

ACÚMULO E REMOÇÃO DE BORRACHA EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE FORTALEZA

Francisco Heber Lacerda de Oliveira

Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária

Aeroporto Internacional de Fortaleza

Ernesto Ferreira Nobre Júnior

Universidade Federal do Ceará

Departamento de Engenharia de Transportes

RESUMO

Quando se trabalha com pavimentos aeroportuários, é necessário atentar para um problema comum, especialmente nas pistas de pousos e decolagens: a borracha impregnada na sua superfície. O acúmulo da borracha proveniente dos pneus das aeronaves, devido o intenso contato pneu-pavimento, pode provocar graves incidentes e/ou acidentes com aeronaves, sobretudo na presença de água. Este artigo objetiva apresentar considerações sobre o acúmulo e a remoção de borracha para a manutenção das condições funcionais dos pavimentos aeroportuários. Além disso, procura-se justificar que, apesar de uma rotina de manutenção importante para os pavimentos de aeroportos, a realização desses serviços não deve constituir o seu único elemento de conservação ou reabilitação. Para melhor fundamentar o trabalho, são apresentados dados de macrotextura e de coeficiente de atrito obtidos de avaliações realizadas no Aeroporto Internacional de Fortaleza.

ABSTRACT

When it works with airports pavements, it is necessary to look at a common problem, runways pavements specifically: the impregnated rubber on the surface. The rubber accumulation from aircrafts' tires caused by the intense contact between tires and pavement may cause serious accidents involving aircrafts, particularly in the presence of water. This paper aims to present some considerations about rubber accumulation and its removal services for the maintenance of the airports pavements functional conditions. Moreover, it also intends to convey that, despite an important maintenance routine for airports pavements, carrying out services should not be the only element of conservation or rehabilitation. To better support this paper article data is presented from macrotexture and coefficient of friction obtained from assessments made at Fortaleza International Airport.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os pavimentos estão entre as mais importantes infraestruturas de um complexo aeroportuário. As pistas de pouso e decolagem, de taxiamento e os pátios de manobra e estacionamento das aeronaves são imprescindíveis à operacionalidade e ao funcionamento de um aeroporto. A ausência dessas infraestruturas ou o uso precário e ineficiente da infraestrutura existente tornam inviáveis as operações das aeronaves e a utilização de seus equipamentos de apoio.

A manutenção dos pavimentos deve ser tarefa prioritária de um administrador aeroportuário que precisa se conscientizar que o gerenciamento efetivo dos pavimentos deve ser a sua maior responsabilidade. Isso porque essas relevantes infraestruturas representam uma grande parcela dos recursos materiais, e principalmente financeiros, alocados ao longo de sua vida útil, sendo de fundamental importância para o funcionamento de um terminal aeroportuário.

Recomendações da Organização da Aviação Civil Internacional (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) indicam que a superfície dos pavimentos aeroportuários deve manter-se livre de quaisquer partículas soltas que possam causar danos à estrutura ou aos motores das aeronaves e prejudicar seu funcionamento e sistemas (ICAO, 2004).

Sabe-se que todos os pavimentos gradualmente se deterioram com o tempo. Essa deterioração é normalmente evidenciada pelo aparecimento de diferentes tipos de defeitos de superfície, causados pela combinação de condições climáticas, ambientais, operações de pousos, decolagens, deslocamentos das aeronaves, materiais utilizados e técnicas construtivas.

Quando se trata especificamente das pistas de pousos e decolagens, é necessário atentar para um problema comum nesses tipos de pavimentos: a borracha impregnada na sua superfície. Esse material é considerado pela ICAO (1997) um contaminante, já que interfere nas condições funcionais desses pavimentos, reduzindo sua vida útil e podendo causar incidentes e/ou acidentes envolvendo aeronaves.

A borracha é proveniente dos pneus das aeronaves quando de suas operações por essas pistas, sobretudo durante os procedimentos de pousos, haja vista a intensa interação pneu-pavimento. A impregnação da borracha no pavimento ocorre principalmente na zona ou ponto de toque das aeronaves nas pistas dos aeroportos. Essa região corresponde, geralmente, ao primeiro terço do comprimento total de uma pista, em ambos os sentidos de suas cabeceiras.

