



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG  
CENTRO DE TECNOLOGIAS E RECURSOS NATURAIS – CTRN  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL – UAEC  
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE PAVIMENTOS – LEP

IGO MAXWEL PEREIRA ARAÚJO

**TEXTURA, ATRITO & SEUS INDICADORES: UMA INSPEÇÃO NA PISTA DO  
AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA**

CAMPINA GRANDE – PB  
2019

IGO MAXWEL PEREIRA ARAÚJO

**TEXTURA, ATRITO & SEUS INDICADORES: UMA INSPEÇÃO NA PISTA DO  
AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC –  
apresentado à Unidade Acadêmica do Curso de  
Engenharia Civil da Universidade Federal de  
Campina Grande – UFCG, como requisito parcial  
para a obtenção do título de Bacharel na área.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Elísio de Figueiredo  
Lopes Lucena.

CAMPINA GRANDE – PB  
2019

É concedida à Universidade Federal de Campina Grande a permissão para reproduzir cópias deste Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado “TEXTURA, ATRITO & SEUS INDICADORES: UMA INSPEÇÃO NA PISTA DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA” e usá-las, sem fins lucrativos, somente para propósitos acadêmicos ou científicos. O autor reserva a si todos os direitos legais de alteração, veiculação, publicação e produção de materiais afins ou derivados deste, face a seus interesses profissionais ou propósitos pessoais, com ou sem valor agregado, salvaguardando que nenhuma parte de tal escrito possa ser reproduzida, fora do disposto, sem a autorização documentada do próprio autor, exceto para os casos de citações em outras pesquisas também com desígnios educacionais. Os dados obtidos e registrados aqui são de inteira responsabilidade dos pesquisadores e poderão ser disponibilizados para órgãos parceiros, desde que também devidamente concedidos.

---

Igo Maxwell Pereira Araújo, o autor.

IGO MAXWEL PEREIRA ARAÚJO

**TEXTURA, ATRITO & SEUS INDICADORES: UMA INSPEÇÃO NA PISTA DO  
AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC –  
apresentado à Unidade Acadêmica do Curso de  
Engenharia Civil da Universidade Federal de  
Campina Grande – UFCG, como requisito parcial  
para a obtenção do título de Bacharel na área.

APROVADO em 05 de Agosto de 2019.

Não saberia destinar tão profundo valor a outros se não a eles. Esta obra é para vocês e em nome de vocês: minha Mãe, Maria Batista de Araújo, e meu Pai, Jocélio Pereira da Silva.

Em mesmo passo de importância, também ao grande amigo, Tio e parceiro de imaginações, Josemildo Pereira da Silva, o Milba, e ao querido e saudoso Francisco Pereira da Silva, também meu Padrinho, o Tio Pereira. A matéria nos deixara, mas a essência sobrevive a tudo.

*(In memoriam.)*

## *AGRADECIMENTOS*

Entender quando a sabedoria popular se eleva ao nos alertar que “uma andorinha só não faz verão” já se torna uma vereda aberta a caminho de quaisquer conquistas de uma vida, das menores e mais frágeis às maiores e mais honrosas. E sem algumas pessoas e o seu comprometimento, este estudo teria sido intensamente mais dispendioso ou até inexistente.

Quem, de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuiu para esta realização, tenha a certeza de que também fez parte da construção de um sonho, de uma odisseia do conhecimento, divagando desde a inventiva meninice de uma criança, cheia de entimemas e simbolismos sobre a sua frágil existência no Centro-Sul Cearense, até a esperança tida em qualquer jovem que deixa o seu berço natal para cair à peleja de melhores ares de vida para os seus, já calejados das rijas e enfadonhas batalhas diárias... Há pessoas que, de muito longe ou de muito perto, humildemente, também os agradecem.

Tão só por isso, por mim e por eles, sou grato:

Aos funcionários da INFRAERO e Administração Local do Aeroporto Presidente João Suassuna, impecavelmente municiados de uma infinita paciência em me receber, atender às solicitações propostas e prezarem sempre por um seguro e bom andamento da pesquisa.

(Em ordem de aparição...)

Desde o início, a simpatia, o auxílio e a mediação da Recepcionista: Andrezza Brito; o desvelo, a lisura e a prontidão do Coordenador de Operações: Luciano Rodrigues; o acompanhamento nas formalidades, o entendimento e a prestatividade oriundas de Raiff da Cruz, Encarregado de Manutenção; a autoridade de cargo do Superintendente: Raphael Gaeski; a partilha de ideias e o bom papo da Engenheira Ambiental: Andressa Santos; e por fim, mas nunca menos importante, a perspicácia, a lucidez e o profissionalismo do Severino da Silva (o “Seu Severino”), Técnico de Edificações do lugar.

Do Laboratório de Engenharia de Pavimentos da UFCG (o LEP), atribuo ao meu orientador, Adriano Elísio, um excelso reconhecimento pela sua imensa generosidade em debater, contemporizar e escolher comigo um tema tão próximo das minhas aspirações de infância, quase sempre ligadas à Aviação. Além disso, sou grato, tanto pelas valiosas dicas, como também pelo seu equilíbrio nos meus contratempos ao longo dos últimos meses e,

mormente, o cordial respeito às digressões linguísticas deste que, bem ou mal, vos escreve. Professor Adriano, acima de tudo, obrigado pela liberdade criativa!

Na co-orientação, minha gratulação vai à Mestra Érika Vitória pelos toques, por suportar minhas neuras em correções e formatações e estar prontamente disponível no apoio moral, intelectual, e nas vezes que precisei.

Já nos momentos mais importantes de prática e impecabilidade, tive a honra de estar ao lado de profissionais ímpares na condução das mais distintas pesquisas e experimentos do LEP, desfruidos de suas hábeis capacidades neste fim: meu TCC. Sejam eles, por esta ordem, o Laboratorista e seu Auxiliar, Jadilson Trigueiro e Joseildo Cunha.

No rol das longas e permanentes amizades (aquelas que nos toleram até quando estamos escrevendo nosso Trabalho de Conclusão de Curso), há quem, nas procelas cotidianas da existência, nos ajuda a seguir...

Um bom merecedor de um veio de gratidão aqui é o parceiro das tantas e quantas, das (des)aventuras atoa ou, simplesmente, uma daquelas pessoas que, vez ou outra, surgem e te permitem entender certas situações por um ângulo nem sequer antes imaginado... Pedro (Neto), “quem te fez com ferro fez com fogo”... Além de obrigado pela parceria, força aí na sua caminhada também!

E defrontando a real de eu (não pela ausência de tentativas) nunca ter sido um fiel seguidor das suas orientações para as nuances da vida e o que de melhor ela se prestar a oferecer, preciso, ainda, registrar o meu agradecimento à amiga dos divãs de improviso, da empatia e da sua sutil percepção e compreensão, afetosamente repousadas sobre mim em dias controversos, Vanessa Nunes. Grato pelo acolhimento, o companheirismo e o que mais eu não teria como agradecer.

Sem me esquecer deles, um fraterno e generoso regraciar a todos os amigos do grupo “MANOOWS!”. Nesses exultantes e ávidos anos, vivenciando cada segundo com certas e vibrantes personalidades que o Universo, aqui e ali, nos presenteia, nem sei o que recolher à memória, de tantos risos, falhas e irmandade, e escolher para marcar o que, afinal, foi inenarrável, com cada um de vocês...

Um obrigado a mais ao amigo Paulo Ricardo. Primeiro, em nome das enriquecedoras conversas (ou debates) sobre os mais heterogêneos e diversificados assuntos, pelos conselhos e todo o resto. É raro encontrar quem consiga ter e transmitir tamanho acolhimento intelectual, de forma tão espontânea e pregada de caráter. Segundo, por ser uma das pessoas que, nessa minha travessia por Campina, me faz crer que ainda existe gente que vale a pena. E terceiro, a tradução ficou ótima!

Meditando morosamente, no ultimar das palavras reporto-me aos três próximos parágrafos as bases que estearam cada traço desta escrita, cada passo dessa jornada...

E eu não poderia deixar de manifestar um sem fim reconhecer ao meu antes Mestre e Professor de Matemática, Iranildo Uchôa, hoje grande “amigo (e irmão) mais certo das horas incertas” (como cantava o “rei Roberto”)... Sem a sua digna e solidária mão amiga em um (e vários) dos instantes em que eu tanto precisei, seria muito mais provável este texto, as suas causas e as suas consequências, nem virem a se concretizar. Caro amigo, você nem faz ideia do quanto te admiro e o quanto você se tornou vital nas (poucas mas honestas) conquistas desses últimos 10 anos...

Há ainda quem fale de “família” como a unidade central de nós, os humanos. A entidade a qual recorreremos quando as raízes do nosso “Eu” aprofundam, demasiadamente, no selvagem solo das causas mundanas. De revés resgatamos a nossa essência. E foi nesse refúgio (a família) que pude buscar e encontrar, dia após dia, mês ante mês e ano a ano, a sustentação necessária e a guia para hoje me forjar capaz de dizer: “Aqui cheguei”. Há uma inexprimível gratidão aí. E essa vasta gratidão vai aos que puderam se dispor a tornar cada dia, fora das minhas origens, menos inquietante. Nomeadamente, me dirijo ao meu Primo e amigo (também Engenheiro Civil) Tales Pereira e aos seus pais: a Tia, Lideneide Pereira, e o Tio, Antônio Gomes. Também, em equidade de peso e relevância, agradeço à Tia Liduína Pereira e Tia Mocinha Pereira em seus singelos gestos de benfazer e ajuda. Pelo zelo ao conduzir, nas cabidas fases, as melhoras do meu Pai em dias mais urgentes de debilidade, estando eu transitoriamente impossibilitado disso, obrigado à Tia e Madrinha, Socorro Pereira, e o Tio, Marcondes Freitas. Não haveria isto sem o suporte de todos vocês.

Finalizo neles, Mãe e Pai. Obrigado por serem o meu escudo, o meu amparo, a minha Educação e todo o meu motivo.

*“Cada pedra do caminho tem uma função.”*

— @umcartao

**Linha(s) de Pesquisa:** Pavimentação – Gestão de Pavimentos Aeroportuários;  
**Título:** Textura, Atrito & Seus Indicadores: Uma Inspeção na Pista do Aeroporto Presidente João Suassuna;  
**Autor:** Igo Maxwel Pereira Araújo;  
**Orientador:** Adriano Elísio de Figueiredo Lopes Lucena;  
**Coorientadora:** Érika Vitória de Negreiros Duarte;  
**Outros Examinadores:** Lêda Christiane de Figueirêdo Lopes Lucena e Tairone Paz e Albuquerque.

## RESUMO

A culpa lastreada em desastres aeronáuticos nunca é um fim em si mesma. E estes detinham-se presentes até nos primórdios da Aviação Comercial. Muito depois, descoberta a junção holística estabelecida em décadas de avanços científicos e alinhada no conjunto “Fenomenologia Climática – Atuação Humana – Fator Tecnológico Veicular (aviões, helicópteros etc.) & Incorporação Supra e Infraestrutural”, pode-se hoje falar em “Gerenciamento Operacional de Voos” e, dentro deste, a “Gestão de Pavimentos Aeroportuários” como uma união de práticas concessivas a uma boa e segura trafegabilidade, sobretudo em solo, desse tipo de meio de transporte. Sabe-se, por dados da Boeing de 2007 a 2016, que 78% dos acidentes aeronáuticos fatais reside nas premências das subidas e descidas das aeronaves, incluindo os instantes de manobras em terra. O que, por si só, já se torna ponto crucial numa justificativa plausível para estudos de causas e efeitos sob a percepção concreta (no costumeiro, em mídias, imprensa e afins) dessas ocorrências (um dos objetivos deste trabalho), também se ramifica cada vez mais e, do ponto de vista da Engenharia Civil, segue aprofundando-se nos conformes estruturais gerais dos aeroportos. Põe-se à luz, então, um amplo objeto de estudos aqui: os Sistemas de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários (SGPA), diretamente interligados a essas fases de pousos e decolagens, sob o contexto das Infraestruturas necessárias a tal. Internamente a este vasto patamar de pesquisas, emerge a categoria de “avaliação das condições superficiais (ou funcionais)” das pistas de aterrisagens. Isto é, a partir de critérios de base, como Serventia (Conforto), Irregularidades e assimetrias, relações de (Macro & Micro) Textura, Índices de Fricção e demais valores parametrizados nacional e internacionalmente, é possível estabelecer níveis controlados de usabilidade, Atrito, ou Aderência Pneu-Pavimento, tais que se evite derrapagens em momentos críticos para o piloto e para o veículo aéreo em questão, conseqüentemente, também, evitando incidentes ou acidentes decorrentes disso. Tão logo, neste, objetivou-se (especificamente) realizar uma inspeção na pista do Aeroporto Presidente João Suassuna, em Campina Grande (PB), de modo a examinar se a Macrotextura, a Microtextura e o Coeficiente de Atrito de seu pavimento principal atendiam às especificidades técnicas exigidas por normas para assegurar um tráfego estável, classificando-as nos espectros particulares de cada uma e verificando se suas alterações (leves, equilibradas ou abruptas) conciliavam-se com a práxis antiderrapante exigida à via. Para tanto, houve a realização de ensaios *in loco* identificados como “Ensaio de Atrito Cinético com o Pêndulo Britânico” e “Ensaio de Altura Média da Mancha de Areia”, apurando Microtextura e Macrotextura, respectivamente, e vindo a conjugar os seus resultados no Índice de Atrito Internacional (IFI), segundo metodologias padrão. Disto, pôde-se tirar, em argumentos gráficos, fotográficos e discursivos, como os atributos encontrados, embora, porventura, em limiar mínimo, repercutem claramente na gerência da pista do Aeroporto João Suassuna, rentes aos bons hábitos de prevenção à aquaplanagem.

**Palavras-chave:** Pavimentos Aeroportuários, Derrapagem, Atrito, Indicadores, SGPA.

## ABSTRACT

The guilt backed in aeronautical disasters is never an end in itself. And these were held even in the early days of Commercial Aviation. Much later, we discovered the holistic junction established in decades of scientific advances and aligned in the set “Climate Phenomenology – Human Performance – Vehicular Technological Factor (airplanes, helicopters etc.) & Supra and Infrastructural Incorporation”, we can now talk about “Operational Flight Management” and, within this, “Airport Pavement Management” as a union of concessional practices to a good and safe trafficability, especially in soil, of this type of means of transport. It is known, by Boeing data from 2007 to 2016, that 78% of fatal aeronautical accidents are due to the preences of the aircraft climbing and downhill, including the instants of ground manoeuvres. What, by itself, becomes a crucial point in a plausible justification for studies of causes and effects under the concrete perception (in the customary, in media, press and related) of these occurrences (one of the objectives of this work), it also branches increasingly and, from the standpoint of Civil Engineering, it continues to deepen the general structural compliance of airports. In the light, then, a broad object of studies here: the Airport Floor Management Systems (SGPA), directly interconnected to these phases of landings and takeoffs, under the context of the Infrastructures necessary to such. Internally to this vast level of research, emerges the category of “evaluation of the superficial (or functional) conditions” of the landing lanes. That is, based on basic criteria, such as Serventia (Comfort), Irregularities and asymmetries, relationships of (Macro & Micro) Texture, Friction Indices and other national and internationally parameterized values, it is possible to establish controlled levels of usability, Friction, or Tyre-Pavement Adhesion, such that avoid skidding at critical moments for the pilot and for the aerial vehicle in question, consequently, also, avoiding incidents or accidents arising from it. As soon, as the objective was to (specifically) carry out an inspection on the runway of the Presidente João Suassuna Airport in Campina Grande (PB), in order to examine whether Macrottexture, Microtexture and the Coefficient of Friction of its main pavement met the technical specificities required by standards to ensure stable traffic, classising them in the particular spectra of each and verifying whether their changes (light, balanced or abrupts) were reconciled with the anti-slip *praxis* required to via. For this purpose, there was the realization of *in loco* assays identified as “Kinetic Friction Test with the British Pendulum” and “Medium Height Test of Sand Stain”, determining Microtexture and Macrottexture, respectively, and being conjugate their results in International Friction Index (IFI), according to standard methodologies. From this, it was possible to draw, in graphic, photographic and discursive arguments, as the attributes found, although, perhaps, at a minimum threshold, they reflected clearly in the management of the runway of João Suassuna Airport, with the good habits of prevention to aquaplaning.

**Keywords:** Airport pavements, Skidding, Friction, Indicators, SGPA.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> EXTERIOR FRONTAL DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA. -----	6
<b>FIGURA 2:</b> AERÓDROMO. “SUPRA” E INFRAESTRUTURA DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA. -----	11
<b>FIGURA 3:</b> BOEING 737-200 SUPER ADVANCED DA VARIG, EM 1975. MANOBRA NO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA. -----	12
<b>FIGURA 4:</b> OPERÁRIOS FAZENDO O GROOVING (RANHURAS PARA ESCOAMENTO) NA PISTA PRINCIPAL DO AEROPORTO DE CONGONHAS, UMA SEMANA DEPOIS DO ACIDENTE. -----	24
<b>FIGURA 5:</b> BOMBEIROS NO LOCAL DO ACIDENTE COM O VOO JJ 3054. A INTENSIDADE DA EXPLOSÃO CONDENOU A ESTRUTURA DO EDIFÍCIO QUE, IMPLODIDO, DEU LUGAR À PRAÇA MEMORIAL 17 DE JULHO. -----	26
<b>FIGURA 6:</b> IMPORTANTES CLASSES DE ATIVIDADES DE UM SGP. -----	30
<b>FIGURA 7:</b> SGPA EM LIGAÇÃO COM UM BANCO DE DADOS. -----	32
<b>FIGURA 8:</b> ESTRUTURA DE UM SGPA. -----	33
<b>FIGURA 9:</b> MACRO E MICROTTEXTURA NA SUPERFÍCIE DE UM REVESTIMENTO ASFÁLTICO. -----	41
<b>FIGURA 10:</b> ACESSÓRIOS PARA ENSAIO DE ALTURA MÉDIA DA MANCHA DE AREIA. -----	42
<b>FIGURA 11:</b> EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DA AMOSTRA DE GRAXA. -----	45
<b>FIGURA 12:</b> PÊNDULO BRITÂNICO. -----	47
<b>FIGURA 13:</b> UTILIZAÇÃO DO OUTFLOW METER SOBRE UM GROOVING. -----	54
<b>FIGURA 14:</b> CONJUNTO CLASSIFICATÓRIO DE SUPERFÍCIES DE PAVIMENTOS. -----	55
<b>FIGURA 15:</b> PROGRESSÃO, EM SERVIÇO, DA DURAÇÃO DE UM REVESTIMENTO COMUM. -----	60
<b>FIGURA 16:</b> DESENVOLVIMENTO E ILUSTRAÇÃO DE UM TSS E UM TSD. -----	65
<b>FIGURA 17:</b> CAMADA POROSA DE ATRITO DE 5CM EM UMA AUTOESTRADA DE TÓQUIO, JAPÃO. -----	67
<b>FIGURA 18:</b> ESTRIAMENTO DO AEROPORTO LAURO CARNEIRO DE LOYOLA (JOINVILLE, SC). -----	68
<b>FIGURA 19:</b> MÁQUINA PARA O DESEMBORRACHAMENTO DE PISTAS AEROPORTUÁRIAS, WATER BLASTING. -----	71
<b>FIGURA 20:</b> MÁQUINA DE JATEAMENTO ÁSPERO (PAVEMENT SHOT BLASTING MACHINE). -----	72
<b>FIGURA 21:</b> GEOMETRIA PARCIAL DE EIXOS DE UM AVIÃO BOEING (FAMÍLIA 737-500, 600, 700, 800 E 900). -----	77
<b>FIGURA 22:</b> VISTA AÉREA DA PISTA DE ATERRAGENS E DECOLAGENS DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA. -----	77
<b>FIGURA 23:</b> PÊNDULO BRITÂNICO E SEUS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS. -----	80
<b>FIGURA 24:</b> FASES DO ENSAIO COM O PÊNDULO BRITÂNICO. -----	81
<b>FIGURA 25:</b> ESBOÇO DO ENSAIO DE ALTURA MÉDIA DA MANCHA DE AREIA. -----	83
<b>FIGURA 26:</b> CICLOS DO ENSAIO DE ALTURA MÉDIA DA MANCHA DE AREIA. -----	84
<b>FIGURA 27:</b> FOCOS DE EMBORRACHAMENTO EM CADA UMA DE TRÊS ZONAS ASFÁLTICAS ( <b>TERÇOS</b> ) DA PISTA PRINCIPAL DO AEROPORTO DE CAMPINA GRANDE (PB). -----	94

**LISTA DE DIAGRAMAS**

<b>DIAGRAMA 1:</b> GRÁFICO DAS FORÇAS TÍPICAS DE DESACELERAÇÃO DURANTE O EVENTO DE POUSO. SISTEMA DE ATERRISSAGEM AUTOMÁTICA ATIVO NO MODO AUTOBRAKE BAIXO. -----	21
<b>DIAGRAMA 2:</b> COMPARATIVO “MANCHA DE AREIA VERSUS MANCHA DE GRAXA” E SEU CORRESPONDENTE COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO LINEAR. -----	46
<b>DIAGRAMA 3:</b> VARIAÇÕES DA SERVENTIA, CRONOLOGICAMENTE, SOB REGIME CONSERVATÓRIO. -----	61
<b>DIAGRAMA 4:</b> ÍNDICE DE ATRITO INTERNACIONAL (IFI) AO LONGO DA PISTA DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA. -----	98
<b>DIAGRAMA 5:</b> MEDIDAS DE BPN VERSUS (MACRO)TEXTURA ENQUADRADAS NOS LIMITES MÍNIMOS JÁ VERSADOS PELO DNIT (2006) E ANAC (2016). -----	100
<b>DIAGRAMA 6:</b> MEDIDAS DE ATRITO, SP VERSUS F60, INTERPOSTOS COM OS EXTREMOS MÍNIMOS (DE APS) CONHECIDOS. -----	101

**LISTA DE QUADROS**

<b>QUADRO 1:</b> ALGUNS ACIDENTES E INCIDENTES DEVIDOS À HIDROPLANAGEM OCORRIDOS NO BRASIL. (CATALOGADOS DESDE O ANO 2000.)-----	27
<b>QUADRO 2:</b> CONDENSADO DE MEDIDAS RESOLUTIVAS PARA A DEGRADAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS. -----	62

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1:</b> NÍVEIS DE SERVENTIA. -----	38
<b>TABELA 2:</b> ESCALA DO PCI. -----	39
<b>TABELA 3:</b> CLASSIFICAÇÃO DA MACROTEXTURA SUPERFICIAL DE REVESTIMENTOS. -----	43
<b>TABELA 4:</b> CLASSIFICAÇÃO AMPLIADA PROPOSTA POR APS, M. -----	43
<b>TABELA 5:</b> MACROTEXTURA PELA ANAC. -----	44
<b>TABELA 6:</b> CONSTÂNCIA MÍNIMA DE MEDIÇÕES DE MACROTEXTURA. -----	44
<b>TABELA 7:</b> TIPIFICAÇÃO DE MICROTEXTURA. -----	47
<b>TABELA 8:</b> FATORES DE ATRITO PARA CADA INSTRUMENTO MEDIDOR. -----	50
<b>TABELA 9:</b> FAIXAS DE IFI (F60). -----	52
<b>TABELA 10:</b> PRAZOS MÍNIMOS PARA A LIMPEZA DO CONTAMINANTE “BORRACHA”. -----	70
<b>TABELA 11:</b> LOCALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES DE TEXTURA. -----	79
<b>TABELA 12:</b> GRUPO DE DADOS PARA O(S) PRIMEIRO(S) PONTO(S) INVESTIGADO(S). -----	86
<b>TABELA 13:</b> CORREÇÕES DE LEITURA NO USO DO PÊNDULO BRITÂNICO. -----	86
<b>TABELA 14:</b> VALORES DE “A” E “B” PARA DISPOSITIVOS DISTINTOS. -----	87
<b>TABELA 15:</b> VALORES DE “A”, “B” E “C” PARA A DETERMINAÇÃO DO F60 = IFI. -----	88
<b>TABELA 16:</b> CLASSES DE MACROTEXTURA (ANAC, 2016) DISCRETIZADAS PARA A PISTA DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA A 22 DE OUTUBRO DE 2018. -----	91
<b>TABELA 17:</b> MACROTEXTURA MÉDIA (ANAC, 2016) PARA OS TERÇOS DA 15/33 DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA A 22 DE OUTUBRO DE 2018. -----	92
<b>TABELA 18:</b> MACROTEXTURA MÉDIA (DER-MG, 2005) PARA OS TERÇOS DA 15/33 DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA A 22 DE OUTUBRO DE 2018. -----	93
<b>TABELA 19:</b> MACROTEXTURA MÉDIA EM CATEGORIAS EXPANDIDAS (APS, 2006) PARA OS TERÇOS DA 15/33 DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA A 22 DE OUTUBRO DE 2018. -----	93
<b>TABELA 20:</b> CLASSES DE MICROTEXTURA (ABPv, 1999) DISCRETIZADAS PARA A PISTA DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA A 22 DE OUTUBRO DE 2018. -----	96
<b>TABELA 21:</b> MICROTEXTURA MÉDIA (ABPv, 1999) PARA OS TERÇOS DA 15/33 DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA A 22 DE OUTUBRO DE 2018. -----	97
<b>TABELA 22:</b> INTERNATIONAL FRICTION INDEX – IFI (APS, 2006), PARA OS TERÇOS DA 15/33 DO AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA A 22 DE OUTUBRO DE 2018. -----	99

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	4
2.1	GERAL.....	4
2.2	ESPECÍFICOS.....	4
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1	AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA: UMA NARRATIVA DE ASCENSÃO NO COMPARTIMENTO DA BORBOREMA.....	8
3.2	AERONAVES: ACIDENTES & INCIDENTES.....	13
3.2.1	<i>O Tempo (Meteorologia)</i> .....	17
3.2.2	<i>O Homem</i> .....	18
3.2.3	<i>A Máquina</i> .....	19
3.2.4	<i>A Infraestrutura</i> .....	20
3.2.5	<i>Fatalidades devidas à Derrapagem</i> .....	22
3.3	SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE PAVIMENTOS: SGP & SGPA.....	29
3.3.1	<i>Concepção: da ideia à obra</i> .....	34
3.3.2	<i>Manutenção: Pesquisar, Avaliar e Prevenir</i> .....	35
3.3.3	<i>O banco de dados</i> .....	36
3.4	TEXTURA SUPERFICIAL: A FACE DOS PAVIMENTOS EM AERÓDROMOS....	37
3.4.1	<i>Das condições funcionais</i> .....	38
3.4.2	<i>Macro (Textura): conceito &amp; parâmetros</i> .....	41
3.4.3	<i>Micro (Textura): conceito &amp; parâmetros</i> .....	46
3.5	COEFICIENTE ATRITO & TEXTURA: O PAPEL DA ADERÊNCIA.....	48
3.5.1	<i>IRFI: International Runway Friction Index</i> .....	50
3.5.2	<i>IFI: International Friction Index</i> .....	51
3.6	INTERFACE PNEU-PAVIMENTO.....	52
3.6.1	<i>No asfalto: sobre o mal dos fluidos e a eficácia da Drenagem</i> .....	53
3.6.2	<i>Superfície com Macrotextura Fechada e Microtextura Lisa</i> .....	55
3.6.3	<i>Superfície com Macrotextura Fechada e Microtextura Áspera</i> .....	56
3.6.4	<i>Superfície com Macrotextura Aberta e Microtextura Lisa</i> .....	56
3.6.5	<i>Superfície com Macrotextura Aberta e Microtextura Áspera</i> .....	57
3.7	MANUTENÇÕES & REPAROS.....	57
3.7.1	<i>Tratamento superficial</i> .....	64
3.7.2	<i>CPA: Camada Porosa de Atrito</i> .....	66
3.7.3	<i>Grooving</i> .....	67
3.7.4	<i>Remoção do contaminante “borracha”</i> .....	69

3.7.5	<i>Reconstrução</i> .....	73
4.	METODOLOGIA.....	75
4.1	NORMAS, RESOLUÇÕES & DOCUMENTOS AFINS .....	75
4.2	ZONA DE INVESTIGAÇÃO.....	76
4.2.1	<i>Frações supraestruturais e o aeródromo: um olhar técnico</i> .....	76
4.2.2	<i>Território central: a pista</i> .....	76
4.3	TÉCNICAS & PROCEDIMENTOS.....	78
4.3.1	<i>Ensaio de Atrito Cinético com o Pêndulo Britânico e o seu Tratamento Numérico</i> .....	79
4.3.2	<i>Ensaio de Altura Média da Mancha de Areia e o seu Tratamento Numérico</i> .....	82
4.3.3	<i>Macrotextura, Microtextura &amp; o IFI: uma tríade matemática</i> .....	85
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	89
5.1	MACROTEXTURA.....	89
5.2	MICROTEXTURA .....	95
5.3	RELAÇÕES, CONSERVAÇÃO & COMENTÁRIOS.....	99
6.	CONCLUSÕES .....	107
7.	SUGESTÕES PARA O FUTURO .....	110
8.	REFERÊNCIAS.....	111
	ANEXO A: Planta Baixa do <i>SBKG</i> – Aeroporto Presidente João Suassuna (PB).....	118
	APÊNDICE A: Macrotextura & Microtextura – dados (brutos) de pré-triagem .....	119

## 1. INTRODUÇÃO

“Voar” tornou-se uma das mais relevantes conquistas humanas do último século.

A observação prática dos avanços da contemporaneidade, intuitivamente, nos permite inferir que, diante do cenário massivamente globalizado em que vivemos, o modal aéreo passou a ser imprescindível na sociedade, encurtando distâncias e, principalmente, impondo-se sobre o uso comercial ou corporativo.

Tangendo estas questões, é possível resgatar informes nacionais consideravelmente recentes apresentados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2009), que cita a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – INFRAERO, e afirma que o século XX foi condutor de uma avultosa popularização do transporte aéreo, mais especificamente direcionando-se ao mercado doméstico. Já a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, nos quatro anos anteriores a 2009, também havia quantificado um proeminente crescimento deste setor, diz ainda o Instituto de Pesquisa.

Ao ilustrar esse crescente aumento dos voos civis no Brasil, tem-se que o movimento de aeronaves por meio da INFRAERO, no ano de 2018, em termos numéricos, foi de 1.289.403, dos quais 67,39% seriam oriundos do tráfego doméstico. O número de passageiros embarcados e desembarcados por via aérea, no mesmo ano, chegou a acima de 84,4 milhões, e deles, 97,74% provenientes também do tráfego doméstico. Quanto à carga transportada em 2018, obteve-se 399.481 toneladas em tráfego aéreo, sendo 85,14% vindos do consumo cível. Estes percentuais representam uma variação positiva de 1,96%, 2,21% e 9,52%, consecutivamente, em comparação aos voos domésticos do ano de 2017 nas mesmas categorias (INFRAERO, 2019).

Essa intensificada ascensão da comercialidade das viagens aéreas, o que inclui a parcela usuária doméstica e o trânsito de cargas, com seus vestígios iniciais datados de aproximadamente 1940 em diante, trouxe consigo a larga necessidade de se manter estruturas e infraestruturas capazes de assegurar padrões de conforto, usabilidade e Serventia [ou Serventia Atual, como conceitua Bernucci *et al.* (2008)], no que diz respeito tanto aos passageiros (sob os saguões) como as aeronaves e suas peculiaridades técnicas ao interagirem com o pavimento, exigindo deste total seguridade na sua finalidade essencial: os pousos e as decolagens.

Atualmente, os habituais aeroportos, e mais estritamente os aeródromos (leia-se: o espaço das pistas), são locais que transpassam constantemente por inspeções e regularmente por manutenções, a fim de assegurar às vias de decolagens, aterrissagens e acesso, aspectos ótimos a uma boa trafegabilidade dos aviões que se utilizam desses elementos em suas rotas diárias.

Em se tratando de infraestrutura aeroviária, desde o seu dimensionamento mais criterioso a sua conservação periódica, procura-se ter uma maior atenção aos ditos “quesitos preventivos”, visto que a geração de altas taxas de solicitações nos pavimentos, considerados os elevados pesos das aeronaves e muitas vezes a grande frequência de viagens, juntamente com outros fatores (como a ineficácia na drenagem da malha pavimentada, acúmulo de resíduos, meteorologia adversa, condições fisiopsicológicas do piloto, presença de animais, velocidade da aeronave etc...) podem tornar a superfície asfáltica mais suscetível à promoção de acidentes ou situações indesejadas ligadas aos veículos aéreos. Ou seja, há cuidados que, em falta, podem causar desde simples transtornos aos passageiros, a até mesmo estragos materiais custosos ou perdas humanas irreparáveis.

Salientando tais fatos, Araújo (1994), assim como Lugão (2008), traz ainda a perspectiva de que uma fatalidade aérea é originária de uma junção de diversas falhas que ocorrem, progressivamente, de modo que um regime de manutenção de pavimentos deficitário poderá ser o estopim catastrófico dessa sequência de eventos incorretos, e tudo findar-se em um (ou mais) acidente(s).

Dado o rigor necessário, há inúmeras maneiras de se avaliar o pavimento da pista principal de um aeródromo querendo-se assegurar a sua confiabilidade. Algumas delas dizem respeito às “propriedades superficiais de rolagem” e a “relação pneu-pavimento”, já que estes conceitos constituem certas formas de inspeção inerentes à dinâmica do transporte aéreo, sob comparativo, também similares para o modal rodoviário. Neste enquadre, põe-se a resistência à aquaplanagem ou hidroplanagem (deslizamento) como um dos fatores-chave para atestar o resguardo dos pilotos e passageiros de aeronaves em condições insólitas.

Daí, veio a indispensabilidade de ensaios que caracterizassem e analisassem o estado de Textura Superficial das pistas aeroportuárias, Macrotextura e Microtextura, imediatamente ligadas à Aderência e ao Coeficiente de Atrito dessas áreas, tal qual a substancialidade da

implementação dos Sistemas de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários (ou SGPA) a partir de parâmetros como estes e afins que serão discutidos neste marco analítico.

Portanto, com intentos exploratórios e elucidativos, devido ao seu fácil acesso e consolidação singular para o crescimento urbano e regional do município paraibano de Campina Grande, intencionou-se, nesta pesquisa, investigar a conjuntura de fricção superficial do pavimento componente da pista do Aeroporto Presidente João Suassuna, da supracitada localidade, mais precisamente situado na Avenida Uberaba, S/N, ao Bairro Distrito Industrial.

De antemão, também é importante ressaltar aqui que a INFRAERO (2018) havia registrado, somente para o mês de Dezembro de 2017, que o *SBKG*<sup>1</sup> – Aeroporto Presidente João Suassuna – quebrou o seu próprio recorde no ano, movimentando uma demanda de 17.945 passageiros, de um total de 150.274, superando em 17,30% os 128.149 usuários de 2016. Este valor (de Dezembro) equivale a um excedente de 45,90% em relação ao mesmo período de 2016, sendo que em Janeiro de 2014 a marca foi de 17.361 viajantes. Com isso, nota-se um alusivo aumento da circulação aérea na instituição nos últimos tempos (2, 3 ou 4 anos), mesmo havendo certa queda entre 2014 e 2016.

Celebrados os seus 55 anos de funcionamento no último 30 de Outubro com uma busca por viagens em alta, o Aeroporto de Campina Grande ainda conservou estimativas para o fechamento de 2018 mantendo uma linha de crescimento 13,20% maior que 2017. E, no que concerne às decolagens e aterrissagens, foram, em quantidade, também para 2018, 1.722 pousos e 1.722 decolagens.

Traduzindo esses ganhos, sem alheamentos, e em paralelo com as ideias anteriormente mostradas, estudar o caso é conceber uma forma plural de se apresentar importantes dados operacionais-avaliativos a respeito da estruturação geral e, em especial, da infraestrutura relativamente solicitada do ponto aéreo campinense.

