XXII SITRAER 2025
Simpósio de Transporte Aéreo

ANÁLISE DA MACROTEXTURA DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM DE UM AEROPORTO DO NORDESTE BRASILEIRO UTILIZANDO O MÉTODO DA MANCHA DE AREIA

Joyce Alves Xavier[1], Antonia Isnara André dos Santos[1], Lucas Cavalcante de Almeida [1], Mariana de Araújo Leite[1]
1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (Campus Quixadá)

*** Corresponding author e-mail address**: joyce.alves071102@gmail.com

PAPER ID: SITXXX

RESUMO

A macrotextura é um parâmetro funcional essencial para a segurança em pistas de pouso e decolagem, pois influencia diretamente o escoamento de água e a aderência entre o pneu da aeronave e o pavimento, especialmente em condições de pista molhada. No contexto da aviação regional, garantir que os pavimentos estejam em conformidade com os critérios estabelecidos por normativas técnicas é fundamental para a prevenção de acidentes e a eficiência das operações. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a macrotextura da Pista de Pouso e Decolagem (PPD) de um aeroporto regional localizado na região Nordeste do Brasil, utilizando o método da mancha de areia, conforme diretrizes da Instrução Suplementar IS 153-004B da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). A pesquisa foi conduzida com abordagem aplicada, de caráter exploratório e descritivo, por meio de levantamento de dados em campo. Foram realizadas medições em 14 pontos da PPD, com análise dos resultados por terços longitudinais. Os resultados indicaram profundidades médias de 1,20 mm nos primeiro e segundo terços e 1,30 mm no terceiro terço, classificando toda a extensão da pista como de macrotextura muito aberta. As medições individuais variaram entre 1,10 mm e 1,50 mm, com boa uniformidade e sem indícios de desgaste superficial excessivo. Conclui-se que a pista apresenta boas condições funcionais quanto à macrotextura, favorecendo a drenagem e a segurança operacional. No entanto, destaca-se a importância de considerar outros parâmetros na avaliação funcional, como defeitos superficiais, regularidade longitudinal e condição estrutural do pavimento.

Palavras-chave: Macrotextura, Pavimento aeroportuário, Segurança operacional, Método da mancha de areia.

DECLARAÇÃO DE USO DE IA GENERATIVA

Os autores declaram que o uso de ferramentas de IA generativa foi restrito a atividades de suporte técnico, sem comprometer a originalidade, a análise ou as conclusões apresentadas no trabalho. Todas as informações obtidas por meio desses recursos foram cuidadosamente avaliadas e integradas ao estudo, garantindo o rigor metodológico e a integridade acadêmica. O ChatGPT foi utilizado para revisar a gramática do texto e melhorar a clareza das sentenças.

PAPER ID: SITXXX

ANÁLISE DA MACROTEXTURA DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM DE UM AEROPORTO DO NORDESTE BRASILEIRO UTILIZANDO O MÉTODO DA MANCHA DE AREIA

1 INTRODUÇÃO

O setor da aviação civil brasileira vem apresentando um crescimento expressivo nos últimos anos. Segundo o Governo Federal (2024), o Brasil registrou um recorde de mais de 2,1 milhões de passageiros em voos internacionais, com um aumento de 6% em relação ao mesmo período de 2023. Este cenário de expansão intensifica a necessidade de garantir a segurança operacional das infraestruturas aeroportuárias, em especial das Pistas de Pouso e Decolagem (PPD).

A segurança das operações aéreas está diretamente relacionada à vários fatores, dentre eles interação entre o pneu da aeronave e a superfície do pavimento. Araújo (2018) enfatiza a relevância de estudos que avaliem essa interação, destacando que condições inadequadas da pista podem comprometer a segurança dos usuários. Dessa forma, o monitoramento periódico e a manutenção preventiva das pistas são medidas essenciais para a redução do risco de acidentes.