No Aeroporto Internacional de Fortaleza, estado do Ceará, esse tem sido um dos maiores problemas a enfrentar no que diz respeito à manutenção e à operação da sua pista de pousos e decolagens. A Figura 1 apresenta exemplos de borracha impregnada na superfície da pista de pousos e decolagens do mencionado aeroporto, onde se verifica, notadamente, a marca dos pneus das aeronaves.



Figura 1: Borracha impregnada na pista de pouso e decolagem

Depositada nessas pistas, a borracha contribui para a diminuição do atrito do pavimento, principalmente quando molhado, colocando em risco as operações de pouso das aeronaves, podendo inclusive favorecer a ocorrência de aquaplanagem (ICAO, 1997). Nessa situação, os pneus das aeronaves perdem o contato com a superfície da pista devido à lâmina de água formada sobre o pavimento.

Com o crescimento do tráfego aéreo no Brasil verificado nas duas últimas décadas, segundo dados da Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC (ANAC, 2008), surgiram operações com aeronaves de maior porte e capacidade. Essa evolução demandou a necessidade de pistas mais funcionais e resistentes, além de práticas de inspeções e manutenções mais efetivas.

Esse fato foi indispensável para que as rotinas de manutenção e verificação das condições de segurança operacional da pista de pousos e decolagens do Aeroporto Internacional de Fortaleza fossem intensificadas, através de inspeções visuais diárias, ensaios de macrotextura, medições do coeficiente de atrito e serviços de remoção de borracha, de acordo com as recomendações vigentes do DAC (2001) e da ICAO (2002).

Essas questões foram analisadas por Rodrigues Filho (2006), especificamente para o Aeroporto de Congonhas, que ratificou a necessidade das administrações aeroportuárias efetuarem avaliações periódicas em seus pavimentos. Rodrigues Filho (2006) sugere identificar pistas com níveis deficientes e fornecer dados que permitam o aprimoramento dos procedimentos de manutenção e justifiquem a alocação dos recursos correspondentes.

Dessa forma, para melhor fundamentar este artigo, serão apresentados dados de macrotextura, através do método da Mancha de Areia, e de coeficientes de atrito, realizados com equipamentos de medida contínua de atrito – *Mu-Meter*. As avaliações foram apresentadas por Oliveira e Nobre Júnior (2008) e obtidas no Aeroporto Internacional de Fortaleza, por ocasião dos serviços de remoção de borracha.

Apesar dos ensaios apresentarem valores satisfatórios para alguns trechos, deve-se considerar que a remoção de borracha desses pavimentos, apesar de uma prática de manutenção importante para os aeroportos, não deve ser exclusiva, já que ao longo dos serviços realizados, nota-se uma deterioração dos pavimentos.

2. OBJETIVO

Apresentar o problema da acumulação e os serviços de remoção de borracha nos pavimentos do Aeroporto Internacional de Fortaleza, Estado do Ceará, visando à manutenção das suas condições funcionais.

3. A MACROTEXTURA E O COEFICIENTE DE ATRITO

Segundo considerações de Fonseca (1990), Kazda e Caves (2000) e ICAO (2002), a textura das superfícies dos pavimentos aeroportuários é caracterizada pela microtextura e pela macrotextura. Isso pelo fato de que esses são os dois principais elementos que proporcionam características antiderrapantes à superfície dos pavimentos, sendo fundamentais para a composição do coeficiente de atrito e do processo de aderência pneu-pavimento.

Enquanto a microtextura diz respeito ao agregado individualmente, a macrotextura, segundo Bernucci *et al.* (2007), é a textura associada à rugosidade do conjunto mástique asfáltico e agregados e representada pela altura média, em mm, do relevo da superfície.

A macrotextura é o principal responsável pela drenagem ativa da água da superfície dos pavimentos aeroportuários. Por isso existe a preocupação com relação à impregnação e o acúmulo de borracha, já que esse contaminante pode preencher as ranhuras e não permitir o adequado escoamento da água, favorecendo os eventos de aquaplanagem.

Para a ICAO (2002), a macrotextura reduz a tendência dos pneus das aeronaves de experimentar a aquaplanagem dinâmica ao proporcionar maior drenagem da água presente na superfície dos pavimentos aeroportuários. Esse fenômeno é verificado durante os pousos e as decolagens, quando as aeronaves encontram-se com velocidade elevada.