---

<sup>1</sup> *SBKG* é o código da Organização da Aviação Civil Internacional – ICAO (*International Civil Aviation Organization*) que nomina o Aeroporto Presidente João Suassuna, de Campina Grande, Paraíba. Comum no meio, a simbologia, composta por quatro letras, designa aeroportos em 180 países no mundo.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Averiguar condições de Aderência no que se refere, em mais restrito, à Macrotextura e Microtextura do pavimento vinculado à pista de pousos e decolagens do Aeroporto Presidente João Suassuna, em Campina Grande, estado da Paraíba.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Tomando referenciais observativos estabelecidos hipotética e peremptoriamente na prévia (em campo), ao longo do percurso e zonas adjacentes, pretende-se:

- i. Realizar uma avaliação de Microtextura com o uso do Pêndulo Britânico [ASTM E-303-93, ASTM (2003.a)], determinando os seus Valores de Resistência à Derrapagem (VRD's), posteriormente;
- ii. Quantificar a Macrotextura pelo Ensaio de Altura Média da Mancha de Areia [ANAC – Instrução Suplementar (IS) N° 153.205-001(A)/2016 e Resolução (RE) 236/2012], adquirindo assim parâmetros para o cálculo das referidas Alturas (ou “HS's”);
- iii. Analisar e classificar as informações obtidas para os itens anteriores, e este, considerando as escalas quantitativas e qualitativas estabelecidas nas normativas e literatura vigentes para cada um dos métodos, associando-os entre si e ao Índice de Atrito Internacional (*International Friction Index*, ou IFI);
- iv. Com enfoque nestes indicadores e outros [como o emborrachamento (tendência visual), variáveis internas ao IFI e silogismos], propor, se preciso, medidas de conservação, restauro e ou prevenção de acidentes (intenção medular destes testes) que se incorporem, ao menos em partes, a uma rotina de gestão básica ou a um Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários (SGPA) adaptados às condições locais;
- v. Desde o Capítulo Introdutório, buscar instigar e habituar em profundo os leitores e apreciadores das Ciências (estudantes ou pesquisadores) a uma interpretação fenomenológica subjetivamente positivista, fática e mesmo empírica das ocorrências naturais, incidentalmente técnicas, conflitantes e ou complementares à ação humana para, em cumprimento disto, acurar um encadeamento de termos

históricos, midiáticos, explicativos e mais firmemente científicos da Engenharia Civil e globalmente da Aviação, tal que se possa alertar para a seriedade exigida neste tipo análise que, apesar de simples, reflete nichos um labor maior, que é o de poder evitar desastres aeronáuticos em suas grandes ou moderadas proporções.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Portal de entrada de capitais externos, materiais, monetários e humanos principalmente, idealizado para abranger às circunvizinhanças encabeçadas pela região urbanizada de Campina Grande (ou mais espontaneamente denominada “Campina”), o Aeroporto Presidente João Suassuna, de fachada panorâmica na **Figura 1**, vem, prestativamente, servir de base para este estudo de caso, resgatando por si a função de contribuinte na ciência conterrânea e, mesmo que modestamente, fortalecendo a parceria interinstitucional nacional (Empresa-Universidade).

**Figura 1:** Exterior frontal do Aeroporto Presidente João Suassuna.



**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).

Dele, *a posteriori*, serão descritas fases históricas de aprimoramento e ganhos em Engenharia, que culminaram em seu quadro operante efetivo. Sucessivamente, aparecerão considerações sobre alguns atores participantes (direta ou indiretamente) do(s) fenômeno(s) de “acidentes e incidentes aeronáuticos”, que, por sua vez, podem ser ocasionados ou “engatilhados” através de más posturas (ou a falta delas) na manutenção das características de rolagem dos trajetos percorridos pelas aeronaves envolvidas nessas ocorrências. Tais falhas, que seriam, em boa parte, evitadas com as práticas contínuas de um SGPA produtivo, serão discutidas na visão técnico-normativa e, nas demais seções, aprofundadas com os resultados dos ensaios de Macro e Microtextura procedidos.

Interpretar cada uma das respostas alcançadas requer, também, uma releitura de compêndios e regulamentos disponibilizados por órgãos do ramo, como a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), o Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, a Diretoria de Engenharia da Aeronáutica – DIRENG etc.

Evidentemente, há uma tocante diferença, em termos de quantidade, na bibliografia brasileira em detrimento aos trabalhos estrangeiros sobre os SGPA ou, pelo menos, alguns de seus elementos. Neste passo, os anais de pesquisa derivados de fora do país endossam fontes bem úteis.

No cenário internacional, destacam-se, por exemplo: a Organização da Aviação Civil Internacional (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) e a Administração Federal de Aviação dos Estados Unidos (*Federal Aviation Administration* – FAA), mas não só estas...

Em geral, outro fato importante é a similaridade que tem os atributos dos Sistemas de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários com os Sistemas de Gerenciamento de Pavimentos Rodoviários – SGPR. Daí, é válido e preciso mencionar livros como o “Pavimentação Asfáltica: Formação Básica Para Engenheiros” (BERNUCCI *et al.*, 2008), ou as resoluções e diretivas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, da ASTM – *American Society for Testing and Materials* (Sociedade Americana de Testes e Materiais) nos Estados Unidos, ou do *Laboratoire Central des Ponts et Chaussées* (Laboratório Central de Pontes e Estradas), na França.

Também foram valorosas as teses e dissertações do IST – Instituto Superior Técnico, na Universidade Técnica de Lisboa; da USP – Universidade de São Paulo; UFC – Universidade Federal do Ceará; UFV – Universidade Federal de Viçosa e UnB – Universidade de Brasília.

Enfim, as referências empregadas, que não se bastam aqui, apoiaram o feitiço desta investigação, apresentando rumos e expressando definições de conceitos fundamentais para o entendimento claro de indicadores numérico-apreciativos e possíveis ações adotadas, na garantia da estabilidade funcional das vias de aterrisagens e decolagens do porto aeroviário em tema.

### **3.1 AEROPORTO PRESIDENTE JOÃO SUASSUNA: UMA NARRATIVA DE ASCENSÃO NO COMPARTIMENTO DA BORBOREMA**

Política e fisicamente, em 9 de Outubro de 1930, morre João Urbano Pessoa de Vasconcelos Suassuna (Catolé do Rocha, 19 de Janeiro de 1886), pai do também já falecido escritor, poeta, professor e membro das Academias Brasileira, Pernambucana e Paraibana de Letras, Ariano Suassuna (Cidade da Parahyba, 16 de Junho de 1927 — Recife, 23 de Julho de 2014).

Aos 42 anos de idade (1928), João Suassuna já havia passado a presidir (ou “governar”, em termos atuais) a Paraíba da República Velha, ocupando o cargo administrativo durante quatro anos ininterruptos, antes de ser assassinado no Rio de Janeiro, com um tiro à queima roupa, por razões de seu posicionamento como homem público (MEDEIROS, 2014).

Não longe disto, por volta da década de 1940, a eminente Rainha da Borborema (Campina Grande), já contava com o único campo de aviação da zona agreste central e adjacências, recebendo voos das companhias comerciais da época: a LAP – Linhas Aéreas Paulistas – e o grupo Lóide Aéreo Nacional...

Homenageado postumamente por honraria, João Suassuna teve o seu nome atribuído ao aeroporto do município de Campina Grande em 2 de Agosto de 1960 por ordem da Lei Nº 3.795, sancionada por JK, dando origem formal ao hoje conhecido “Aeroporto Presidente João Suassuna”, que só fora inaugurado, de fato, 3 anos depois e seu tráfego público liberado logo em seguida, em 1964. (A Portaria Nº 88 do extinto DAC – Departamento de Aviação Civil – deu-se como documento regulatório do processo.)

Avançando para 1980, no dia 4 de Novembro, o aeroporto passa a integrar um conjunto de instituições aeroportuárias geridas pela INFRAERO, recebendo, por conseguinte, uma série de investimentos e, tão logo, aumentando seu aporte para o atendimento de 80.000 passageiros ao ano. (Fato de 1984.)

Na década seguinte se fundaram algumas outras melhorias do estabelecimento, e, dentre elas, estiveram: a reconstrução e reforço complementar da pista e pátio, incluindo a modernização do sistema de balizamento noturno e a construção da via de acesso à Seção Contra Incêndios (1995), além do aperfeiçoamento no terminal de passageiros (1998). Aberto,

agora, 24 horas por dia, em 1999, o ponto aeroviário passou a abranger voos na madrugada realizados pela empresa aérea BRA – a Brasil Rodo Aéreo.

Mostrando-se renovado após uma acentuada reforma no início dos anos 2000, o João Suassuna teve a sua reinauguração marcada para 23 de Outubro de 2003. Nela, era notória a ampliação do ambiente, conferindo-o um *layout* e padrões modernos, em concordância com os demais aeroportos administrados pela INFRAERO.

O vigente modelo, trazia novas referências de sinalização seguindo moldes universais, sendo o Aeroporto Presidente João Suassuna o primeiro do Brasil a adotá-las. Quanto à abrangência de passageiros, este passou a ter capacidade para 250.000 transeuntes anuais e, em 2004, seu horário de funcionamento saiu de 24 horas para 18 horas, dia a dia.

Ademais, cumprindo a sua missão receptiva e informativa voltada aos turistas, foram concebidas, no decorrer das suas instalações, telas panorâmicas retratando prestigiosamente a cultura nordestina e, extraordinariamente, a paraibana. Dentre os mais variados painéis (tecnológicos ou não), destaca-se um por ser de autoria do próprio literato Ariano Suassuna, ao apresentar uma trama de escrita poética em homenagem ao seu pai, João Suassuna, que concedeu nome ao lugar (INFRAERO, 2018).

Mais à frente, a partir da adição de investimentos para 2010 e do início a meados de 2011, a INFRAERO veio a inserir novos balcões de *check-in*, um novo sistema de monitoramento de câmeras e deu adequação ao terminal nos requisitos de “acessibilidade”, além de melhorar a qualidade da maioria dos serviços oferecidos. Fora esses aspectos, houve também a aquisição de aparelhos outros para o Auxílio à Navegação Aérea (ferramentas que disponibilizam aos pilotos noções sobre as condições meteorológicas e colaboram na elaboração dos planos de voo).

A Seção Contra Incêndios (SCI) do Aeroporto João Suassuna fez com que o mesmo elevasse a sua categoria de porte classificatório, dentro de uma hierarquia estrutural padronizada nacionalmente pela ANAC, quando a junção econômica que o subsidia facilitou a compra de equipamentos protetivos renovados, possibilitando uma operacionalidade aeronáutica de maior grau. Permitia-se, assim, receber aeronaves como o Boeing 737-800 e o Airbus A320, com capacidades máximas de 189 e 190 passageiros, respectivamente.

O ano de 2014 trouxe importantes mudanças (supra e infra) estruturais para o aeródromo, quando a INFRAERO fomentou, para a pista de chegadas e partidas 15/33<sup>2</sup>, para a pista de táxi alfa e para o Sistema de Drenagem Superficial mais uma recuperação. Pôde-se promover também o nivelamento dos marcos luminosos, a pavimentação de um trecho de acesso à garagem de viaturas, a sinalização horizontal das pistas e assoalhos, o reestabelecimento do pavimento de concreto do piso da SCI (via de ligação entre os demais pátios) e a revitalização da zona de manobras. Inauguraram, concomitantemente, o ILS: sistema de auxílio para aterrissagens e decolagens.

Quatro anos antes, a gerência havia aberto um trâmite licitatório para que o aeroporto pudesse ser fornecedor de combustíveis para as aeronaves que ali viessem. A “São Francisco Comércio de Combustíveis e Lubrificantes LTDA” foi a contemplada. Contudo, apelos políticos, sociais e empresariais tiveram de ser realizados para que, apenas no mês de Abril de 2017, o local pudesse receber a bandeira *Shell Aviation*, passando a oferecer versatilidade no abastecimento também para aviões comerciais. Junto disso, a operação nas 24 horas diárias é retomada.

Após Junho de 2017 é chegada a bandeira *Air BP*, que vem solucionar, de uma vez por todas, o provimento de querosene QAV-1 (específico para jatos) do João Suassuna. Isso favoreceu a disponibilidade de voos, sem escalas, para inúmeras partes do Brasil (AEROJOAOPESSOA, 2018).

Prezando ainda mais pela comodidade dos seus usuários, a equipe da INFRAERO (2018), sugeriu, ao começo do dito ano, a implementação de um Sistema ELO (interpretado como “ligação”, “acoplagem”).

A modulagem seria, segundo o corpo técnico, um conjunto de conectores ou passarelas climatizados, projetados para intercambiar o nível do assoalho entre as salas de embarque-desembarque e as aeronaves, favorecendo o ir e vir simultâneo dos passageiros, incluindo os deficientes ou os com mobilidade reduzida, prestando-os conforto, segurança e acessibilidade ao entrar e sair dos veículos aéreos.

---

<sup>2</sup> Designação numérica das pistas de pouso e decolagem, construída a partir das angulações de rumo referentes ao norte magnético terrestre.

O Sistema ELO entrou em funcionamento no início do mês de Setembro de 2018 ao custo de 5,1 milhões de reais. Na **Figura 2**, manhã do dia 22 de Outubro de 2018, a estrutura pode ser vista: paredes brancas e teto azul, incluindo a *jetway*<sup>3</sup> (ou “ponte de embarque”).

**Figura 2:** Aeródromo. “Supra” e infraestrutura do Aeroporto Presidente João Suassuna.



**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).

Indo adiante, o Aeroporto Presidente João Suassuna, em quase todas as suas atividades, dirige-se às viagens corporativas e familiares, todavia, também serve de ambiente instrutivo para aulas de voo da ESAC – Escola Superior de Aviação Civil, sediada em Campina Grande. Três modelos de aeronaves são usados: o Cessna 150, Cessna 152 e Cessna 172.

Das firmas de Aviação Civil que estiveram presentes desde a instauração oficial do aeródromo, destacam-se: a Atlântico Transportes Aéreos (ATA Brasil), a BRA Transportes Aéreos, a Cruzeiro do Sul, a Flex Linhas Aéreas, a LAP – Linhas Aéreas Paulistas, o Lóide Aéreo Nacional, a Ocean Air, a TRIP Linhas Aéreas (Transporte Regional do Interior Paulista), a Varig, a Vasp e outras recentes, como a Azul, a GOL e a LATAM *Airlines*. Com efeito, sob um breve saudosismo, traz-se retratos de 1975 de um Boeing 737-200 Super Advanced da extinta Varig, **Figura 3**, fotos “a” e “b”, que relembram seus valiosos serviços no interior paraibano.

---

<sup>3</sup> Também nominada por **manga** ou **finger**, é um dispositivo que faz a ligação entre o terminal de aeroporto e o avião, permitindo, assim, as entradas e saídas dos passageiros.

**Figura 3:** Boeing 737-200 Super Advanced da Varig, em 1975.  
Manobra no Aeroporto Presidente João Suassuna.



(3.a)



(3.b)

**Fonte:** Blog CG Retalhos (2011).

Entretanto, não é só um passado nem tão distante que importa. É imperativo para a fixação de concordâncias e elaboração de aspectos característicos da área de estudo e suas proximidades, fazer alusão a noções físico-espaciais contemporâneas do Aeroporto Presidente João Suassuna, praticamente imutáveis algumas vezes e ou advindas de permutas climatológicas regionais...

A Avenida Assis Chateaubriand, no Distrito Industrial, interliga, em 7,3 quilômetros do Centro, o terminal de viagens aéreas à população. Tem-se, lá, uma altitude de aproximadamente 500m à orientação de  $7^{\circ} 16' 9''$  S,  $35^{\circ} 53' 42''$  W. E é importante salientar que Campina (a 130km da capital litorânea, João Pessoa) está em um posicionamento meteorologicamente conflituoso de forma sazonal, tendo em vista as suas (às vezes súbitas) variações atmosféricas, nítida, científica e empiricamente perceptíveis.

Silva e Almeida (2012), utilizando registros seus em valores intermediários, expõem que o círculo ambiental campinense apresenta uma precipitação média anual de quase 765mm, uma temperatura do ar variando entre  $15^{\circ}\text{C}$  e  $33^{\circ}\text{C}$ , com média anual de  $22,9^{\circ}\text{C}$  e, de acordo com a *classificação de Köppen-Geiger*<sup>4</sup>, possui um tipo climático tido como “tropical úmido”.

A depender do instante, o condicionamento de ambiência do lugar e arredores pode oscilar rapidamente dentre o previsto ou não para aquele dia e, caso venha a haver precipitações

<sup>4</sup> Modelo de categorização climática desenvolvido por W. Köppen (1846-1940) no período entre 1900 e 1936. É o mais usado em caráter popular devido a sua hábil objetividade (SANTANA, 2005).

inoportunas em condições outras, talvez adversas, as propriedades de resistência à aquaplanagem, que fazem jus à Macro e Microtextura de um pavimento, deverão poder interagir em perfeita harmonia com os pneus dos aviões e, tão logo, evitar a derrapagem (evento de risco, que se acentua quando há uma visibilidade comprometida, dentre outros fatores)... Não por menos, há muito que intempestividades assolam os ares da Borborema:

Após a instalação de postos de combustíveis no Aeroporto Presidente João Suassuna, em Campina Grande, que mantiveram o interesse das companhias aéreas a manterem voos regulares, questões meteorológicas e o sistema de pouso por instrumentos (ILS) começam a ser foco de críticas e preocupação da comunidade aeroportuária local. Nas últimas Quinta e Sexta-feira dois voos da Gol Linhas Inteligentes não pousaram em Campina Grande por conta do mau tempo. Os pilotos decidiram alterar a rota para o Aeroporto Internacional Presidente Castro Pinto/João Pessoa. No momento de aproximação dos aviões, estava chovendo muito, com nuvens baixas e pouca visibilidade (PARAÍBA TOTAL, 2017, p. 1).

Cardoso (2018) relata que a dificuldade de aterragem no aeroporto campinense não é novidade. A GOL e a Azul presentemente operantes no recinto, por vezes, tem tido problemas. No dia 29 de Março de 2018, a exemplo, um voo da Azul vindo de Recife não teve circunstâncias climáticas para pousar e o piloto decidira acometer-se de volta em subida, retornando à metrópole pernambucana.

**“AVIÃO DESVIA ROTA DE POUSO DE CAMPINA GRANDE PARA JOÃO PESSOA E VOO DE VOLTA É CANCELADO.** *Voo que vinha de São Paulo para Campina Grande não conseguiu pousar na cidade por clima desfavorável*”, confirma também a manchete da TV Paraíba atribuída a Valentim (2019).

Tais episódios ocorrem, pois o Controle de Tráfego Aéreo do João Suassuna, que já conta com aparelhos para auxiliar aos comandantes quando em ciclos adversos, ainda precisa ter esses artigos tecnológicos homologados, o que vem a ser mais uma contingência a alertar da necessária atenção às devidas providências quanto ao asfalto utilizado no lugar, já que, especialmente em uma possível situação de emergência, o mesmo não deverá falhar.

### **3.2 AERONAVES: ACIDENTES & INCIDENTES**

O transporte aéreo é uma das formas mais seguras de se viajar (EASA, 2007)...

A afirmação da *European Aviation Safety Agency* – EASA torna-se fato quando, dentre a matriz modal mundial, obtém-se estatísticas das fatalidades correlatas aos meios de locomoção humana existentes. Os números de diversas constatações, na maior parte das vezes,

mostram que a frequência de acidentes (ou incidentes) registrados para aeronaves é menor do que a relacionada a automóveis, motocicletas, ônibus, demais veículos terrestres em si, ou causas outras, com a salvaguarda dos “viajantes dos ares” sendo melhor garantida, geralmente, pelo maior rigor com o qual as agências de administração aérea gerem suas operações.

Uma dentre várias marcantes amostras disso vem do NSC (2019), o Conselho Nacional de Prevenção de Riscos (*National Safety Council*, do inglês), uma organização da América do Norte, sem fins lucrativos, que interpôs em uma de suas análises que a probabilidade de um indivíduo morrer em um acidente aéreo, ao longo da vida, é de um oitavo da que ocorre por afogamento e um décimo no caso de acidente de moto. As cifras correspondem a uma estimativa anual baseada nas causas de mortalidade dos estadunidenses.

Não obstante, em se tratando da condução de indivíduos em aeronaves, “com o aumento do tráfego, há um crescimento proporcional no número de acidentes” (ANAC, 2008) e, quando existem, esses ocorridos, para cada voo lapso, tendem a manter nas comparações individuais mais vítimas letais do que outros incidentes em terra. Ainda assim, para a ANAC (2016), as taxas anuais de acidentes ao redor do globo têm, consistentemente, sofrido baixas.

No Brasil, permanece a efetividade contínua das ações do Governo Federal no gerenciamento de segurança operacional para que a quantidade de ocorrências não acelere na mesma proporção do aumento do trânsito no ar, promovendo, não somente uma Aviação Civil mais segura, como também uma elevada percepção de estabilidade nesse tipo de condução, e uma boa crença no ato de voar.

Nivelados com as práticas internacionais recomendadas pela Organização da Aviação Civil Internacional – OACI, os artificios, usados nesse sentido, estão fundamentados na promoção de uma cultura de gerenciamento de segurança operacional que abarca os provedores de serviços para a Aviação Comercial e até mesmo a ANAC, sendo o que diz a própria Agência Nacional (2008).

Próprio disso, interpreta-se como “segurança operacional”, a condição na qual o risco de lesões às pessoas ou danos aos bens físicos se reduzem e se mantem em um nível aceitável, em decorrência de um processo ininterrupto e indispensável de identificação e gestão dos perigos aferidos. É o que declara também a ANAC.

A Boeing (2016), em seu *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents* (Resumo Estatístico de Acidentes com Aviões a Jato Comerciais), havia dito que as catástrofes aéreas nomeadas de “acidentes” são aquelas que resultarem em um dos efeitos a seguir:

1. Trauma grave ou morte de um ou mais indivíduos dentro (de) ou tocando qualquer parte de uma aeronave;
2. O veículo aéreo sofra avarias ou falhas na fuselagem que afetem seu desempenho em voo, além de ser preciso substituir largos componentes ou haver grandes reparos nestes;
3. Seja considerada, a aeronave, como desaparecida ou o seu posicionamento permaneça terminantemente inacessível.

Contudo, existem os incidentes. Define-se: é toda ocorrência (desacerto) no controle de uma aeronave qualquer, onde há o perfeito intuito de voar, mas que culmine em insucesso e afete ou possa afetar a sua segurança. Filho (2006) traz formulações análogas.

Um trabalho de Reason (2005) mostra que os acidentes aéreos são derivados de combinações, nem sempre previsíveis, de parâmetros correspondentes à influência humana e organizacional, dentro de um intrincado conjunto.

Para Shappell *et al.* (2007) *apud* Fajer, Almeida e Fischer (2011), uma metodologia sistêmica prescrita por Reason, o *Human Factors Analysis and Classification System* – HFACS, ou “Sistema de Classificação e Análise de Fatores Humanos” (SCAFH, em Português), tem servido para a avaliação de acidentes, pois nele é possível ter o reconhecimento de uma grande gama de contribuidores para o acometimento de algumas fatalidades.

No modelo HFACS tem-se: interferências organizacionais (do clima e o processo organizacional, até a gestão de recursos), inspeção insegura (supervisão inadequada, planejamento errôneo, falta de correção de problemas recorrentes, desrespeito à fiscalização), condições prévias de atos precários (elementos ambientais físicos e tecnológicos), exigências quanto ao operador (estados mental e fisiológico adversos, limitações físicas e psicológicas), fatores pessoais (gestão da tripulação a bordo e prontidão de comissários) e ações de vulnerabilidade (erros de decisão, de habilidade, de percepção, e infrações de rotina e casuais) (FAJER, ALMEIDA e FISCHER, 2010).

Para tanto, em uma trivial simplificação didática, pode-se listar alguns dos principais agentes do processo de construção de risco, participantes no favorecimento de tragédias envolvendo veículos voadores a jato ou o transporte aéreo em geral.

### *3.2.1 O Tempo (Meteorologia)*

Apesar do homem ser capaz de prever determinados fenômenos com um certo grau de confiança probabilística, a dinâmica da natureza continua sendo um dos empecilhos básicos para algumas ações antrópicas. Dentre elas: os voos em aeronaves.

Não se pode, hoje em dia, mesmo com o avanço da era informacional e dos vários componentes tecnológicos obrigatórios, controlar, com absoluta exatidão, as noções informativas das intempéries pelas quais os comandantes estarão sujeitos ao conduzirem um veículo aéreo qualquer. Em condições adversas, não há como saber, de forma estritamente precisa, como e quando essas eventualidades irão interagir com os equipamentos a bordo. Muitas vezes, as componentes por eles obtidas se tornam inúteis, por imprecisão, sob a ótica do comandante.

Na presença de dados difusos, inválidos para algumas zonas de divergências meteorológicas, as decolagens dos aviões e mais fortemente os seus pousos, podem ser comprometidos, desfavorecendo a simbiose Homem-Máquina e levando o sistema a um possível colapso parcial ou total, isto é, um acidente ou incidente de proporções incalculáveis em primeira instância.

Em circunstâncias de mau tempo, muitas vezes, não se aconselha a aproximação para aterrisagem em determinados terminais aéreos carentes de equipamentos efetivamente em uso, como o, já exposto, ocorrido em Campina.

### 3.2.2 O Homem

Todo indivíduo adulto e saudável é detentor de três principais fontes de reconhecimento sensorial pelas quais suas noções espaciais (longe, perto, esquerda, direita, frente, ré etc.), em relação à superfície terrestre e ao ambiente ao qual está presente, são mantidas intactas. São elas: o sistema visual, o aparelho vestibular (ouvido interno) e o sistema proprioceptivo (pele e articulações).

Em solo, tais mecanismos do corpo humano são eficazes e bem ponderados. Em voo, eles transformam-se num aglomerado de reações físicas sobre o vigor do piloto, de modo que, em algum momento, ele possa não ser capaz de distinguir certos estímulos vindos da situação em que se encontra, tendo que contar apenas com a sua visão para embasar uma oportuna aterragem (muitas vezes já em curso). Neste caso, mesmo que com o suporte de aparelhagem operacional, podem ser ocasionados distúrbios óticos com os quais, em algumas vezes, não se pode lidar sem uma grave distorção da realidade (RODRIGUES FILHO, 2006).

Citado como uma explicação prática para muitos casos de aparições de OVNI's (Objetos Voadores Não-Identificados), o efeito de “autocinese” é mencionado na literatura como um “acontecimento visual” onde o cérebro perde pontos referenciais com o ambiente à volta e, para o observador, sua mente permanece em dificuldade de “manter” certas imagens no lugar. Por exemplo, um ponto luminoso. Além disso, mover vagarosamente os olhos também dá a impressão de que a figura vista, ou o sinal de luz, está em movimentação.

Rodrigues Filho (2006) chega, igualmente, a explicar sobre, quando explana acerca do ato de pousar à noite, momento em que os comandantes dos jatos estão sujeitos à ilusão de que a pista se desloca, frente a eles, em determinadas horas. A deformidade ótica aumenta à medida que tempo e clima também influenciam à situação. Se há chuva, o que o condutor aeronáutico enxerga (luz) pode refratar ou refletir para ele, fazendo com que o mesmo interprete os acontecimentos de maneira errada. Todavia, não se deve culpá-lo, já que, apesar de todo o treinamento pelo qual passara, ele ainda tem suas limitações. (Contribui para a segurança do voo ajudá-lo nessas restrições pessoais com capacitações ou novas tecnologias, não julgar.)

### 3.2.3 A Máquina

A invenção do avião trouxe à espécie humana um imenso horizonte de expectativas conectivas interprovinciais.

Desde a afamada “Era de Ouro da Aviação” eclodindo na década de 1930, pouco antes ou pouco depois, quando inúmeras tecnologias operacionais foram surgindo e incrementando os *cockpits*<sup>5</sup> das aeronaves, época após época, tornando-as máquinas mais seguras e sensorialmente mais eficientes, além, principalmente, do advento de novas formas de propulsão, propendendo a suportar voos cada vez menos onerosos, mais rápidos e estáveis, começou-se a aparecer apuramentos que conferiam ao veículo aéreo o rótulo (justo) de “o meio de transporte mais seguro do mundo”.

No início, a preocupação maior de quem embarcava como piloto ou comandante era a ausência de credibilidade nos mecanismos de impulso, ou seja, os motores e algumas outras peças em particular. Porém, ante aos incrementos encaminhados ao longo de anos, hoje, falhas nesse sentido são raras, embora, caso venham a ocorrer, deve haver um ávido preparo de quem está a pilotar a aeronave para que não se perca, em serviço, o seu total equilíbrio.

Para desacelerar da velocidade de toque no pavimento, até a velocidade de *taxiamento*<sup>6</sup> (ou *rolagem*), o condutor é amparado por três tipos de esforços:

1. A resistência aerodinâmica, produzida por camadas projetadas para esta finalidade;
2. O empuxo reverso, produzido pela inversão do sentido de projeção de ar dos motores;
3. O Atrito atuante entre os pneus e a superfície da pista, em paralelo ao acionamento dos freios.

Particularmente, o fator de aderência (Atrito) tem uma maior influência em trajetos curtos, significando que, quanto menor for a extensão percorrida pelo avião até o seu estado de repouso, desde que no piso (em aterrisagens ou decolagens interrompidas), mais a fricção servirá de reforço à parada (RODRIGUES FILHO, 2006).

---

<sup>5</sup> Espaços onde se aloja(m) o(s) piloto(s) nos aviões, helicópteros, nos carros de corrida ou em algumas embarcações (MICHAELIS, 2018).

<sup>6</sup> É designado ao deslocamento realizado por uma aeronave, em terra, pelo uso de sua própria influência dinâmica.

### 3.2.4 A Infraestrutura

A complexidade inerente às infraestruturas aeroportuárias faz com que o rigor necessário para as manter ativas aumente bastante.

Oliveira (2009) credita a Glushkov *et al.* (1988) a menção de que as áreas de superfície pavimentada (asfáltica ou não) em aeroportos, precisam ter a capacidade de combater os efeitos climáticos ofensivos, serem impermeáveis o suficiente para prevenir a infiltração de água nas camadas inferiores, tolerarem às hostis erosões ocasionadas pelos fluxos das turbinas (*jet-blast*<sup>7</sup>) e propiciar manutenções ou reparos descomplicados.

Deveras parte de um robusto sistema funcional, tais infraestruturas permeiam uma série de exigências de qualidade por entre os órgãos competentes na sua averiguação. Também em razão de tal, sempre haverá nelas uma parcela potencial de risco embutido em uma presumível geração de acidentes, ou mesmo de incidentes.

Especificamente, é necessário que as pistas em terminais de aviação sejam suficientemente longas e a sua sinalização ou bases de navegação estejam estrategicamente atualizadas, certificando a zona como apropriada para os seus fins. Além disso, no pátio asfáltico (mais precisamente) deve-se garantir, permanentemente, um pavimento firme e livre de impurezas ou defeitos que contribuam numa baixa gradual do Atrito ao contato pneu-pavimento.

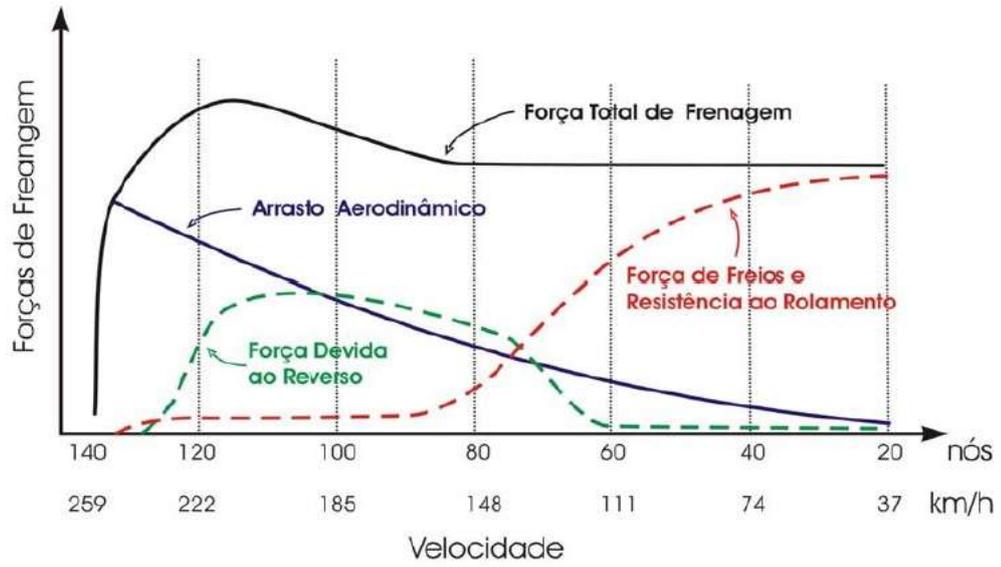
Já foi afirmado que para pistas de pousos e decolagens longitudinalmente reduzidas tem-se uma maior preponderância das relações antiderrapantes, acarretadas do contato entre as rodas e o piso asfáltico, para a integral parada de um avião em curso. (Coeficiente de Atrito.)

Mediante o **Diagrama 1** é possível ilustrar que o percentual da energia de fricção dissipada em um estado de desaceleração para uma aterrissagem automática de curta distância é de 45% da energia total necessária para frear a aeronave. As demais forças atuantes, “arrasto” e “reverso”, somam 55% de contribuição na energia de parada, 20% para um e 35% para o outro, nesta ordem (RODRIGUES FILHO, 2006).

---

<sup>7</sup> Vento expelido pelos motores dos aviões a jato.

**Diagrama 1:** Gráfico das forças típicas de desaceleração durante o evento de pouso. Sistema de Aterrissagem Automática ativo no modo Autobrake<sup>8</sup> baixo.



**Fonte:** Rodrigues Filho (2006).

<sup>8</sup> Sistema automático de freios.

### 3.2.5 Fatalidades devidas à Derrapagem

A investigação de acidentes aeronáuticos é convencionada pelo Código Brasileiro de Aeronáutica, lei n.º 7.565 de 1986 (ANAC), que, em seu art. 12, atribui ao Ministério da Aeronáutica a competência para normatizar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar a infraestrutura aeroportuária. Posteriormente, o art. 25 assenta que é parcela integrante desta regra, o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, SIPAER (parágrafo V). A entidade central do SIPAER, juridicamente, é o CENIPA – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

É essencial elucidar, daqui por diante, que as apurações realizadas pelo Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) tem como excepcional propósito o aperfeiçoamento da atividade de aviação brasileira e, com isso, a prevenção de novos acidentes. Não se destina, pois, a culpabilizar outrem, tendo os interessados que procederem, para este intento, um inquérito policial típico (DANTAS, 2012).

Uma considerável porção das ocorrências danosas, abarcando, efetivamente, o controle de veículos aéreos, encontra-se pragmaticamente colocada em dois momentos similares, porém inversos, metodologicamente falando: as decolagens (e suas iminências) e os pousos (e suas iminências).

Dados mundiais do *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents*, arquivo com apurados da Boeing de 1959 a 2016, apontam que, do início da subida até o primeiro instante em pleno ar, foram contados 13% do total de acidentes fatais com aeronaves, para 6% de tragédias a bordo. Já da aproximação de chegada até a completa aterrissagem, houve um percentual de 48% de perdas súbitas, para 46% de desastres a bordo (BOEING, 2017).

No Brasil, a maior e mais recente catástrofe aeronáutica a qual se atribui o evento de deslizamento do trem de pouso em contato com o pavimento como “produtor mor” do estrago foi a transcorrida em 17 de Julho de 2007 com o voo JJ 3054 da TAM Linhas Aéreas da época, brevemente narrado como um pesaroso parêntese histórico aberto na Aviação Comercial brasileira...