Entre os parâmetros utilizados para avaliar a interação pneu-pavimento em pistas aeroportuárias, destaca-se a macrotextura. Esse parâmetro está relacionado à capacidade de escoamento da água na superfície e à aderência pneu-pavimento. De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2021), a macrotextura é definida como a profundidade média existente entre as partículas de agregado expostas na superfície do pavimento, formando canalículos que favorecem o escoamento da lâmina d'água. Estudos como o de Oliveira *et al.* (2015) aplicaram essa avaliação em pistas aeroportuárias, reforçando a importância do monitoramento desse indicador para a segurança operacional.

O ensaio da mancha de areia é um dos métodos para a determinação da macrotextura de superfícies pavimentadas. Esse ensaio é especificado pela ANAC (2023), e tem por finalidade medir a profundidade que um volume de areia, com granulometria específica, consegue penetrar na textura do revestimento, ajudando a avaliar sua rugosidade (Quariguasi, Oliveira e Prado, 2018).

A macrotextura impacta no desempenho da pista em condições de pista molhada, contribuindo para a prevenção do fenômeno de aquaplanagem e para a eficiência das operações de frenagem e aceleração. Nesse sentido, órgãos reguladores, como a ANAC, estabelecem parâmetros mínimos para a macrotextura, os quais devem ser periodicamente verificados para assegurar a conformidade e a segurança operacional. De acordo com a *Federal Aviation Administration* (FAA, 2014), os pavimentos aeroportuários requerem manutenção, reabilitação e modernização contínuas para garantir a capacidade de carga adequada, boas condições de rolamento, níveis satisfatórios de atrito sob diversas condições climáticas e garantir assim a operação segura das aeronaves.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a macrotextura da PPD de um aeroporto regional, localizado na região Nordeste do Brasil, utilizando o método da mancha de areia. A análise busca verificar a conformidade da pista em relação aos parâmetros normativos vigentes estabelecidos pela ANAC. Dessa forma, o presente estudo se justifica por contribuir com informações que auxiliam na gestão da infraestrutura aeroportuária e na manutenção da regularidade das operações aéreas em um contexto em que os recursos destinados à infraestrutura podem ser mais limitados.

2 REVISÃO TEÓRICA

A textura superficial dos pavimentos aeroportuários é um fator determinante para a segurança operacional, pois influencia diretamente a aderência pneu-pavimento e a drenagem da água. Segundo Rodrigues Filho (2006), essa textura pode ser analisada em diferentes escalas, sendo a microtextura associada às características individuais das partículas de agregado e a macrotextura relacionada ao

arranjo e aos vazios presentes na mistura asfáltica. A Figura 1 ilustra essas diferenças e destaca como ambas afetam o desempenho funcional do pavimento.

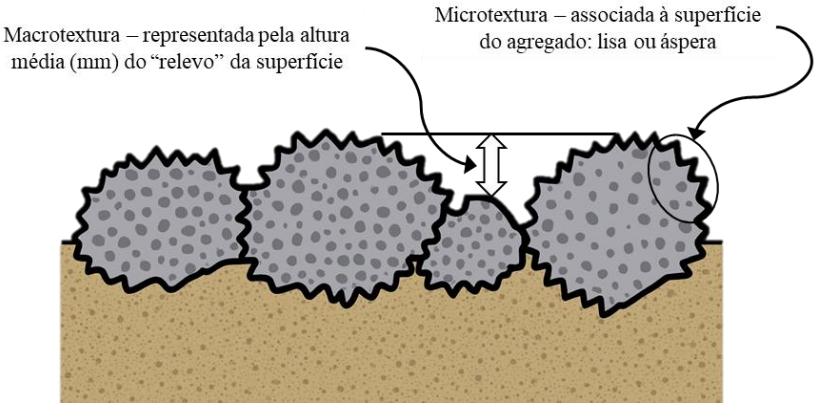


Figura 1: Diferença entre macrotextura e microtextura. Fonte: Adaptado de Rodrigues Filho (2006).