Em pavimentos asfálticos, o tamanho e a granulometria dos agregados são fundamentais para uma boa macrotextura. Uma pobre macrotextura não proporciona uma drenagem adequada para um eficiente contato pneu-pavimento.

Para Kazda e Caves (2000), a macrotextura é particularmente importante para as altas velocidades desenvolvidas pelas aeronaves. Nos pavimentos rodoviários, a macrotextura encontrada, na maioria dos casos, é fechada, enquanto que nos pavimentos aeroportuários é

aberta, de acordo com a definição da Tabela 1. Isso ocorre em virtude da diferença de características de drenagem entre os pneus dos veículos e das aeronaves.

A profundidade da macrotextura da superfície dos pavimentos aeroportuários é um dos fatores que mais afetam a resistência à derrapagem de aeronaves em superfícies molhadas, pois possibilita maior ou menor perda de energia ao contato com os pneus (Fonseca, 1990).

Quanto à obtenção dos valores de macrotextura, existem diversas metodologias recomendadas por ICAO (2002): método da mancha de areia, da mancha de graxa, da régua de copiar perfis, do molde, do papel carbono, estereofotográfico, medição direta no pavimento e corrente de água. Dentre essas técnicas, as mais utilizadas pelas administrações aeroportuárias são o método da mancha de areia e o método da mancha de graxa.

Neste artigo, serão apresentados dados relativos ao ensaio da Mancha de Areia, conforme descrito em DAC (2001) e análogo a ICAO (2002).

Quanto à classificação, os valores de macrotextura quando obtidos através do método da Mancha de Areia, obedecem a ICAO (2002), e se apresentam conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Classificação da Macrotextura	
Conceito	Profundidade Média (T)
Muito Fechada	$T < 0,20 \text{ mm}$
Fechada	$0,20 \text{ mm} < T < 0,40 \text{ mm}$
Média	$0,40 \text{ mm} < T < 0,80 \text{ mm}$
Aberta	$0,80 \text{ mm} < T < 1,20 \text{ mm}$
Muito Aberta	$T > 1,20 \text{ mm}$

Para os pavimentos aeroportuários, a recomendação de DAC (2001) é de que a profundidade média da macrotextura para pavimentos flexíveis convencionais, quando obtida através do método da mancha de areia, não seja inferior a 0,50 mm, ou outro valor especificado em plano de manutenção elaborado pela administração aeroportuária.

No caso de pavimentos flexíveis novos, de acordo com DAC (2001) e ICAO (2002 e 2004), a macrotextura deve ser de, no mínimo, 1,00 mm.

Valores de macrotextura menores ou iguais a 0,40 mm caracterizam um nível de manutenção imediata para os pavimentos, devido à possibilidade de existir um elevado risco de aquaplanagem dinâmica quando da presença de água.

Quanto às características de atrito dos pavimentos aeroportuários, especialmente nas pistas de pousos e de decolagens, sabe-se que estas podem afetar sobremaneira a segurança das operações das aeronaves. Dependendo das condições encontradas nesses pavimentos, uma condição de atrito deficiente pode gerar graves incidentes ou até mesmo acidentes com inúmeras vítimas fatais.

Estatísticas da ICAO (2002) mostram que os incidentes e acidentes relacionados à saída ou à derrapagem de aeronaves das pistas de aeroportos, indicam que, na maioria dos casos, a causa principal, ou pelo menos um dos fatores contribuintes, foram as características de atrito das pistas sobre a eficácia dos freios das aeronaves.

Na definição da ICAO (2002), o atrito é caracterizado pelo seu coeficiente e definido como a relação entre a força tangencial necessária para manter um movimento relativo uniforme entre as duas superfícies em contato (os pneus da aeronave e a superfície do pavimento) e a força perpendicular que as mantêm em contato (peso distribuído da aeronave sobre a área dos pneus da aeronave).

Para Wells e Young (2004), o atrito da superfície das pistas aeroportuárias permite que as aeronaves acelerem durante o procedimento de decolagem, assim como desacelerem seguramente após o pouso. A ausência de um efetivo coeficiente de atrito nessas pistas proporciona ocorrências de derrapagem ou aquaplanagem, com a consequente perda de controle das aeronaves na superfície.