\*\*\*\*\* *O que segue em itálico (3.2.5.1) é optativo na leitura.* \*\*\*\*\*

### **3.2.5.1 Voo JJ 3054: Um deslize fatal**

*Partindo do Aeroporto Internacional Salgado Filho (Porto Alegre) com destino ao Aeroporto Deputado Freitas Nobre (Congonhas) tinha-se como veículo um Airbus A320-233 de prefixo PR-MBK.*

*Havia quatro dias que a aeronave voava sem um dos reversores: mecanismo que inverte o fluxo de ar nas turbinas e ajuda na frenagem do avião.*

*Para esse tipo de situação os pilotos, próximos do toque em solo, devem reduzir os **manetes**<sup>9</sup> da posição equivalente a “aceleração” para “ponto morto”. Dando sequência ao procedimento, já no chão, puxam os manetes dos dois motores para “reverso” ignorando que um deles está desabilitado. Isto é o que aciona automaticamente os **spoilers**<sup>10</sup> (**flaps**<sup>11</sup> que são abertos compelindo o avião para baixo) e os **autobrakes**.*

*Dentro das normalidades do dia a dia, voar com um reverso inoperante – ou “pinado”, no jargão dos aviadores – não seria um problema tão grave. Mas uma sucessão de outras casualidades foram agindo, uma a uma, fazendo com que aquele dia passasse dos limites do comum.*

*O Brasil estava em crise e vivia um “apagão”<sup>12</sup> aéreo”. Ocorria, na data, um desdobramento do protesto dos controladores de voo contra a infraestrutura de serviço, produzindo e reproduzindo atrasos, cancelamentos e desgastando os funcionários física e psicologicamente. E, como se não bastasse o caos instalado, os funcionários da TAM narravam sobre a pressão informal que a companhia impusera para que os itinerários fossem severamente cumpridos. Os pilotos eram incentivados a não arremeter<sup>13</sup> nem partir em direção a postos alternativos – pelo custo e pelo “efeito cascata” que isso gerava na malha aérea.*

*Os dois comandantes do Airbus eram: o capitão Kleyber Aguiar Lima, de 54 anos, com 2.236 horas de voo no modelo A320 e o copiloto Henrique Stephanini di Sacco, de 52*

<sup>9</sup> Podendo ser de empuxo ou de aceleração, são alavancas encontradas no *cockpits* dos aviões. Estas, são utilizadas pelo piloto, copiloto ou piloto automático para controlar as forças de propulsão dos motores.

<sup>10</sup> Spoilers (ou speedbrakes) são componentes móveis posicionados sobre as asas de aeroplanos, com a função de diminuir a sua sustentação.

<sup>11</sup> Tipo de spoiler.

<sup>12</sup> Conceito adotado no Brasil para referir-se a graves falhas estruturais sistêmicas em algum setor.

<sup>13</sup> Esquema de manobra no qual o comandante de uma aeronave retoma o voo após falhas no procedimento de pouso ou quando o piloto não tiver referência visual da pista.

anos, com indubitável experiência em Boeings, mas apenas 237 horas de voo naquele tipo de avião. [Em 2007, a escassez de copilotos no mercado era tanta que a TAM teve de readmitir ex-comandantes para o cargo, o que não é (nem nunca foi) recomendável.]

*Reverso pinado, apagão aéreo, coação da empresa e voo com dois comandantes: tudo, até então, já conspirava contra o 3054. Só que havia mais...*

*A aeronave estava bastante pesada, pois, antes de sair de Porto Alegre, o A320 recebeu cerca de 2,4 toneladas de querosene a mais do que o necessário para o percurso até São Paulo. Era o “abastecimento econômico”, que acontecia porque, naquela época, a alíquota de ICMS sobre o combustível era mais reduzida no Rio Grande do Sul (17%) do que no mercado paulista (25%).*

*Preciosos 50 metros a mais de pista seriam vitais para o procedimento de aterragem com o tanque cheio. Os pilotos também estavam bastante receosos com a chuva torrencial daquela semana. Por acúmulo de água na plataforma asfáltica pelo menos quatro outros aviões haviam derrapado no aeródromo de Congonhas somente em 2006. Este e vários infortúnios levaram a INFRAERO a realizar um recapeamento da via, que teve início em 14 de Maio de 2007 e uma primeira etapa concluída um mês e meio depois, em 29 de Junho. 30 dias após, uma nova seção seria feita. Era para a aplicação do **grooving** – ranhuras que produzem maior Atrito “pneus **vis-à-vis** pavimento” e ajudam a drenar a água, evitando aquaplanagens:*

#### **Figura 4.**

**Figura 4:** Operários fazendo o *grooving* (ranhuras para escoamento) na pista principal do Aeroporto de Congonhas, uma semana depois do acidente.



**Fonte:** Valter Campanato (BBC BRASIL, 2007).

*Na véspera do acidente, um bimotor turboélice da empresa Pantanal deslizou na faixa principal e invadiu o gramado do terminal aeroportuário. A desconfiança sobre as condições dos pátios, novamente, voltou a assombrar Congonhas, embora, no ocorrido, ninguém tenha se ferido.*

*Terça-feira. 17h04min. O condutor de uma viagem da GOL que acabara de aterrissar emitiu à torre um alerta de “pista escorregadia”. Os pousos e partidas chegaram a ser vetados para uma inspeção do pavimento, entretanto, seriam retomados logo após a aprovação técnica – por volta das 17h20min.*

*O JJ 3054, agora, sobrevoou metade da sua rota final. Veio à tripulação um novo sinal negativo a respeito da escorregadia pista de Congonhas. O mais racional e consistente, diante das condições inoportunas, seria desviar para o Aeroporto de Cumbica, em Guarulhos, distante 31 quilômetros do plano original. A inconveniência cairia para os passageiros e tripulantes que, em época de apagão aéreo, sobretudo pela feroz intervenção da empresa em evitar outros aeródromos, fez Lima e Di Sacco concluírem o programado.*

*Foi realizada a aproximação sem anomalias e, às 18h54min., o avião tocou o solo paulista. Ao invés de desacelerar, porém, o Airbus A320-233 seguiu em alta velocidade – para desespero dos pilotos. O motor 2, da asa esquerda, parava conforme o comando do cockpit – manete puxado para “reverso”. Contudo, o manete oposto, de manuseio do motor com reverso pinado, manteve-se na posição de “aceleração”, enquanto deveria estar em “ponto morto”.*

*Com uma turbina girando para frente e outra para trás, o JJ 3054 se desgovernou: guinou à esquerda, no último terço da pista, resvalou sobre o gramado, avançou contra um muro, cruzou a avenida Washington Luís e se chocou a uma velocidade de 178km/h contra um posto de gasolina e o prédio da TAM Express.*

*Todas as 187 pessoas a bordo morreram, além de 12 outras em solo.*

*Na **Figura 5** vê-se as proporções do estrago.*

**Figura 5:** Bombeiros no local do acidente com o voo JJ 3054. A intensidade da explosão condenou a estrutura do edifício que, implodido, deu lugar à praça Memorial 17 de Julho.



**Fonte:** Agência Brasil (2007).

*Com clareza, pode-se notar, mesmo que sinteticamente, a maneira com a qual uma conjunção de fatos causais origina uma eventualidade final de proporções trágicas. E é importante observar também que, dentro desta série de elementos fáticos, o quesito “diminuição de Atrito na interface pneu-pavimento” foi de fundamental interveniência no desencadeamento do processo de ruína operacional. Daí, mais uma vez, põe-se da importância que análises ao nível deste trabalho tem para tentar evitar que catástrofes assim ocorram.*

*O relato anterior pode ser encontrado por completo, e em palavras jornalísticas, nas linhas de uma matéria que fez a BBC, por intermédio das pessoas de Pujol e Pandolfi (2017), em memória das vítimas do voo 3054.*

Adiante, extraído de Silva (2008) confere-se, no **Quadro 1**, outros acidentes e incidentes brasileiros favorecidos pela baixa na fricção do pavimento com a borracha dos pneus de aeronaves, induzindo, por conseguinte, os colapsos aeronáuticos mostrados.

**Quadro 1:** Alguns acidentes e incidentes devidos à hidroplanagem ocorridos no Brasil. (Catalogados desde o ano 2000.)

	27/02/2000 - Boeing 737-400 - Transbrasil Aeroporto Salgado Filho - Porto Alegre (RS) Motivo: hidroplanagem, saída da pista, vindo a parar somente quando encontrou um grande buraco.
	07/10/2002 - Learjet 60 - American Virginia Aeroporto de Santa Cruz do Sul (RS) A derrapagem do avião causou a morte uma pessoa e ferimento de outras quatro.
	04/01/2003 - Cessna 525 - Julio Simões Transportes Aeroporto de Congonhas (SP). O jato após aterrissar, derrapou indo parar na calçada da Av. dos Bandeirantes. Um dos passageiros e um pedestre que passava na hora do acidente sofreram ferimentos leves.
	22/03/2006 – Boeing – BRA Linhas Aéreas Aeroporto de Congonhas (SP). Na aterrissagem o avião fez um ziguezague na pista e chegou até a ponta, entrando em parte do gramado. A ponta da aeronave pode ser avistada da avenida que passa ao lado do aeroporto.
	06/10/2006 - Boeing 737-300 – GOL Linhas Aéreas Aeroporto de Congonhas (SP) Ao pousar, a aeronave só parou ao atingir o final da pista, em trecho de grama, onde ficou atravessada, impedindo pousos e decolagens por cerca de uma hora.
	17/01/2007 – Boeing 737 - Varig Aeroporto de Congonhas (SP) Após o pouso, a aeronave foi obrigada a realizar uma freada brusca em virtude da água presente na pista.
	07/03/2007 – Bimotor – Abaeté Táxi Aéreo Aeroporto Internacional de Salvador (BA) A aeronave derrapou na pista depois do pouso, por volta das 20 horas. Apenas o piloto e o co-piloto estavam no avião, mas ninguém ficou ferido.
	21/04/2007 – Boeing 737 – Gol Linhas Aéreas Aeroporto Internacional de Fortaleza (CE) A aeronave levava 118 pessoas e deslizou durante o procedimento de pouso devido a chuvas intensas, ninguém ficou ferido.
	17/07/2007 - ATR42 – Pantanal Linhas Aéreas Aeroporto de Congonhas (SP) O avião derrapou na hora do pouso. Dois pneus furaram e a aeronave foi parar na grama. Ninguém ficou ferido.

**Fonte:** Silva (2008).

Há progressão no tempo e avanços em tecnologias de navegação mas, ainda assim, danosas tragédias ou casos desse tipo vem a ocorrer...

**“AVIÃO DERRAPA E BALANÇA NA PISTA ANTES DE DECOLAR NO PARANÁ.** *Passageiros pensaram que o aparelho tombaria. ‘A sensação foi parecida com a de um carro que derrapou em uma pista molhada’, relatou um deles”* (O SUL, 2015, p. 1)...

O DJ Alok passou por um grande susto na tarde deste Domingo (20). O avião em que ele estava saiu da pista durante a decolagem do Aeroporto da Serrinha, em Juiz de Fora, Minas Gerais. A aeronave teria derrapado por volta de 16h30min. Eram nove pessoas a bordo: Alok, integrantes da equipe do DJ, o piloto e o copiloto (CORREIO, 2018, p. 1).

Uma aeronave derrapou logo após pousar no Aeroporto Internacional Eduardo Gomes, em Manaus, durante a forte chuva que atingiu a capital na tarde de Quarta-feira (28). O incidente causou mudança em voos e o aeroporto ficou interditado. O avião vinha de Caracas, na Venezuela, e pousou em Manaus às 15h43min. A aeronave deslizou no asfalto molhado e foi parar na cabeceira da pista, o que interrompeu as operações no aeródromo por cerca de 20 minutos (AM NEWS, 2018, p. 1)...

E também fora do Brasil...

“ISTAMBUL, 14 de Janeiro (Reuters) – Um avião da Pegasus Airlines derrapou na pista de pouso em um aeroporto na costa da Turquia e acabou parando no meio de uma encosta íngreme às margens do mar Negro. Não houve feridos entre passageiros e tripulantes (...)”, comenta o UOL Notícias (2018).

**“COM 136 A BORDO, AVIÃO DERRAPA AO POUSAR E VAI PARAR EM RIO NA FLÓRIDA.** *Avião conseguiu se salvar ao pousar no rio e não deixou vítimas fatais, fato visto como ‘milagre’ pelas autoridades”* (EXAME, 2019)...

Novamente, o tirante disto é que tais acontecimentos são tão comuns nacionalmente e mundo a fora que, por esta razão, inspeções como a que aqui se prega tornam-se cabais para a seguridade dos trajetos que comportam tráfegos tão distintos...

Algo conveniente a este ciclo da discussão seria expor alguns dos desastres referidos ao deslizamento de aeronaves por ineficiência funcional na pista do *SBKG* – João Suassuna. No entanto, sob esta condicionante, até data recente, não houve apontamentos oficiais sobre contingências tais.

### 3.3 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE PAVIMENTOS: SGP & SGPA

Finn (1997) elucida que as atividades pertinentes aos Sistemas de Gerenciamento de Pavimentos (SGP) passaram a ser discutidas, em ocasiões primárias, nos experimentos realizados na pista-teste da *American Association of State Highway Officials – AASHO Road Test* (a Associação Americana de Rodovias do Estado e Funcionários de Transporte), no intervalo de 1956 a 1960. Os estudos pioneiros logo dariam vez ao incremento de mais conceitos e práticas, que evoluíram desde então.

O manual da AASHTO (1993) inseriu o “conforto” na sua definição de Serventia: estágio de suavização ao rolamento que uma face asfáltica confere ao tráfego solicitante de uma determinada via, podendo ser, tal fluxo, composto, tanto de automóveis de passeio, como de veículos comerciais de carga.

A Serventia Atual (Valor de Serventia Atual – VSA) é uma atribuição numérica compreendida em uma escala de 0 a 5, dada pelo valor médio das notas de avaliadores para o conforto à rolagem de um veículo trafegando sobre um certo percurso em um dado momento da vida útil de um pavimento (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Logo, tais aplicações científicas foram fundamentando o desenvolvimento e aperfeiçoamento daqueles termos preliminares, dentre outros que surgiram ao longo do tempo, concebendo, literalmente, o que chamamos hoje de SGP.

Tecnicamente, Haas, Hudson e Zaniewski (1994) denotam os SGP como uma junção metodológica e instrumental capaz de auxiliar os tomadores de decisão a encontrar estratégias ótimas a fim de equipar e manter os pavimentos em um eficaz estado operacional, ao longo de um delimitado período. A este caráter, ocorre uma divisão da gerência em duas esferas de detalhamento: em **nível de rede** e em **nível de projeto**.

Define-se uma “rede” como um agrupamento ordenado de pavimentos passíveis de práticas de conservação e de restauração. Para tal, é preciso levar em conta a sua localização geográfica, os padrões mínimos operacionais e as suas fontes de financiamento (SHAHIN, 2005, *apud* OLIVEIRA, 2009).

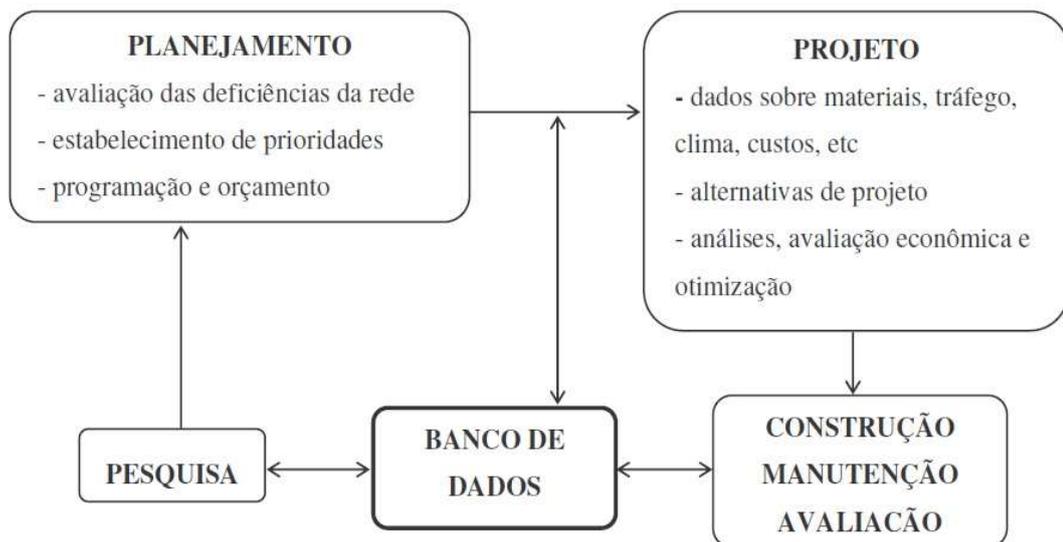
Enquanto a “gerência em nível de rede” analisa todos os pavimentos constituintes de um determinado montante viário ou aeroviário de uma maneira generalista, a “gestão em nível

de projeto”, conforme a alusão de Haas, Hudson e Zaniewski (1994), deve considerar o esmiuçar das alternativas construtivas ou mantenedoras de uma seção particular de um grupo de vias revestidas. O objetivo dessa fragmentação seria fornecer os benefícios desejados (ou níveis de serviço) mais direcionados aos devidos fins, e ao menor custo total por análise.

É razoável explicar que, nos domínios do Aeroporto João Suassuna, o diagnóstico dos fatores relacionados ao comportamento “pneu *versus* pavimento” (adesão), constitui requisitos de mensuração da capacidade da pista principal resistir às situações de acúmulo de água, sem que se permita a derrapagem das aeronaves que ali transpassem diariamente. Daí, por concepção, empenhando-se em apenas um setor do todo, esta pesquisa se aloca melhor no caráter de “gerenciamento em patamar de projeto” (ou uma de suas partes).

Na **Figura 6** pode-se conferir um fluxograma adaptado por Oliveira (2009) de Haas e Hudson (1978) que busca mostrar uma sequência lógica das ações formadoras de um SGP, bem como as suas relações interconectivas. (Observe o Banco de Dados como uma peça central da esquemática.)

**Figura 6:** Importantes classes de atividades de um SGP.



**Fonte:** Oliveira (2009).

No geral, Oliveira (2009), em concordância com Haas e Hudson (1978) e Peterson (1987), mostra que não há hierarquia alguma entre as tarefas, infringindo importância a uma ou outra, nem tampouco a ordem em que aparecem tenha de ser estritamente seguida pelos aplicadores de um SGP.

Ostensivamente, o treinamento de pessoal também é uma atividade de suma importância para a concepção e implantação de um Sistema de Gestão de Pavimentos moderno. Este Sistema não faria sentido, embora contivesse todas as já citadas atividades, se os técnicos e controladores, em suas mais variadas áreas de atuação, não renovassem constantemente a sua qualificação profissional, necessária a um feitiço ótimo das ações periódicas. É fato, pois a inerente movimentação interna do próprio SGP obriga à maioria dos peritos envolvidos a seguir evoluções tecnológicas e metodológicas, assim como intercambiar, para as novas gerações, as informações adquiridas ao longo de suas experiências pessoais.

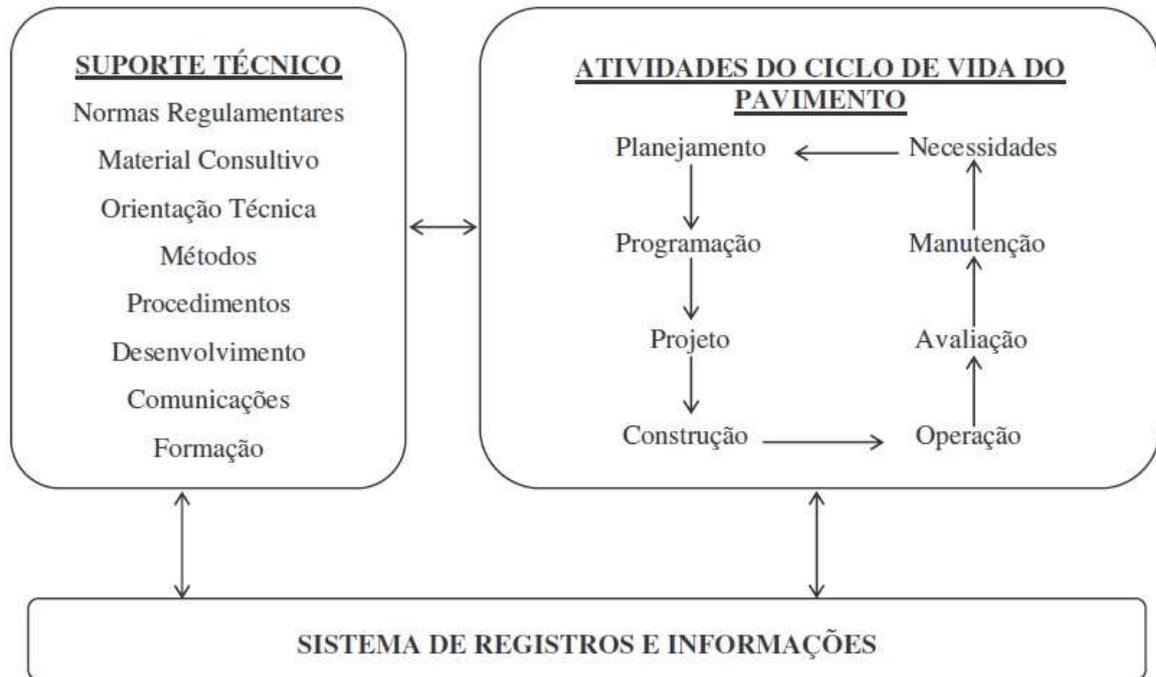
Entendendo como funcionam os SGP abrangentemente aplicáveis às rodovias, agora, há de se dispor também sobre os SGPA, ou seja, os Sistemas de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários, uma das bases deste estudo, que, comparativamente, não se alteram muito no horizonte das práticas interventivas de um para o outro, apesar de apresentarem as suas singularidades.

Rodrigues (2007), citado pela ANAC (2017), descreve os SGPA da mesma maneira que Haas, Hudson e Zaniewski (1994) designaram os SGP Rodoviários. Então, acrescenta que um SGPA leva, como uma das suas metas primárias, a melhoria contínua do nível de serviço e a segurança da infraestrutura aeroportuária a partir da otimização, beneficiamento e da gerência eficaz dos orçamentos disponibilizados pelos órgãos competentes.

No entrecho dos aeroportos, estudos das administrações aeroportuárias locais, das agências reguladoras e das autoridades aeronáuticas, abordaram o assunto, prioritariamente, focando no manuseio racional das quantias disponibilizadas (verba) que, lembrando, são insuficientes. Desse modo, é essencial que o administrador aeroviário disponha de um eficiente SGPA que o auxilie nas tomadas de decisões, de tal maneira a garantir, manter e operar, com segurança, os pavimentos do seu específico aeródromo, dentro de padrões nacionais e internacionais de operação e confiabilidade (OLIVEIRA, 2009).

Haas (1997), em seu “Guia de Projeto e Manutenção de Pavimentos” (*Pavement Design and Management Guide*), afirma que a diferença entre os SGP e SGPA está na interação que as atividades de “ciclo de vida” de um pavimento, que são de cunho das corporações aeroportuárias, possuem em relação ao Suporte Técnico, compreendido pelas normas e procedimentos vigentes. Tudo isso, alicerçando-se em um rígido “Arquivo de Dados”. A **Figura 7** o enfatiza.

**Figura 7:** SGPA em ligação com um Banco de Dados.



**Fonte:** Oliveira (2009).

O fluxograma anterior, mostra que as atividades do ciclo de vida de um pavimento se iniciam com um planejamento de tarefas, onde se veem quais as prioridades vitais da rede (de gerência) e, a partir daí, se estabelece uma Política de Gestão da malha asfaltada.

A programação dos fundos financeiros e materiais disponíveis é o passo subsequente. Esse ato é de grande importância, uma vez que, a partir dele é que se conjectura a concepção do projeto e, por ocasião disso, a construção dos revestimentos.

Uma vez construída a pista, o funcionamento e características dos veículos aéreos passarão a condicionar os aspectos superficiais do pavimento posto, que devem ser avaliados regularmente, assegurando que as condições de operação e segurança, em terra e em voo, estejam adequadas. Por fim, os resultados das avaliações contribuirão positivamente, em grande escala, para os programas de conservação e de restauração futuros (OLIVEIRA, 2009).

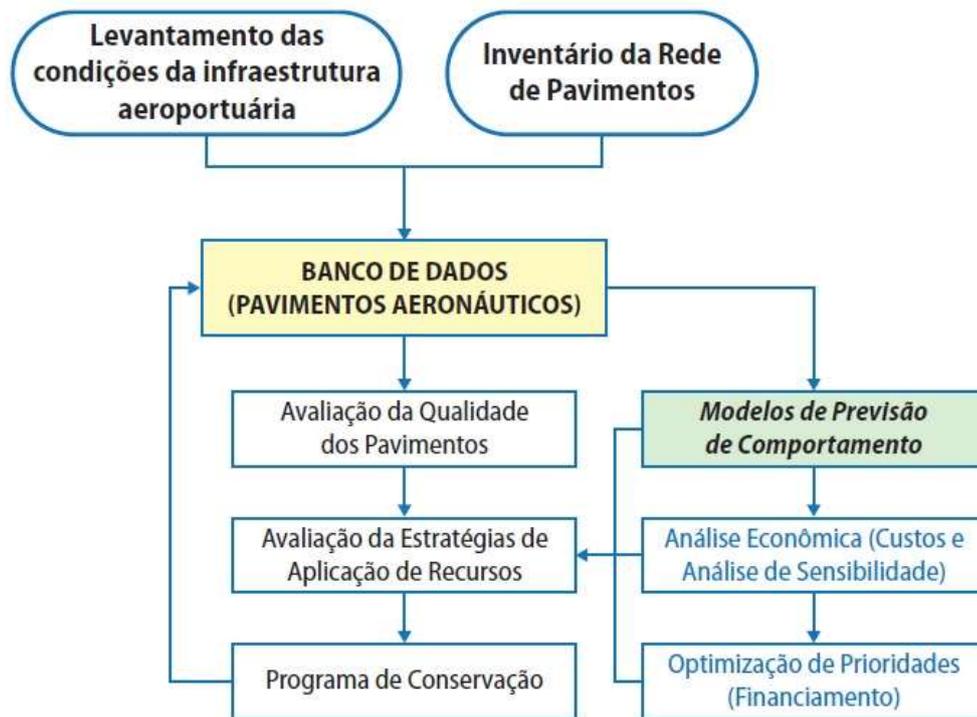
Muitos superintendentes de terminais aviários, por não disporem de pessoal com o conhecimento técnico profissional apropriado, buscam serviços e apoio da Engenharia. Estes podem ser fornecidos usando fontes organizacionais cooperadas, englobando setores diversos,

como o próprio Governo ou a Iniciativa Privada, a Indústria dos Transportes e outras diretorias viárias (HAAS, 1997).

Das atenções aos SGPA merece destaque o Sistema de Registro de Informações, já que, em algumas situações, eles são esquecidos, conforme o entendimento das pesquisas de Haas (1997). Nos anais de dados devem ser mantidas noções técnicas sobre o plano inventário dos pavimentos, histórico de construção, resumos da averiguação, síntese das características do solo da sub-base e dados ambientais, dentre outras informações.

O próximo fluxograma, **Figura 8**, é da ANAC (2017) e expõe os módulos e elementos básicos integrantes de um Sistema de Gestão de Pavimentos Aeronáuticos. Como percebe-se, mais uma vez, o Banco de Dados é um dos focos da representação.

**Figura 8:** Estrutura de um SGPA.



**Fonte:** ANAC (2017).

Sucessivamente, de modo breve, serão identificados tópicos que representam as principais características de cada um dos atos desenvolvidos em um SGP (similarmente contidos nos SGPA).

### 3.3.1 *Concepção: da ideia à obra*

Quaisquer que sejam as finalidades construtivas, de ampliação, restauração, reconstrução ou manutenção infraestrutural de um aeródromo, estas, partem de suas necessidades operacionais. Vem à tona a percepção de que se faz preciso incrementar a sua capacidade de suportar às demandas. Tão logo é indispensável, por etapas, planejar, projetar e realizar o que se espera.

O **Planejamento**, para Oliveira (2009) citando Haas e Hudson (1978), envolve a avaliação de deficiências e necessidades de melhoria para uma rede asfáltica, além do estabelecimento de prioridades para eliminação ou redução das falhas porventura existentes.

No “Guia de Projeto e Manutenção de Pavimentos” de Haas (1997), põe-se que os trabalhos envolvidos com as atividades de planejamento incluem previsão de serviços de manutenção anual, restauração para as zonas pavimentadas da rede e o feitiço de um Plano de Obras e Serviços detalhado, para aplicação durante 5 anos. Além disso, essas ações devem ser baseadas em resultados obtidos de investigações prévias.

Já o **Projeto** deve conter os planos e as especificações das obras realizadas. Esta tarefa se inicia com a coleta de dados topográficos, perfis de solo e tipos de materiais de construção, bem como informações operacionais que dizem respeito à aeronave crítica de projeto ou o maior veículo aéreo (a jato ou não) que deve trafegar no aeroporto, também pela capacidade do sistema aeronáutico, vida de serviço desejada, *layouts*, dimensionamento da área operacional, espessura das camadas do revestimento e Sistemas de Drenagem (HAAS, 1997).

É relevante salientar à importância do levantamento das estimativas de custos e seleção da melhor prática executiva, tanto quanto a minimização das interrupções na rotina do aeroporto durante os serviços que serão executados, como forma de amenizar o desconforto para os passageiros, os usuários, e mesmo as aeronaves (OLIVEIRA, 2009).

As informações obtidas, relativas aos materiais, ao controle de qualidade, aos equipamentos e as técnicas aplicadas servirão de conhecimentos de arquivo no Banco de Dados.

Das edificações, estas classificam-se em: **nova construção**, que compreende a expansão ou o acréscimo da área atual do pavimento do aeroporto; e **a restauração**, dita como

o ato de trazer “algo” de volta às suas condições originais com quase as mesmas características e qualidade e desempenho (HAAS, 1997).

O **Reparo** é dividido em grupos: recapeamento, reconstrução, reforço de camadas e tratamentos superficiais. É aplicado somente nas ocasiões em que a qualidade exigida não pode ser alcançada na incumbência da conservação ou para corrigir uma carência generalizada ou não intermitente.

### 3.3.2 *Manutenção: Pesquisar, Avaliar e Prevenir*

A atividade de **Pesquisa**, que aparece em primeiro lugar, se trata do processo de encontrar soluções para os problemas existentes e impulsionar buscas aos melhores materiais e métodos para resolvê-los a menores custos totais (PETERSON, 1987).

O emprego da **Manutenção** nas vias dos terminais aeroportuários, faz jus aos empenhos técnicos indispensáveis ao funcionamento regular-permanente de uma rede pavimentada, e aval da sua satisfatória operacionalidade.

Para Oliveira (2009), que menciona a INFRAERO (2005), as manutenções devem ser consideradas em um segmento contínuo e fazem parte da vida de um pavimento, compondo uma série de critérios destinados a adaptar as pistas de rolamento às condições de trânsito existentes, mantendo ou prolongando a sua vida útil.

Peterson (1987) particiona as atividades de manutenção em duas categorias distintas: a **preventiva** e a **corretiva**.

A “manutenção preventiva” é aquela efetuada em intervalos predeterminados e de acordo com paradigmas preestabelecidos, querendo-se reduzir a probabilidade de defeitos ou degradação do desempenho de uma instalação. Neste item incluem-se os ditos “remendos superficiais”, a desobstrução dos Sistemas de Drenagem, limpeza da pista, selagem de trincas leves etc.

Na manutenção classificada como “corretiva”, realizada após a ocorrência de algum problema, o todo de atividades é destinado a reabilitar uma instalação para ressurgir em condições de executar sua função a pouco lesada. São modelos de tarefas realizadas durante a manutenção corretiva: o recapeamento de um extrato do percurso danificado e restauros profundos (ABNT, 1994, *apud* OLIVEIRA, 2007).

Ainda para Oliveira (2009), de posse da visão de Pade (2007), as atividades de manutenção ligadas aos pavimentos aeroportuários devem ser realizadas regularmente, de tal modo que possam ser classificadas em: **funcional e operacional**.

Na “funcional”, estão incluídos os trabalhos eficazes em manter a qualidade e a segurança dos perfis superficiais das pistas. Dessa assistência fazem parte a retexturização e a remoção de borracha impregnada no revestimento asfáltico das faixas do aeródromo.

A “manutenção operacional” está diretamente ligada à salvaguarda das disposições de funcionamento diário dos pavimentos aeroportuários – pistas de pousos e decolagens, pistas de movimentação ou de deslocamentos quaisquer e pátios de estacionamento. Inserem-se aí: a remoção de neve ou geada intensa (quando há), vegetação indesejada, a Drenagem, limpeza, os ensaios, levantamentos e inspeções em busca de animais e objetos estranhos que possam causar danos aos veículos aéreos e seus equipamentos, e outros...

A **Avaliação**, segundo Haas e Hudson (1978) *apud* Oliveira (2009), tem o dever de incluir o estabelecimento de um controle sobre o exame das seções, a real mensuração periódica de cada padrão de capacidade estrutural, irregularidades, defeitos, resistência à derrapagem e, da mesma forma como em outras atividades, o câmbio das informações para um Banco de Dados sistemático de Gerência.

### 3.3.3 *O banco de dados*

É de crucial importância para os SGP(A) o **Banco de Dados**. Em virtude da sua atuação para adquirir e armazenar coordenadamente as noções de todas as outras atividades do conjunto, é impossível imaginar um bom exercício de gestão de pavimentos sem uma memória de causa constando todas as suas realizações. Diz-se, ainda, que os Bancos de Dados podem variar, desde uma simples coleção manual armazenadora de informações, até intrincados sistemas computadorizados, aplicativos virtuais e afins (HAAS e HUDSON, 1978, *apud* OLIVEIRA, 2009).

O ramo digital tem mais utilidade aos SGPA, pois o volume de procedimentos e informes a serem salvos é, diametralmente, muito maior.

### **3.4 TEXTURA SUPERFICIAL: A FACE DOS PAVIMENTOS EM AERÓDROMOS**

No domínio da Aviação em geral, mas principalmente no setor civil-comercial, nem sempre se contou com infraestruturas próprias de apoio às aeronaves e aos seus usuários como um todo.

A evolução das máquinas aéreas desde a sua invenção promoveu, algum tempo depois da “virada do ramo aeronáutico”, o aparecimento de pistas unitárias, campos de voo, até, enfim, virem à tona, para a formação de viagens em massa, os aeroportos, tal qual os conhecemos hoje.

Porém, apenas construir essas estruturas e, conseqüentemente, suas infraestruturas, não era o suficiente (como em toda obra de Engenharia) para que elas servissem ao público, a todo momento, em seu perfeito estado. Manutenções correntes precisavam ser feitas. Até porque, seria irracional edificar compartimentos para um determinado fim e tais compartimentos não serem duráveis, além de oferecer características de conforto e segurança a quem fosse usufruir delas, ao longo das décadas.

Notou-se ser preciso elaborar conceituações e maneiras de se avaliar as propriedades dos elementos em questão, e especialmente os revestimentos (asfálticos ou de concreto), de forma que os defeitos nos atributos destes, não viessem a se tornar fatores contribuintes para a ocorrência de fatalidades aeronáuticas.

Todos os veículos (inclusive os aéreos) que percorrem trajetos em vias asfaltadas, concretadas, calçadas, ou a solo natural, são “registrados” nas (micro e macro) estruturas de tais vias, uma vez que cada passagem de carga contribui incrementalmente, em centésimos ou milésimos de milímetros, para o estado de deterioração do pavimento. Isto é, a superfície sofre alterações ínfimas, mas que a deterioram e causam desconfortos crescentes aos usuários, na medida em que o tempo avança e as patologias aumentam.

O clima e o tempo também contribuem para a aceleração da degeneração de áreas pavimentadas, já que a água de chuva pode provocar uma queda na capacidade de suporte de suas camadas mais profundas gerando instabilidades no solo. Como resultado, a estrutura, ao ser solicitada pelo tráfego, sofre maiores deslocamentos, deformações e danos outros. Além do que, em presença de pluviosidade ativa, o acúmulo de simples umidade ou fluidos, na pista,

pode diminuir a sua resistência à aquaplanagem e isto vir a comprometer a confiança em seu uso (BERNUCCI *et al.*, 2008).

