

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/309124208>

A EVOLUÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA PRÁTICA DA REMOÇÃO DE BORRACHA ACUMULADA EM PISTAS DE POUOSO E

Article · October 2015

CITATIONS

0

READS

78

4 authors:



[Lucas Cavalcante de Almeida](#)

Universidade Federal do Ceará

7 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Saulo Passos Ramos](#)

Universidade Federal do Ceará

8 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Francisco Heber Lacerda de Oliveira](#)

Universidade Federal do Ceará

65 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Marcos Fábio Porto de Aguiar](#)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tec...

78 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



DESENVOLVIMENTO DE NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS À AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS E AEROPORTUÁRIOS [View project](#)

A EVOLUÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA PRÁTICA DA REMOÇÃO DE BORRACHA ACUMULADA EM PISTAS DE POUSO E DECOLAGEM

FRANCISCO HEBER LACERDA DE OLIVEIRA^{1*}, LUCAS CAVALCANTE DE ALMEIDA², SAULO PASSOS RAMOS³, MARCOS FÁBIO PORTO DE AGUIAR⁴

- 1 Mestre em Engenharia de Transportes – UNIFOR. Fone: (85) 3477.3161, heberoliveira@unifor.br
2 Graduando em Engenharia Civil, UNIFOR, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3182.1876, lucas_ceara@hotmail.com
3 Mestrando em Engenharia de Transporte, UFC, Fortaleza-CE. Fone: (85) 98668.8008, saulo@det.ufc.br
4 Doutor em Geotecnia – UNIFOR / IFCE, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3307.3666, marcosfpa@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: Os pavimentos constituem uma das mais importantes infraestruturas de um complexo aeroportuário. Quando se trata especificamente das pistas de pousos e decolagens, é necessário atentar para um problema comum nesses tipos de pavimentos: a borracha acumulada no seu revestimento. Tal material é proveniente dos pneus das aeronaves quando de suas movimentações por essas pistas, principalmente durante as operações de pousos. O acúmulo dessa borracha pode provocar incidentes e/ou graves acidentes envolvendo aeronaves, sobretudo na presença de água. Este artigo objetiva apresentar algumas considerações sobre a prática de hidrojateamento na remoção de borracha acumulada para a manutenção da segurança operacional dos pavimentos aeroportuários e a sua importância para elevação dos parâmetros de aderência. Além disso, procura-se justificar que, ao longo dos anos, essa importante rotina de conservação adotou práticas sustentáveis, sobretudo pela economia de água, a não utilização de produtos químicos e o descarte dos resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Remoção, borracha, aeroportos, aderência.

THE EVOLUTION OF SUSTAINABILITY IN PRACTICE OF RUBBER REMOVAL ACCUMULATED IN AIRPORTS RUNWAYS

ABSTRACT: Pavements represent one of the most important infrastructures of an airport complex. When it comes to runways specifically, it is necessary to look at a common problem: the impregnated rubber on the surface. This material is from the tires of aircrafts due to their movements over these pavements, especially during landing. The rubber accumulation may cause incidents and/or serious accidents involving aircrafts, particularly in the presence of water. This paper presents some thoughts on the practice of water jetting in removing accumulated rubber for maintaining the operational safety of airport pavements and their importance for raising the grip parameters. In addition, it tries to justify that, over the years, this important maintenance routine has adopted sustainable practices, mainly by saving water, non-use of chemicals and the disposal of waste.

KEYWORDS: Removal, rubber, airports, grip.

INTRODUÇÃO

A manutenção dos pavimentos aeroportuários deve ser tarefa prioritária dos operadores de aeródromos. Isso porque essas relevantes infraestruturas representam uma parcela substancial dos recursos materiais e, principalmente, financeiros alocados ao longo da vida útil de um aeroporto. De acordo com Oliveira (2009), as práticas de conservação e de restauração dos pavimentos aeroportuários são questões essenciais e contribuem positivamente para a segurança de voo, pois envolvem as aeronaves, seus passageiros e tripulantes, e as cargas transportadas.

Quando se trata especificamente das pistas de pouso e decolagem, é necessário atentar para um problema comum nesses tipos de pavimentos: a borracha acumulada no seu revestimento. Esse material é considerado pela Organização da Aviação Civil Internacional - ICAO um contaminante e

pode causar algum tipo de dano às aeronaves. A borracha é proveniente dos pneus das aeronaves quando dos procedimentos de pousos, haja vista o intenso contato pneu-pavimento.

Depositada nessas pistas, a borracha contribui para a diminuição da aderência entre o pneu e o pavimento, principalmente em situações de pista molhada, colocando em risco as operações de pouso das aeronaves, além de 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. A Figura 1 apresenta exemplos de borracha acumulada e desprendida dos revestimentos, onde se verifica, notadamente, a marca dos pneus das aeronaves.

Figura 1. Borracha acumulada na superfície de pistas de pouso e decolagem.



MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados nesta pesquisa foram obtidos seguindo as recomendações da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2012), e em pesquisas de Tabosa (2014), através de ensaios realizados em 2009 e de 2014, nos aeroportos de Fortaleza/CE e de Aracati/CE, respectivamente.

Os parâmetros de aderência foram obtidos através dos ensaios de macrotextura e coeficiente de atrito. A medição da macrotextura foi realizada através do método da mancha de areia, que consiste no espalhamento de um volume conhecido de areia, com granulometria especificada, sobre uma área do revestimento do pavimento, formando um círculo, para o qual se devem determinar a média dos diâmetros em três posições distintas. A profundidade da macrotextura é determinada mediante a divisão do volume de areia pela área do círculo formado após o espalhamento da areia. Para a medição do coeficiente de atrito foi utilizado um equipamento de medida contínua, com reboque atrelado a um veículo automotor que pode ser usado tanto no inverno como no verão. O reboque tem uma estrutura soldada apoiada por três rodas em linha. As duas rodas laterais são para garantir a estabilidade do conjunto do reboque e a roda intermediária, para fazer as medições do coeficiente de atrito.