O coeficiente de atrito, na opinião de Fonseca (1990), é o resultado da ação combinada da microtextura e da macrotextura. Para Kazda e Caves (2000), o efeito da microtextura e da macrotextura sobre o coeficiente de atrito das pistas aeroportuárias depende da velocidade das aeronaves e das características de drenagem dos pavimentos.

As características de atrito das pistas de pousos e de decolagens mudam com o tempo e em virtude de outras questões como o tipo e frequência das aeronaves, condições climáticas e ambientais, presença de contaminantes, especialmente a borracha proveniente das aeronaves. É preciso, então, provê-las adequadamente de forma que se garantam as condições mínimas de segurança operacional às aeronaves que utilizam essas pistas, evitando os acidentes.

No Brasil, a ANAC (DAC, 2001) recomenda que os aeródromos brasileiros devam possuir pistas de pousos e de decolagens mantidas de forma a atender aos requisitos de textura superficial e de atrito, quando aeronaves operarem nesses aeródromos em pistas molhadas.

As considerações de ordem operacional, segundo a ICAO (2002), determinam o método mais adequado que deve ser utilizado em determinado aeroporto. As medições devem ser realizadas, preferencialmente, através de dispositivos que permitam a medição contínua do atrito em toda a extensão da pista, em pontos distanciados a cada 10 m.

Os ensaios para medição do coeficiente de atrito devem ser realizados com equipamentos de medida contínua preconizados pela ICAO (2004), tais como: *Mu-Meter*, *Skiddometer*, *Tatra* e *Grip Tester*.

No Brasil, a ANAC (DAC, 2001), especifica a utilização do equipamento *Mu-Meter*. Este equipamento é utilizado pela Diretoria de Engenharia da Aeronáutica – DIRENG nos aeroportos brasileiros, segundo Aps (2006), apesar de algumas administrações aeroportuárias já utilizarem os outros equipamentos recomendados. Neste artigo, serão apresentados levantamentos realizados através do equipamento *Mu-Meter*.

A ANAC (DAC, 2001) considera como nível de planejamento de manutenção o valor do coeficiente de atrito de 0,50, quando utilizado o *Mu-Meter*, não havendo qualquer referência aos demais equipamentos. Exceção é feita para aeroportos que possuam planos de manutenção específicos que devem definir um valor, segundo suas condições operacionais.

Uma recente legislação (ANAC, 2009) estabelece novos parâmetros em teste de calibração e de monitoramento de atrito em pistas de pouso e de decolagem, revogando alguns itens de DAC (2001). Dentre as principais diferenças, ANAC (2009) determina parâmetros mínimos

para os ensaios de medição de atrito com a utilização de outros equipamentos, localização e frequência das medições de atrito e de textura superficial. Contudo, como os valores apresentados nesse trabalho foram obtidos antes da aprovação e da publicação dessa nova legislação foram considerados os parâmetros de DAC (2001).

No Aeroporto Internacional de Fortaleza, conforme Oliveira e Nobre Júnior (2008), os valores de macrotextura e de coeficiente de atrito obtidos em três ocasiões distintas de 2007, mostra que primeiro terço da sua pista de pousos e de decolagens, especificamente o trecho compreendido, aproximadamente, entre 300 m e 800 m a partir da cabeceira 13, encontram-se abaixo dos parâmetros recomendados, necessitando de iminentes serviços de manutenção corretiva que proporcionem condições seguras ao pavimento.

Os gráficos das Figuras 2 e 3 apresentam a situação relatada anteriormente para a macrotextura e para o coeficiente de atrito, baseado nos valores de 0,50 mm e 0,50, respectivamente.