As **Avaliações das Condições Funcionais** visam verificar se o pavimento cumpre duas funções básicas: **conforto ao rolamento** e **segurança**. Dessa forma, a avaliação funcional abrange a análise dos seguintes elementos: Irregularidades, Textura, Atrito, Defeitos (Superficiais) e Drenagem (ANAC, 2017).

#### 3.4.1 Das condições funcionais

O primeiro método sistemático estabelecido para avaliações funcionais foi o da Serventia. Concebido por Carey e Irick (1960) para as pistas experimentais da AASHO (atual AASHTO), tornou-se um dos mais aplicados, informa Bernucci *et al.* (2008).

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 153 – estabelece requisitos prescritivos quanto às avaliações de Irregularidade Longitudinal, Atrito e Macrotextura. Todavia, o documento regulatório não especifica diretamente índice algum de Serventia no que se refere aos defeitos dos pavimentos. Ressalta-se que o levantamento periódico de algum dos graus de Serventia disponíveis no mercado é uma condição mínima para o estabelecimento de um SGPA (ANAC, 2017).

Em escala, como já fora dito ao início da seção 3.3, os valores de Serventia Atual estão compreendidos entre 0 e 5, e são fornecidos por uma média avaliativa para o conforto ao rolamento. Pode-se expressar tal intervalo em partições qualitativas na **Tabela 1**, sendo também adotado no Brasil pelo DNIT 009/2003-PRO.

**Tabela 1:** Níveis de Serventia.

<b>Padrão de Conforto ao Rolamento</b>	<b>Avaliação (faixa de notas)</b>
Excelente	4 a 5
Bom	3 a 4
Regular	2 a 3
Ruim	1 a 2
Péssimo	0 a 1

**Fonte:** DNIT (2003d), modificado (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Nesse sentido, a ANAC (2017) também preconiza, para classificação da condição funcional do pavimento quanto às deformidades, que o operador de aeródromo utilize o PCI – Índice de Condição de Pavimento (*Pavement Condition Index*), vigente na norma ASTM D5340 – 12: *Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys* (Método de Teste Padrão para Levantamento do Índice de Condição de Pavimento Aeroportuário).

O PCI é um índice de condição geral da superfície de pistas usado nos Sistemas Gestores. Nele, os valores variam de 0, representando um pavimento na condição de ruptura, até o valor de 100, equivalendo a um pavimento numa condição excelente. É o que define a ANAC (2017), como pode ser conferido por meio da **Tabela 2**.

**Tabela 2:** Escala do PCI.

PCI	Escala
85 a 100	Excelente
70 a 84	Bom
55 a 69	Regular
40 a 54	Ruim
25 a 39	Muito Ruim
10 a 24	Péssimo
0 a 9	Ruptura

**Fonte:** ANAC (2017).

Apesar de imprescindíveis para tecer um Sistema de Gerenciamento de Pavimentos completo, aqui, não irá tratar-se, com o apoio de resultados, das virtudes de Serventia e PCI do pavimento do Aeroporto de Campina Grande. Contudo, é justo apresentá-los, ainda que concisamente, para que o seu conhecimento conduza à compreensão de que esta avaliação é uma parcela de um agrupamento paramétrico maior e mais detalhado. Embora o todo seja significativamente mais extenso, o que se tem como fundo de pesquisa para esta averiguação configura um dos componentes mais importantes de um SGPA: a Textura Superficial.

A Textura do revestimento é um dos critérios descritivos do comportamento da superfície de uma pista quanto à aderência. Esta camada (mais externa) oferece uma importante contribuição no Atrito a altas velocidades e ou em trechos molhados, demonstrando haver uma

fiel correlação entre este indicador e os corriqueiros índices de derrapagem (MEURER FILHO, 2001).

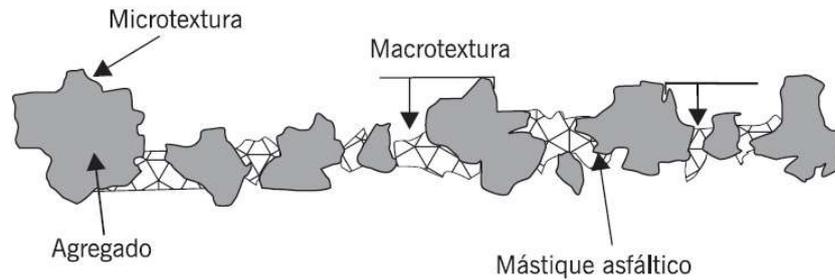
De forma direta, a Textura é a característica do pavimento que se refere aos materiais dispostos e observáveis em sua superfície de rolamento. Há quem afirme, doravante, que ela é uma propriedade que se altera frequentemente pela dinâmica degenerativa dos componentes ativos no plano asfáltico: o tráfego e certos agentes agressores. Em decorrência disto, instantânea e infinitesimalmente, o revestimento apresentaria um estado diferente de Textura Superficial de acordo com o transcorrer cronológico (FERNANDES e DOMINGUES, 1993, *apud* LUGÃO, 2008).

Nos manuais acadêmicos, ao menos do ponto de vista avaliativo funcional, a Textura de um plano asfaltado é fragmentada em quatro classes: a Irregularidade, a Megatextura, a Macrotextura e a Microtextura.

Em um breve resumo, a Irregularidade Longitudinal é a soma dos desvios superficiais de um determinado pavimento em relação a uma projeção referencial abstrata de projeto. Ela afeta os movimentos dos veículos, o efeito do carregamento, a qualidade ao rolamento e a Drenagem Superficial da via. Existe ainda um índice internacional com o intuito de mensurar a variante de Irregularidade: o IRI – *International Roughness Index* (Índice de Irregularidade Internacional) que é expresso em “m/km” (metros por quilômetro) e quantifica as ondulações da superfície, trecho a trecho.

Afetando imediatamente a estabilidade direcional e a aderência em pistas úmidas, a Irregularidade e a Megatextura influenciam diretamente na performance do veículo e seu contato com o pavimento. Contudo, para uma avaliação de Textura de superfície no que se refere à aderência, são enfocadas a Macrotextura, dependente da rugosidade formada pelo conjunto agregados-mastique, e a Microtextura, que é uma função do estrato e aspereza dos agregados (BERNUCCI *et al.*, 2008). A próxima imagem, **Figura 9**, retrata, simbolicamente, a união das Macro e Microtexturas reproduzidas em cadeia.

**Figura 9:** Macro e Microtextura na superfície de um revestimento asfáltico.



**Fonte:** Bernucci *et al.* (2008).

De agora em posterior, serão deixadas de lado as proporções de Textura maiores, ou seja, Irregularidade Longitudinal e Megatextura, para falar-se, mais precisamente, a respeito da Macrotextura e Microtextura, ideias *sui generis* deste compêndio.

#### 3.4.2 Macro (Textura): conceito & parâmetros

Duarte (2011) propõe que a Macrotextura (*tantum*, para alguns autores, “Textura”) perfaz a Profundidade (ou Profundidade Média) dos espaçamentos entre as partículas de agregado em que se tem um comprimento de onda  $0,50mm \leq \lambda < 50mm$  e uma amplitude  $0,20mm \leq A < 10mm$ , sendo a grande responsável pela Drenagem Superficial, proporcionando, assim, um melhor contato entre os pneus e os pavimentos através de canais de escoamento para a água retida em suas faces superiores.

Um pavimento que apresenta alta Macrotextura possui agregados graúdos cujo topo, normalmente, está acima da linha média da superfície geral, compondo um grande volume de vazios intersticiais. Por isto é a principal característica responsável pela Drenagem Superficial das águas pluviais, complementa Rodrigues Filho (2006).

O parâmetro (Macrotextura) pode ser determinado de várias formas. As mais comuns para pavimentos aeroportuários são os ensaios “de Altura Média da Mancha de Areia” e “de Amostra (ou Mancha) de Graxa”, sendo o segundo, no exterior, mais corriqueiro que o primeiro e, no Brasil, a execução por areia é validada pela ANAC como método padrão. Optou-se, para o aeródromo sondado, por este viés, pela realização do Ensaio de Altura Média da Mancha de Areia, que, mundialmente, é regido, sobretudo, por três normas:

1. A francesa: Mode Opératoires du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – Mesure de la Profondeur 40 au Sable – Mode Opératoires RG-2/Paris – 1971;

2. A norte-americana: ASTM E-965-1996, reprovada em 2006;
3. A brasileira: Resolução (RE) 236/2012 e Instrução Suplementar (IS) N° 153.205-001(A)/2016 – ANAC. (Especificamente para revestimentos aeroportuários.)

O teste, em si, desenvolvido pelo Laboratório Britânico de Pesquisa Rodoviária (o *British Road Research Laboratory*), busca examinar a Macrotextura e caracterizar a face superior de um pavimento flexível quanto à capacidade, (ao que se espera) intrínseca a ele, de drenar o líquido confinado entre o pneu e a via. Quantifica-se aí a sua densidade, isto é, a distância média intergranular individual de agregados aflorados em sua superfície.

Para tanto, o equipamento usual consiste em um recipiente de volume conhecido preenchido com uma areia padronizada, um dispositivo próprio para o espalhamento desta e uma régua graduada para medir o diâmetro da mancha constituída. O resultado é expresso pela Altura (ou Profundidade) da areia (HS), em milímetros.

Preenchendo os vazios da Textura Superficial com o dado volume de uma areia com granulometria padrão, espalha-se os grãos a movimentos circulares, de modo que o diâmetro final gerado pela mancha, em uma equação simples, torna-se uma função da Altura Média do volume consumido desta areia durante procedimento (DNIT, 2006).

Simple mas eficaz, pode ter seus componentes executivos vistos pela **Figura 10**.

**Figura 10:** Acessórios para Ensaio de Altura Média da Mancha de Areia.



**Fonte:** Catálogo SOLOTEST (2018).

Alguns tipos de graduação para o processo avaliativo da Macrotextura Superficial direcionados ao Ensaio de Altura Média foram salientados por Lugão (2008) na **Tabela 3** e **Tabela 4**, atribuídos os seus valores ao Departamento de Estradas e Rodagem de Minas Gerais, DER-MG (2005), e a APS (2006).

**Tabela 3:** Classificação da Macrotextura Superficial de revestimentos.

<b>Altura de Areia (HS)</b>	<b>Textura Superficial</b>
HS < 0,20mm	Muito Fina ou Muito Fechada
0,20mm < HS < 0,40mm	Fina ou Fechada
0,40mm < HS < 0,80mm	Média
0,80mm < HS < 1,20mm	Grosseira ou Aberta
HS > 1,20mm	Muito Grosseira ou Muito Aberta

**Fonte:** DER/MG (2005), alterada por Lugão (2008).

**Tabela 4:** Classificação ampliada proposta por APS, M.

<b>Altura de Areia (HS)</b>	<b>Textura Superficial</b>
HS < 0,20mm	Muito Fina ou Muito Fechada
0,20mm < HS < 0,40mm	Fina ou Fechada
0,40mm < HS < 0,60mm	Medianamente Fina
0,60mm < HS < 0,80mm	Média
0,80mm < HS < 1,00mm	Medianamente Grosseira
1,00mm < HS < 1,20mm	Grosseira ou Aberta
HS > 1,20mm	Muito Grosseira ou Muito Aberta

**Fonte:** APS (2006).

Outras considerações ainda são levadas ao leitor por Lugão (2008), citando a ICAO (2002) e a FAA (1997), que, do ponto de vista das recomendações dessas instituições, para a ICAO, deve-se ter uma Textura Média Mínima de 0,625mm para pistas em uso e uma Textura de, no mínimo, 1,00mm para os projetos de revestimentos de pistas novas.

A própria FAA (1997) alvitra que, para pavimentos novos, a Profundidade Média da Textura deva ser de 1,14mm. No caso de já serem as pistas existentes, a mesma instituição adota três situações:

1. Quando a Profundidade Média da Textura cair para valores abaixo de 1,14mm, devem-se efetuar avaliações para este fim toda a vez que se realizarem medições de Atrito;
2. Quando a Profundidade Média se mantiver na faixa de 0,76mm a 0,40mm, deve-se iniciar planos para corrigir a deficiência externa no prazo de 1 ano;
3. Quando a Profundidade ficar em valores inferiores a 0,25mm, torna-se necessária a correção da deficiência de Textura em um prazo de até 2 meses.

Para a ANAC (2012a), nos aeroportos brasileiros, a Macrotextura deve ser controlada para manter-se a uma Profundidade Média indicada (P) maior ou igual a 0,60mm. A **Tabela 5** resgata os índices linearizados para o Brasil com ensaios recorrentes sob restrições mais recentes, ainda da ANAC (2018), mostradas na **Tabela 6**.

**Tabela 5:** Macrotextura pela ANAC.

<b>Profundidade: P = HS (mm)</b>	<b>Classificação</b>
$P \leq 0,20$	Muito Fechada
$0,20 < P \leq 0,40$	Fechada
$0,40 < P \leq 0,80$	Média
$0,80 < P \leq 1,20$	Aberta
$P > 1,20$	Muito Aberta

**Fonte:** Variação da RBAC N° 153, Emenda N° 01 (ANAC, 2016).

**Tabela 6:** Constância mínima de medições de Macrotextura.

<b>Faixas</b> [1]	<b>Média de pousos diários de aeronaves de asa fixa com motor à reação, na cabeceira predominante, no último ano</b> [2]	<b>Frequência de remoção de borracha</b> [3]
<b>1</b>	Menos de 15	A cada 360 dias
<b>2</b>	16 a 30	A cada 180 dias
<b>3</b>	31 a 90	A cada 90 dias
<b>4</b>	91 a 150	A cada 60 dias
<b>5</b>	151 a 210	A cada 30 dias
<b>6</b>	Mais de 210	A cada 30 dias

**Fonte:** RBAC N° 153, Emenda N° 02 (ANAC, 2018).

Em contrapartida, concebido pioneiramente pela NASA – *National Aeronautics and Space Administration* (a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço), em estudos científicos fomentados no *Langley Research Center* (Centro de Pesquisa Langley), o “Método da Mancha de Graxa” consiste no espalhamento de um volume de graxa conhecido sobre uma pequena fração da pista, limpa e seca por meio de um rodo, de maneira que o material untuoso preencha os vazios da Textura Macroscópica do pavimento (YAGER e BUHLMANN, 1982).

Imediatamente depois, artifícios de mensuração e equações matemáticas permitem o cálculo da Profundidade Média da Textura de face do segmento viário, que por sua vez poderá, tal qual a quantificação a partir do Ensaio da Mancha de Areia, ser relacionada ao IFI (*Internacional Friction Index*). A **Figura 11** traz uma imagem dos objetos utilizados para realizá-lo.

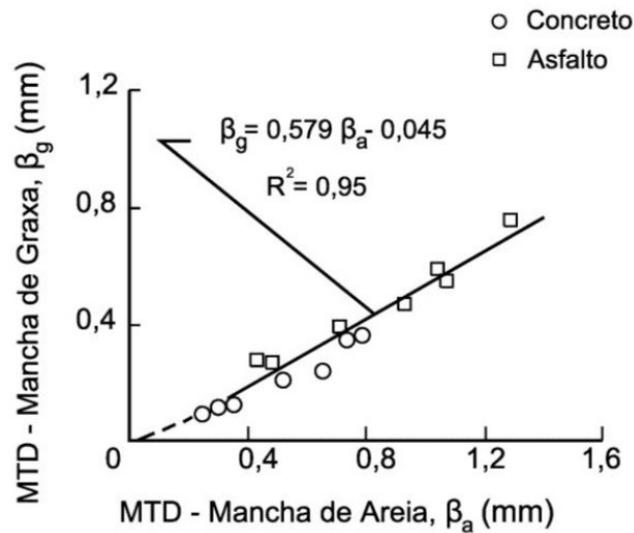
**Figura 11:** Equipamento para o Ensaio da Amostra de Graxa.



**Fonte:** Anais da NASA (WAMBOLD e HENRY, 2002).

Por ser reconhecido também como uma variação do ensaio da Mancha de Areia, Yager e Buhlmann (1982), inclusive, em seu artigo *Macrottexture and Drainage Measurements on a Variety of Concrete and Asphalt Surface* (Macrotextura e Medidas de Drenagem Para Uma Variedade de Superfícies de Concreto e Asfalto), exibem um esquema gráfico, **Diagrama 2**, correlacionando ambos os experimentos.

**Diagrama 2:** Comparativo “Mancha de Areia *versus* Mancha de Graxa” e seu correspondente coeficiente de correlação linear.



**Fonte:** Yager e Buhlmann (1982).

Nota-se que a semelhança entre os métodos é tamanha, que o coeficiente de determinação exprimido para os dois é de  $R^2 = 0,95$ , considerado elevado.

### 3.4.3 *Micro (Textura): conceito & parâmetros*

Para as terminações da ICAO (2002) a Microtextura é o nível de Textura representado pela superfície microscópica das partículas que, individualmente, podem ser sentidas pelo tato, mas que não se pode medir diretamente, ou seja, identificar suas dimensões a partir de uma grandeza de tamanho.

Já Rodrigues Filho (2006), *idem*, diz que a Microtextura é invisível a olho nu, porém, por meio de uma avaliação tátil, pode ser classificada, pelo menos, como lisa ou áspera.

A Microtextura para a PIARC (1987) é uma relação específica nas interfaces dos agregados, cuja aspereza proporciona Atrito tanto nas operações a baixas velocidades, como nos taxiamentos dos aviões em instantes pós-pousos. Seu comprimento de onda é  $\lambda < 0,50mm$  e a amplitude  $1\mu m \leq A < 500\mu m$ .

Bernucci *et al.* (2008) conta que a Microtextura pode ser avaliada por um equipamento de nome “Pêndulo Britânico”, cujo protocolo de manuseio consta na norma ASTM-E-303 de 1993, tendo sido reprovada em 2003.

Equipamento portátil, desenvolvido pelo NBS – *United States National Bureau of Standards* – atual *National Institute of Standards and Technology* (Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia) e depois aperfeiçoado pelo *British Road Research Laboratory*, o Pêndulo, **Figura 12**, é dotado de um braço pendular, cuja extremidade tem uma haste emborrachada, que, ao ser atritada contra uma superfície asfáltica (ou não) umedecida, permite a determinação do VRD – Valor de Resistência à Derrapagem (*British Pendulum Number*, da sigla em Inglês, BPN), dividido nas categorias ostentadas pela **Tabela 7**.

**Figura 12:** Pêndulo Britânico.



**Fonte:** JET MATERIALS, Produtos & Serviços de Engenharia (2018).

**Tabela 7:** Tipificação de Microtextura.

Classe	Valor de Resistência à Derrapagem (VRD)
Perigosa	$VRD < 25$
Muito Lisa	$25 \leq VRD \leq 31$
Lisa	$32 \leq VRD \leq 39$
Insuficientemente Rugosa	$40 \leq VRD \leq 46$
Medianamente Rugosa	$47 \leq VRD \leq 54$
Rugosa	$55 \leq VRD \leq 75$
Muito Rugosa	$VRD > 75$

**Fonte:** ABPv (1999), adaptado por Bernucci *et al.* (2008).

Em estradas, o valor mínimo de 47 é recomendado para garantir, pelo menos, uma Microtextura medianamente rugosa, sendo ela uma característica importantíssima para o

rompimento das películas de água e a promoção de um bom contato pneu-pavimento para baixas velocidades de deslocamento, até cerca de 40km/h (BERNUCCI *et al.*, 2008).

### 3.5 COEFICIENTE ATRITO & TEXTURA: O PAPEL DA ADERÊNCIA

“O friccionar da face de um corpo qualquer sobre outro exerce, em cada um, forças paralelas aos planos de ação do inter-deslizamento, estando estas diretamente ligadas ao contato entre tais superfícies.”

Nomeia-se os esforços descritos de “Forças de Atrito” ou, simplesmente, “Atrito”.

Fixado isto, as Forças de Atrito, ou Fricção, atuantes em interfaces em repouso relativo são chamadas “Forças de Atrito Estático”. Por outro lado, as “Forças de Atrito Cinético” ocorrem por meio de um dado movimento também relativizado.

Simbolizado pela letra grega  $\mu$  (mi) que expressa um coeficiente para o evento fenomenológico natural, na definição da ICAO (2002), tem-se:

*“O Coeficiente de Atrito é a relação entre a força tangencial necessária para manter um movimento relativo uniforme entre duas superfícies em contato (os pneus de uma aeronave e a face externa de um pavimento, por exemplo) e a força perpendicular que as mantem em contato (peso distribuído do avião sobre a área dos pneus).”*

“Aderência da pista de aterrissagens” significa a propriedade física que designa a força de contato entre os pneus de um veículo aéreo e a camada de rolamento do pavimento desta pista por ele utilizada, sendo tal atributo fundamental para a Resistência à Derrapagem e o Controle Direcional da própria aeronave. As condições de aderência das pistas aeroportuárias são ditadas, principalmente, pelo Atrito e pela Textura Superficial (ANAC, 2018).

Para Wells e Young (2004), na menção de Oliveira (2009), o Atrito Superficial das pistas aeroportuárias permite que os aviões acelerem durante o procedimento de decolagem, bem como desacelerem após o pouso, confortavelmente. Não existir Atrito nestes trajetos pode proporcionar ocorrências de derrapagem (deslizamento ou aquaplanagem), com a consequente perda de controle do taxiamento em solo.

Há, aí, um possível risco, tanto para os indivíduos a bordo, quanto para outros próximos ao local das manobras de controle, assim como um propínquo perigo para as

configurações urbanas arredores, muitas vezes repletas de edifícios, residências, comércios, e onde existem mais pessoas em suas rotinas diárias. Por um simples “deslize”, metafórica ou literalmente falando, até mesmo uma quadra inteira, a depender do porte do avião, pode ser devastada em questão de segundos em meio a um choque direto em terra, conforme mostram as seções 3.2.5 e 3.2.5.1 mais atrás.

No Brasil, o Departamento de Aviação Civil do Comando da Aeronáutica (2001) recomenda que os aeródromos nacionais devam possuir pistas de decolagens mantidas de forma a atender aos requisitos de Textura Superficial e de Atrito, quando operarem com as suas vias molhadas, de forma a evitar perdas no controle direcional ou enfrentar dificuldades com a capacidade de frenagem nessas situações.

As considerações de ordem operacional, de acordo com a ICAO (2002), manobram os procedimentos mais adequados a serem utilizados em determinado aeroporto. As aferições dos níveis de Atrito devem ser realizadas, preferencialmente, através de dispositivos que permitam a medição contínua do fator em toda a extensão dos setores revestidos.

Apesar de fundamentais para uma efetiva análise dos atributos de aderência dos pavimentos postos às pistas de terminais aeroportuários, existem equipamentos específicos aos quais não trataremos no transpassar deste horizonte científico. São mais eficientes nas medidas e obrigatórios em termos cotidianos, porém, também mais complexos, pesados e custosos. Exemplos deles são o *Mu-Meter*, o *Skiddometer* e o *Trailer*. Todos de aferições contínuas.

A ICAO (2004) *apud* Oliveira (2009) pontua valores médios de Coeficiente de Atrito para pavimentos com novas superfícies em dois níveis distintos: o **nível mínimo** e o **nível de planejamento de manutenção**. Este último é aquele no qual se devem planejar ações corretivas que não permitam sua redução. Cada número proposto se altera conforme o tipo de equipamento-teste utilizado. Na **Tabela 8**, pode-se conferir.

**Tabela 8:** Fatores de Atrito para cada instrumento medidor.

Equipamento de Medição	Pressão dos Pneus (kPa)	Coeficiente de Atrito		
		Novas Superfícies	Nível de Planejamento de Manutenção	Nível de Atrito Mínimo
<i>Mu-Meter</i>	70	0,72	0,52	0,42
<i>Skiddometer</i>	210	0,82	0,60	0,50
<i>Trailer</i>	210	0,82	0,60	0,50

**Fonte:** ICAO (2004), rearranjada por Oliveira (2009).

Na opinião de Fonseca (1990), Kazda e Caves (2000), referenciados por Oliveira (2009), o parâmetro de Atrito (Coef.) é o resultado das ações de Macrotextura e Microtextura combinadas, dando origem ao efeito antiderrapante desejado, que deveras depende, também, da velocidade das aeronaves e dos modos de Drenagem utilizados.

E em se tratando desses níveis de Textura, a partir deles, foi possível padronizar-se variantes que se impõem internacionalmente como quesitos taxativos essenciais para as discussões a respeito da disposição ao rolamento das faixas de asfalto em setores de pistas aeroportuárias. Sejam eles, o IRFI – Índice Internacional de Atrito de Pistas de Aeroportos – e o IFI – Índice de Atrito Internacional, abreviaturas inglesas com suas devidas traduções.

### 3.5.1 IRFI: *International Runway Friction Index*

O *Joint Winter Runway Friction Measurement Program* (JWRFMP) ou “Programa Conjunto de Medição de Atrito em Pistas de Aeroportos em Período de Inverno” liderado pela NASA (a Agência Espacial Americana), o *Transport Canada* e a FAA, ao ano de 2006, já era posto por Yager (2006), citado por Lugão (2008), com mais de 10 anos de existência, havendo, à época, testes envolvendo cerca de 10 aeronaves, 49 veículos de medição de Atrito e 10 locais de teste, com a participação de mais de 65 instituições de 16 países.

No Programa, distinguiam-se os objetivos:

1. Estabelecer um sistema coordenado de leitura para os diversos medidores de coeficiente de fricção disponíveis, tal que se desenvolvesse uma grandeza de mensuração de Atrito unificada para representar e indicar condições similares de potencial de perigo nas pistas;

2. Consolidar uma correlação confiável entre os números obtidos pelos equipamentos de verificação e o desempenho de frenagem das aeronaves.

Padronizaram, então, para checagens de Atrito em pistas de aeroportos, o IRFI (*International Runway Friction Index*). Este é normatizado pela ASTM-E-2100 de 2001 – *Standard Practice for Calculating the International Runway Friction Index* (Método Prático para o Cálculo do Índice Internacional de Atrito de Pistas de Aeroportos, em tradução).

Mesmo que ainda não amplamente tão difundido, os participantes do JWRFMP pretendem que o IRFI se consolide como um símbolo de verificação oficial para o supracitado coeficiente em pistas aeroportuárias, passando a ser adotado internacionalmente pela indústria do transporte aéreo.

### 3.5.2 IFI: *International Friction Index*

“O *International Friction Index* (IFI) é um parâmetro internacional que pode ser usado para quantificar a aderência pneu-pavimento e, de modo consequente, ser usado como ferramenta redutora de acidentes” (APS, 2006, replicado por LUGÃO, 2008)...

Lugão (2008) afirma ainda que o IFI se originou de uma pesquisa internacional de nome “*International Experiment to Compare and Harmonizing Texture and Skid Resistance Measurement*” (Experimento Internacional de Comparação e Harmonização das Medidas de Textura e Atrito), instituída pela PIARC – *Permanent International Association of Road Congress* (Associação Internacional Permanente de Congressos Rodoviários), atualmente denominada *World Road Association*, a “Associação Mundial de Rodovias”.

O experimento, que ponderou a criação da variável, contou com a participação de 47 equipamentos medidores de 16 países. Foram vistos e revistos 33 parâmetros de Textura e 34 parâmetros de Atrito, para um programa que resultou em um Banco de Dados com mais de 15.000 cifras de valores para diferentes tipos de superfícies. Todas essas cifras foram utilizadas para criar o índice quantitativo de aderência para pavimentos molhados.

Ademais, com base em experiências prévias, admitiu-se que, para relacionar as medidas de Atrito realizadas com distintos aparatos, como roda bloqueada, roda parcialmente bloqueada ou roda oblíqua, em relação ao sentido do rolamento, seria necessário incluir os efeitos da Textura da camada de rolagem. E assim fora feito.

Para se obter um valor de IFI adequado a cada condição é preciso realizar, seja lá com quais aparelhos ou métodos forem (desde que homologados ou homologáveis a partir de critérios internacionais), dois tipos de aferições sobre a superfície de um pavimento: uma de Atrito ( $FR(S)$  ou  $FR(60)$ , após correção) e outra de textura ( $T_x$ ) (WAMBOLD *et al.*, 1995).

A escala ponderativa do Índice Internacional interconecta uma análise de Atrito com uma Velocidade de Deslizamento, estimando uma constante de referência desta velocidade ( $S_p$ ) e a Resistência ao Escorregamento (Atrito) a 60km/h [ $FR(60)$ ] de uma determinada extensão viária. O par ordenado ( $FR(60), F_{60}$ ) expressa o valor desejado, permitindo calcular o Coeficiente de Atrito,  $F(S)$ , até mesmo para uma Velocidade de Deslizamento arbitrária. A ASTM-E-1960 (2001) é a que regulamenta o uso do IFI, embora os intervalos limitantes postos na **Tabela 9** tenham sido tomados como norte, pela Tese de APS (2006), por sua maior minuciosidade.

**Tabela 9:** Faixas de IFI ( $F_{60}$ ).

<b>Categorização</b>	<b>IFI</b>
Péssimo	< 0,05
Muito Ruim	de 0,06 a 0,08
Ruim	de 0,09 a 0,11
Regular	de 0,12 a 0,14
Bom	de 0,15 a 0,21
Muito Bom	de 0,22 a 0,35
Ótimo	> 0,35

**Fonte:** APS (2006).

Suas equações, simbologia, variações e padrões de cálculo serão recontados mais concisa e profundamente no Capítulo 4.

### **3.6 INTERFACE PNEU-PAVIMENTO**

Daqui, já há uma conciliada e indiscutível importância em se manter uma adequada aderência pneu-pavimento, a fim de garantir níveis de segurança para os usuários de voos cíveis (e também militares) e suas fundamentadas operacionalidades, principalmente em condições de chuvas torrenciais.

Os programas de redução de acidentes em condições tempestuosas, normalmente incorporados aos SGPA nas fases de avaliação da aderência pneu-asfalto-solo, vem para incorporar esse gerenciamento aos processos de tomada de decisões sobre a manutenção das pistas de terminais aeroviários. Levando em consideração que este seja um parâmetro chave nos fatos, deve-se procurar materiais e formulações de misturas asfálticas que assegurem um nível satisfatório de Atrito, evitando o deslizamento dos aviões. A má conservação também é uma faculdade importante para que se possam estabelecer programações manutensivas. No fundo, as etapas de perícia mais relevantes aí, são referentes aos defeitos micro e macroestruturais, a Macrotextura, Microtextura, ao Atrito e à Drenagem, possivelmente sob efeitos nocivos de contaminantes.

### *3.6.1 No asfalto: sobre o mal dos fluidos e a eficácia da Drenagem*

Um rigoroso potencial de drenabilidade de águas pluviais é primordial para os pavimentos aeroportuários. Isto ocorre, pois a resistência à derrapagem sofre forte influência das conformações estruturais internas e externas da Textura Superficial, principalmente, sob condições de criticidades específicas em conexão com o “fator pista molhada” (notado com mais frequência sob presença d’água, mas podendo ser óleo, combustíveis e seus derivados, dentre outros detritos).

Uma das táticas mais usadas como um todo na conferência deste comentado “potencial de Drenagem” [o qual pode ser visto (também) como uma “Medida de Textura” mas que não se fez conveniente nesta observação do Suassuna, entretanto, por motivações técnicas e conceituais], se dá através do Drenômetro (ou *Outflow Meter*).

Ele nada mais é do que um dispositivo estacionário num transparente invólucro cilíndrico plástico e fixo a uma base revestida de metal, conferindo-lhe plena rigidez vertical. Ainda, acoplado à face inferior, há um anel de borracha. Desta feita, simulando as circunstâncias de solicitação pneu-pavimento sob suas ações próprias de contato, o cilindro é posto sobre o revestimento, sendo então carregado até que o anel de borracha se fixe à superfície analisada. Preenchido de água a um conhecido volume de referência, como vê-se na **Figura 13**, um mecanismo interno faz com que o líquido deflúa de dentro para fora do bulbo vítreo e um cronômetro de precisão meça o tempo requerido para que o fluido escape por entre os micro-canais do asfalto e entre o anel de borracha e a interface com o piso.

**Figura 13:** Utilização do *Outflow Meter* sobre um *grooving*.



**Fonte:** Aktas *et al.* (2011).

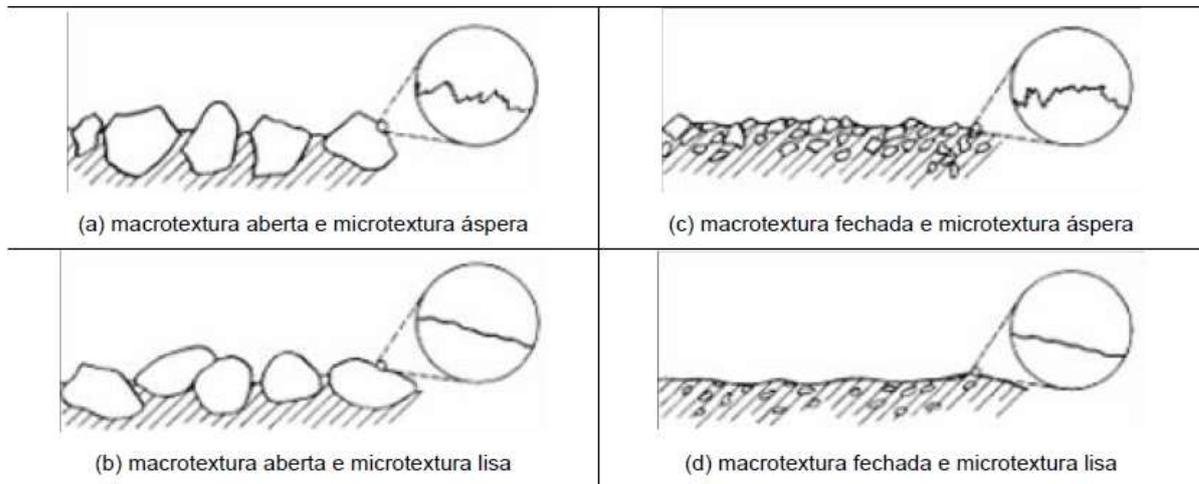
Marcados tempo e volume, obtém-se a vazão de escoamento superficial da água, isto é, a drenabilidade (dada em  $\text{m}^3/\text{s}$ ) da “área drenante”.

A Textura Superficial dessas áreas deve ser capaz de fornecer o escoamento livre dos líquidos (às vezes mencionados como “contaminantes”), eliminando-os por meio de poros ou canais estabelecidos pela Macrotextura. Para isto, o trajeto tem de conter, encorpados em sua composição, agregados que apresentem rugosidade suficiente para romper quaisquer possíveis lâminas de impurezas fluidas surgidas. Todas essas premissas são fundamentais para, novamente, uma eficaz interação na correlação pneu-pavimento. Do contrário, o tal fenômeno típico das situações extremas de maus cuidados também pode ocorrer: a hidroplanagem.

Define-se, mais corretamente, “hidroplanagem” ou “aquaplanagem” como o evento ocorrido quando os pneus de uma dada aeronave perdem o contato total com a superfície asfáltica atuante, se fazendo presente uma película de água (ou outros) que impede tal influência mútua. Portanto, as nuances de Textura nunca devem ser dissociadas disto.

A ESDU (1971) ilustra na **Figura 14** [tabela modificada por Lugão (2008)] de maneira didática e visual a classificação de Textura dos pavimentos em quatro tipos, tal qual os estados de rugosidade das suas macro e micro dimensões e a inerente influência dos líquidos em todas elas. Nesse contexto, um conjunto conceitual similar também foi apresentado na Dissertação de Rodrigues Filho (2006), outrora especialmente reportado por Silva (1981).

**Figura 14:** Conjunto classificatório de superfícies de pavimentos.



**Fonte:** ESDU (1971) *apud* Lugão (2008).

Nos subtópicos a seguir (3.6.1, 3.6.2, 3.6.3 e 3.6.4) há a descrição compilada em termos concretos de cada uma dessas categorias onde Lugão (2008), na sua menção, conta com o respaldo de Silva (1981), Santos (2004) e Rodrigues Filho (2006) para elucidá-las.

