes em determinados defeitos, de modo a refletir com maior precisão as particularidades operacionais da aviação, sugere viabilidade para corretas adaptações a pistas de pouso semipreparadas. Tais ajustes podem ser realizados por meio da modificação das curvas de dedução originalmente propostas por Shahin (2005) para rodovias não pavimentadas, o que só poderia ser confirmado com estudos complementares.

Os resultados demonstram que o defeito “poeira”, inicialmente associado à perda de visibilidade em tráfego rodoviário, assume outra conotação no contexto aeroportuário, especialmente em maiores severidades, devendo influenciar de forma mais expressiva a nota final da unidade amostral. Foi observado que a variação entre severidades de “poeira” causou mudança no comportamento de respostas, sendo possível inferir que este defeito é pouco relevante quando em baixa severidade, mas crítico quando em altas severidades. Destacaram-se as respostas qualitativas de que este defeito causou manobras diferenciadas da normalidade, como decolagem abortiva e usos moderados de reverso durante pouso. Assim, supõe-se que este defeito deva ser majorado para aplicação do método URCI em pistas de pouso semipreparadas para severidades altas.

Por sua vez, o defeito “buraco” revelou percepção relevante à segurança das operações conforme respostas colhidas dos pilotos. A sua observação na seção homogênea PPD2C ensejou um decaimento do conceito final de URCI, todavia ainda resultando em conceito “regular” da escala PCI (mesma do método URCI). Um aprofundamento nos estudos dos dados colhidos deve ser feito para avaliar se o defeito pode ser considerado de fato majorado em relação ao URCI para rodovias não pavimentadas. Em se tratando de aeródromos na Região Amazônica, as curvas de dedução do defeito de “drenagem inadequada” também podem passar por adaptações ainda a serem estudadas.

Recomenda-se a continuidade dos estudos com ampliação da amostra de respostas de pilotos em associação com equipes técnicas de pavimentação, em especial adaptação a método Amazônico de avaliação de pistas semipreparadas, visando fortalecer a fundamentação estatística das análises e aprimorar a adaptação do método às pistas não pavimentadas utilizadas pela aviação nessa Região. Especula-se que a adaptação do método adaptado de avaliação de pistas semipreparadas, ainda a ser aprofundado e elaborado, pode ser extrapolada para demais Regiões do Brasil.

6 REFERÊNCIAS

- ANAC. (2017). *Agência Nacional de Aviação Civil*. Manual de Sistema de Gerência de Pavimentos Aeroportuários. Brasília, DF: Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária.
- ANAC. (2020). *Agência Nacional de Aviação Civil*. Instrução Suplementar IS nº 153.203-001 – Revisão A: Avaliação funcional dos pavimentos aeroportuários. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil.
- ASTM. (2023). *American Society for Testing and Materials*. ASTM D5340-23 – Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index. West Conshohocken, PA, United States: ASTM International.
- Batista, N. A. (2015). *Uma proposta para sistema de gerência de pavimentos aplicada a aeroportos militares*. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia.
- Brasil. (2018). *Comando da Aeronáutica*. Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 85-10 – Gerenciamento de Infraestrutura Aeroportuária no Comando da Aeronáutica. Brasília, DF: Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica.
- Brasil. (2024). *Comando da Aeronáutica*. Ficha Informativa de Localidade de Tunuí-Cachoeira, AM. Brasília, DF: Comando de Preparo e Emprego.
- Cordovil, R. M. (2010). *Um Programa de Gerência de Pavimentos para o Comando da Aeronáutica – Estudo de Caso: Bases Aéreas da Região Sul*. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Machado, A. D. C. (2018). *Comissão de Aeroportos da Região Amazônica*. Rio de Janeiro: Monografia apresentada ao Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra como requisito à obtenção do diploma do Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia.
- Meier, S. (2021). *Investimento em infraestrutura aeroportuária de uso dual, civil e militar na região amazônica: uma proposta de indicadores*. Rio de Janeiro: Monografia apresentada à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército Brasileiro.
- Morettin, P. A., & Bussab, W. O. (2010). *Estatística básica* (6ª ed. rev. e atual.). São Paulo: Saraiva.
- Shahin, M. Y. (1994). *Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots*. London: Chapman and Hall.
- Shahin, M. Y. (2005). *Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots* (2nd ed.). New York: Springer.
- USACE. (1995). *United States Army Corps of Engineers*. Unsurfaced Road Maintenance Management. Washington, DC: U.S. Army Corps of Engineers.