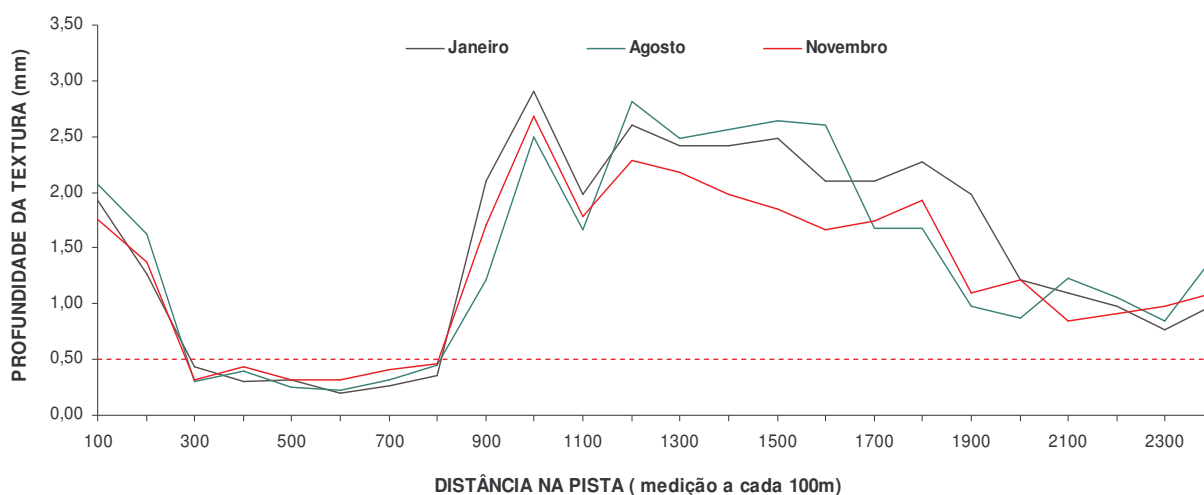


Figura 2: Gráfico da macrotextura no Aeroporto Internacional de Fortaleza.

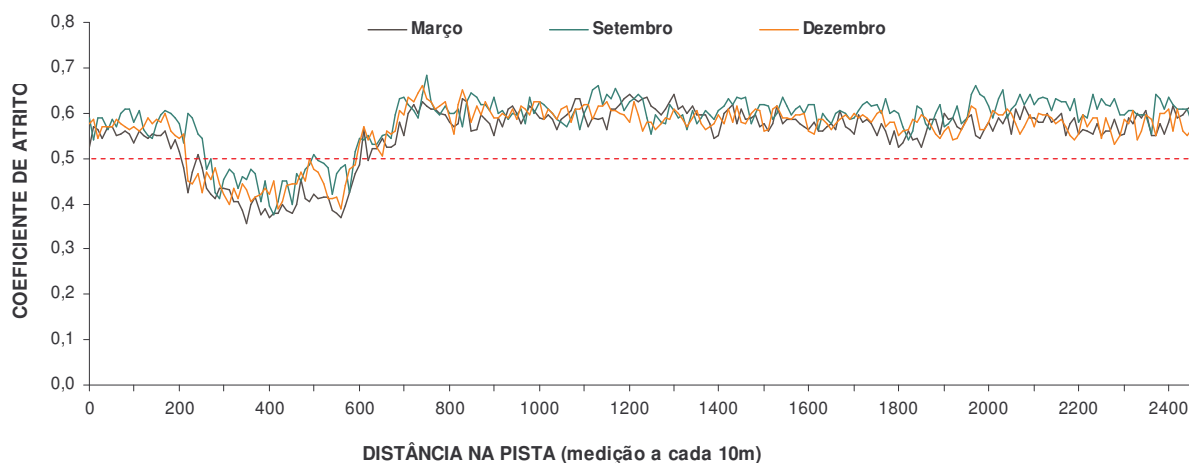


Figura 3: Gráfico do coeficiente de atrito no Aeroporto Internacional de Fortaleza.

4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A ACUMULAÇÃO E A REMOÇÃO DA BORRACHA

Dentre os diversos contaminantes encontrados nos pavimentos aeroportuários, aquele que se verifica com maior constância e que altera significativamente as características de textura superficial – microtextura e macrotextura, e por sua vez, do coeficiente de atrito, é a borracha proveniente dos pneus das aeronaves que se deposita na sua superfície.

Segundo Speidel (2002), existem diversos fatores que contribuem para a deterioração da superfície dos pavimentos, porém a acumulação de borracha nos pavimentos das pistas de pousos e de decolagens é uma das mais fáceis de reconhecer, simples de se corrigir e com um custo de remoção ou extinção relativamente inexpressivo.

Cerca de 700 g de borracha, ainda de acordo com Speidel (2002), são depositadas por pneu em cada pouso de uma aeronave de grande porte carregada, como o Boeing 747, que possui um peso máximo para decolagem de cerca de 400 toneladas.