A macrotextura tem papel relevante na prevenção de fenômenos como a aquaplanagem e na manutenção de níveis adequados de atrito, especialmente em condições de pista molhada. Estudos mostram que valores insuficientes de macrotextura comprometem a segurança, enquanto valores excessivamente altos podem indicar desgaste avançado da superfície, favorecendo o desprendimento de agregados (Tabosa et al., 2015). Por isso, sua avaliação periódica é fundamental para orientar estratégias de manutenção preventiva e corretiva.

Entre os métodos disponíveis para mensurar a macrotextura, o ensaio da mancha de areia se destaca por sua simplicidade e eficiência, sendo amplamente utilizado em inspeções de campo. Oliveira et al. (2015) e Quariguasi, Oliveira e Prado (2018) demonstraram a aplicabilidade desse método em diferentes contextos, incluindo pistas com revestimentos porosos, evidenciando sua importância no monitoramento das condições superficiais. Além disso, intervenções como a retexturização por hidrojateamento, investigada por Tabosa et al. (2015), têm se mostrado eficazes na recuperação da textura superficial, restabelecendo os níveis de segurança necessários para pousos e decolagens.

Assim, a literatura evidencia que a avaliação da macrotextura não deve ser vista como um procedimento isolado, mas como parte integrante de um sistema de gestão da infraestrutura aeroportuária, que combina monitoramento contínuo, diagnóstico preciso e ações corretivas para garantir a segurança e a confiabilidade das operações. Nesse sentido, a ANAC (2023) estabelece diretrizes para a realização do ensaio da mancha de areia, reconhecendo-o como um método prático e de baixo custo para inspeções de segurança. A aplicação dessas orientações permite padronizar as medições e fornecer dados confiáveis para apoiar decisões relacionadas à manutenção e conservação das pistas, contribuindo para a prevenção de incidentes e a melhoria contínua da operação aeroportuária.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da PPD analisada

O estudo foi desenvolvido em uma localidade do Nordeste brasileiro, marcada principalmente pelo clima semiárido. A PPD em questão possui dimensões de 1200 m de comprimento por 30 m de largura (Figura 2). A obra da pista foi concluída em 2000, sendo oficialmente homologada em 2004.

A fim de viabilizar a realização do ensaio, a PPD foi dividida em três terços iguais, considerando sua extensão de 1200 metros: o primeiro terço compreendendo de 0 a 400 metros, o segundo de 400 a 800 metros, e o terceiro de 800 a 1200 metros. Foram selecionados 14 pontos ao longo da PPD, distribuídos para representar adequadamente a extensão da pista. O ensaio iniciou-se

na cabeceira 32, percorrendo a pista em direção à cabeceira 14, tendo como referência o eixo longitudinal da pista.

A disposição dos pontos alternou-se lateralmente: o primeiro ponto foi posicionado a 3 metros à direita do eixo e, após deslocamento de 100 metros, o ponto subsequente foi posicionado a 3 metros à esquerda, sucessivamente. A Figura 2 ilustra o esquema adotado para a definição e distribuição dos pontos de medição na PPD.

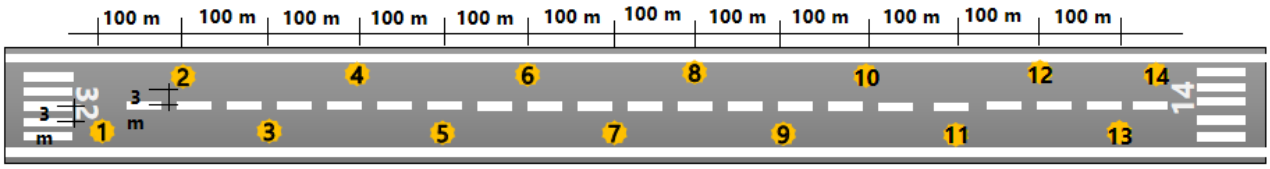


Figura 2: Quantidade e localização das amostras na PPD. Fonte: Autores (2025).