### 3.6.2 Superfície com Macrotextura Fechada e Microtextura Lisa

Esse é o tipo em que predominam as perdas por adesão. O Coeficiente de Atrito reduz suavemente com o aumento da temperatura e a pressão dos pneus. Mesmo com a pista seca, o valor da força de frenagem é diminuído, fazendo com que o avião necessite de uma distância maior no trajeto em terra para efetivar uma parada total.

A umidade do pavimento, acentuada ou não, altera para menos os valores de Atrito a qualquer velocidade devido à *hidroplanagem viscosa*<sup>14</sup>, já que o pneu não consegue expulsar completamente, a tempo, a água preenchendo a zona de contato com o asfalto. Uma fina película de fluido se interpõe à barra de rodagem e a pista. Este fato elimina as perdas de energia cinética por adesão, o que explica a dificuldade na frenagem.

Quando há uma pista com sua Textura inundada, a hidroplanagem viscosa é contínua e gradualmente substituída pela *hidroplanagem dinâmica*<sup>15</sup>, na medida em que o veículo aéreo acelera. A ausência de Macrotextura faz com que a lâmina de água crítica, substancial para

<sup>14</sup> Ocorre sob velocidades ponderadamente baixas e está intimamente ligada à viscosidade da água que impede, em algum limite, a expulsão do líquido do domínio compartilhado entre pneu e pavimento.

<sup>15</sup> Quando há uma considerável camada de fluido contaminante sobre a pista, e os pneus do trem de pouso deslocam esta água naturalmente para que se estabeleça um contato entre as rodas e o solo.

ocorrência de hidroplanagem dinâmica, seja menor. Para pistas com essa textura, as ranhuras nas bandas de rodagem são muito importantes para a precaução, tanto no tocante à hidroplanagem viscosa, como na dinâmica.

### *3.6.3 Superfície com Macrotextura Fechada e Microtextura Áspera*

Nesta, para a condição seca, são proporcionados Índices de Atrito pouco inferiores àqueles encontrados em uma pista de Microtextura Lisa. É o que ocorre pela diminuição da área real de contato e uma menor adesão. Sobressaem-se as perdas por aderência, mas a contribuição da *histerese*<sup>16</sup> devida à Macrotextura é superior a 25% do valor do Coeficiente de Atrito ali distribuído.

Rotineiramente, a redução do contato é pouco importante e inteiramente compensada pelo incentivo físico que a Microtextura proporciona ao Atrito da pista quando molhada. As asperezas perfuram e atravessam a delgada película aquosa em milhares de pontos, com os quais as perdas por adesão são despertadas nas singularidades de contato, teoricamente secas. As ranhuras das bandas de rodagem, neste caso, são de vital importância para prevenir a hidroplanagem dinâmica.

### *3.6.4 Superfície com Macrotextura Aberta e Microtextura Lisa*

Nessa configuração da malha de revestimento, ela encontra-se com um valor de Atrito por adesão mais reduzido, e isso se faz devido à menor capacidade da borracha dos pneus aderirem à Microtextura mais suave. Em trechos pavimentados para pouso com altas taxas de solicitações, os componentes agregados da parte mais externa ao concreto asfáltico costumam se desgastar, principalmente, se eles forem menos resistentes à abrasão. Ocorre, pois, perdas nas suas características de Atrito, especialmente se a pista estiver molhada.

Uma pista seca com Macrotextura Aberta e Microtextura Lisa dá evidência a Coeficientes de Atrito análogos aos oferecidos pela pista de Textura Fechada e Lisa. Se a Macrotextura for muito aberta, os números já serão vagamente inferiores, pois as perdas por aderência predominam. Perdas por histerese devidas à Macrotextura podem alcançar, também, aproximadamente, 25% da Taxa de Atrito.

---

<sup>16</sup> É a capacidade de um material poder preservar uma certa deformação efetuada por um estímulo qualquer.

Noutro viés, a taxa de fricção ou Atrito por histerese em ocasiões de grande umidade local é responsável pela maior parcela da força nos freios quando acionados. Pneus constituídos de matérias primas que deem cobertura a altas cotações de Atrito por histerese apresentam um melhor desempenho nessas condições. Como esse tipo de pavimento possui uma Macrotextura Aberta, o escoamento da água acumulada ainda é mais passível de acontecer, diminuindo bem os riscos de derrapagem.

### *3.6.5 Superfície com Macrotextura Aberta e Microtextura Áspera*

A Macrotextura Aberta e Microtextura Rugosa ou Áspera favorecem uma alta adesão entre a borracha dos pneus e o pavimento, proporcionando, além do mais, um alto índice de histerese para tal borracha quando esta deforma-se ao acompanhar as saliências do piso.

A Microtextura Áspera reduz a potencial ocorrência de hidroplanagem viscosa e a Macrotextura Aberta dificulta o surgimento da hidroplanagem dinâmica, sendo que a profundidade crítica da lâmina d'água é registrada em patamares notoriamente superiores.

Os pavimentos com estes requisitos não sofrem perda acentuada das propriedades de Atrito em presença de um ambiente aquoso devido a sua capacidade de gerar um bom fluxo de água enquanto há movimentação de pneus sobre as faixas de rolagem, seja tal deslocamento em qualquer velocidade da aeronave. São tipicamente identificados em vias recém-construídas, que não sofreram uma ruína dos seus agregados superficiais, ou em pistas construídas com material granulado provenientes de rochas mais resistentes. Um fato resultante disto é que as suas características em relação ao Atrito são contidas por um período maior.

## **3.7 MANUTENÇÕES & REPAROS**

Mesmo sendo um procedimento, em seus meandros, muitas vezes impreciso, numa opinião da DIRENG (1978), realizar exames (ou perícias) nos pavimentos por meio de um SGPA ou vistorias ocasionais são de total vitalidade para o cotidiano aeroportuário sistemático. Eles (os exames) constituem uma das primeiras fontes de informações subsidiárias para o planejamento a curto, médio e longo prazo de todas as demais operacionalidades dos terminais e, inclusive, da programação ou traçado de estratégias de manutenção para as suas amplas áreas asfálticas.

Bem ou mal comparando a um corpo orgânico (organismo vivo de quaisquer espécies) e que precise de um diagnóstico rápido e eficaz para o seu tratamento, os atos programáticos de avaliação de pistas em geral, realizados obedecendo-se a um plano pré-estabelecido ou critérios pré-fixados em atualizações periódicas, fomentam a verificação de diversos defeitos ou patologias em seus estágios iniciais. É o que possibilita a adoção de medidas preventivas, reparatórias, construtivas ou reconstrutivas que possam corrigir, em tempo adequado, as falhas presentemente existentes e promover condições permanentes de segurança às operações aéreas.

Para mais ou para menos intensa, a deterioração superficial do revestimento de pistas aeroportuárias é, como deveria ser, produto de deficiências gênicas ou provocadas que, durante a sua vida útil (duração do pavimento), acumulam-se como uma natural resultância do tempo em uso, da intensidade do tráfego local e de possíveis causas ligadas às imperfeições havidas durante alguma das fases do processo construtivo.

Independentemente do grau e tipo de imperfeições, o óbvio de tudo isso é que se faz necessário, às vezes, aplicar algumas formas de tratamentos nas faixas de rodagem de maneira a proporcionar adequados limites estruturais e funcionais, especialmente de Atrito, como um meio de minimizar, o quanto possível, a aquaplanagem. Tal corolário deve-se à constatação de que os indesejáveis eventos de deslizamento, responsáveis por incontáveis acidentes e incidentes envolvendo aeronaves, tem, em sua inserção como fatalidades, a falta de (ou má) manutenção desses padrões de qualidade basilares.

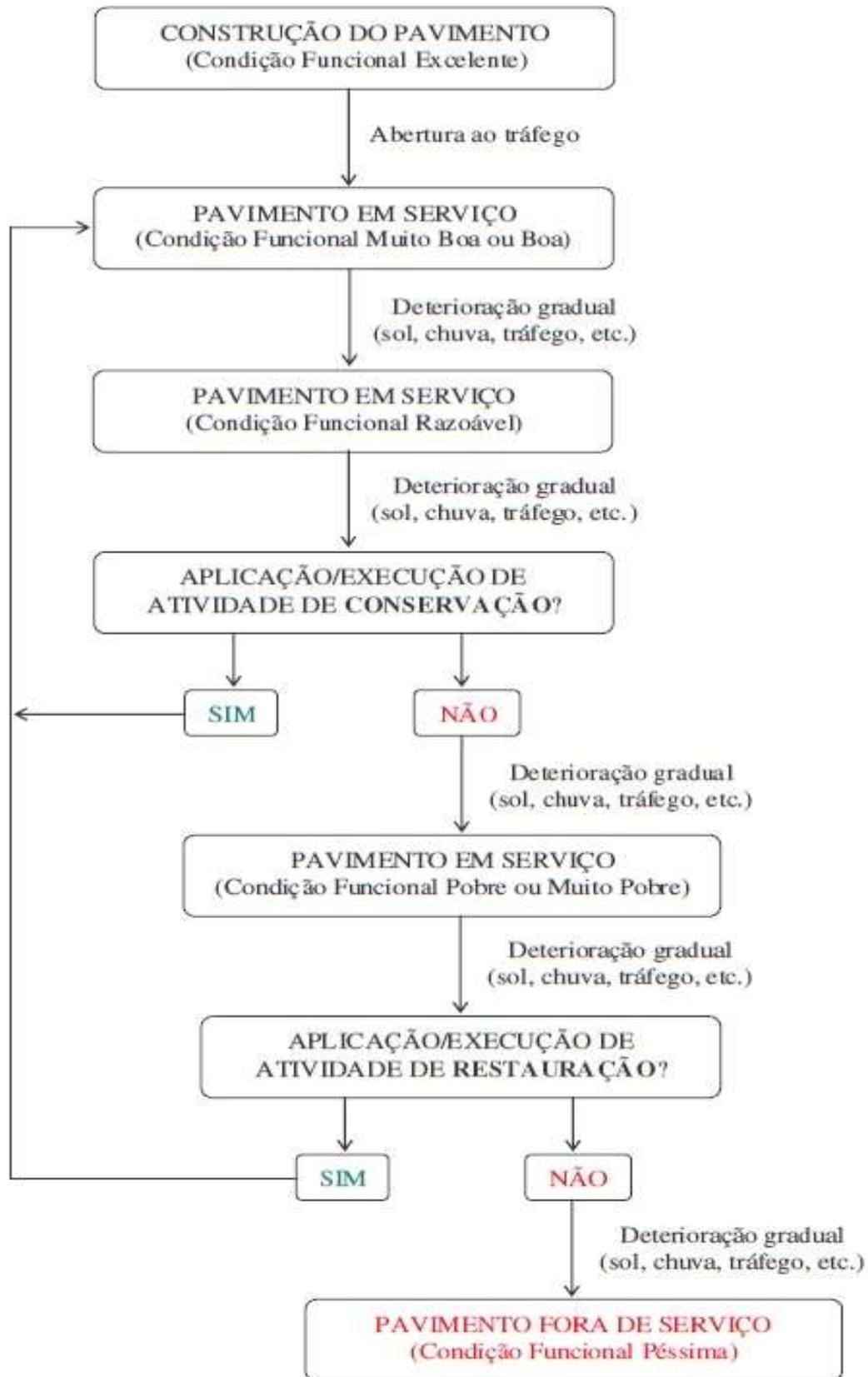
Tirante disto, a ICAO (1983) se manifesta complementando (ainda) que a eficaz aplicação de uma determinada correção ou técnica extensiva para a preservação do material asfáltico dos pavimentos de aeroportos oferece uma resposta positiva a eles quanto à ocorrência de aquaplanagem, atendendo ao principal requisito operacional destacado pela Organização de Aviação Civil: a resistência à derrapagem.

Indo mais além, Bernucci *et al.* (2008) diz que “restaurar uma via” constitui um conjunto de operações destinadas a reestabelecer, na íntegra ou parcialmente, os atributos técnicos originais do revestimento desta mesma via. Esse reavivar das condições primárias de qualidade deve trazer um retorno máximo do investimento realizado dentro das restrições operacionais e de viabilidades em que o custo-benefício envolvido se alinhe com as melhores práticas do ramo de Pavimentação.

É cientificamente perceptível que os serviços de restauração, sejam eles de todas as formas ou tipos possíveis e em quaisquer peças ou segmentos asfálticos, tornam-se mais frequentes na medida em que não se usufruem, no momento apropriado, das efetivas ações de conservação ou quando esta tendência inexistente, na real, para a maioria das circunstâncias engajadas no “todo”. Quando isto ocorre, são proporcionados à obra, projeto ou empreendimento, custos desnecessários e, sobretudo, às vezes excessivos, que poderiam ser reduzidos com uma simples regularidade na conservação de suas instalações, ou, se por menos, partes delas. Deste ponto de vista, o responsável por mediar profissionalmente as questões, da Engenharia ao financiamento das conformações requeridas, é o Engenheiro de Pavimentos.

Trazido de Oliveira (2009), pela **Figura 15** vê-se um fluxograma de evolução das condições de um pavimento genérico (em qualquer Sistema de Gerenciamento), com base na reincidência, ou não, de conservações e restaurações feitas no decorrer de sua vida útil. Faz-se evidente que ele desponta com os seus termos funcionais em patamar **Excelente** e, a partir da abertura ao tráfego somado a sua deterioração espontânea e uma não execução de qualquer proposta mantenedora para os seus bons atributos, este decai à esfera **Péssima**, até a inviabilização ou inutilização dos seus serviços.

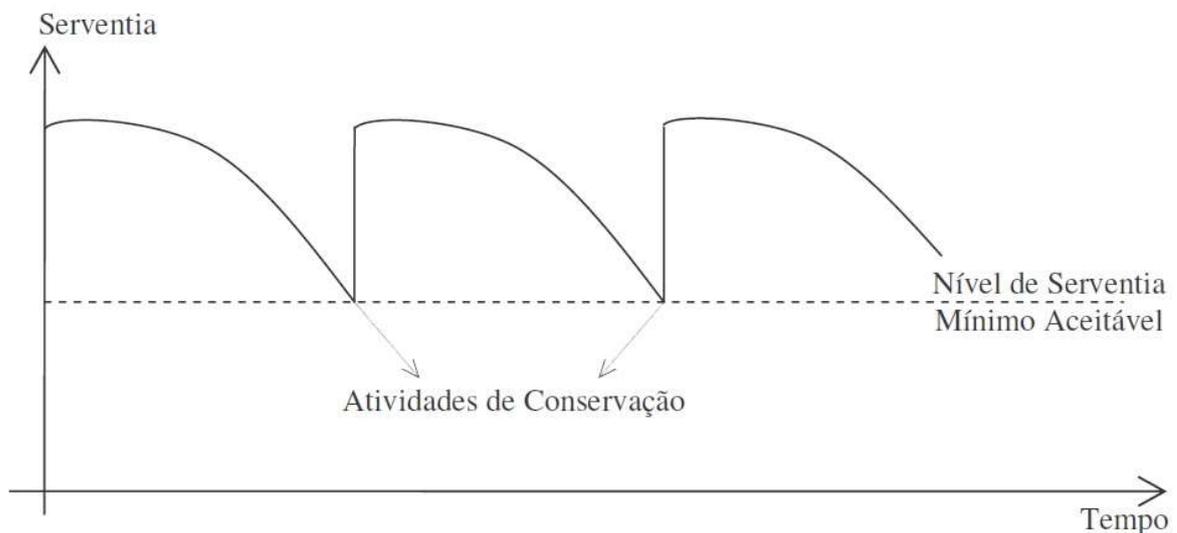
**Figura 15:** Progressão, em serviço, da duração de um revestimento comum.



Fonte: Oliveira (2009).

Já o **Diagrama 3**, representação elaborada por Carey e Irick (1960), permite correlacionar e analisar algumas considerações das práticas de conservação e restauração por cima do desdobramento dos conceitos dependentes “Serventia-Desempenho”. Cada “pico” de curva (ou, por assim dizer, uma “nova curva”) significa que uma recente porção de medidas foi tomada para reestabelecer o completo (ou “semi-completo”) poder de “servir” (leia-se: “ser utilizável”) de um certo pavimento para um nível de tráfego igual ou próximo do qual se previu inicialmente ou se pratica usualmente. No tempo, a Serventia só é permitida regredir até um patamar mínimo preestabelecido. Cada “queda” a esta marca mínima requer uma nova série de recuperações.

**Diagrama 3:** Variações da Serventia, cronologicamente, sob regime conservatório.



**Fonte:** Carey e Irick (1960) refeito por Oliveira (2009).

Coeso ao já demonstrado, é importante relembrar, sucintamente, que se incluem no arcabouço técnico imprescindível nas investigações para uma regularização ou revitalização da vida útil de um revestimento: as inspeções visuais, os ensaios de Textura Superficial, por exemplo, os da Macrotextura (de maior relevância) e, enfim, testes de Atrito. Em tudo há protocolos, metodologias e frequências firmadas de modo semanal, quinzenal, mensal ou também contingencial: quando necessário. Há também conferências experimentais que se realizam mais esporadicamente, sendo que, a este perfil, não prender-se-á a elas. O que se tira disso é que um dos maiores quinhões dos reparos executados no rotineiro aeroportuário deve-se às maneiras de apuração mencionadas neste parágrafo. (E ainda em uma expressão talvez simplória.)

Diante disso, é quase iminente o surgimento das seguintes questões: “Ótimo. Mas na ocasião do acúmulo de desgastes, o que prover? O que utilizar? Como fazer? De que modo se mantém um pavimento aeroportuário útil e estável no tocante a sua funcionalidade em concordância com a sua classe e volume de tráfego?” As respostas são várias. Cada caso é um caso e merece uma devida atenção aos comandos de um profissional (Engenheiro) capacitado. Contudo, recolhido no **Quadro 2** está uma generalização do que pode ser feito, porventura, a pedido desta demanda. (Alguns sob impreteribilidade.)

**Quadro 2:** Condensado de medidas resolutivas para a degradação de pavimentos flexíveis.

<b>Tipo de Atividade</b>	<b>Opções</b>	<b>Timing</b>
<b>REESTRUTURANTE</b>	Tratamentos Superficiais (Simples – Duplo – Triplo)	<i>Contingencial</i>
	Microrevestimento Asfáltico (A frio ou a quente)	<i>Contingencial</i>
	Lama Asfáltica	<i>Contingencial</i>
	Matriz Pétreo Asfáltica (SMA)	<i>Contingencial</i>
	Camada Porosa de Atrito (CPA)	<i>Contingencial</i>
	<i>Grooving</i>	<i>Condicional/Contingencial</i>
	Remoção de Borracha	<i>Periódico</i>
	Reconstrução Integral	<i>Contingencial extremo</i>
<b>MANUTENSIVA</b>	Vistorias visuais	<i>Semanal/Quinzenal/Mensal</i>
	Ensaio de Macrotextura	<i>Normatizado/Tabelado</i>
	Aferição de Atrito	<i>Normatizado/Tabelado</i>

**Fonte:** Arquivo pessoal (2019).

No mais, para os serviços de restauração qualitativa na causa desta pesquisa, indicar-se-ão (porém, não obrigatoriamente serão sugeridas) as seguintes predileções corretivas estratégicas:

- i. Tratamento superficial – simples, duplo ou triplo;**
- ii. Utilização de uma Camada Porosa de Atrito (CPA);**
- iii. A aplicação de *grooving*;**
- iv. Remoção de borracha;**
- v. A reconstrução do revestimento.**

Insignes sejam estas boas práticas, umas mais intrusivas e outras menos, é inevitável que haja interdições numa pista de aeródromo que, sendo ela modesta ou mais robusta, possa vir a receber algum tratamento restaurador de suas funções primordiais.

Em outras palavras, mesmo com a evolução tecnológica atual permitindo intervenções de manutenção cada vez mais ágeis e sem tantas perdas na logística aeroviária, quaisquer modos de recompor a qualidade de um pavimento, nesses termos, ainda proporcionarão algum impacto à operacionalidade do terminal de voos correspondente àquela obra e ou àqueles trabalhos de reforma. Essas obstruções no fluxo normal dos veículos aéreos podem, e comumente devem, ser regulares (essencialmente) por motivos de segurança operacional, embora venham a ser até ocasionais se preciso for. Isto ocorre, digamos, no decorrer de alguns dias.

No Aeroporto Presidente João Suassuna há somente uma pista de pousos e decolagens mais suas adjacências: vias de acesso, taxiamento, manobras... E este é um fato que reforça uma quase indispensabilidade de paradas circunstanciais na circulação das aeronaves para manutenção do pavimento ou, apenas, para as averiguações de costume. Todavia, uma das peculiaridades do *SBKG* é a não adesão a um itinerário fixo ao longo das manhãs e fins de semana para a composição das suas metas diárias de viagens. Esses horários são disponibilizados para idas e vindas de voos executivos, ou de menor porte, e isso gera um razoabilíssimo ganho de tempo no movimento laboral de conservação de suas infraestruturas.

Hoje é 16 de Maio de 2019 e, até o presente, de fontes oficiais internas ou mesmo extraoficiais confiáveis, nenhum acidente envolvendo hidroplanagem foi registrado para o João Suassuna. É um fato, inclusive, já assinalado.

Aliado dessa constatação, pelo subitem 3.1, consegue-se notar que, não de hoje, o aeródromo (e o restante físico) do Suassuna beneficia-se de reparos e ou reformulações supra, meso e infraestruturais concebidas dessas últimas duas décadas para cá. Em ordenação cronológica: a reconstrução e reforço complementar da pista e pátio, incluindo novas sinalizações, em 1995; revitalizações no início dos anos 2000; e em 2014 mais uma recuperação do revestimento da 15/33 (pista principal), e do seu entorno, dando ênfase ao Sistema de Drenagem Superficial. Estas são algumas das mais significativas e profundas atuações de manutenção já promovidas na instituição, fora as análises e observações recorrentes que, certamente, tem as suas motivações distintivas e custos agregados.

Logo, para nos atermos às indicações e ou sugestões de conservações estratégicas, em seu tempo, implementáveis no João Suassuna, também levando em conta que cada uma dessas se dá por diferentes meios, é preciso conhecer definições e conceitos das opções a pouco mostradas, enumeradas e atentadas **em negrito**.

### *3.7.1 Tratamento superficial*

No boletim técnico de Teixeira (2012), o “tratamento superficial” é uma categoria de revestimento flexível de fina camada executado por um recorrente espalhamento de ligante betuminoso mais agregados, numa operação simples (direta) ou múltipla (em um comboio de profissionais e máquinas), ocorrendo quase que simultaneamente para as suas várias etapas. O que se tem de fator coesivo para essa “casta de revestimentos” é a modalidade de aplicação: por difusão de materiais, separadamente, e o envolvimento do agregado pela livre penetração da emulsão asfáltica de, pelo menos, duas formas. Diz-se “penetração invertida” ou “penetração direta”.

Em seu emprego, uma “penetração invertida” define-se como o tratamento iniciado pelo espalhe do ligante. Paralelamente, o termo “penetração direta” fora introduzido para dar uma melhor reconhecimento aos tratamentos executados em acostamentos de rodovias com emulsões de menor viscosidade em que, caso não se inicie as ações pelo espalhamento do agregado, o quase fluido ligante pode vir a escorrer indevidamente.

Daí, vem que os tratamentos superficiais, do teórico-conceitual ao concreto (real), podem ser classificados em Tratamento Superficial Simples – TSS, Tratamento Superficial Duplo – TSD, Tratamento Superficial Triplo – TST e, quanto às partições tais e robustez deste método, o DNIT (2012) as nomeia da seguinte forma:

- 1) TSS: É o processo de criação de uma camada de revestimento para pavimentos constituída por uma aplicação de ligante asfáltico encoberta de um estrato de agregado mineral submetido à compressão. **(DNIT, 146/2012 – ES.)**
- 2) TSD: É o processo de criação de uma camada de revestimento para pavimentos constituída por duas aplicações de ligante asfáltico, cada uma encoberta de estratos de agregado mineral submetidos à compressão. **(DNIT, 146/2012 – ES.)**

- 3) TST: É o processo de criação de uma camada de revestimento para pavimentos constituída por três aplicações de ligante asfáltico, cada uma encoberta de estratos de agregado mineral submetidos à compressão. (DNIT, 146/2012 – ES.)

Testemunha-se na **Figura 16** o delineamento de, ao menos, um TSS e um TSD (o TST é um mero prolongamento destes), bem como o maquinário utilizado em sua execução.

**Figura 16:** Desenvolvimento e ilustração de um TSS e um TSD.



**Fonte:** Blog Asfalto de Qualidade (2018).

Já na visão de Bernucci *et al.* (2008), os chamados “tratamentos superficiais” consistem numa aplicação, na pista, sem mistura prévia e com uma posterior compactação, de um material betuminoso e outros aditivos (se houverem) aliados a agregados pré-selecionados, acarretando à adesão e recobrimento parcial de tais componentes da melhor maneira praticável.

Portanto, voltado ao desempenho desta terapia, suas funções fundamentais são:

- 1) Proporcionar uma camada de rolamento de pequena espessura, porém altamente resistente ao desgaste;
- 2) Impermeabilizar o pavimento;
- 3) Proteger a infraestrutura de intempéries nocivas e ou corrosivas;
- 4) Revestir o pavimento de um plano antiderrapante.

No tratamento superficial, o betume ligante deve, desde a sua primeira manipulação até o término da usabilidade do revestimento, garantir a união permanente entre os agregados. Na satisfação desta meta, é necessário que ele atenda a vários critérios quanto as suas propriedades reológicas. Por exemplo, na ocasião do seu espalhamento, é irrefutável que se tenha uma viscosidade amena o suficiente, de 20 a 100 segundos no viscosímetro Saybolt-Furol, para garantir uma vazão uniforme através da bomba e dos bicos do espargidor. Ao mesmo tempo, a mesma viscosidade deve ser consistentemente elevada para evitar escorrimentos excessivos nos sentidos longitudinal e transversal das áreas tratadas. (Principalmente as mais inclinadas.) Então, depois do período de cura, o aglutinante asfáltico deve atingir rapidamente uma alta viscosidade para uma retenção completa do agregado, sem mais deslocamentos em nenhum sentido e sem perigo de exsudação. Tudo isto deve se manter durante toda a vida útil do pavimento.

### 3.7.2 CPA: *Camada Porosa de Atrito*

O Brasil assumiu um acertado hábito de utilizar certos pavimentos com uma Camada Porosa de Atrito, CPA – por abreviação, e pavimentos frisados [o “*grooving*” (esclarecido mais à frente)], em brevíssimo estes dois, como meios de manter garantidos e nivelados os valores de Atrito em suas vias aeroportuárias, ainda que em tempos intempestivos (dias chuvosos, ocasiões de derramamento de combustível, má limpeza e tudo mais).

Expondo pela **Figura 17**, enuncia-se então uma CPA como sendo uma tênue crosta numa junção asfáltica de espessura constante, flexível, de Macrotextura Aberta e alta capacidade drenante, derivada de uma mistura devidamente usinada a quente da adição de agregados minerais graúdos e uma parcela de material de enchimento aglomerados com algum ligante betuminoso (ARAÚJO, 1994).

**Figura 17:** Camada Porosa de Atrito de 5cm em uma autoestrada de Tóquio, Japão.



**Fonte:** Teixeira (2015).

A FAA (1997) não recomenda o uso de Camada Porosa para aeroportos com trânsito de jatos acima de 91 aterrissagens diárias à reação por cabeceira. Isto, porque os terminais de alto fluxo exigem agressivas limpezas de suas pistas devidas a um pesado acúmulo de borracha advinda dos pneus dos aviões, problema que será mais tarde discorrido, e que compromete ferrenhamente a Drenagem interna do piso.

A título de curiosidade, desde a década de 1960 que aeródromos como os de *Gatwick*, *Heathrow*, *Liverpool*, *London Southend*, *Prestwick* e *Stanstead*, só para dar exemplos, possuem Camadas Porosas de Atrito sendo executadas em suas pistas. Nos Estados Unidos, a maioria dos pequenos e médios aeroportos também adota uma CPA, utilizando-a, ainda, em alguns centros de aviação comercial internacionais, como o *Palm Springs International Airport*.

Muito embora a CPA, dada a sua eficácia, seja vista como um revestimento solucionador de infinitos contratempos relacionados à hidroplanagem, a sua aplicação, no Brasil, ainda é vastamente secundarizada. No entanto, sendo ela proporcionadora de uma maior seguridade funcional, até algumas obras rodoviárias no país absorveram-na pragmaticamente e, dentre elas, há a Rodovia Presidente Dutra, próxima a São Paulo, e a Rodovia dos Imigrantes, ligando São Paulo a Santos (1998). O Aeroporto Santos Dumont no Rio de Janeiro, em 1999, e o Aeroporto Internacional Tancredo Neves, de Minas Gerais, em 1983, também se apossaram correntemente da prática (BERNUCCI *et al.*, 2008).

### 3.7.3 Grooving

“*Groove*: entalhe, sulco” (CAMBRIDGE, 2019).

O significado predito, em uma reversão etimológica, nos leva a “*Grooving*” que, para a Engenharia de Pavimentação, nada mais é do que um artifício de criar fendas superficiais transversais em um revestimento, tal que a água que se acumule nessas fissuras seja velozmente expelida e haja nisso uma diminuição do risco de deslizamento do trem de pouso de um avião, em solo, nas preliminares de decolagem ou descida. Já pôde ser versado no subtópico 3.2.5.1 sobre o voo JJ 3054 e consta, também, na **Figura 18**.

**Figura 18:** Estriamento do Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola (Joinville, SC).



**Fonte:** Mattei (2015).

Este esquema (do *grooving*) pode ser sobreposto em pavimentos rígidos e flexíveis, entretanto, uma recomendação da FAA (1997) prescreve que se faça-o, preferencialmente, durante a construção dos trajetos. Em contraponto, a pluviometria, o histórico de acidentes aeronáuticos suscitados pela hidroplanagem, as proporções dos trechos asfaltados, as orientações experimentais originárias da Macrotextura, Microtextura, Atrito, PCI e afins são os atores que mais que sopesam sobre implementá-lo ou não nas pistas em serviço. Para tal, pondera-se esses parâmetros.

Com esta finalidade de aumentar o Coeficiente de Atrito dos aeródromos e, por consequência, reduzir a ocorrência de aquaplanagem, Wells e Young (2004), nas palavras de Oliveira (2009), sugerem a execução de *grooving* como o método mais eficaz e econômico. Já Rodrigues Filho (2006) ressalta que, apesar de contar com canais transversais bem formados, o *grooving* não instaura o mesmo efeito de uma Textura Superficial Grossa incrementada por agregados graúdos. Esta dispõe de inúmeros caminhos de fluxo para o escoamento da água e é mais eficiente na tarefa de drenar.

Na FAA (2003b), a padronização de execução do *grooving* é de 6mm ( $\pm 1,60$ mm) de largura por 6mm ( $\pm 1,60$ mm) de profundidade, continuamente, em toda a extensão oblíqua dos trechos de uso primário no sentido perpendicular ao das operações de pousos e de decolagens.

Vale saber que na pista 15/33 do João Suassuna, hoje, não há *grooving* e nem previsão para a incorporação de uma CPA – Camada Porosa de Atrito (3.7.2).

#### 3.7.4 Remoção do contaminante “borracha”

De antemão, é importante explicar que, ao aterrissar ou partir tocando com seu trem de pouso na superfície de uma pista (mais no instante do pouso que na decolagem), uma aeronave deixa, junto do pátio asfáltico, ou mesmo de concreto, um rastro de emborrachamento nesses pontos de toque que (quase sempre) vem a servir de poluição, prejudicando, com o passar do tempo, a suficiência na adesão entre os pneus e a própria base de rolamento dessas pistas.

Tais lugares (os “pontos de toque”) no Suassuna, correspondem, como pode ser apontado até empiricamente, ao **Primeiro** e partes do **Segundo Terço** do comprimento total de seu pavimento principal.

Depositada nessas regiões, a borracha contribui para uma diminuição do Atrito nos revestimentos, principalmente quando úmidos, colocando em risco as operações aéreas dos jatos iniciadas ainda em terra, e podendo inclusive favorecer à ocorrência de aquaplanagem: os pneus dos veículos perdendo o contato com o plano superficial do aeródromo devido à lâmina d’água formada sobre ele (OLIVEIRA, 2009).

Incorrendo aos aspectos funcionais, a Macrot textura de um trajeto aeroportuário não é alterada substancialmente ao longo de sua idade, exceto nas áreas de toque como resultado do depósito de borracha. Os protocolos de manutenção para a remoção desses resíduos também interferem diretamente na Macrot textura, podendo vir até a causar sua truncada corrosão não proposital (RODRIGUES FILHO, 2006).

Speidel (2002) diz ser claro que existem infindos atores contribuintes para a degradação externa dos pavimentos (o que abarca também a limpeza do emborrachamento), mas isto não se torna motivo sequer para alguma desatenção a esses trabalhos, evidenciando que a acumulação de borracha é uma das anormalidades mais fáceis de reconhecer, simples de corrigir e com um custo de remoção ou extinção moderadamente inexpressivo.

Normalmente, os serviços de retirada do contaminante (quando acumulado) são realizados em períodos de menor movimentação de aviões, e geralmente no turno da noite, com o intuito de não tornar precário o dinamismo dos terminais. São intimamente relacionados às medições de Atrito, também regulares, tendo como alvo central a preservação ou renovação das condições de aderência das camadas superiores das pistas.

A ANAC (2018) alvitra, pela **Tabela 10**, que o removimento de borracha de quaisquer revestimentos prejudicados deva ocorrer, nestes prazos, sob estas delimitações.

**Tabela 10:** Prazos mínimos para a limpeza do contaminante “borracha”.

Faixas [1]	Média de pousos diários de aeronaves de asa fixa com motor à reação, na cabeceira predominante, no último ano [2]	Frequência de remoção de borracha [3]
1	Menos de 15	A cada 720 dias
2	16 a 30	A cada 360 dias
3	31 a 90	A cada 180 dias
4	91 a 150	A cada 120 dias
5	151 a 210	A cada 90 dias
6	Mais de 210	A cada 60 dias

**Fonte:** RBAC N° 153, Emenda N° 02 (ANAC, 2018).

Vejam, a seguir, alguns dos métodos de desemborrachamento e saneamento de outras (micro e macroscópicas) impurezas.

#### **3.7.4.1 Jatos d'água a alta pressão**

A retirada é feita por um equipamento giratório de lenta mobilidade no decorrer das faixas longitudinais, **Figura 19**, também conhecido pelo nome popular (marca) *Waterblasting* (Jateamento de Água), que impõe pressões entre 2.000psi e 15.000psi ( $\approx$  14MPa e 103MPa). Nas áreas de limpeza com a forte carga de pressurização a água adentra à superfície do revestimento, expurgando, definitivamente, os entrepostos de borracha na pista, o que melhora imediatamente o seu Coeficiente de Atrito.

**Figura 19:** Máquina para o desemborrachamento de pistas aeroportuárias, *Water Blasting*.



**Fonte:** WATERBLASTING TECH (2019).

Hoje, existem aparatos que operam a pressões elevadíssimas, podendo chegar a 40.000psi ( $\approx 275\text{MPa}$ ). Devido a isso, repetidas ações de limpeza ou polimento ao longo dos anos conjugadas à química da água e a altíssima pressão, podem, simplesmente, danificar a superfície da malha asfáltica. Logo, cuidadosamente, as pressões conferidas a este processo dependem das dimensões do emborrachamento e do tipo de revestimento utilizado.

Experiências científicas e a própria observação prática comprovam que a extração de borracha é facilmente exercida no *grooving* de um rígido concreto. No mais, o ato carece de maiores cuidados em pavimentos flexíveis pela possibilidade de fragmentação dos seus constituintes. Em se tratando de CPA, que esses jatos de pressão lidados não ultrapassem os 14,70MPa (ARAÚJO, 1994).

Essa tecnologia vem sendo usufruída pela INFRAERO para o sistema de higienização do Aeroporto de Campina Grande, ganhando uma maior amplitude à época de 2010 e ou 2011, quando foram adquiridos mais 11 novos Caminhões Lavrita (*Hidrovac 12.330*, similares aos da *Waterblasting*) que funcionam (*idem*) por hidrojateamento em ultra pressão com as adjuntas características:

- 1) Baixo consumo de água: 25L/min.;
- 2) Alta produtividade: 2.200m<sup>2</sup>/h (média para remoção de contaminante);

- 3) Operador embarcado na cabine;
- 4) Complexo de sucção da água utilizada e dos rejeitos do serviço;
- 5) Não utiliza produtos químicos (detergentes ou solventes);
- 6) Infere uma menor ruína aos pavimentos.