Conforme a FAA (2003), e como afirmado anteriormente, concentrações anormais de borracha podem cobrir a textura da superfície dos pavimentos e causar perda da capacidade de frenagem e controle direcional das aeronaves durante suas operações em pistas molhadas.

Visando restaurar e preservar a funcionalidade das pistas de pousos e decolagens é imprescindível que as administrações aeroportuárias promovam a realização periódica dos serviços de remoção da borracha acumulada na superfície dessas pistas. Esse processo deve estar associado a uma avaliação posterior que ocorre através da medição da macrotextura e do coeficiente de atrito. Ressalte-se que todos os dados obtidos durante os serviços e as avaliações devem ser repassados para conhecimento da ANAC.

A sua extinção, segundo recomendações da ICAO (2002), pode ocorrer através dos seguintes métodos: solventes químicos, ar comprimido quente, jato de água de alta pressão (hidrojateamento), solventes químicos e jato de água de alta pressão concomitantemente. A FAA (2004), além daqueles, recomenda a aplicação dos seguintes métodos: remoção mecânica e impacto de alta velocidade (*shotblasting*).

No Brasil, tem-se aplicado mais comumente a técnica de remoção por jato de água de alta pressão, mostrando-se, na maioria dos casos, eficaz em áreas ligeiramente contaminadas. Para a FAA (2004), essa técnica é econômica e ambientalmente recomendável, além de remover os depósitos de borracha com o mínimo de inatividade para o aeroporto.

Antes da remoção propriamente dita, recomenda-se uma inspeção prévia sobre o revestimento pavimentos, por equipe técnica e experiente, para se saber quais as áreas que deverão ser submetidas ao processo de extinção da borracha, evitando, assim, trabalhos em áreas não afetadas pelo contaminante.

O processo de remoção por jato de água de alta pressão é realizado com a aplicação de um veículo dotado de um reservatório de água e uma bomba de alta pressão e diversos acessórios, tais como: pistolas, esguichos para o hidrojateamento manual, chuveiro rotativo sobre rodas e bicos espargidores. Os serviços devem ser executados por profissionais treinados, em sentidos transversais e paralelos ao eixo da pista, até a máxima remoção da borracha impregnada.

A Figura 4 mostra o serviço por jato de água de alta pressão sendo realizado na pista de pouso e decolagem do Aeroporto Internacional de Fortaleza.



Figura 4: Remoção de borracha com jato de água de alta pressão

Torna-se evidente, após a execução dos serviços, a remoção da borracha da superfície, que apresenta tonalidades diferentes, conforme mostrado na Figura 5.



Figura 5: Áreas com e sem a execução dos serviços de remoção da borracha

Em 2007, no Aeroporto Internacional de Fortaleza, 98% dos 23.610 pousos ocorreram pela cabeceira 13 da pista de pousos e decolagens que possui 2.545 m de extensão, segundo INFRAERO (2008).

Portanto, a média de pousos diários foi de 65. Com base nessa média de pouso/dia e considerando que a mencionada pista é construída em Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ a frequência dos levantamentos e dos serviços deveria ocorrer duas vezes durante o ano, conforme recomendação de DAC (2001). Apesar disso, os serviços foram realizados em três ocasiões no ano de 2007, nos meses de janeiro, agosto e novembro.

A execução da remoção de borracha deve ocorrer de forma a atender rigorosamente os parâmetros pré-estabelecidos. Além disso, algumas recomendações precisam ser tomadas pelos responsáveis envolvidos, tais como: buscar uma coordenação permanente com a Torre

de Controle do aeroporto, emitir antecipadamente um aviso formal aos operadores aéreos com informações sobre a realização dos serviços e, principalmente, interferir o mínimo possível na operacionalidade do aeroporto. Isso porque os pousos e decolagens podem sofrer restrições ou limitações em virtude da realização desses serviços na pista.

Durante a realização dos serviços de remoção, verificam-se nitidamente resíduos de borracha misturada à água, formando uma massa densa e viscosa.

Contudo, em muitas ocasiões, uma análise mais atenta desse material residual, é possível encontrar pequenos agregados envoltos no ligante asfáltico retirados do revestimento conforme mostrado na Figura 6.



Figura 6: Resíduos de borracha e agregados retirados do revestimento.