3.2 Método de Avaliação

Em termos de procedimentos técnicos, o estudo baseia-se na realização de levantamento de dados em campo, por meio da aplicação do ensaio de mancha de areia para avaliação da macrotextura superficial. As etapas metodológicas seguidas para a condução da pesquisa estão dispostas sequencialmente na Figura 3.

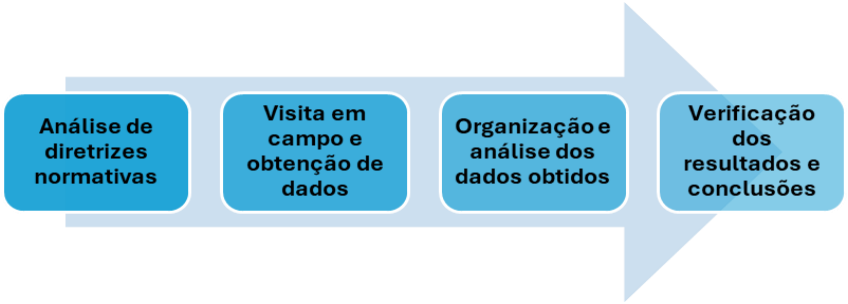


Figura 3: Fluxograma das etapas metodológicas. Fonte: Autores (2025).

A primeira etapa da pesquisa consistiu na análise das diretrizes normativas da ANAC, em especial da Instrução Suplementar IS 153.205-001C (ANAC, 2023), a qual estabelece os requisitos para avaliação da condição funcional de pavimentos aeroportuários. Nessa fase, foram definidos os pontos de coleta, as distâncias entre medições e os materiais necessários, com base nas recomendações normativas. A técnica consiste na aplicação de um volume conhecido de areia padronizada sobre a superfície do pavimento, formando uma mancha circular. A partir da área coberta, calcula-se a profundidade média de macrotextura, permitindo a avaliação rápida e prática da condição superficial. Trata-se de um método amplamente empregado em inspeções de segurança e em programas de manutenção de pavimentos aeroportuários e rodoviários.

Durante a obtenção dos dados, foram analisadas informações históricas, sobre a quantidade de pouso e decolagem no aeródromo. Segundo a Superintendência de Obras Públicas (SOP), no ano de 2023, não houve registros de operações de Aviação Regular. Já para a Aviação Geral, foram contabilizadas 160 operações, sendo 80 pousos e 80 decolagens.

A partir das informações extraídas, elaborou-se uma tabela de campo para registro sistemático dos dados durante a execução do ensaio. Posteriormente, realizou-se a obtenção dos materiais necessários, com destaque para a areia padrão, cuja granulometria foi ajustada para que passasse pela peneira nº 50 e fosse retida na peneira nº 100, conforme estabelecido pela NBR 7181:2016 (ABNT, 2016) para análise granulométrica de solos. A areia preparada foi armazenada em condições secas e transportada para o local de ensaio juntamente com os demais instrumentos, que incluíram: cilindro

metálico padrão para medida de volume, régua metálica para medição dos diâmetros da mancha, pincel para limpeza da superfície, giz para marcação das amostras, trena para medições de distâncias entre pontos, planilhas de anotação e câmeras de celular para registro fotográfico.

Em campo, cada ponto previamente definido passou por uma limpeza da superfície utilizando-se um pincel, visando à remoção de partículas soltas, poeira e detritos que comprometesse a precisão do ensaio. Após essa preparação, uma quantidade conhecida de areia padronizada foi cuidadosamente depositada no local, de modo a formar uma mancha circular sem deslocar as partículas do pavimento. Para garantir a representatividade e a repetibilidade da medição, em cada aplicação foram realizados quatro registros do diâmetro em direções ortogonais distintas, utilizando régua metálica, sendo a média dos valores utilizada para o cálculo da profundidade média de macrotextura, conforme o procedimento estabelecido para o método da mancha de areia. A Figura 4 ilustra a aplicação controlada da areia sobre a superfície preparada; a Figura 5 apresenta o espalhamento da areia para formação da mancha circular; e a Figura 6 mostra a aferição das medições dos diâmetros com auxílio da régua metálica em diferentes direções.