#### **3.7.4.2 Remoção química**

Os solventes químicos representam uma solução que, apesar de apresentar bons resultados, sofrem pesadas restrições nos quesitos ambientais devido à natureza volátil e tóxica dos muitos produtos existentes no mercado. E não deveria ser diferente: as próprias finalidades destes itens requerem componentes dissolvedores de matéria, seja ela qual for, inclusive a orgânica. Devem ser manuseados com preciosíssima precaução antes, durante e após a sua aplicação, além de cuidados com o relativo grau de diluição recomendado.

#### **3.7.4.3 Alta velocidade de impacto**

A prática, com um artefato exemplarmente retratado na **Figura 20**, consiste no lançamento de partículas abrasivas a uma elevada velocidade sobre a região do pavimento afetada. No aparelho, existe um sistema auto-coletor que recolhe a si as partículas pré-lançadas, bem como a borracha que se desprende do campo atingido. O instrumento é projetado para reciclar os nacos desbastadores para a sua reutilização em continuadas operações de limpeza futuras.

**Figura 20:** Máquina de jateamento áspero (*Pavement Shot Blasting Machine*).



**Fonte:** MADE IN CHINA (2019).

#### **3.7.4.4 Remoção mecânica**

Com um esmeril, retira-se o acúmulo do contaminante (borracha) grosseiramente espesso, removendo-o em camadas que giram em torno de 3,20mm a 4,80mm (FAA, 1997).

#### *3.7.5 Reconstrução*

O integral refazimento de um pátio de aeródromo surge como o resultado de anos negligência e imperícia prolongada que, por sua inoportunabilidade, podem implicar também na estrita impossibilidade de uma reabilitação mais leve e conveniente (BALBO, 1997).

Sob os abonados limites da Engenharia de Pavimentos, no posicionamento de Oliveira (2009), ao se prever a reconstrução de uma via, considera-se efetuar uma alternativa manutensiva que terá de ser posta, na grande maioria das vezes, em virtude das bandas de rodagem não apresentarem as menores condições, sejam elas operacionais-funcionais ou estruturais, obrigatórias ao seu pleno usufruto. Outrossim, destaca-se que esta opção de restauro serve de ultimato e somente deve ser empregada quando os demais estratégias não mais proporcionarem o efeito desejado.

O DNIT (2006) é categórico ao corroborar que a reconstrução de um dado trajeto asfaltado pode se dar a partir da remoção total ou fracionada das espessuras de seus níveis infraestruturais, podendo, aqui ou ali, atingir a profundidade do subleito (de 30cm a 1m abaixo do nível do solo, dependendo do carregamento de projeto) de tal que a nova estrutura, recém constituída, possua uma adequada conformidade com as configurações das áreas adjacentes do revestimento remanescente.

Quanto a isso, Bernucci *et al.* (2008) sugere que, no feitiço da reconstrução de uma pista (qual seja ela), deve-se atentar, em suma, para uma total remoção das matérias-primas anteriormente alocadas e, em muitos casos, desde o subleito, para substituir esses materiais mais antigos por novos ou, numa opção relativamente mais sustentável, optar pela reciclagem dos mesmos insumos já desgastados, com ou sem a adição de algum estabilizante. (O que varia...)

Meramente por essas informações, é fácil enxergar que uma reestruturação mais incisiva (começando-se “do zero”) e definida pelas estratégias de manutenção específica adotadas, pode vir a ser um agente severamente modificador do setor de pavimento pré-existente, ainda que ruinoso. Isto vira fato porque a pretensão é restabelecer, principalmente, o

domínio interno estrutural e externo funcional no que, acima de tudo, se reportar à Macrotextura, ao Coeficiente de Atrito e ao suporte de cargas para alavancar a Serventia da pista. Como não havia para o *SBKG* (ao momento) um intento tecno-científico que insurgisse sob esta necessidade, o certame, nesse contexto, aqui se encerra.

## 4. METODOLOGIA

Chega-se à pragmática etapa dos princípios, preceituário e procedimentos aos quais se admitiu corretos e viáveis para esta situação exploratória que, por tal registro, é descrita. Visar-se-á, sempre que possível, o respeito às competências exigidas nacional e internacionalmente para uma confiável aplicabilidade dos recursos disponíveis e a sua plena capacidade de transformar ação em informação.

Por aqui, teremos noções práticas de como transcorreram as técnicas utilizadas na pesquisa e os seus respectivos aparatos, bem como todo o teor documental (incluindo assertivas, esquemas, equações, diagramas, tabelas etc...) para embasar de forma necessária e suficiente o que for de praxe na investigação de alguns dos aspectos físicos constitutivos do fenômeno de aquaplanagem para a via de aterrissagens 15/33 do Aeroporto Presidente João Suassuna.

O conteúdo consultado é de inteira responsabilidade dos órgãos competentes, conquanto, sob efeito de autênticas interpretações.

### 4.1 NORMAS, RESOLUÇÕES & DOCUMENTOS AFINS

Na leitura dos atestados legais que sustentaram o que fosse feito para a argumentação necessária e os ensaios requeridos, teve-se acesso e puseram-se verificados(as), em ordem apresentativa:

- 1) A Norma francesa: Mode Opérateurs du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – Measure de la Profondeur 40 au Sable – Mode Opérateurs RG-2/Paris, de 1971;
- 2) Dos Estados Unidos: a ASTM E-965-1996, restituída em 2006;
- 3) No Brasil: a Resolução (RE) N° 236 de 2012 e a Instrução Suplementar (IS) N° 153.205-001(A) publicada pela ANAC em 2016;
- 4) A também norte-americana: ASTM E-303-1993, reposta em 2003;
- 5) A Portaria N° 908, de 13 de Abril de 2016, da ANAC;
- 6) O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) N° 153, Emendas N° 01 e 02: Aeródromos – Operação, Manutenção e Resposta à Emergência, de 2016 e 2018;
- 7) O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos – DNIT/IPR 720, 2ª Edição, de 2006.
- 8) As Diretivas: Pavimentação asfáltica – Tratamento Superficial Simples – Especificações de Serviço – 146/2012, 147/2012 e 148/2012.

Todas as especificidades de cada um(a) foram atendidas. Este 4.1 ocorre com o ofício de repositório.

## 4.2 ZONA DE INVESTIGAÇÃO

Com o título de segunda maior cidade do estado da Paraíba, Campina Grande, segundo uma estimativa do IBGE (2018), conta com mais de 407.000 habitantes e, mediante dados de 2015 do mesmo instituto, um PIB (Produto Interno Bruto) *per capita* de R\$ 19.696,95. É esse o berço deste estudo.

### 4.2.1 Frações supraestruturais e o aeródromo: um olhar técnico

A fim de aportar viajantes dos mais variados lugares do Brasil, o Aeroporto João Suassuna recebe, diariamente, quase 600 pessoas e opera 9 voos.

Seu ambiente conta com uma Área Bruta Locável (ABL) de 190,23m<sup>2</sup>, oferecendo:

- 3 pontos para Varejo: 38,60m<sup>2</sup>;
- 9 pontos para Serviços: 116,37m<sup>2</sup>;
- 3 pontos para Alimentação: 35,26m<sup>2</sup>.

Tem um total de 15 pontos comerciais em um sítio aeroportuário de 821.000m<sup>2</sup>, com um pátio aeronáutico de 11.200m<sup>2</sup>, um estacionamento para 10 aeronaves e um terminal de passageiros de 2.500m<sup>2</sup> setoriais. 203 vagas são oferecidas em seu estacionamento veicular (INFRAERO, 2018).

### 4.2.2 Território central: a pista

Concentradas todas as operações do SBKG na via pavimentada de cabeceiras 15/33, é este o objeto de estudo fundamental deste trabalho. O que antes não passara de uma mera pista de aterrisagens e decolagens de um campo de aviação regional (vide item 3.1) hoje suporta, além de aviões de tamanho reduzido, outros veículos maiores de porte mediano, considerados, nessas condições, *Aeronaves Críticas*<sup>17</sup> que, de acordo com informações institucionais internas, são das designações Boeing 737-700 e Boeing 737-800, ambos da GOL, e ATR 72-600 da Azul. Essas séries caracterizam, seguindo a Portaria da ANAC N° 908, de 13 de Abril de 2016,

---

<sup>17</sup> São veículos aéreos em estado operacional ou com previsão de funcionamento, que demandem os maiores requisitos em termos de configuração e dimensionamento da infraestrutura aeroportuária em função de suas características físicas e utilitárias (ANAC, 2009).

que a **Aeronave Crítica** para o Aeroporto João Suassuna é a de Código **4C**. Isto significa que o maior dos três supracitados jatos, o Boeing 737-800, foi utilizado como agente principal de carregamento para o projeto de dimensionamento de sua infraestrutura e, como pode-se imaginar, também é usado parametricamente para intervenções preventivo-restauradoras ou mantenedoras dos segmentos asfálticos alocados. Na **Figura 21** tem-se noção do afastamento dos seus trens de pouso (5,72m, centro a centro).

**Figura 21:** Geometria parcial de eixos de um avião Boeing (família 737-500, 600, 700, 800 e 900).



**Fonte:** Lugão (2008).

O **ANEXO A** (ao fim deste compilado) mostra com fidedignidade, em planta, tanto a pista no seu tamanho atual, escala 1:2000, como também detalhes das sinalizações convencionadas em um relatório prospectivo de Janeiro de 2015 e mantidas até hoje. Tem-se, longitudinalmente, 1.600m úteis de extensão, sendo (no corrente) 1.700m totais, do marco inicial ao marco final, aos olhos desta metodologia. Transversalmente, conta-se com 42m de largura para a plataforma de rodagem. Na cabeceira 15 é onde se encontra “o ponto zero”, na 33, “o fim”. Da **Figura 22** é possível, também, ter noções disso. Desta dita, em suma, é o que importa. (Vê-se mais no desenho incluso.)

**Figura 22:** Vista aérea da pista de aterragens e decolagens do Aeroporto Presidente João Suassuna.



**Fonte:** Revista Flap Internacional (2018).

### 4.3 TÉCNICAS & PROCEDIMENTOS

Na intenção de, mais adiante, efetuar-se o cálculo dos valores de IFI correspondentes ao trajeto analisado, os experimentos então conduzidos ocorreram, por uma vez, no dia 22 de Outubro de 2018, embora que, nas atividades de averiguação corriqueiras à INFRAERO, hajam aferições anuais de Macrotextura, normalmente em Janeiro, e vistorias no Atrito com o uso do *Grip Tester*, realizadas anualmente ou a cada vez que se notam alterações de Aderência no pavimento (por n-motivos). Estas, eventualmente ligadas à remoção ou permanência temporária dos vestígios de emborrachamento deixados pelo contato dos pneus das aeronaves, tem suas abnormalidades reparadas quando são retirados, numa profunda limpeza de superfície, os encaixos residuais sobressalentes detectados, primeiro, como anomalias visuais ou, após, na Textura e no Atrito. Fotos de supervisão são feitas de 6 em 6 meses e o limpamento nesse intervalo ou em pouco mais de um ano.

Isto se dá em atenção ao Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) N° 153, Emenda N° 02: **Aeródromos – Operação, Manutenção e Resposta à Emergência**, de 2018, que firma em suas **Tabelas** (algumas também memoradas ao longo deste texto) prazos, localizações de pontos de recolhimento, classificações, limites avaliativos e pormenores tecnocráticos para esses processos. E, ao que já é sabido, nos ateremos aos ensaios “do Pêndulo Britânico” e “de Altura Média da Mancha de Areia”, permanecendo tudo reputado ao prosseguir dos próximos parágrafos...

Aclarando algumas menções anteriores com um comentário: até o dia desta inspeção ser efetivada (mês de Outubro de 2018) o aeródromo do João Suassuna tinha a sua infraestrutura mantida sob a tutela da Coordenadoria de Serviços de Manutenção da INFRAERO, sediada em Recife, no estado de Pernambuco. [A INFRAERO, bem como suas filiais, subsidiárias ou ramificações, a esta época, (ainda) resistiam como Estatais do Governo Federal Brasileiro.]

Diretamente iniciada a coleta de dados pela extremidade 15 (barreira referencial primeira: “o zero”), realizaram-se, respectivamente, os procedimentos para a Microtextura (Pêndulo) e para a Macrotextura (Mancha de Areia) tão próximos quanto possível, de maneira que relacioná-los ao IFI, posteriormente, far-se-á representativo.

A partir da **Tabela 11** da Resolução N° 236 da ANAC (2012) e as afirmações do item 4.2.2 antecedente (sobre o Código da **Aeronave Crítica** do Suassuna rotular-se pela **letra C**),

tomando-se o eixo central da pista, marcou-se, alternadamente, a começar pela Direita (D), 3m para cada lado por todo o setor asfaltado, da ponta 15 à 33, de 100m em 100m, para uniformizar as execuções. Sabe-se, pois, que o Ensaio de Altura Média da Mancha de Areia é realizado nessas distâncias, conforme as recomendações da RBAC N° 153 – 02, se fazendo necessário um ajuste de compatibilidades entre as práticas de ambas as experiências *in loco*.

**Tabela 11:** Localização das medições de Textura.

-	Letra do Código	Localização da Medição	Quantidade Mínima
1	Aeródromos com operação de aeronave com letra do código A, B ou C	Distante 3m do eixo da pista	Uma vez de cada lado da pista
2	Aeródromos com operação de aeronave com letra do código D, E ou F	Distante 3m e 6m do eixo da pista	Uma vez de cada lado da pista, para cada distância em relação ao eixo

**Fonte:** Resolução N° 236 (ANAC, 2012).

Um importante detalhe trazido pelas normas é que os ensaios devem principiar-se a 100m de uma das cabeceiras. Logo, para 1.700m de pista, dela, 17 porções seriam fielmente analisadas. Todavia, em um teste inicial, resolveu-se ensaiar também a própria extremidade 15, supramencionada como “zero”, perfazendo um total de 18 demarcações feitas nos mesmos 1.700m. O “ponto extra” (“zero”) foi sucessivamente descartado dos resultados, restando as 17 análises já estipuladas após os 100 primeiros metros. Fora efetuada a medição primária (no “zero”) apenas para a calibragem dos equipamentos.

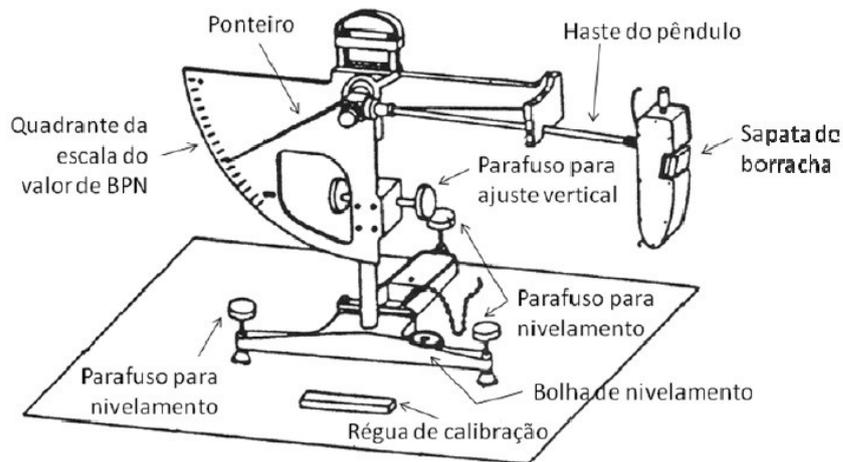
#### 4.3.1 *Ensaio de Atrito Cinético com o Pêndulo Britânico e o seu Tratamento Numérico*

Assaz discutido e detalhado ao que é necessário no perpassar das repartições antecedentes, alguns atributos ainda relevantes, a saber, a respeito do Pêndulo, é que ele possibilita verificações do Coeficiente de Atrito Cinético Longitudinal, de modo pontual (não-continuado), através da energia absorvida pelo contato “sapata-borracha-superfície”.

O seu princípio de funcionamento consiste na mensuração da perda de energia deflagrada quando um pêndulo de apoio emborrachado (sapata na extremidade de uma haste)

desliza sobre certo tipo de pavimento (não obrigatoriamente asfáltico). Podendo ser utilizado tanto em campo quanto em laboratório para ensaios de pisos e ou polímeros, por exemplo, tem suas partes apresentadas sistematicamente na **Figura 23**.

**Figura 23:** Pêndulo Britânico e seus elementos constitutivos.



**Fonte:** Mattos (2009), transposto de Lamm *et al.* (1999).

De posse do aparelho, seus acessórios e diante das exigências da norma E-303-93 – ASTM (2003.a), deu-se prosseguimento aos passos adiante apreciados no quadro de imagens próximo, **Figura 24** (associada aos tópicos **A**, **B**, **C**, **D**, **E** e **F**), para os 18 pontos da pista de forma análoga:

**A:** Escolhida, representativamente, uma localização para o instrumento, o mesmo fora instalado, nivelado e calibrado com o auxílio da bolha de nível e do regulador de altura;

**B:** Foi, então, zerada a escala de VRD;

**C:** Molhou-se a região logo abaixo da base, simulando a condição de “pista úmida” (água a quase 20°C);

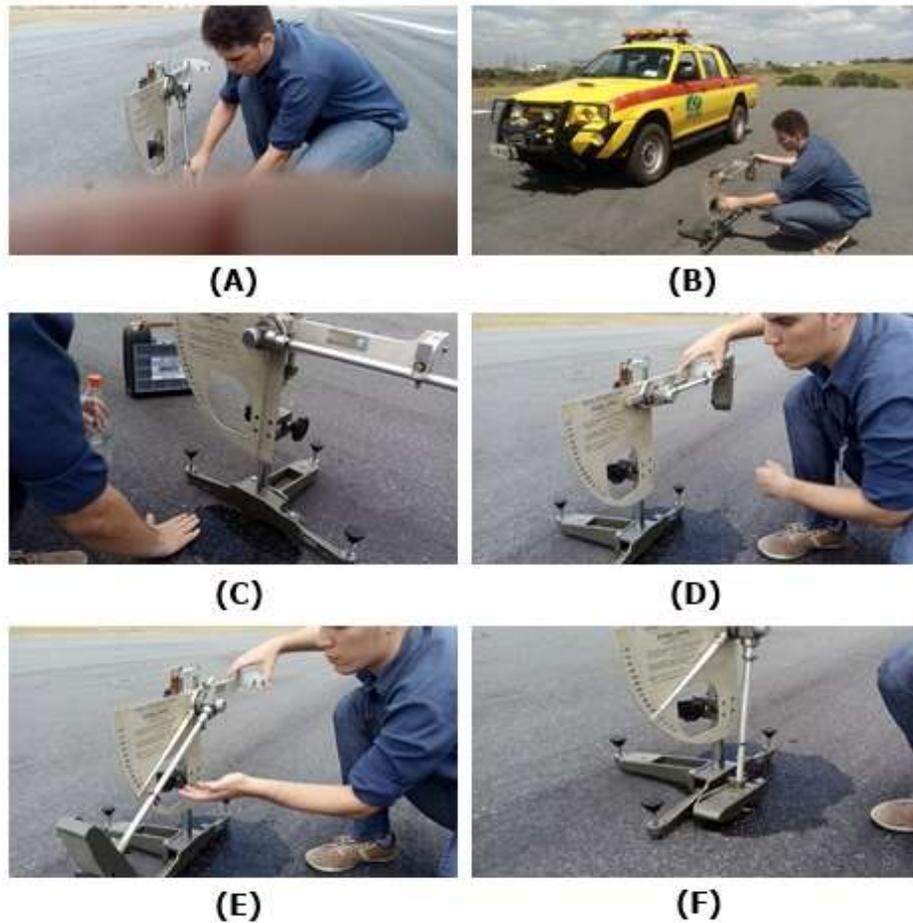
**D:** Posicionada a haste horizontalmente, voltou-se a atenção ao instante de retorno desta para que não haja *interferências*<sup>18</sup> na cotação;

**E:** Lançou-se o pêndulo 5 vezes por zona analisada;

<sup>18</sup> É correto lembrar que, na ocasião, ventava a uma velocidade relativamente excessiva e, por isso, todas as precauções tiveram de ser tomadas para evitar perturbações no braço do mecanismo. Apesar disso, é algo que se torna uma presumível origem de desvios (para mais ou para menos).

F: Finalmente, feitas as leituras em que são considerados apenas os últimos 4 valores apontados e defasados em até 3 unidades. Dos 4, determina-se (por Média Aritmética) uma quantia única e classificatória: o VRD médio.

**Figura 24:** Fases do Ensaio com o Pêndulo Britânico.



**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).

Momm (1998), sob a fala de Mattos (2009), nota e acentua que, embora o Ensaio com o Pêndulo Britânico conceba uma razoável estimativa de Microtextura, a Macrotextura também influencia diretamente na mensuração do Atrito com esse tipo de aparato. Ou seja, o Pêndulo não qualifica em absoluto a Microtextura Superficial de um pavimento, portanto, exigindo, para uma mais perfeita exatidão em inspeções, que as dimensões de Textura, Macro e Micro, fortemente presentes nas relações de Aderência, devam estar (o quanto possível) analiticamente relacionadas.

Uma observação (talvez retórica) é que não há a necessidade ou exigência de abordagens numéricas à parte que contemplem os dados apanhados na execução com o Pêndulo Britânico. A grandeza “pura” expressa é tão somente o BPN.

#### 4.3.2 *Ensaio de Altura Média da Mancha de Areia e o seu Tratamento Numérico*

Consonante com a experimentação anterior, identicamente debatido em “3.4.2 *Macrotextura: conceito & parâmetros*” e controlado pelas cláusulas de ordem brasileiras da ANAC, Resolução (RE) 236/2012 e Instrução Suplementar (IS) Nº 153.205-001(A)/2016, o Ensaio de Altura Média da Mancha de Areia é hoje amplamente utilizado nos aeroportos do país como um mecanismo investigativo do estado útil de suas vias de tráfego aéreo. Mesmo que aplicado pontualmente (motivo factível de imprecisão por não abrangência) e, em suas práticas rudimentar, o teste tipifica com grande eficiência o termo de Macrotextura, dentro de um conjunto de intervenções que abarcam este perfil analítico.

A formulação desse ensaio baseia-se no fato de que, estando definido um volume de material, neste caso areia, despejado sobre o pavimento e espalhado regularmente em movimentos circulares repetitivos, consegue-se originar uma forma geométrica (disco) de área conhecida (por medição) e, em prol do espalhamento, assentando-se na **Equação 1**, faz-se inteligível calcular a Altura Média da mancha obtida. HS, a Altura, reproduzida instrutivamente na **Figura 25**, serve de critério de categorização do aspecto de Textura indicado.

$$HS = \frac{4.V}{\pi.D_m^2} \quad (1)$$

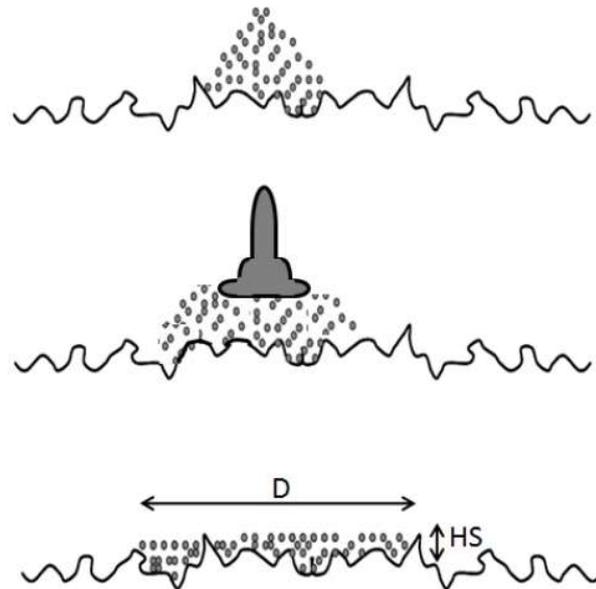
Onde:

HS = Altura ou Profundidade (média) da mancha (mm);

V = volume de material (mm<sup>3</sup>);

$D_m$  = diâmetro médio da mancha (mm).

**Figura 25:** Esboço do Ensaio de Altura Média da Mancha de Areia.



**Fonte:** Rodrigues Filho (2006).

Na pista do *SBKG*, os artefatos utilizados foram: 24.000mm<sup>3</sup> de areia, por marco, convencionalizada pelas diretrizes da ANAC como sendo passante na peneira #50 (0,300mm) e retida na peneira #100 (0,150mm), estocada em um *recipiente-tipo cilíndrico*<sup>19</sup> de extremidade circular achatada (para o espalhamento), e também uma régua metálica.

O quadro ilustrativo da **Figura 26** *a posteriori*, tal como antes, resgata uma a uma as etapas *in situ* e as vincula a cada cena de prova.

**A:** De pensamento no alcance e convergência da dupla experimentação, os locais optados para as atuações nunca ultrapassavam a distância de, no máximo, 1m (um metro), um à frente do outro (“Pêndulo” e “Mancha de Areia”) e seguiram, basilarmente, o mesmo raciocínio. Fixado isto, 24.000mm<sup>3</sup> de areia peneirada dentro dos indicadores em vigor foram postos, cuidadosamente, no túbulo normal;

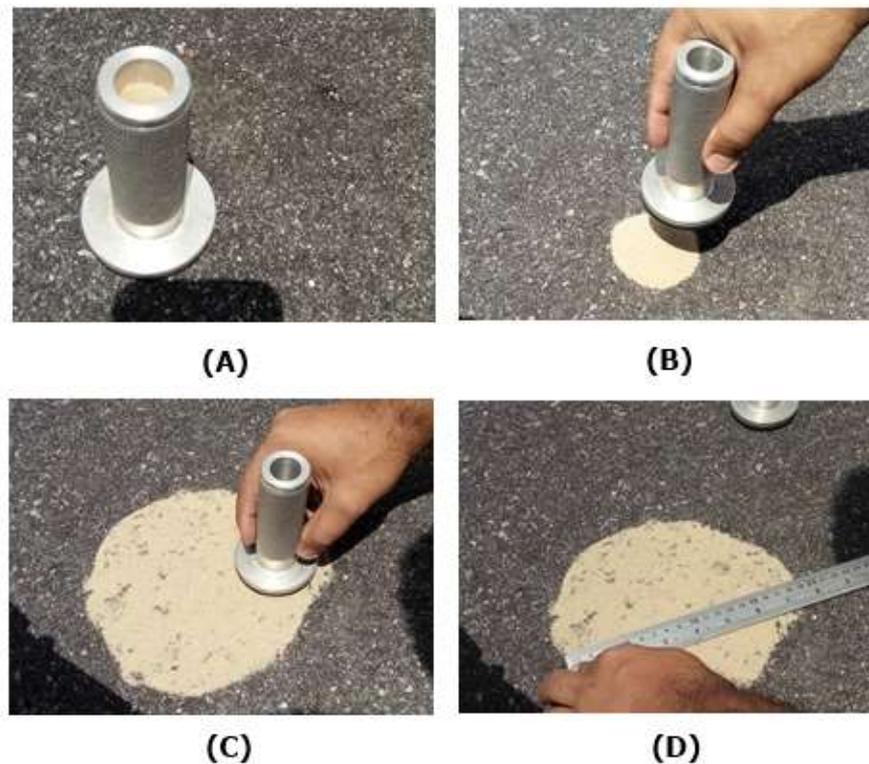
**B:** Estando o asfalto limpo (livre de impurezas macroscópicas), entornou-se a matéria arenosa, resguardando-a das oscilações do vento;

<sup>19</sup> Ao ensejo, eventuais fontes de erros para este experimento se deram por: primeiro, fora usado, pela conveniência de já estar presente no Laboratório, um invólucro de 25.000mm<sup>3</sup> normatizado para rodovias. Assim, realizou-se uma adaptação para que a contenção fosse de somente 24.000mm<sup>3</sup>, cabendo ao operador alguma destreza no preenchimento do tubete. Segundo, as mesmas rajadas de vento comentadas na *Nota de Rodapé 18* para o precedente exame, também se impunham de empecilho, neste, a um adequado manejo da areia. (A isto, cautela.)

**C:** Pôs-se dispersa a areia com a ajuda do bastonete e o seu suporte emborrachado, sob gestos circulares, até formar um disco tão uniforme quanto possível;

**D:** Foram registradas quatro medidas de diâmetro, oblíquas  $45^\circ$  entre si, para o cômputo de mais uma Média.

**Figura 26:** Ciclos do Ensaio de Altura Média da Mancha de Areia.



**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).

Por fim, são corroboradas a incomplexidade e rapidez com as quais se foi viável executar o método. Contudo, deficiências nas execuções podem ser encontradas em faixas de rolagem de revestimentos muito fechados ou muito abertos, a depender também das escalas tidas como limites comparativos extremos ou aceitáveis. Isto ocorre nesses casos pela dificuldade de a areia acomodar-se de maneira coesa.

Há, além do mais, a preferência de alguns pesquisadores por utilizar microesferas de vidro, escolhidas e padronizadas similarmente à areia, ao invés do uso deste material. No entanto, essa escolha aqui tornar-se-ia mais onerosa em certos sentidos.

### 4.3.3 *Macrotextura, Microtextura & o IFI: uma tríade matemática*

Existem algumas modelagens para a obtenção do Índice de Atrito Internacional. Basicamente, o Modelo ASTM, o Modelo Pensilvânia e (para tal) o Modelo da PIARC. Especificamente no estudo da PIARC (em alusão ao “3.5.2 IFI: *International Friction Index*”), foram realizadas correlações lineares entre os dispositivos de aferição de Atrito e outros, independentemente do tipo de funcionamento, tipo de pneus ou princípio de registros numéricos. Como um todo, as correlações dos equipamentos nas circunstâncias de performance da pesquisa foram tidas como aceitáveis (WAMBOLD *et al.*, 1995).

O processo de conexão e harmonização entre as diversas variáveis integradoras do IFI, ao que já se conhece, pode ser conferido por inteiro na publicação “*International Experiment to Compare and Harmonizing Texture and Skid Residence Measurement*”, de J.C. Wambold e demais autores, comandada e listada na década de 1990 pela “Associação Mundial de Rodovias”, em Língua Portuguesa.

Para ponderar e estimar a Constante de Atrito Unificada em concordância com qualquer medidor ou recursos empregados, por regra, no cotidiano, são parcialmente dispensáveis operações matemáticas manuais, isto é, é mais comum a inclusão de softwares, aplicativos móveis, ou seja lá quais artifícios computacionais estiverem disponíveis no ato. Estes efetuam quase que automaticamente, com incontável primazia mais celeridade, todas as inferências algébricas essenciais. Nada obstante, para efeito esclarecedor de cada fase de cálculo, houve preferência pela realização de todas essas fases redigidas detalhadamente, já com base numérica e em fortuita falta na maioria dos textos consultados, como um paralelo às explicações teóricas primordiais a este entendimento. Desse modo, entenda-se este subtópico como um mediador entre parte do **4. METODOLOGIA** e o **5. RESULTADOS**.

Tomadas as informações colhidas e até agora explicadas, o protocolo da PIARC e exemplificando por meio dos dados brutos do primeiro ponto de análises, os estágios de contas subsequentes, para cada fator pormenorizado no terno não-ordenado ( $VRD_1$ ,  $HS_1$ ,  $IFI_1$ ), dão às ideias abstratas já exibidas um caráter assertivo e pragmático.

Preliminarmente, as cifras médias de Textura e VRD são oriundas da **Tabela 12**. A mesma, em sua versão integral, pode ser achada e revista no **APÊNDICE A**. (Pré-triagem.)

**Tabela 12:** Grupo de dados para o(s) primeiro(s) ponto(s) investigado(s).

N°	POSIÇÃO	Marco (m)	Diâmetros da Mancha (mm)				VRD's (BPN's)					
			DESCARTE				DESCARTE					
-	D (Dir.)	0										
1	E (Esq.)	100	195	225	220	200	100	103	105	108	109	

Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Partindo da Temperatura da Água ao momento da coleta de cada uma das séries de Microtextura, a **Tabela 13** que vem do “Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos” do DNIT (2006), prediz, primeiramente, retificações a serem cometidas nos Valores de Resistência à Derrapagem encontrados.

**Tabela 13:** Correções de leitura no uso do Pêndulo Britânico.

Temperatura (°C)	0	2	5	8	10	13	15	20	25	30	40
Correção (VRD)	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

Fonte: DNIT (2006).

Como a Temperatura conferida no átimo de cada medição manteve-se, em média, em torno dos 20°C a 21°C, por arredondamento, foram adotados 20°C, como consta acima. Em juízo do bom senso, sopesou-se que este ajuste não comprometeria a perícia geral, já que seria irrisória a variação do BPN nesse intervalo. Consequentemente:

$$VRD_1 = \frac{(105+103+108+109)}{4} = 106,2500. \text{ (Obs.: Somente as 4 últimas leituras.)}$$

E pela **Equação 1**:

$$D_{m1} = \frac{(195+225+220+200)mm}{4} = 210mm \Rightarrow HS_1 = \frac{4 \times 24.000}{\pi \times (210)^2} mm = 0,6929mm.$$

Para o IFI, assente na medida de Macrotextura ( $HS_1 = T_X$ ), aos pés da **Equação 2** e **Tabela 14**, chega-se à constante de velocidade  $S_p$ .

$$S_p = a + b.T_X \quad (2)$$

Em que:

$S_p$  = constante de velocidade (adimensional);

$a, b$  = constantes (adimensionais) determinadas no experimento da PIARC, referentes à parcela do método ou aparato utilizado na Macrotextura;

$T_x = (HS_1 =)$  quantificação da Macrotextura (mm).

**Tabela 14:** Valores de “ $a$ ” e “ $b$ ” para dispositivos distintos.

<b>Instrumento ou Método</b>	<b><math>a</math></b>	<b><math>b</math></b>
<i>MOBILE PROFILOMETER</i>	17,3401	94,2599
<i>SAND PATCH</i>	-11,5981	113,6324
<i>ARAN</i>	-12,6729	119,7690

**Fonte:** Adaptado de Wambold *et al.* (1995).

$\therefore S_p = -(11,5981) + (113,6324)x(0,6929) = 67,1378$ , já que fora aplicado o Ensaio de Altura Média da Mancha de Areia (*Sand Patch*).

Nesta etapa, consoante com a **Equação 3** e a **Tabela 15** no quesito “Pêndulo Britânico” (*British Pendulum*), o “Valor de Resistência à Derrapagem 1” é rearranjado em função da Macrotextura (e outros termos) para uma Velocidade de Deslizamento de 60km/h.

$$FR(60) = FR(S). e^{\left(\frac{S-60}{S_p}\right)} \quad (3)$$

Em que se tem:

$FR(60)$  = VRD mensurado ao referencial de 60km/h (adimensional);

$FR(S)$  = ( $VRD_1 =$ ) VRD para a Microtextura aferida (adimensional);

$S$  = velocidade tabelada experimentalmente em razão do equipamento de medição de Microtextura escolhido;

$S_p$  = constante de velocidade (adimensional) advinda da **Equação 2**.