A presença desses agregados misturados à borracha removida do pavimento demonstra uma situação anormal, representando um desgaste do revestimento. Por consequência, tal situação proporciona uma deterioração da superfície do pavimento à medida que os serviços de extinção da borracha são realizados. A Figura 7 ilustra a deterioração do revestimento asfáltico do pavimento no qual os mencionados serviços foram executados.



Figura 7: Deterioração do pavimento

Após os serviços é necessário que se faça uma vistoria dos pavimentos que passaram pelo processo de remoção para se examinar o estado geral da superfície. Nessa etapa é possível verificar marcas do chuveiro rotativo sobre rodas em toda a extensão do pavimento por onde foram aplicados, proporcionando danos ao revestimento, conforme apresentado na Figura 8.



Figura 8: Danos provocados no pavimento pelos equipamentos de remoção de borracha

A eliminação periódica da borracha impregnada na superfície de pavimentos aeroportuários é uma atividade importante no contexto da manutenção e conservação desses pavimentos. No entanto, apesar de ser uma prática de manutenção que proporciona benefícios imediatos, essa técnica de manutenção, a longo prazo, não oferece grandes vantagens ao aeroporto, principalmente se não houver a aplicação de outras alternativas de manutenção apropriadas.

A remoção da borracha deveria proporcionar uma melhoria da textura superficial e do coeficiente de atrito dos pavimentos. No entanto, dependendo da situação do revestimento, os serviços de remoção não surtem grandes efeitos na melhoria das condições funcionais da superfície, sendo necessária, em alguns casos, a reconstrução do revestimento afetado.

Os serviços tornam-se essenciais em aeroportos dotados de uma única pista de pousos e decolagens e grande movimentação operacional, como é o caso do Aeroporto Internacional de Fortaleza. Isso em virtude da disponibilidade ofertada pelo aeroporto e, ao mesmo tempo, a dificuldade de sua realização, considerando a inviabilidade de se fechar a única pista existente mesmo em períodos parciais do dia.

Nesses casos, é preciso que os serviços de remoção de borracha impregnada sejam realizados simultaneamente às operações aéreas, mesmo sob o risco iminente de acidentes, já que as aeronaves voam sobre os locais dos serviços a baixas altitudes ou decolam com a cabeceira próxima às equipes envolvidas nas atividades de retirada da borracha, conforme pode se comprovar pelas fotografias da Figura 9.



Figura 9: Operações de pousos durante os serviços de remoção de borracha.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A solução imediata para controlar e minimizar os efeitos danosos do acúmulo de borracha nas pistas de pouso e decolagens, até então utilizada pela maioria das administrações aeroportuárias brasileiras, tem sido a remoção através do hidrojateamento de água de alta pressão. Contudo, essa técnica, a longo prazo, não tem trazido grandes benefícios aos aeroportos, haja vista que proporciona desgaste aos revestimentos necessitando da aplicação de outras tecnologias reconhecidas e recomendadas pela ICAO.

Nesse sentido, sugere-se a realização de pesquisas, a exemplo de Oliveira (2009), para aplicação em pavimentos aeroportuários, de diferentes estratégias de manutenção, em conjunto com a remoção de borracha, com o propósito de garantir as condições de textura superficial e de atrito em níveis aceitáveis de segurança e operacionalidade.

Considerando os dados de macrotextura e de coeficientes de atrito obtidos no Aeroporto Internacional de Fortaleza, apresentados neste artigo, especificamente para o trecho compreendido entre os 300 m e 800 m iniciais da pista de pousos e decolagens a partir da cabeceira 13, propõe-se a execução de serviços de recuperação/reconstrução do revestimento asfáltico afetado, uma vez que os serviços de remoção de borracha não estão mais produzindo os efeitos desejados.