Figura 4: Aplicação controlada da areia sobre a superfície preparada. Fonte: Autores (2025).



Figura 5: Espalhamento da areia para formação da mancha circular. Fonte: Autores (2025).



Figura 6: Medição dos diâmetros da mancha com régua metálica. Fonte: Autores (2025).

Após a execução do ensaio em campo, os dados obtidos foram tratados conforme os procedimentos estabelecidos para o método da mancha de areia. A ANAC (2023) define o método de cálculo utilizado para a determinação da profundidade média da macrotextura da superfície do pavimento, baseado em relações específicas entre o volume de areia padrão de 24 cm³ aplicado e a área da mancha formada. Os cálculos foram realizados a partir das equações 1, 2 e 3:

$$Prof.\ da\ macrotextura\ de\ cada\ medição_{(i)} = \frac{Volume\ de\ areia_{(i)}}{Área\ \ coberta\ pela\ areia_{(i)}} \quad (1)$$

$$Prof.da\ macrotextura\ = \frac{Soma\ das\ prof.da\ macro.de\ cada\ medição_{(i)}}{Núm.total\ de\ medições_{(i)}} \quad (2)$$

$$Profund.média\ da\ macrotextura = \frac{Soma\ das\ prof.em\ cada\ terço}{Núm.total\ de\ áreas\ em\ cada\ terço} \quad (3)$$

Por meio das equações a profundidade média da macrotextura foi calculada separadamente para cada terço, e, posteriormente, foi obtida a profundidade média geral da pista, a partir da média simples dos valores dos três terços.

Por fim, com base nas informações obtidas, iniciou-se a fase de interpretação dos resultados e classificação da macrotextura. Segundo ANAC (2021) é possível classificar a macrotextura do pavimento conforme a profundidade obtida em milímetros, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação da macrotextura. Fonte: Adaptação da ANAC (2021).

PROFUNDIDADE	CLASSIFICAÇÃO
P < 0,25 mm	Muito fechada
0,25 mm < P < 0,40 mm	Fechada
0,40 mm < P < 0,76 mm	Medianamente fechada
0,76 mm < P < 1,14 mm	Medianamente aberta
1,14 mm < P < 1,20 mm	Aberta
P > 1,20 mm	Muito aberta

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a obtenção dos dados, foi possível organizar os valores de diâmetro, área coberta e profundidade da macrotextura referentes a cada ponto amostrado em uma planilha eletrônica, conforme apresentado na Tabela 2. Já Figura 7 apresenta os valores dos quatro diâmetros medidos em cada ponto, obtidos a partir das manchas formadas durante o ensaio, servindo como um indicativo visual da qualidade do revestimento superficial da PPD, corroborando os resultados obtidos nas análises numéricas.

Tabela 2 - Síntese dos resultados por amostra. Fonte: Autores (2025).

	Distância (m)	Ponto		Diâmetro médio (cm)	Área coberta (cm²)	Profundidade em cada ponto (mm)
Cabeceira 32	0	1	3D	15,03	177,30	1,40
	100	2	3E	15,88	197,93	1,20
	200	3	3D	14,63	167,99	1,40
	300	4	3E	16,63	217,08	1,10
	400	5	3D	16,40	211,24	1,10
	500	6	3E	1578	195,45	1,20
	600	7	3D	16,75	220,35	1,10
	700	8	3E	15,50	188,69	1,30
	800	9	3D	14,63	167,99	1,40
	900	10	3E	15,88	197,93	1,20
	1000	11	3D	16,00	201,06	1,20
	1100	12	3E	14,50	165,13	1,50
	1200	13	3D	16,50	213,82	1,10
Cabeceira 14	1300	14	3E	14,88	173,78	1,40
					Média	**1,26**
					Desvio Padrão	**0,01**
					Coeficiente de variação	**10%**