**Tabela 15:** Valores de “A”, “B” e “C” para a determinação do  $F_{60} = IFI$ .

<b>Aparelho</b>	<b>S</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
DF <i>Tester at 60km/h</i>	60	-0,03365	0,77098	0
DF <i>Tester at 20km/h</i>	20	0,08114	0,73158	0
<i>British Pendulum</i>	10	0,05626	0,00756	0

**Fonte:** Wambold *et al.* (1995), alterado.

Daí:

$$FR(60) = FR(10).e^{\left(\frac{10-60}{S_P}\right)} = (106,25).e^{\left(\frac{10-6}{67,1378}\right)} = 50,4538.$$

Enfim, apoiando-se neste resultado, a tabela imediatamente anterior e a **Equação 4**, obtêm-se o Índice de Atrito Internacional esperado e apresentado como  $IFI = (FR(60), F_{60})$ .

$$IFI = F_{60} = A + B.FR(60) + C.T_X \quad (4)$$

Sendo:

$A, B, C$  = constantes de regressão (adimensionais);

$FR(60)$  = VRD mensurado ao referencial de 60km/h (adimensional);

$T_X = (HS_1 =)$  quantificação da Macrotextura (mm);

$F_{60}$  = número de Atrito.

$$\therefore IFI = IFI_1 = F_{60} = 0,05626 + (0,00756)x(50,4538) + 0x(0,6929)$$

$$\Rightarrow IFI_1 = 0,4377 \approx 0,44.$$

Ou seja,  $(VRD_1, HS_1, IFI_1) = (106,25; 0,69; 0,44)$ , com  $VRD_1$  e  $IFI_1$  adimensionais e  $HS_1$  em milímetros.

Assim, em vezo parcialmente deliberativo, toda a sequência preparatória contada (nesta subseção), até agora, foi replicada ponto a ponto pelo intenso restante das informações apuradas em cada ensaio. Mediante a pertinentes alterações e tratamentos condensados em resumos técnicos, tudo foi pensado para o pleno horizonte de debates das considerações que virão...

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão articuladas, no decorrer deste Capítulo, rápidas e essenciais orientações a consultas (sempre encaminhadas, se preciso for) no tocante aos subitens 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 e, eventualmente, aos 3.1 e 3.2 mais o Capítulo 4 pregressos, aliados de seus quadros, imagens tabelas, fatos ou informações equivalentes. Anunciadas sempre no enredo do que já foi evidenciado conceitualmente, servirão para um melhor entendimento do que será, com afinco, discutido até o término deste escrito.

Postas estas observações, estreitou-se a análise, como era previsto, pela organização sintética e preferencial dos dados ao longo de, somente nomeados, **Três Terços** da 15/33, assimétricos por motivos óbvios, ponta à ponta, ou seja, repartindo a pista imaginativamente em três zonas de exame para uma melhor agregação dos vários experimentos e percepções, feito isto de seis em seis marcos (a partir da cabeceira 15 até a 33) e compondo-se as duas primeiras partes, cada uma, com seis pontos úteis, e uma última de cinco pontos.

### 5.1 MACROTEXTURA

Numa investigação discretizada (o que, na prática, não é muito usual<sup>20</sup>), a **Tabela 16** traz à luz de uma apresentação macroscópica de Textura as Alturas das Manchas de Areia, com suas referentes médias pontuais e caracterização (em particular da Agência Nacional de Aviação Civil), consentâneas ao 4.3.2 e 3.4.2 (**Tabela 5**).

Rememorando, a ANAC (2016) em termos numérico-funcionais e próprios para que se impeça a criação de um ambiente favorável às tragédias subordinadas à aquaplanagem, exige que esta grandeza não ultrapasse, com rigor, para menos de 0,60mm.

Notadamente, e separados por cores tão chamativas quanto os seus pertencentes valores, alguns dos dados obtidos (poucos) adstringiram-se numa linha tênue entre o “satisfatório” e o “não satisfatório” com uma levíssima tendência a se aproximarem dos 0,60mm, mas ainda adjuntos a um padrão permitido. Estes estão em **AMARELO**: **Ponto 1** no **Primeiro Terço** e **Ponto 10** no **Segundo Terço**, tachados qualitativamente na classe *Média* de Macrotextura. Outro marco importante, e de maior ênfase, é o **Ponto 3** no **Primeiro Terço**, destacado de **VERMELHO**, cuja cifra de Textura (0,51mm) deu-se abaixo do limite mínimo

---

<sup>20</sup> Costumeiramente, são avaliadas médias mais generalizadas.

pré-estabelecido. Salvo estas exceções (ou ressalvas), sem alarde e atestando por uma rápida revisão em percentual da **Tabela 16**, pôde-se registrar que, do todo, 94,12%, e portanto a vasta maioria dos setores examinados da pista do Aeroporto campinense, estavam, do ponto de vista Macro, quantitativamente bons ou regulares e apreciados entre as classificações de Macrotextura *Média* e *Aberta*. Dos 94,12% de revestimento salutareos, 18,75% eram de uma das classes e 81,25% da outra, consecutivamente. Ou seja, no geral, a malha asfáltica estudada à época tipificou-se (mais) como estando com uma *Macrotextura Aberta*.

Noutra perspectiva, as faixas de P ou HS (Profundidade ou Altura da Mancha de Areia) num limiar considerado aqui desfavorável ( $0,60\text{mm} \leq \text{HS} < 0,70\text{mm}$ ), o que não quer dizer ruim mas conduz a um posicionamento de vigília, e em uma situação crítica abaixo de 0,60mm para um dos marcos, encontraram-se com valores 100% postos nos **Dois Terços** iniciais do aeródromo (mais próximos à cabeceira 15), com 66,67% deles no **Primeiro Terço (Pontos 1 e 3)**, apenas 33,33% no **Segundo Terço (Ponto 10)** e 0% no **Terceiro**. Isto significa, em concretude, que os desgastes na Macrotextura da via aeroportuária regional (ou inúmeras mundo a fora) no decorrer de sua extensão longitudinal são, em real, tão mais acentuados quanto mais perto se estiver das “zonas de toque” mais vezes solicitadas, sobretudo, para as aterrisagens. (Fato reforçado na subseção 3.7.3, já oferecendo pistas de alguns “porquês”.)

**Tabela 16:** Classes de Macrotextura (ANAC, 2016) discretizadas para a pista do Aeroporto Presidente João Suassuna a 22 de Outubro de 2018.

Nº	POSIÇÃO	PARTIÇÃO	Marco (m)	HS (mm)	Macrotextura
-	D (Dir.)	<i>Cabeceira 15</i>	0	-	-
<b>1</b>	<b>E (Esq.)</b>	<b>1º TERÇO</b>	<b>100</b>	<b>0,69</b>	<b><i>Média</i></b>
<b>2</b>	<b>D (Dir.)</b>		200	0,91	<i>Aberta</i>
<b>3</b>	<b>E (Esq.)</b>		<b>300</b>	<b>0,51</b>	<b><i>Média</i></b>
<b>4</b>	<b>D (Dir.)</b>		400	0,75	<i>Média</i>
<b>5</b>	<b>E (Esq.)</b>		500	0,88	<i>Aberta</i>
<b>6</b>	<b>D (Dir.)</b>		600	0,91	<i>Aberta</i>
<b>7</b>	<b>E (Esq.)</b>	<b>2º TERÇO</b>	700	1,12	<i>Aberta</i>
<b>8</b>	<b>D (Dir.)</b>		800	0,91	<i>Aberta</i>
<b>9</b>	<b>E (Esq.)</b>		900	0,82	<i>Aberta</i>
<b>10</b>	<b>D (Dir.)</b>		<b>1.000</b>	<b>0,68</b>	<b><i>Média</i></b>
<b>11</b>	<b>E (Esq.)</b>		1.100	0,93	<i>Aberta</i>
<b>12</b>	<b>D (Dir.)</b>		1.200	0,98	<i>Aberta</i>
<b>13</b>	<b>E (Esq.)</b>	<b>3º TERÇO</b>	1.300	1,12	<i>Aberta</i>
<b>14</b>	<b>D (Dir.)</b>		1.400	0,97	<i>Aberta</i>
<b>15</b>	<b>E (Esq.)</b>		1.500	0,96	<i>Aberta</i>
<b>16</b>	<b>D (Dir.)</b>		1.600	0,97	<i>Aberta</i>
<b>17</b>	<b>E (Esq.)</b>		1.700	0,93	<i>Aberta</i>

Fonte: Arquivo pessoal (2018).

De modo ainda separatista porém mais abrangente e equânime no corriqueiro dos terminais de voo, instituiu-se na **Tabela 17** as médias, desvios-padrão (ora somente “desvios”) e identificações individualizadas sob a alçada da ANAC (2016), apenas, de cada um dos **Terços**.

**Tabela 17:** Macrotextura Média (ANAC, 2016) para os **Terços** da 15/33 do Aeroporto Presidente João Suassuna a 22 de Outubro de 2018.

<b>PARTIÇÃO</b>	<b>HS Média (mm)</b>	<b>Desvio (mm)</b>	<b>Macrotextura</b>
<b>1° TERÇO</b>	0,78	$\pm 0,16$	<i>Média</i>
<b>2° TERÇO</b>	0,91	$\pm 0,15$	<i>Aberta</i>
<b>3° TERÇO</b>	0,99	$\pm 0,07$	<i>Aberta</i>

**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).

Novamente, os números absolutos e as discriminações, parte por parte, continuam a deferir às dimensões majoritárias da pista de decolagens do Aeroporto João Suassuna um caráter bom ou regular, de *Macrotextura Aberta*, com quantias acima de 0,60mm, apesar dos esporádicos casos e (muito ou pouco) discrepantes na Textura (Macro) de algumas porções do revestimento, estas mais restritas. A sua Média Global foi  $HS_G = P_G = T_{XG} = (0,88 \pm 0,15)$ mm.

Em adendo desta, diversas classificações também podem ser inclusas a título de confrontação ou analogia, ou até mesmo para um melhor destrinchar das características operacionais adotadas por outras diferentes Agências, Instituições de Pesquisa ou quaisquer demais órgãos gestores de pavimentos aeroportuários, e mesmo rodoviários. Exemplos disso são as categorizações do DER-MG (2005) e de (Márcia) APS (2006), por ordem, vindas da **Tabela 3** e **Tabela 4** do 3.4.2, aplicadas e expressas na **Tabela 18** e **Tabela 19** em um símil esquema com a **Tabela** imediatamente anterior.

O DER-MG (2005) ou o DNIT (2006) recomendam que os dados de Macrotextura devam situar-se no intervalo de 0,60mm a 1,20mm, enquanto, para APS (2006), 0,60mm é considerado um módulo mediano para fichar o parâmetro: acima disso, “razoável” ou “bom”, abaixo disso, “ruim”.

**Tabela 18:** Macrotextura Média (DER-MG, 2005) para os **Terços** da 15/33 do Aeroporto Presidente João Suassuna a 22 de Outubro de 2018.

<b>PARTIÇÃO</b>	<b>HS Média (mm)</b>	<b>Desvio (mm)</b>	<b>Macrotextura</b>
<b>1° TERÇO</b>	0,78	± 0,16	<i>Média</i>
<b>2° TERÇO</b>	0,91	± 0,15	<i>Grosseira ou Aberta</i>
<b>3° TERÇO</b>	0,99	± 0,07	<i>Grosseira ou Aberta</i>

**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).

**Tabela 19:** Macrotextura Média em categorias expandidas (APS, 2006) para os **Terços** da 15/33 do Aeroporto Presidente João Suassuna a 22 de Outubro de 2018.

<b>PARTIÇÃO</b>	<b>HS Média (mm)</b>	<b>Desvio (mm)</b>	<b>Macrotextura</b>
<b>1° TERÇO</b>	0,78	± 0,16	<i>Média</i>
<b>2° TERÇO</b>	0,91	± 0,15	<i>Medianamente Grosseira</i>
<b>3° TERÇO</b>	0,99	± 0,07	<i>Medianamente Grosseira</i>

**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).

Oficialmente para os aeroportos do Brasil, pode-se e deve ser utilizada tão somente a forma da **Tabela 17** [ao menos no que pede (ou sugere) o Manual de Procedimentos da INFRAERO (2007)], sendo ela capaz de, em paralelo, receber auxílio (de uma maneira mais minuciosa e esporádica) da linhagem de distribuição da **Tabela 16**.

São questionáveis, todavia, as causas ou razões (os “porquês”) dos danos na Textura Macroscópica da pista do João Suassuna serem transcorrentes logo nos primeiros dois segmentos a pouco demonstrados. E a resposta, tão simples quanto mais provável, arremata-se no já relatado desprendimento de borracha dos pneus das aeronaves no ato dos pousos e decolagens do aeroporto, gerando um “moderado emborrachamento” do pavimento em questão.

É impossível conceber que haja problemas pautados em maus indicadores de Textura Superficial (antevendo déficits na Drenagem) e expressivas baixas nos Índices de Atrito de um pátio aeroportuário genérico, e dissociá-los do comprometimento funcional e inatural dessa via, oriundo de uma Macrotextura deteriorada, que é mais ocasionada, nesses casos, pelo ajuntamento de borracha em sua camada mais externa. Como não poderia deixar de ser, estão intimamente ligados.

Aqui, a inspeção dessa estirpe de poluição, o acúmulo de borracha, efetivou-se visualmente por intermédio de uma série de fotografias dos **Três Terços** do aeródromo local, sendo, no comum, registradas periodicamente e organizadas em um Banco de Dados para oportunas conferências dos Engenheiros e ou outros funcionários da INFRAERO, bem como demais Empresas de mesmo naipe, brasileiras ou estrangeiras. Em leniência às motivações deste trabalho, também foram recolhidas estas imagens no arquivo pessoal de Outubro do ano passado, conforme ilustra a **Figura 27** nas divisões **I, II e III** a seguir, representando: **I**, o **Primeiro Terço**; **II**, o **Segundo Terço** e **III**, o **Último Terço**.

**Figura 27:** Focos de emborrachamento em cada uma de três zonas asfálticas (**Terços**) da pista principal do Aeroporto de Campina Grande (PB).



**(I)**



**(II)**



**(III)**

**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).

Sem tanto esforço de compreensão e juízo de valor sobre, ficam prontamente evidentes as nuances de cores entre os três nichos do trajeto: quanto mais distanciado estiver um observador da ponta 15 – **Terço 1 (I)** em direção aos **Segundo** e **Terceiro** setores, mais claro-acinzentado é o asfalto. Por outro lado, tão mais perto ponha-se ele da fração primeira do

pavimento central, mais tons escurecidos surgem no que parecem ser (e são) riscos ou rastros de pneus. Os borrões (cada vez mais negros) são, majoritariamente, pequenas, médias e maiores concentrações de borracha deixadas tão mais expostas quanto mais os trens de pouso por ali até reverberem (no popular, “cantem pneu”) enquanto descem à Terra e freiam.

Tais concentrações, por mais que cumpram algum padrão e tenham promovido uma relativa tendência de desgaste na Textura do revestimento da 15/33, ainda tornam injusto pensar que todo um pavimento dessa magnitude estaria comprometido em decurso de pontos, estreitamente específicos, alastrados por 71.400m<sup>2</sup> de malha asfaltada livre (1.700m longitudinais e 42m transversais) ou 10.200m<sup>2</sup> de área periciada [1.700m no comprimento por 6m de largura (3m para ambos os lados do eixo cêntrico)].

## 5.2 MICROTEXTURA

Partindo às esferas microscópicas de verificação, em respeito aos subitens 4.3.1 e 3.4.3, ao englobar a **Tabela 7** da Associação Brasileira de Pavimentação – ABPv – que também fora usufruída nas concepções de Bernucci *et al.* (2008), o bloco analítico formatado pela **Tabela 20**, também fragmentado (pontual), é uma constituição das médias de Microtextura para cada marco experimental, sob as cotações de VDR e catalogação referida a mesma **Tabela 7**, mencionada de início.

**Tabela 20:** Classes de Microtextura (ABPv, 1999) discretizadas para a pista do Aeroporto Presidente João Suassuna a 22 de Outubro de 2018.

Nº	POSIÇÃO	PARTIÇÃO	Marco (m)	VRD (BPN)	Microtextura
-	D (Dir.)	<i>Cabeceira 15</i>	0	-	-
1	E (Esq.)	<b>1º TERÇO</b>	100	106,25	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
2	D (Dir.)		200	94,50	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
3	E (Esq.)		300	108,00	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
4	D (Dir.)		400	99,75	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
5	E (Esq.)		500	115,00	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
6	D (Dir.)		600	99,75	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
7	E (Esq.)	<b>2º TERÇO</b>	700	107,75	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
8	D (Dir.)		800	111,75	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
9	E (Esq.)		900	97,50	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
10	D (Dir.)		1.000	107,50	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
11	E (Esq.)		1.100	111,00	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
12	D (Dir.)		1.200	105,75	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
13	E (Esq.)	<b>3º TERÇO</b>	1.300	122,25	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
14	D (Dir.)		1.400	99,25	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
15	E (Esq.)		1.500	97,00	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
16	D (Dir.)		1.600	112,50	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
17	E (Esq.)		1.700	98,75	<b><i>Muito Rugosa</i></b>

Fonte: Arquivo pessoal (2018).

As noções de Rodrigues Filho (2006) e Bernucci *et al.* (2008) consentem recordar que, para baixas velocidades de descolamento (da ordem de 30km/h a 40km/h), é abalizado um BPN Mínimo de 47, número este que sustenta, no limite, uma funcionalidade antiderrapante mediantemente admissível. O ideal, especialmente em terminais de aviação, são cifras para além de 55 BPN (DNIT, 2006), abonando uma Microtextura de ***Rugosa*** às margens de ***Muito Rugosa***, ou um tanto acima.

A **Tabela** precedente comporta Valores de Resistência à Derrapagem 100% pertencentes ao subconjunto teórico-numérico tipificado como ***Microtextura Muito Rugosa***, isto é,  $VDR > 75$ , o que, afinal, não exige outro paradigma organizacional mas, apesar da constatação, o metódico refino científico permite então tecer a **Tabela 21**, em paridade

esquemática com as **Tabelas** de Macrotextura, que fracionaram a extensão do revestimento do João Suassuna em três espaços (**Terços**) para uma análise setorizada.

**Tabela 21:** Microtextura Média (ABPv, 1999) para os **Terços** da 15/33 do Aeroporto Presidente João Suassuna a 22 de Outubro de 2018.

<b>PARTIÇÃO</b>	<b>VDR Médio (mm)</b>	<b>Desvio (mm)</b>	<b>Microtextura</b>
<b>1º TERÇO</b>	103,88	$\pm 7,33$	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
<b>2º TERÇO</b>	106,88	$\pm 5,12$	<b><i>Muito Rugosa</i></b>
<b>3º TERÇO</b>	105,95	$\pm 11,02$	<b><i>Muito Rugosa</i></b>

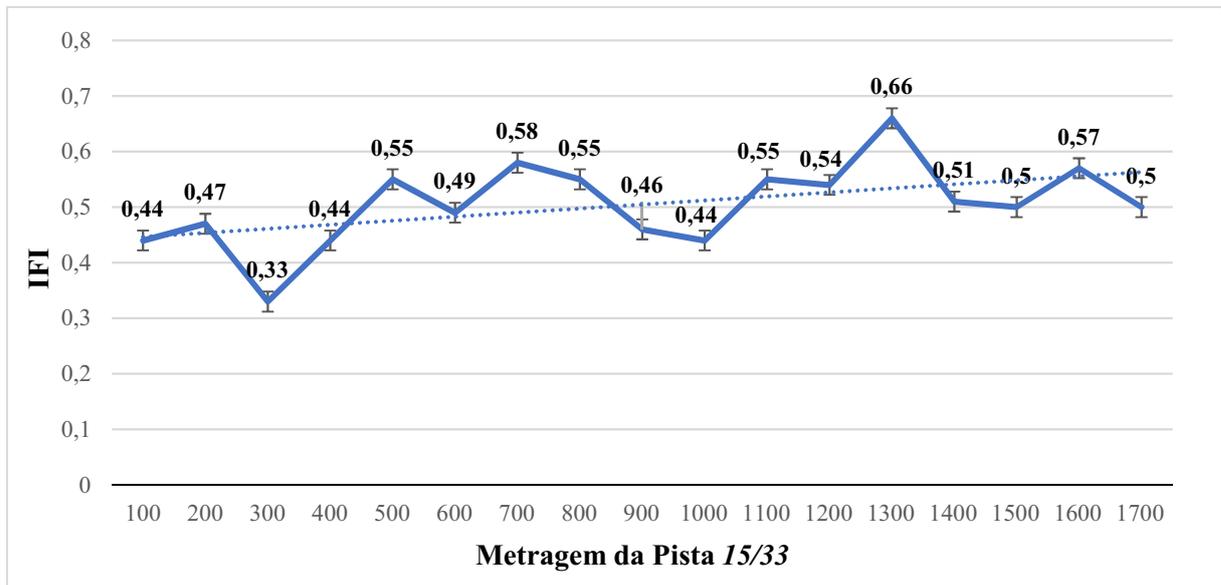
**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).

Permanecem incólumes as adjectivações e a adequação de quantias, com um BPN Global:  $VRD_G = BPN_G = (105,54 \pm 7,33)$ .

Araújo (1994) já sublinhava que as perdas de Energia Cinética ulteriores aos esforços de Adesão (movimento de um avião em terra nas instâncias de frenagem, por exemplo), estão literalmente associadas à Microtextura de uma região pavimentada, sendo encaradas, assim, como micro-composições do Atrito dessa localidade.

Daí, mais convergentes à Textura Micro do que cabais ao escoamento de nódos de líquido, o maior papel da Textura Macro, as cotas de Indicadores de Atrito são maiormente influenciadas por certa *aspereza* ou *lisura*, fronte aos aspectos do referido plano microscópico de um pavimento qualquer. Entretanto, as configurações de Macrotextura não são totalmente alheias a isto e, desta concordata, assomam, pois, as medidas do Índice de Atrito Internacional, sob o **Diagrama 4**, que sobrepõe em si uma interdependência entre os veios de Macrotextura e o contato da Microtextura, produzindo, aos moldes PIARC, este eficaz apontador de Aderência (pneu-solo-asfalto), que é o IFI.

**Diagrama 4:** Índice de Atrito Internacional (IFI) ao longo da Pista do Aeroporto Presidente João Suassuna.



**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).

Para a **Tabela 9**, no 3.5.2, nenhum dos valores de Atrito esteve fora dos intervalos (máximos) rotulados de *Muito Bom* e *Ótimo* (até passando deles): IFI de 0,22 a 0,35 e acima de 0,35, respectivamente, no que concerne ao qualitativo e quantitativo atribuídos às áreas averiguadas. 94,12% desses lugares puseram-se como *Ótimo* e os 5,88% restantes como *Muito Bom*, o que exprime um salto inferior (mas não ruim) de uma categoria, para uma minoria do revestimento. Estes 5,88% rebaixados, no enfoque desse coeficiente, ainda é reflexo do **Ponto 3**, marco cujo IFI foi de 0,33, o menor deles, como se confere também no **Diagrama 4**.

Ecoa, por conseguinte, que a larga maioria da via 15/33 (senão toda) está num harmônico patamar de Atrito. A despeito disto, mirando-se no pontilhado em meados do gráfico, uma **reta de tendência**, repara-se que ela é ascendente do começo do trajeto (extrema 15) ao fim (33) e, no inverso, descendente. Isso avigora e quer dizer que o grei de Fricção diminui quanto mais perto se estiver das “regiões de toque” descritas como ambiência em que se retém borracha mais pesadamente.

$F_{60G} = IFI_G = 0,50 \pm 0,07$  foi a Média Global do Índice Internacional, enquanto, **Terço a Terço**, suas médias subdivididas puderam ser reduzidas à **Tabela 22**.

**Tabela 22:** *International Friction Index* – IFI (APS, 2006), para os **Terços** da 15/33 do Aeroporto Presidente João Suassuna a 22 de Outubro de 2018.

<b>PARTIÇÃO</b>	<b>IFI Médio</b>	<b>Desvio</b>	<b>Condição</b>
<b>1° TERÇO</b>	0,45	$\pm 0,07$	<i>Ótimo</i>
<b>2° TERÇO</b>	0,52	$\pm 0,06$	<i>Ótimo</i>
<b>3° TERÇO</b>	0,55	$\pm 0,07$	<i>Ótimo</i>

Fonte: Arquivo pessoal (2018).

### 5.3 RELAÇÕES, CONSERVAÇÃO & COMENTÁRIOS

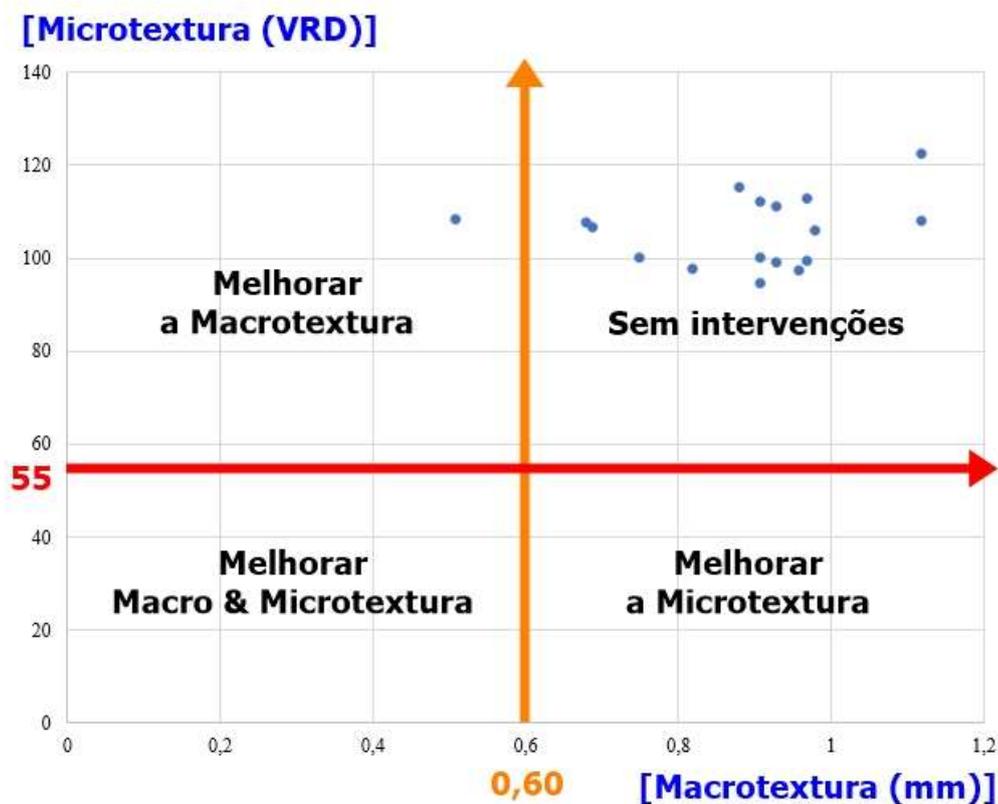
Seguindo todos os feixes de dados narrados e desenvolvidos desde o tópico 3.4 e a pouco neste Capítulo 5, para as experiências contempladas em campo é possível agora unir (ou “comparar”, melhor dizendo) Macrotextura & Microtextura na dicotomia  $M_n = (HS, VRD)$  e suas fronteiras indicadoras seguras, **Diagrama 5**, bem como os sub-parâmetros de Atrito Internacional,  $S_p$  e  $F_{60}$ , nos pares ordenados  $F_n = (S_p, F_{60})$ , **Diagrama 6**, também com suas devidas restrições de segurança, para, desse modo, sintetizar em um espectro mais lúcido alguns possíveis e ou prováveis procedimentos de melhora operacional do pavimento mor do *SBKG* que poderiam ser realizados a curto, médio ou longo prazos.

Os dois sucessivos **Diagramas** estão num formato dispersivo e ao mesmo tempo mais direto, que deixa livre o feitio de algumas comparações entre distintos atributos do objeto de estudos aqui suscitado, guiados por seus números balizadores normatizados ou resgatados da literatura técnico-acadêmica. Compostos por quadrantes que indicam o ato mais abrangente a ser exercido, **Melhorar a Macrotextura**, **Sem Intervenções**, **Melhorar Macro & Microtextura** e **Melhorar a Microtextura**, trazem uma esquemática que propõe que, quanto mais pontos estiverem em uma das quatro regiões delimitadas, mais urgente vai se tornando a carência ou não de correções nos trechos apontados. Obviamente também, quanto mais cifras (marcos de ensaio ponderados) contiverem nessas abjunções pela repetição de dias de coleta e investigação, mais precisamente elas traduzirão o real.

No **Diagrama 5** (Texturas Macro *versus* Micro) constata-se a, antes dissertada, “vaga propensão” da nuvem de dados aproximar-se da menor Profundidade de Textura prescrita pela ANAC (2016):  $P = HS = 0,60\text{mm}$ , na reta laranja. Vê-se uma das medidas (o **Ponto 3** da **Tabela 16**) no quadrante **Melhorar a Macrotextura**, e as outras, vasta maioria [incluindo os **Marcos 1 e 10**, idem da **Tabela 16** (dois pontos mais à esquerda)], na porção **Sem Intervenções**. Ainda

é algo benéfico, mas merece cautela. Ademais, pela lógica gráfica, nenhuma cota sequer rebaixou-se aos 55 BPN, fronteira menor de Microtextura, identificada pela reta vermelha.

**Diagrama 5:** Medidas de BPN *versus* (Macro)Textura enquadradas nos limites mínimos já versados pelo DNIT (2006) e ANAC (2016).



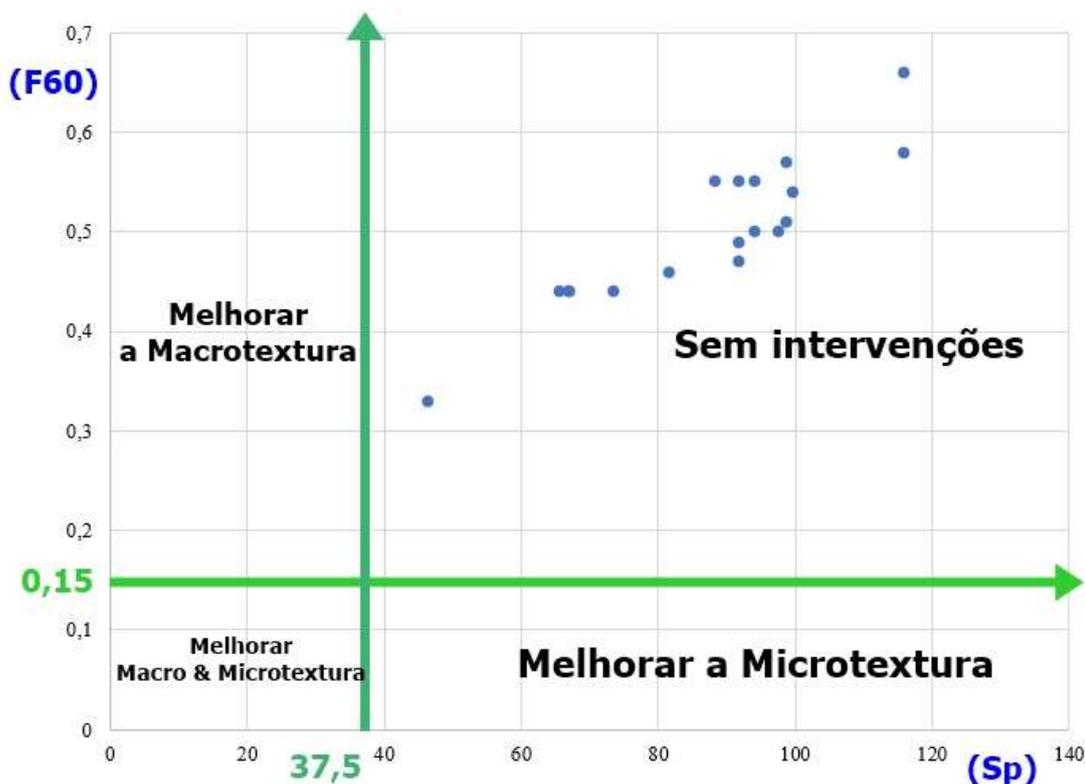
Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Em outra conformação, pelo **Diagrama 6**, não há dúvidas quanto à boa uniformidade e compatibilidade das quantias de Atrito (*International Index*). Absolutamente todas estão albergadas no segundo enquadro, da esquerda para a direita, ou seja, **Sem Intervenções**. (Da dispensabilidade delas.) Apesar de que, também pode ser sinalizada uma ligeira inclinação da nuvem (de dados), singularmente, indo mais rumo ao  $S_p = 37,5$  (reta verde escuro que barra ingerências na Macrotextura) do que encaminhando-se para o  $IFI = F_{60} = 0,15$  (reta verde claro, impeditiva de interseções na Microtextura).

É sensato que estas indicações sejam válidas, uma a uma, pela noção que se teve, a pouco, do grau de acúmulo de borracha proveniente do tráfego de jatos no Aeroporto de Campina Grande. Sobre essas reprimendas, também pode-se inferir que, no tempo, pelo menos até o dia 22 de Outubro de 2018, a Macrotextura do aeródromo vinha sendo mais rapidamente

afetada pelo emborrachamento do que entraria em um moderado desgaste a sua Microtextura (e Atrito).

**Diagrama 6:** Medidas de Atrito,  $S_p$  versus  $F_{60}$ , interpostos com os extremos mínimos (de APS) conhecidos.



Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Destas ditas, portanto, em seu cenário funcional àquela data de Outubro (22) do último ano, o Terminal Aeronáutico Presidente João Suassuna encontrava-se com uma condicional e crescente junção do contaminante “borracha” em sua via única de pousos e decolagens. O que parece uma obviedade habitual, serve para explicar razoavelmente algumas das assimetrias impostas na Textura pesquisada e vice-versa: tais assimetrias elucidando o acúmulo.

É valioso sobrelevar, contudo, que esta afirmação acima não é de tom determinístico e sim uma conjectura embasada sob uma já coerente e até empírica predisposição do avançar de degradação, inato das características estudadas (Macrotextura & Microtextura) face ao dia-a-dia aeroportuário do Suassuna (em férrea presença dos veículos aéreos) e, contrabalanceando com isso, os dados obtidos. Além deste contrapeso, é sabido que aproximadamente num período anual, por volta de Janeiro (4.3), se pratica uma remoção de emborrachamento do aeródromo do João Suassuna e que, para Outubro, já era de se esperar alguma agressão física deste tipo

poluidor. Senão, poder-se-ia indagar: apenas um ou três pontos experimentais refletem “o todo” examinado? É notório que não. Os poucos locais em que repercutiram informações (quantitativas e ou qualitativas) abaixo dos ou abeirando os mínimos regulamentados podem, real e meramente, ter sido de pequenos (ou médios) compartimentos de asfalto com reentrâncias, conglomerando, por ventura, alguma aleatória parcela de borracha e exercendo um ligeiro desequilíbrio ou erro de medições.

Nesta situação de incerteza, com mais precisão, basilarmente duas providências poderiam ser tomadas: a primeira, seria verificar o histórico de levantamentos feitos em meses (e até em anos) para discernir se haveria realmente naquelas zonas uma reincidente diminuição das faculdades Macro & Micro superficiais do que fora analisado. (É algo que depende também, e bastante, de quem realiza e compreende os ensaios, frequentemente, respaldando a si este “traquejar” prático.) De contrapartida, ainda restando dúvidas, em segundo lugar, mais pontos haveriam de ser examinados programaticamente no decorrer da pista ou, se fosse o caso, outra(s) sequência(s) de aferições poderia(m) ser planejada(s) mensalmente. Nenhum destes subterfúgios foi capaz de, à época, ser executado, fatalmente, por ensejos de tempo e indisponibilidade, tanto de acesso ao percurso 15/33 como de veto às documentações do Banco de Dados submetido à Federal INFRAERO.

Porém, as maiores hesitações quanto a isto conseguem ser dirimidas, de revés, pela **Figura 27**, e os ramos em defasagem, definitivamente, não aparentam acidentais. Contíguo a isto, essas pontuações mostram ainda, em suma, um norteamento de como o intrínseco da 15/33 vinha se comportando funcionalmente à data.

Baseando-se nesses resultados inclusive argumentativos e no comum bom senso reportado à Engenharia, não *incontinenti* àqueles dias pouco após o trabalho *in situ* mas num curto (ou talvez médio) prazo, contando do fim de Outubro de 2018, de três a quatro meses depois, chegando no mais tardar a pouco além de Janeiro de 2019, seria conveniente que houvesse um novo removimento de borracha da malha pavimentada em asfalto do *SBKG*. Isto porque, nesse *time*, levando em consideração o alavancar do emborrachamento em torno dos meses finais de 2018 a início de 2019, a evocar que, em média, o último procedimento com Caminhões Lavrita de jato removedor havia sido realizado há quase oito ou nove meses e, tomando partido do caminho já ilustrado pelos atores numéricos reconhecidos, e neste contexto estudados, a concentração do poluente (resíduos de pneus) se daria, ao redor deste ciclo, em suficiência para um novo processo higienizador do tipo alegado. Nesse meio tempo (do dia 22

em diante) até atingir-se alguma inadequação factual, a melhor postura assentida seria a de prudência e monitoramento.