A realização dos serviços de remoção de borracha torna-se essencial em aeroportos dotados de uma única pista de pousos e decolagens, como é o caso do Aeroporto Internacional de Fortaleza. Isso porque a interrupção, mesmo que parcial dessa única pista, inviabiliza as operações aéreas previstas para o aeroporto. Para esses casos, especialmente, é necessário realizar um planejamento efetivo, que envolva todas as interfaces – administração aeroportuária, autoridade aeronáutica e operadores aéreos – com o objetivo de promover a execução dos serviços de forma que interfira o mínimo possível na operacionalidade do aeroporto, assim como no conforto e na segurança de seus usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAC (2008) *Anuário Estatístico do Transporte Aéreo*. Agência Nacional de Aviação Civil. Disponível em <<http://www.anac.gov.br>>. Acesso em 20 de maio de 2008.
- ANAC (2009) *Resolução Nº. 88, de 11 de maio de 2009*. Agência Nacional de Aviação Civil. Disponível em <<http://www.anac.gov.br>>. Acesso em 09 de junho de 2009.
- Aps, M. (2006) *Classificação da Aderência Pneu-Pavimento pelo Índice Combinado IFI – International Friction Index para Revestimentos Asfálticos*. Tese de Doutorado. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. 179p.
- Bernucci, L. B., Mota, L. M. G., Cerati, J. A. P. e Soares, J. B. (2007) *Pavimentação Asfáltica – Formação Básica para Engenheiros*. Petrobras. Abeda. Rio de Janeiro.
- DAC (2001) *Requisitos de Resistência à Derrapagem para Pistas de Pouso e Decolagem*. Departamento de Aviação Civil. Instrução de Aviação Civil – Normativa. Comando da Aeronáutica. Brasil.
- FAA (2003) *Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements. Advisory Circular – AC 150/5380-6A*. Federal Aviation Administration. United States Department of Transportation. Washington.
- FAA (2004) *Measurement, Construction, and Maintenance of Skid-Resistant Airport Pavement Surfaces. Advisory Circular Nº 150/5320-12C Change 4*. Federal Aviation Administration. U.S. Department of Transportation. Washington
- Fonseca, O. A. (1990) *Manutenção de Pavimentos de Aeroportos*. Diretoria de Engenharia da Aeronáutica. Divisão de Estudos e Projetos de Infra-Estrutura. Ministério da Aeronáutica. Brasília
- ICAO (1997) *Manual-Guía de Administración del Mantenimiento de la Infraestructura Aeroportuaria*. Proyecto Regional RLA/92/031 – Planificación y Sistematización de la Aviación Civil. International Civil Aviation Organization. Canada.
- ICAO (2002) *Manual de Servicios de Aeropuertos. Parte 2 – Estado de la Superficie dos Pavimentos*. International Civil Aviation Organization. Cuarta Edición. Canada.

- ICAO (2004) *Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation. Volume I. Aerodrome Design and Operations*. International Civil Aviation Organization. 4th Edition. Canada.
- INFRAERO (2008) *Movimentos Operacionais do Aeroporto Internacional Pinto Martins*. Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária. Fortaleza/CE.
- Kazda, A. e Caves, R. E. (2000) *Airport Design and Operation*. Ed. Pergamon. New York.
- Oliveira, F. H. L. e Nobre Júnior, E. F. (2008) *Proposição de um Sistema de Gerência de Pavimentos Aeroportuários Baseados na Macrot textura e no Atrito: Estudo de Caso do Aeroporto Internacional de Fortaleza*. In: XXII Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET. Novembro 2008. Fortaleza/CE.
- Oliveira, F. H. L. (2009) *Proposição de Estratégias de Manutenção de Pavimentos Aeroportuários Baseadas na Macrot textura e no Atrito: Estudo de Caso do Aeroporto Internacional de Fortaleza*. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, 178p.
- Rodrigues Filho, O. S. (2006) *Características de Aderência de Revestimentos Asfálticos Aeroportuários – Estudo de Caso do Aeroporto Internacional de São Paulo/Congonhas*. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 263p.
- Speidel, D. J. (2002) *Airfield Rubber Removal*. The 2002 Federal Aviation Administration Technology Transfer Conference. Estados Unidos.
- Wells, A. T. e Young, S. B. (2004) *Airport Planning & Management*. 5th Edition. McGraw-Hill. New York.

Francisco Heber Lacerda de Oliveira (holiveira.cnrf@infraero.gov.br)
Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária. Aeroporto Internacional de Fortaleza
Av. Sen. Carlos Jereissati, 3000 – Serrinha. Cep: 60741-900. Fortaleza, CE, Brasil.
Ernesto Ferreira Nobre Júnior (nobre@ufc.br)
Universidade Federal do Ceará. Departamento de Engenharia de Transportes
Bloco 703 - Campus do Pici S/N. Cep: 60455-760. Fortaleza, CE, Brasil.