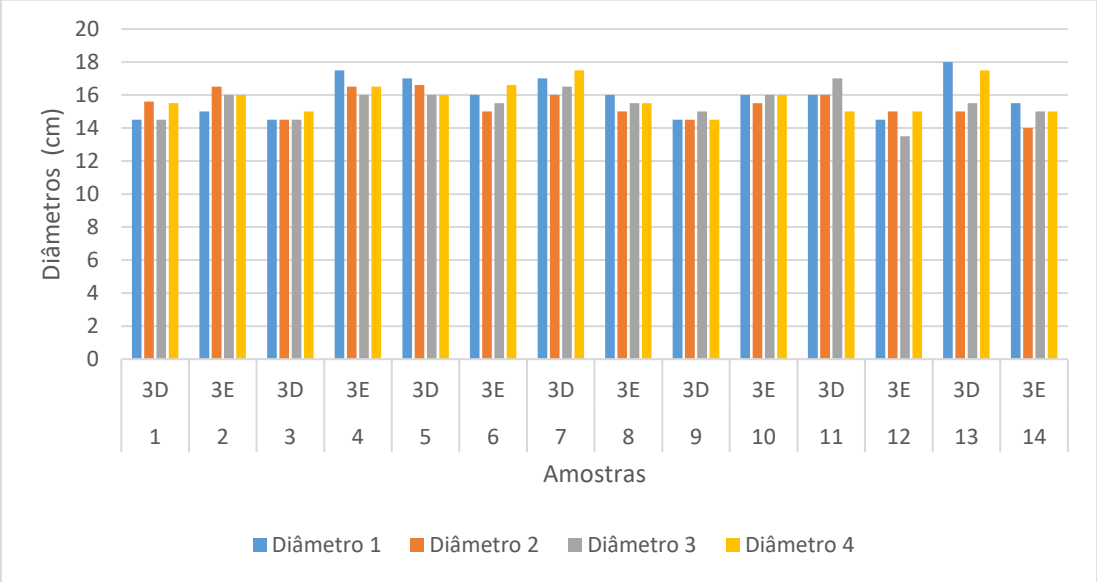


Figura 7: Diâmetros da mancha de areia. Fonte: Autores (2025).

Essa sistematização dos dados permitiu a análise comparativa entre os diferentes trechos da pista, além do cálculo das médias parciais e do diâmetro médio geral, viabilizando a avaliação da conformidade da PPD com os parâmetros estabelecidos pela ANAC (2021). Observa-se que, para a determinação do diâmetro médio, os quatro diâmetros medidos em cada amostra apresentam pouca variação entre si, indicando que, em todos os pontos amostrados, foi possível formar manchas circularmente bem definidas. Essa uniformidade também sugere que a superfície do pavimento apresentava uma macrotextura homogênea, com canais bem distribuídos entre os agregados, favorecendo o espalhamento da areia de forma simétrica.

Os valores médios de profundidade da macrotextura obtidos em cada terço foram de 1,20 mm no primeiro terço (0 a 400 m), 1,20 mm no segundo terço (400 a 800 m) e 1,30 mm no terceiro terço (800 a 1200 m). Observa-se, portanto, uma relativa uniformidade nos resultados, com variações discretas entre os segmentos avaliados. Ainda assim, todos os valores mantêm-se dentro de faixas típicas consideradas seguras para macrotextura em pistas pavimentadas com revestimento flexível, evidenciando um desempenho funcional satisfatório quanto à drenagem superficial e aderência pneu-pavimento.

Para complementar a interpretação, foram incluídas métricas estatísticas, como o desvio padrão e o coeficiente de variação, que permitiram confirmar a consistência dos dados obtidos e a homogeneidade da superfície avaliada. A Tabela 3 apresenta os resultados por terço.

Tabela 3: Síntese dos resultados por terço. Fonte: Autores (2025).