Toda essa atenta diligência tem um, e somente um, objetivo (não sendo custoso que se relembre): manter ou retomar os bons domínios de desempenho utilitário (Drenagem Superficial e Aderência) da infraestrutura central do terminal de pousos e decolagens do João Suassuna. Tão logo, com ou sem a impertinência de águas pluviais ou fluidos quaisquer aliados até a outras adversidades temporais, almeja-se metas de evitar, por ação ou inação, que acidentes, ou mesmo triviais incidentes envolvendo aquaplanagem, possam tornar-se mais um Desagradável Capítulo nos relatórios da aviação nacional brasileira e mundial, quiçá um novo para a aviação regional.

Correntemente, quando há súbitas repetições desses eventos (os desastres e ou falhas por hidroplanagem) ou preponderam os seus ambientes causais, especialmente os meteorológicos (menos controláveis), mas às vezes os geométricos, nos aeroportos, aeroclubes, campos de voos e afins, são propostas outras modelações de contenção de inseguridades ainda mais sofisticadas, embora simples e profundas, introduzindo maiores modificações infraestruturais maximizadoras das condições operantes das faixas asfálticas necessitadas. Sejam, a exemplo dessas mudanças, a estruturação de uma CPA (Camada Porosa de Atrito) e o *grooving*. (3.7.2 e 3.7.3.)

A respeito do asfalto poroso (CPA), os fundamentos inerentes ao seu usufruto são bastante claros, sendo uns fielmente determinantes em uma presumível escolha por ele. É o caso da mitigação de ruídos nos trens de pouso em ocasiões de parada, do acréscimo de visibilidade durante as chuvas, a redução das distâncias de frenagem sob intempéries e a possibilidade de restringência da cortina d'água aspergida para os lados (*spray*) nas aeronaves, nestas mesmas condições. Mas, talvez a mais decisiva vantagem desse método seja o refreamento do risco de derrapagem sobre a umidade que é, para o âmago deste contexto, a mais explicitamente fatal (LEFEBVRE, 1993)... Não por menos, no dinamismo dos campos de voo, o principal fomento desta aplicação é a sua capacidade interna de defluxo d'água, atuando inteiramente na eliminação potencial do deslizamento de aeroplanos em movimentação. Nisso, a alta Drenagem de uma CPA é realizada por meio de um, peculiar a ela, supra percentual de interstícios e as quase perfeitas interconexões deles, conferindo-a uma expandida infiltração dos líquidos nas camadas mais profundas. É esta propriedade que permite a fuga da água das subjacências do piso para fora do revestimento (LUGÃO, 2008).

Doutro ângulo, existem algumas desvantagens: em geral, a construção de uma Camada Porosa é mais onerosa em relação às tradicionais, sua vida útil é demasiado diminuta e o maior dos problemas deve-se à compulsória colmatação<sup>21</sup> dos poros, sendo típico insistentes manutenções, acima de tudo, para o descolamento da borracha de pneus das pistas que a utilizam. A partir disto, com pouca idade de uso se comparada aos artífices convencionais, caem, gradativamente, as suas funções de drenagem e acústicas, o que logo conduz à perda de superioridade no páreo (mercadológico) de utilização. Assim declaram Santos (2004), Lefebvre (1993) e Horne (1977).

Já o *grooving* é tido, quase sem impeditivos, como uma das mais eficientes tecnologias para aumentar o potencial drenante dos trajetos (aero) viários. Seus benefícios e malefícios, muitíssimo parecidos com os de uma Camada Porosa de Atrito, assertam Horne e Dreher (1963), vem a ser: um maior silenciamento dos ressoantes “cantar de pneus”, o delimitar da ocorrência de *sprays*, a elevação do conforto ao rolamento para os comandantes, abranda injúrias descendentes de lapsos no Atrito e, mais importantemente, tem uma severa prestabilidade no auxílio à baixa da lâmina d’água sobre as pistas dos aeródromos, que as faz menos suscetíveis ao famigerado fenômeno de *aquaplaning*<sup>22</sup>.

Doravante, o lado prejudicial também é similar, nomeadamente, com a aglomeração de impurezas em seus sucos de vazão (inserindo o emborrachamento) que, aterrissagem por aterrissagem, tendem a tapar essas ranhuras e provocar retrocessos em todo o beneficiamento já introduzido.

Ambos os tratamentos (o entalhe de *grooves* e a CPA) são mais recomendados em territórios de (ou com) forte convergência pluviométrica, favorecendo a constante aparição de um asfalto encharcado, crescidos ou crescentes itinerários de voos e compreensíveis dificuldades no mantimento de bons hábitos de Atrito e Drenagem, com latentes e ou frequentes marcas indiciárias de pista escorregadia, pois, nestes arranjos, aumenta-se o volume de episódios, ainda que leves, ligados às derrapagens de aviões. (Por isso dá-se tanta importância às corriqueiras avaliações.)

A cidade de Campina Grande encontra-se em um sistema climático e temporal relativamente peculiar, tal qual é assinalado no quesito 3.1, páginas 13 e 14 bem atrás. Tem-se

---

<sup>21</sup> Obstrução.

<sup>22</sup> Aquaplanagem.

um clima tropical úmido com suas variantes particularidades. Em adendo, também se percebe que alguns pilotos até consideram preferível uma arremetida do que, em horários chuvosos, tentar aterrissagem em Campina.

É bem verdade que, à parte disso, atualmente, o município e arredores ainda vivem em uma fase de estiagem que começara nos entornos de 2011 a 2012 e se aprofundara, para o anuário subsequente, até os dias recentes. Entretanto, são questões que mudam sazonal e organicamente dentre um ciclo hidrológico esperável.

Por outro viés, tem-se crescido o número de viagens aéreas no aeroporto *SBKG*, o que pode ser contraposto em dados ao final do Capítulo 1 e em noveis notas de imprensa, divulgando voos extras, este ano, para a urbe paraibana:

**“AEROPORTO DE CAMPINA GRANDE TERÁ VOOS EXTRAS NAS SEGUNDAS E SEXTAS-FEIRAS A PARTIR DE MARÇO.** *Voos extras serão de ida e volta para o Aeroporto de Recife na Segunda de manhã e Sexta à noite*”, conta uma manchete do G1 (2019).

Frente a essas informações (fatores) e aspirando uma inesperada (mas admissível) união delas, seria tolerável até supor o emprego de uma das supracitadas medidas preventivas, qual fosse a de melhor custo-benefício, com a finalidade de promover uma maior salvaguarda do tráfego aéreo no terminal de aviação campinense. Porém, para não impelir-se num *Efeito Nostradamus*<sup>23</sup>, é razoável que, para esta ação, também ter-se-ia que obter como alibis (talvez nem só estes): um amplo arquivo comprovando reais decréscimos no Atrito da pista 15/33 para os correntes meses e anos, a conciliação simbiótica com as contingências preditas, coisa que exigiria finas revisões da hidrologia regional, além de séries de ensaios de drenabilidade, Textura e Atrito, mais um erguido histórico de acontecimentos envolvendo hidroplanagens na instituição, fora algumas possíveis inconsistências havidas no gerenciamento da pista (*et cetera*), o que, em uma verdade contemporânea, não há. Destarte, para um longo ou longuíssimo prazo, contando com o retorno de uma densa quadra chuvosa tal qual era num passado não muito distante, não haveria porque, aqui, descartar a hipótese.

Logo, de posse dessas premissas e novamente do bom senso, contemplar esta reflexão e suas consequências, em suma, ainda colide com uma concepção metódica referida aos estudos

---

<sup>23</sup> Do tino popular, um neologismo para “comportamento que abstrai previsões sem fundamentos científicos”.

de viabilidade e custos implementação a serem perseguidos por Engenheiros, sistematicamente, até que se ache uma solução viável e cirúrgica (precisa) para estas atualmente remotas expectativas.

Com efeito, a datar de sua inauguração efetiva em 1964 e passado às mãos da Gestão INFRAERO aos preâmbulos de 1980, por tantas vezes no Aeroporto Presidente João Suassuna foram executadas (e se bastaram nestas) algumas reestruturações, recapeamentos e tratamentos superficiais, a fim de restaurar partes de camadas da sua via de fluxo aéreo [1995, 2000 e 2014 (no 3.7)]. Isto garantiu-a a sua duradoura e aprazível reputação. Futuramente, depois de algumas recorrências no desemborrachamento (que normalmente agridem muito a Textura Superficial), e aí fala-se de um médio prazo da ordem de meses a poucos anos (menos de 10), estas mesmas opções manutensivas que ostentam virtudes mais fáticas e compactas de serem levadas em consideração podem, em posterior aprofundamento de estudos sob outros parâmetros, compor-se, mais uma vez, como indispensáveis nesse “amanhã”...

## 6. CONCLUSÕES

Cá, podendo ir conscienciosamente à essência dos fatos: analisaram-se a Microtextura e a Macrotextura do pavimento da pista 15/33, concomitantemente, com o uso do Pêndulo Britânico e dos aparatos de perquirição para a “Profundidade da Mancha de Areia”, ambos em declarado período e com seus devidos instrumentários diretivos (atestando-se em 3.4, 4.1, 4.2 e 4.3). Neste passo, foram adquiridos os requisitos-base para o cômputo dos VRD’s e HS’s alusivos aos aspectos infraestruturais acertados. (Vide **APÊNDICE A.**)

Sob a ótica Macro da ANAC (2016), classificou-se a Textura do pavimento principal do João Suassuna, globalmente, como *Aberta*. Para o DER-MG (2005), obteve-se uma rotulagem análoga. Já para APS (2006), a tipificação nominal (leia-se: “integrando todos os setores avaliados”...) correspondeu a *Macrotextura Medianamente Grosseira*. Encontrou-se também, em conjunto, valores de uma *Microtextura Muito Rugosa*. Em paralelo, na correlação de Macro & Microtextura constituindo o Índice de Atrito Internacional, os dados periciados exprimiram um IFI Médio Global *Ótimo*, contudo, atentando ao detalhe de que a **reta de tendência** de seu gráfico inclinou-se no sentido das quantias do indicador se minimizarem, na medida em que algo ou alguém se aproximasse da extremidade 15. (Lugar dos “pontos de toque” e onde há a mais pungente aglutinação de resíduos de borracha dessas vias.) Isto sugeriu uma tendência à corrosão ou erosão das características funcionais do revestimento por conta de um emborrachamento rotineiro (claro) do asfalto do *SBKG*.

Disto tudo advém que, em 22 de Outubro de 2018, a pista do Aeroporto de Campina Grande ainda conservava-se em harmônicos padrões superficiais operacionais para os parâmetros investigados, mesmo que sob algumas razoáveis assimetrias atestadas também em Diagramas de Dispersão, tendo sua classe completa de Textura equivalente a *Macrotextura Aberta e Microtextura (Muito) Rugosa (ou Áspera)*, com um IFI *Ótimo*, já tipificando estes atributos em suas respectivas e variadas classes...

Dos seios ao término da pista, agora numa rápida inspeção visual (via registros fotográficos), constatou-se que, na via única do terminal, por volta da metade a próximo de sua cabeceira mais solicitada (a 15), confinava-se um já preponderante acúmulo de borracha que seria então, com um maior nível de certeza, o que estava provocando as ligeiras e decrescentes mudanças na Macrotextura, Microtextura e no Atrito do pavimento.

Do cerne de gerenciamento aeroportuário local, soube-se de confiáveis fontes, os tipos, vencimentos, mecanismos, recursos e estratégias, em geral, utilizados para certas atividades de conservações e restauros do plano asfáltico do Suassuna. Desse modo, visto o já encaminhamento ao desgaste da Macro e Microtextura da pista por conta do emborrachamento, fora indicado um removimento deste poluente para dali a 3 ou 4 meses depois.

Argumentando, ainda, sobre maneiras de se evitar catástrofes aeronáuticas nos inícios de decolagens ou aterragens sob condições adversas, comentou-se sobre o uso de Camadas Porosas e ou *grooving* em trechos envoltos nessas periculosidades, tal que, de acordo com inúmeros fatores, ao menos em tese possíveis para a cidade de Campina Grande, pudessem estas intervenções serem trazidas à realidade local. Todavia, como ainda assim, hoje, são técnicas inviáveis aos moldes do que se tem, para não cair em um *achismo* sem causa, atempou-se estas para um futuro longínquo. (De longo a longuíssimo prazos.)

No mais, foram estimuladas, a partir do que já fora efetuado nos pátios do *SBKG* (recapeamentos, tratamentos superficiais etc...), que estas táticas, por vezes, ainda perfazem uma boa *praxis* de resguardo das serventias<sup>24</sup> operacionais de sua pista, desde que convenientemente estudadas, no médio prazo, de hoje para adiante.

Conclui-se, também, que o rigor no gerenciamento do cotidiano dos aeroportos, e mais pesadamente por cima das faculdades funcionais de seus aeródromos, é indispensável para uma profícua logística de voos nessas zonas, terminantemente, evitando “deslizes”...

No mais, ao cumprimento de tentar trazer à realidade concreta todo o indissolúvel encadeamento causal por trás do que se conhece por “desastres aeronáuticos” e só assim incluir como regente deste “todo” a vasta fenomenologia que une, uma por uma, todas as condicionantes de uma tragédia, é que, ao longo deste trabalho, buscou-se (reconhecendo esta dificuldade) fazer com que os leitores mergulhassem em cada pormenor do que é a construção de riscos sobre fatalidades aeronáutico-terrestres. Nisso, desde o início, o prólogo do tópico 3.2 e suas subdivisões explicativas, até este desfecho, fora utilizado de espelho uma das mais recentes catástrofes aéreas da aviação brasileira: o caso do voo JJ 3054. Nele, toda a conexão de eventos constituída ilustrou, em cada passo, o que ocorre...

---

<sup>24</sup> Não confundir com o conceito de “Serventia” de Carey e Irick (1960) e similares.

Crises. Pressões internas das empresas. Corporações sob entraves. Funcionários em regimes de alto estresse, alguns mal treinados, um Apagão Aéreo... Caos. (*O Homem.*) Aeronaves em condições questionáveis... Falhas nos sistemas. Turbulências. (*A Máquina.*) Baixas no Atrito. Má Drenagem. Pista escorregadia. Crônicas de derrapagens... (*A Infraestrutura.*) Chuvas torrenciais... (*O Tempo...*)

Ao olhar da Engenharia Civil, seria mero truísmo pretender dizer que somente uma infraestrutura funcionalmente eficiente poderia, em suficiência, evitar acidentes envolvendo o deslizamento de aviões em pistas. Não se basta nisso, mas sem avaliações funcionais periódicas, as chances de catástrofes pela hidroplanagem de veículos aéreos são sobrelevadas... Também se faz lugar comum (e até um grave equívoco) pensar que apenas um fator é “O DECISIVO” quando a união deles é quem se sobressai...

Buscou-se, portanto, ilustrar e mostrar, sempre que possível em manchetes, termos históricos, científicos e afins, que a simplicidade dos exames de condições de Aderência guarda em si uma grande responsabilidade para com as operacionalidades aeroportuárias habituais...

Em arremate, num infortúnio aeronáutico, não é um, mas todos os seus elementos.

Um elo.

**Justiça.** Por fim, o acidente (com o voo JJ 3054) fez nascer em 2014 lei que separa a investigação judicial - criminal e civil - da apuração das causas de acidentes. “Nosso trabalho se baseia não só em fatos, mas também em hipóteses. Se usado como prova, ele pode levar o juiz a tomar decisões equivocadas”, diz o brigadeiro Felipe. Os três acusados de pôr em risco a segurança aérea foram absolvidos em Junho pelo Tribunal Regional Federal da 3.<sup>a</sup> Região (São Paulo). Dez anos depois, a Justiça decidiu que não havia quem punir (GODOY, 2017, p. 1).

## **7. SUGESTÕES PARA O FUTURO**

1. Programar averiguações na pista do Aeroporto Presidente João Suassuna por mais vezes ao longo de um ano, por exemplo, com a finalidade de comparar os efeitos nocivos do emborrachamento em diversas épocas e poder conferir analiticamente, no tempo, o avanço gradual desse agente poluidor;
2. Planejar um estudo de contraponto entre os resultados obtidos nos cálculos de IFI aqui discretizados, com os de equipamentos mais sofisticados e contínuos e ou outros métodos de obtenção das mesmas variáveis de Textura (Macro e Micro) do revestimento;
3. Incluir em um maior aprofundamento e generalização da pesquisa: quantificações para a Irregularidade Longitudinal, o PCI, a Serventia (VSA) e outros sinalizadores de condições operacionais distintos e ou complementares aos deste trabalho.

## 8. REFERÊNCIAS

AASHTO, American Association of State Highway Officials. **Guide for design of pavement Structures**. American Association of State Highway Officials, Washington, DC, 1997. 624 p.

AEROJOAOPESSOA. **Aeroporto de Campina Grande**: informações gerais. João Pessoa/Campina Grande, PB, 2018. Disponível em: <<http://www.aerjoaopeessoa.com.br/p/aeroporto-de-campina-grande-informacoes.html?showComment=1509955727797#c6234683754545246119>>. Acesso em: 29 jun. 2018.

AKTAŞ, Bekir. **Comparative analysis of Macrotexture Measurement Tests for pavement preservation treatments**. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 2209. 34-40. 10.3141/2209-05. New Zealand, 2011.

AM NEWS, O Portal de Notícias do Amazonas. **Avião derrapa e sai da pista durante pouso no Aeroporto de Manaus**. Manaus, AM, 2018. Disponível em: <<https://amnews.com.br/aviao-derrapa-e-sai-da-pista-durante-pouso-no-aeroporto-de-manaus/>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **Manual de Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários – SGPA**. Agência Nacional de Aviação Civil, Brasília, DF, 1ª ed., jun. 2017.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **Portaria Nº 908/SIA**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <[http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/portarias-2016/portaria-no-0908-sia-de-13-04-2016/@@display-file/arquivo\\_norma/PA2016-0908.pdf](http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/portarias-2016/portaria-no-0908-sia-de-13-04-2016/@@display-file/arquivo_norma/PA2016-0908.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2018.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) – Resolução Nº 139**: certificação operacional de aeroportos. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2014/51s2/anexo-ii-rbac-139-emenda-04>>. Acesso em: 28 out. 2018.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) – Resolução Nº 153 e Emendas**: aeródromos – operação, manutenção e resposta à emergência. Brasília, DF, 2018.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) – Resolução Nº 236**: requisitos de aderência para pistas de pouso e decolagem. Brasília, DF, 2012a. 19 p.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **Relatório anual de segurança operacional**. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <[https://www.icao.int/SAM/SSP/Documents/relatorio\\_operacional\\_2008\\_OK\\_low.pdf](https://www.icao.int/SAM/SSP/Documents/relatorio_operacional_2008_OK_low.pdf)>. Acesso em: 7 jul. 2018.

APS, M. **Classificação aderência pneu-pavimento pelo Índice Combinado IFI – International Friction Index para revestimentos asfálticos**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica, USP. São Paulo, 2006. 179p.

ARAÚJO, J. A. **As condições de atrito superficial das pistas de aeroportos como parte da gerência de pavimentos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, UFF. Niterói, 1994. 247p.

ASFALTO DE QUALIDADE. **Tratamento superficial e micropavimento**. Porto Alegre, RS, 2018. Disponível em: <<http://asfaltodequalidade.blogspot.com/2018/11/tratamento-superficial-e-micropavimento.html>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentos asfálticos: patologia e manutenção**. Editora Plêiade. São Paulo, SP, 1997.

BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro, RJ, PETROBRÁS – ABEDA, 2008.

BOEING. **Statistical summary of commercial jet airplane accidents**. Chicago, Illinois, EUA, 2017. Disponível em: <[https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about\\_bca/pdf/statsum.pdf](https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statsum.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2018.

CARDOSO, Fábio. **Tempo adverso impede avião da GOL de pousar no aeroporto de Campina Grande**. Turismo em Foco. Campina Grande, PB, 2018. Disponível em: <<http://www.turismoemfoco.com.br/v2017/2018/04/25/tempo-adverso-impede-aviao-do-gol-pousar-no-aeroporto-de-campina-grande/>>. Acesso em: 1 jul. 2018.

CAREY, W. N. e IRICK, P. E. **The pavement serviceability-performance concept**. HRB Bulletin 250, United States, 1960.

CAMBRIDGE, Dictionary. **Groove**. Cambridge, United Kingdom, mai. 2019. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles-portugues/groove>>. Acesso em 22 mai. 2019.

CG RETALHOS. **Retalhos históricos de Campina Grande**. Campina Grande, PB, 2011. Disponível em: <<http://cgretalhos.blogspot.com/search?q=aeroporto#.W-uwfuhKjIU>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

CORREIO, Redação. **Avião com DJ Alok derrapa e sai da pista em Juiz de Fora**. Salvador, BA, 2018. Disponível em: <<https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/aviao-com-dj-alok-derrapa-e-sai-da-pista-em-juiz-de-fora/>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

DAC, Departamento de Aviação Civil. **Requisitos de resistência à derrapagem para pistas de pouso e decolagem – IAC 4302**. Instrução de Aviação Civil. Comando da Aeronáutica. Brasília, DF, 2001.

DANTAS, Flávia Tavares. **A investigação de acidentes aeronáuticos e a apuração da responsabilidade penal**. Revista Conexão SIPAER, Brasília, DF, v. 4, n. 1, set./out. 2012.

DIRENG, Diretoria de Engenharia da Aeronáutica. **Avaliação das pistas e pátios. Aeroporto de Fortaleza**. Ministério da Aeronáutica. Brasília, DF, 1978.

DUARTE, João Pedro Sousa. **Avaliação do coeficiente de atrito em aeroportos portugueses: o caso do aeroporto de Lisboa**. 2011. 141 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Instituto Superior Técnico – IST – Universidade Técnica de Lisboa, UTL, Lisboa, Portugal.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR, Publicação 720, 2ª ed., Rio de Janeiro, RJ, 2006.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Pavimentação asfáltica – Tratamento Superficial Duplo – Especificações de Serviço – 147/2012**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR, Rio de Janeiro, RJ, 2012.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Pavimentação asfáltica – Tratamento Superficial Simples – Especificações de Serviço – 146/2012**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR, Rio de Janeiro, RJ, 2012.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Pavimentação asfáltica – Tratamento Superficial Triplo – Especificações de Serviço – 148/2012**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR, Rio de Janeiro, RJ, 2012.

EASA, European Aviation Safety Agency. **Annual safety review**. Cologne, Alemanha, 2007. Disponível em: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Annual%20Safety%20Review%202007-EN.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2018.

ESDU, Engineering Sciences Data Unit. **Frictional and retarding forces on aircraft tyres, part 1: introduction**. ESDU Data Item No.71025. London, England, 1971. 40 p.

EXAME, Revista. **Com 136 a bordo, avião derrapa ao pousar e vai parar em rio na Flórida**. São Paulo, SP, 2018. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/mundo/boeing-737-com-136-a-bordo-derrapa-no-pouso-e-vai-parar-em-rio-na-florida/>. Acesso em: 11 jul. 2019.

FAA, Federal Aviation Administration. **Guidelines and procedures for maintenance of airport pavements**. Advisory Circular – AC 150/5380-6A. United States Department of Transportation, USA. Washington, DC, 2003b.

FAA, Federal Aviation Administration. **Measurement, construction and maintenance of skid-resistant airport pavement surfaces**. Advisory Circular – AC 150/5320-12C. Federal Aviation Administration. United States Department of Transportation, USA. Washington, DC, 1997.

FINN, Fred. **Pavement Management Systems: past, present, and future**. Federal Highway Administration Research and Technology, Washington, DC, jul. 1997. Disponível em: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/98julaug/pavement.cfm>. Acesso em: 13 jul. 2018.

G1, O Portal de Notícias da Globo. **Aeroporto de Campina Grande terá voos extras nas Segundas e Sextas-feiras a partir de Março**. Campina Grande, PB, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2019/01/17/aeroporto-de-campina-grande-tera-voos-extras-nas-segundas-e-sextas-feiras-a-partir-de-marco.ghtml>. Acesso em: 17 jan. 2019.

G1, O Portal de Notícias da Globo. **Avião desvia rota de pouso de Campina Grande para João Pessoa e voo de volta é cancelado**. Campina Grande, PB, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2019/04/24/aviao-desvia-rota-de-pouso-de-campina-grande-para-joao-pessoa-e-voo-de-volta-e-cancelado.ghtml>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

GODOY, Marcelo. O Estado de S. Paulo. **Dez anos após o voo 3054, em que Congonhas mudou**. São Paulo, SP, 2017. Disponível em: <<https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,dez-anos-apos-o-voo-3054-em-que-congonhas-mudou,70001881791>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

HAAS, Ralph Carl George; HUDSON, W. Ronald; ZANIEWSKI, John P. **Modern pavement management**. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida, 1994.

HAAS, Ralph Carl George. **Pavement design and management guide**. Transportation Association Of Canada, TAC, Ontario, Canada. 1997. 389 p.

HORNE, W. B. **Status of runway slipperiness research**. NASA, Langley Research Center, EUA, 1977.

IBGE, Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. **Cidade de Campina Grande**. Rio de Janeiro, RJ, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/campina-grande/panorama>>. Acesso em: 28 out. 2018.

ICAO, Organización de Aviación Civil Internacional. **Manual de proyecto de aeródromos, Parte 3: pavimentos**. Organización de Aviación Civil Internacional. 2ª ed., Lima, Peru, 1983.

ICAO, Organización de Aviación Civil Internacional. **Manual de servicios de aeropuertos, parte 2: estado de la superficie de los pavimentos**. Organización de Aviación Civil Internacional. 4ª ed., Lima, Peru, 2002.

INFRAERO, Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **Aeroporto Presidente João Suassuna**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<http://www4.infraero.gov.br/aeroportos/aeroporto-de-campina-grande-presidente-joao-suassuna/sobre-o-aeroporto/>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

INFRAERO, Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **Anuário estatístico operacional 2017, 2018 e 2019**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<https://transparencia.infraero.gov.br/estatisticas/>>. Acesso em: 26 mai. 2019.

INFRAERO, Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **Manual de procedimentos**. Superintendência de Engenharia de Manutenção (DEMA) da Diretoria de Engenharia (DE). Brasília, DF, 2007. 24 p.

INFRAERO, Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **O aeroporto de Campina Grande volta a crescer**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<http://www4.infraero.gov.br/imprensa/noticias/o-aeroporto-de-campina-grande-volta-a-crescer/>>. Acesso em: 2 jun. 2018.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Transporte aéreo**. Brasília, DF, 2009. Disponível em:

<[http://www.ipea.gov.br/presenca/index.php?option=com\\_content&id=25&Itemid=17](http://www.ipea.gov.br/presenca/index.php?option=com_content&id=25&Itemid=17)>.  
Acesso em: 26 mai. 2018.

LEFEBVRE, G. **Porous asphalt**. Permanent International Association of Road Congress – Technical Committee on Surface Characteristics. 1993, Paris, France. 92p.

LUGÃO, Wilson Gandini. **Análise da aderência entre pneu e pavimento com camada porosa de atrito no Aeroporto Internacional Tancredo Neves – MG**. 2008. 148 p. Tese (*Doctor Scientiae* em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG.

MADE IN CHINA, Business. **Asphalt pavement mobile floor shot blasting machine**. Nanjing, Jiangsu, China. Disponível em: <<https://www.made-in-china.com/multi-search/shot+blasting+machine/F1/1.html>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

MATTEI, Vânio C. **Grooving realizado na pista do Aeroporto de Joinville**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://aerodejille.blogspot.com/2016/02/grooving-realizado-na-pista-do.html>>. Acesso em: 22 mai. 2019.

MATTOS, João Rodrigo Guerreiro. **Avaliação da aderência pneu-pavimento e tendências de desempenho para a rodovia BR-290/RS**. 2009. 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS.

MEDEIROS, Rostand. **O pai de Ariano Suassuna: quem foi João Suassuna, como se deu a sua morte e como este fato influenciou a vida e a obra do seu filho Ariano**. Natal, RN, 2014. Disponível em: <<https://tokdehistoria.com.br/2014/08/02/o-pai-de-ariano-suassuna-quem-foi-joao-suassuna-como-se-deu-a-sua-morte-e-como-este-fato-influenciou-a-vida-e-a-obra-do-seu-filho-ariano/>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

MEURER FILHO, Edelino. **Estudo de granulometria para Concretos Asfálticos Drenantes**. 2001. 181 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC.

MICHAELIS, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Editora Melhoramentos Ltda., São Paulo, jul. 2018. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno-ingles/busca/ingles-portugues-moderno/cockpit/>>. Acesso em: 9 jul. 2018.

NSC, National Safety Council. Itasca, Illinois, EUA. Disponível em: <<https://www.nsc.org/>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

OLIVEIRA, Francisco Heber Lacerda de. **Proposição de estratégias de manutenção de pavimentos aeroportuários baseadas na macrotextura e no atrito: estudo de caso do Aeroporto Internacional de Fortaleza**. 2009. 203 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes, PETRAN) – Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE.

O SUL, Portal de Notícias. **Avião derrapa e balança na pista antes de decolar no Paraná**. Londrina, PR, 2015. Disponível em: <<http://www.osul.com.br/aviao-derrapa-e-balanca-na-pista-antes-de-decolar-no-parana/>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

PETERSON, Dale E. **Pavement management practices**. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, DC, 1987. 139 p.

PIARC, Permanent International Association Of Road Congresses. **Report of the committee on surface characteristics**. In: WORLD ROAD CONGRESS, 18, 1987, Brussels, **Proceedings...** PIARC, Paris, France, 1987.

PUJOL, Leonardo; PANDOLFI, Robson. **Voo JJ 3054**: as lições da maior tragédia da aviação brasileira. BBC Brasil. Porto Alegre, RS, 2017. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-40539541>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

REVISTA FLAP INTERNACIONAL. **INFRAERO anuncia licitação para obras em Campina Grande**. São Paulo, SP, 2018. Disponível em: <<http://www.revistaflap.com.br/web/aviacao-militar-geral/noticias/5079-infraero-anuncia-licitacao-para-obras-em-campina-grande>>. Acesso em: 3 nov. 2018.

RODRIGUES FILHO, Oswaldo Sansone. **Características de aderência de revestimentos asfálticos aeroportuários**: estudo de caso do aeroporto internacional de São Paulo/Congonhas. 2006. 290 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP.

SANTANA, João Paulo Monte de. **Classificação climática**: um estudo comparativo entre os métodos de Köppen e Thornthwaite para o município do Rio de Janeiro. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, São Paulo, SP, 14 p., 2005.

SANTOS, Edimar Lima. **Análise histórica de Atrito de Medição das pistas do Aeroporto Santos Dumont – RJ**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação na área de Infraestrutura Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, ITA, São José dos Campos, SP. 2004. 124 p.

SILVA, João Paulo Souza. **Aderência pneu-pavimento em revestimentos asfálticos aeroportuários**. 2008. 153 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental na área de Geotecnia e Pavimentação) – Universidade de Brasília, UnB, Brasília, DF.

SILVA, Vicente de Paulo Rodrigues da; ALMEIDA, Rafaela Silveira Rodrigues. **Estudo do clima urbano na cidade de Campina Grande, PB**. Revista de Ciências da Vida, Rio de Janeiro, RJ, EDUR, v. 32, n. 1, jan./jun. p. 31-44, 2012.

SOLOTEST. **Kit para ensaio de mancha de areia**. São Paulo, nov. 2018. Disponível em: <<http://www.solotest.com.br/novo/produtos/kit-espal-p-ensaio-de-mancha-de-areia-25/1.286.001>>. Acesso em 3 nov. 2018.

SPEIDEL, D. J. **Airfield rubber removal**. The 2002 Federal Aviation Administration Technology Transfer Conference. EUA, 2002.

TEIXEIRA, Luiz Henrique. **Asfalto poroso no Japão – informe técnico**. Sindicato da Indústria da Construção Pesada do Estado de São Paulo – SINICESP, 11ª ed., São Paulo, out. 2015. Disponível em: <<http://www.sinicesp.org.br/materias/2015/bt11a.htm>>. Acesso em: 26 mai. 2019.

TEIXEIRA, Luiz Henrique. **Tratamento superficial – boletim técnico**. Sindicato da Indústria da Construção Pesada do Estado de São Paulo – SINICESP, 12ª ed., São Paulo, nov. 2012. Disponível em: <<http://sinicesp.org.br/materias/2012/bt12a.htm>>. Acesso em: 19 mai. 2019.

TOTAL, Paraíba. **Desvio de voos de Campina Grande para João Pessoa preocupa segmento turístico.** Campina Grande, PB, 2017. Disponível em: <<http://www.paraibatotal.com.br/noticias/2017/07/24/55909-desvio-de-voos-de-campina-grande-para-joao-pessoa-preocupa-segmento-turistico>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

UOL, Portal de Notícias. **Avião derrapa ao pousar em aeroporto à beira do Mar Negro, na Turquia; não há feridos.** São Paulo, SP, 2018. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/reuters/2018/01/14/aviao-derrapa-ao-pousar-em-aeroporto-a-beira-do-mar-negro-na-turquia-nao-ha-feridos.htm>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

WAMBOLD, J.C.; ANTLE, C. E.; HENRY, J. J.; RADO, Z. **International PIARC Experience to compare and harmonize Texture and Skid resistance measurements.** Paris: PIARC, 1995. 423 p. (Publication 01.04.T).

WAMBOLD, J. C.; HENRY, J. J. **NASA Wallops tie/runway friction: workshops 1993-2002.** Transport Canada Publication, N° TP 14190E. Montreal, 2002.

WATERBLASTING TECHNOLOGIES. **Customer photos.** Stuart, Florida, EUA, 2019. Disponível em: <<http://waterblastingtechnologies.com/photos/>>. Acesso em: 27 mai. 2019.

YAGER, T. J.; BUHLMANN, F. **Macrotexture and drainage measurements on a variety of concrete and asphalt surfaces. Pavement surface characteristics and materials.** ASTM STP 763. C. M. Hayden. West Conshohocken: American Society for Testing and Materials, 1982.

**ANEXO A: Planta Baixa do *SBKG* – Aeroporto Presidente João Suassuna (PB)**

**(Envelopada ao fim.)**

**APÊNDICE A: Macrotextura & Microtextura – dados (brutos) de pré-triagem**

**Tabela única:** Grupo de dados para todos os pontos investigados.

Nº	POSIÇÃO	Marco (m)	Diâmetros da M. (mm)				VRD's (BPN's)				
			DESCARTE				DESCARTE				
-	D (Dir.)	0									
1	E (Esq.)	100	195	225	220	200	100	103	105	108	109
2	D (Dir.)	200	170	195	195	175	102	94	94	95	95
3	E (Esq.)	300	270	235	260	215	103	106	109	108	109
4	D (Dir.)	400	220	200	195	190	89	98	100	99	102
5	E (Esq.)	500	185	185	185	190	110	115	115	116	114
6	D (Dir.)	600	180	190	190	175	105	99	99	102	99
7	E (Esq.)	700	180	180	135	165	90	104	107	110	110
8	D (Dir.)	800	180	190	185	180	103	115	112	110	110
9	E (Esq.)	900	210	160	205	195	106	96	96	99	99
10	D (Dir.)	1.000	200	240	200	210	113	107	105	108	110
11	E (Esq.)	1.100	190	190	170	175	100	108	109	112	115
12	D (Dir.)	1.200	170	185	170	180	98	105	105	106	107
13	E (Esq.)	1.300	160	175	175	150	130	120	121	124	124
14	D (Dir.)	1.400	195	180	170	165	105	99	100	98	100
15	E (Esq.)	1.500	185	175	160	195	95	97	96	97	98
16	D (Dir.)	1.600	180	180	185	165	107	110	112	115	113
17	E (Esq.)	1.700	190	180	170	185	110	98	100	97	100

**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).