1°Terço			2°Terço			3°Terço		
Distância (m)	**Ponto**	**Profundidade (mm)**	**Distância (m)**	**Ponto**	**Profundidade (mm)**	**Distância (m)**	**Ponto**	**Profundidade (mm)**
0	1	1,40	500	6	1,20	1000	11	1,20
100	2	1,20	600	7	1,10	1100	12	1,50
200	3	1,40	700	8	1,30	1200	13	1,10
300	4	1,10	800	9	1,40	1300	14	1,40
400	5	1,10	900	10	1,20			
Total =	**5**	**6,20**	**Total =**	**5**	**6,20**	**Total =**	**4**	**5,20**
Profundidade média (mm)		**1,20**	**Profundidade média (mm)**		**1,20**	**Profundidade média (mm)**		**1,30**
Desvio Padrão		**0,14**	**Desvio Padrão**		**0,12**	**Desvio Padrão**		**0,16**
Coeficiente de variação		**11%**	**Coeficiente de variação**		**9%**	**Coeficiente de variação**		**12%**

A partir das profundidades médias obtidas nos três segmentos da pista (1,20 mm no 1º e 2º terços, e 1,30 mm no 3º terço), todos os trechos avaliados foram classificados, segundo os critérios estabelecidos pela ANAC (2021), como apresentando macrotextura muito aberta. Essa classificação está associada a superfícies com elevada capacidade de escoamento de água e maior resistência ao fenômeno da aquaplanagem, especialmente em condições de pista molhada.

Apesar de os resultados serem avaliados com base nas médias de cada terço, é relevante destacar que todas as medições individuais apresentaram valores de profundidade de macrotextura entre 1,10 mm e 1,50 mm, situando-se, portanto, entre as classificações de macrotextura medianamente aberta e muito aberta, conforme os critérios estabelecidos pela ANAC (2021). Essa variação reforça a uniformidade da superfície da PPD, sem ocorrência de trechos com macrotextura insuficiente ou excessivamente elevada.

Embora a presença de macrotextura muito aberta seja, em geral, considerada favorável à segurança operacional, é importante destacar que valores excessivamente elevados podem sinalizar um desgaste superficial avançado ou uma exposição acentuada dos agregados. Esse nível de desgaste pode levar ao desprendimento dos agregados, comprometendo a segurança da pista.

É relevante mencionar que a simples classificação da macrotextura não é suficiente para compreender plenamente as condições operacionais da pista. A interpretação dos resultados deve considerar o papel funcional da macrotextura no contexto de uma PPD, especialmente no que se refere à segurança das operações, à eficiência da drenagem superficial e à interação pneu-pavimento.

Ainda assim, essa análise, por mais que apresente um resultado aparentemente positivo, não deve ser considerada isoladamente. A avaliação funcional de um pavimento aeroportuário exige a consideração de outros parâmetros complementares, como a presença de defeitos superficiais, irregularidades longitudinais, aderência e até mesmo a condição estrutural da pista. A interpretação integrada desses fatores é que permite um diagnóstico mais completo sobre o desempenho e a segurança da infraestrutura em operação.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a macrotextura da PPD de um aeroporto localizado na região Nordeste do Brasil, utilizando o método da mancha de areia conforme diretrizes da ANAC (2021). Os resultados indicaram que todos os terços da pista foram classificados com

macrotextura muito aberta, evidenciando uma superfície com boas condições para escoamento de água e aderência pneu-pavimento.

Apesar da classificação favorável, a interpretação crítica dos dados, aliada à inspeção visual e à observação de valores ligeiramente mais elevados em alguns pontos, indicou sinais iniciais de desgaste superficial. Conclui-se que essas variações, embora discretas, evidenciam a importância de uma análise que vá além dos números, permitindo identificar tendências de deterioração que, sem o devido acompanhamento, podem evoluir e comprometer a segurança operacional. Assim, o monitoramento contínuo se mostra essencial para planejar intervenções preventivas e preservar o desempenho da pista a longo prazo. Além disso, considerando o contexto operacional do aeroporto, destaca-se que a macrotextura mais aberta favorece a segurança em condições de pista molhada, mas pode se tornar prejudicial caso ocorra desprendimento de agregados, aumentando o risco de acidentes ou incidentes.

Ressalta-se, contudo, que a macrotextura representa apenas um dos parâmetros de avaliação funcional de pistas aeroportuárias. A análise completa da infraestrutura requer a consideração integrada de outros fatores, como defeitos superficiais, irregularidade longitudinal e condição estrutural. Futuras investigações que combinem esses elementos podem oferecer um diagnóstico mais abrangente da pista e subsidiar estratégias de manutenção mais eficazes.

6 REFERÊNCIAS

ABNT. (2018). *NBR 7181:2016: Solo — Análise granulométrica.* Rio de Janeiro.

ANAC. (2023). *Agência Nacional de Aviação Civil. Instrução Suplementar nº 153.205-001C: Monitoramento da irregularidade longitudinal, atrito e macrotextura do pavimento da pista de pouso e decolagem.* Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-153-205-001. Acesso em: 23 abr. 2025.

ANAC. (2021). *Agência Nacional de Aviação Civil. Manual sobre condição funcional: atrito, textura, irregularidade e limpeza.* Disponível em: https://www.anac.pt/VPT/GENERICO/AERODROMOSPISTASUL/MANUAIS/Paginas/manuais.aspx. Acesso em: 23 abr. 2025.

Araújo, V. S. (2018). *Avaliação da macrotextura da pista de pouso e decolagem do Aeroporto Internacional de Boa Vista Atlas Brasil Cantanhede, em Roraima*. Anais do Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Maceió. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/57_admdpdpeddaidb-vabcer.pdf. Acesso em: 23 abr. 2025.

MINISTÉRIO DE PORTOS. (2024). Ministério de Portos e Aeroportos. *Aviação em crescimento: Brasil bate recorde de viajantes em voos para o exterior*. Brasília. em: https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/noticias/2024/12/aviacao-em-crescimento-brasil-bate-recorde-de-viajantes-em-voos-para-o-exterior . Acesso em: 23 abr. 2025.

FAA (2014). *Federal Aviation Administration. AC 150/5380-6C – Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements*. Department of Transportation. Washington, DC.

Oliveira, F. H. L. de., & Ramos, S. P., & Almeida, L. C. de., & Aguiar, M. F. P. de. (2015). *Análise da profundidade média da macrotextura por ensaio de mancha de areia e coeficiente de atrito dos pavimentos aeroportuários*. 44ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPv) e 18º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR). Foz do Iguaçu. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309124465. Acesso em: 23 abr. 2025.

Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. de. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo. Disponível em:https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496fb118a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf. Acesso em: 23 abr. 2025.

Quariguasi, J. B. F., & Prado, L. de A., & Oliveira, F. H. L. de. *Análise da macrotextura em revestimento de camada porosa de atrito em aeroporto nacional.* In: SIMPÓSIO DE TRANSPORTE AÉREO, 2018, São Paulo. Anais [...]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328277489. Acesso em: 21 jul. 2025.

Rodrigues Filho, O. S. (2006). *Características de Aderência de Revestimentos Asfálticos Aeroportuários* – Estudo de Caso do Aeroporto Internacional de São Paulo/Congonhas. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

SOP. (2023). *Superintendência de Obras Públicas*. *Movimentação de aeronaves e passageiros – Aeroporto de Quixadá (SNQX) – Agosto de 2023*. Fortaleza: SOP, 2023. Disponível em: https://www.sop.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/30/2024/01/QUIXADA-AGOSTO-2023.pdf. Acesso em: 23 jul. 2025.

Tabosa, R. A. A.; Oliveira, F. H. L.; Pinheiro Neto, J. C.; Aguiar, M. F. P. (2015). *Estudo do comportamento da aderência pneu-pavimento aeroportuário em função da retexturização por hidrojateamento a alta pressão*. 44ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPv) e 18º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR). Foz do Iguaçu. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323267674. Acesso em: 23 abr. 2025.