A retirada da borracha 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. No Brasil, tem-se aplicado mais comumente a técnica de remoção por hidrojateamento a alta pressão. Esse método tem se mostrado, na maioria dos casos, eficaz em áreas contaminadas. A Figura 2 apresenta os dois tipos principais equipamentos e técnicas utilizados.

Figura 2. Equipamentos/técnicas (anterior - A e atual - B) utilizados nas pistas de pouso e decolagem.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresentam-se as principais diferenças entre o anterior e o atual equipamento utilizados no processo de remoção da borracha acumulada nas pistas de pouso e decolagem.

Tabela 1. Diferenças entre os equipamentos usados no processo de remoção da borracha acumulada.

Características	Equipamentos	
	Anterior	Atual
Pressão de trabalho da bomba	Até 10.877,83 PSI (750 bar) com auxílio de produto químico	Até 30.000 PSI (2068,42 bar) sem auxílio de produto químico
Remoção de resíduos	Lavagem da pista com remoção dos resíduos para área lateral	Por meio de bomba de vácuo com reservatório próprio
Produção	De 480 a 600 m ² /h (com 2 ou 3 operadores)	De 2.000 a 3.600 m ² /h (com 1 ou 2 operadores)
Consumo de água (para uma área de 9.000m ²)	Cerca de 65.000 litros.	Cerca de 35.000 litros.

No processo anterior, o hidrojateamento possui um consumo de 113 l/min.. Há um efeito hidráulico que faz com que a água penetre satisfatoriamente na superfície, removendo os depósitos de borracha. De acordo com Campedelli e Aulicino Neto (2007), a remoção de uma área de 9.000m² utiliza, aproximadamente, 65.000 litros de água, fazendo com que esse processo tenha um consumo bastante elevado, além de utilizar produtos químicos para facilitar o desprendimento da borracha dos revestimentos. Nesse processo, ainda, os resíduos da borracha não são captados pelo equipamento, sendo recolhidos posteriormente de modo manual ou lavados para a lateral da pista.

O equipamento utilizado atualmente tem capacidade do tanque de água de 12.000 litros e do reservatório de resíduos sólidos de 7.200 litros (captados por vácuo pelo equipamento à medida que os serviços são executados). Opera sem necessidade de produtos químicos e com dois chuveiros rotativos, cada um com 600mm de diâmetro e bicos espargidores que, efetivamente, removem a borracha e elevam os valores da macrotextura e do coeficiente de atrito da superfície do pavimento.

Estudos apresentados por Tabosa (2014) mostraram a eficácia do atual equipamento na melhoria das condições de aderência pneu-pavimento, através da macrotextura e do coeficiente de atrito obtidos, respectivamente, nos aeroportos de Fortaleza, em 2009, e de Aracati, em 2014. Os resultados são apresentados nas Figuras 3 e 4 para cada terço das pistas de pouso e decolagem.

Figura 3. Desempenho do coeficiente de atrito na pista de pouso e decolagem de Fortaleza, em 2009.

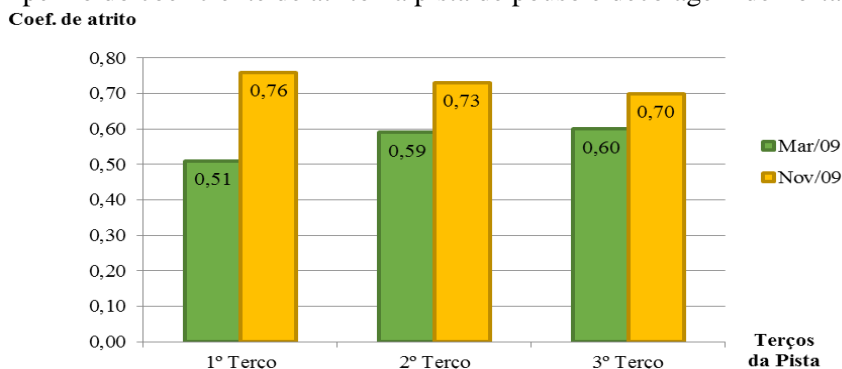
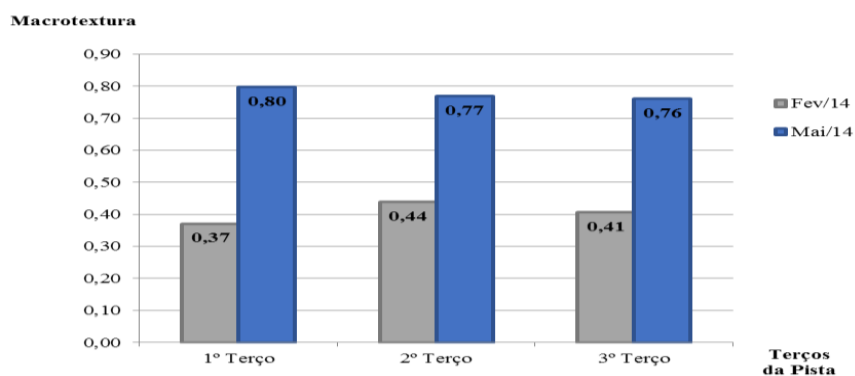


Figura 4. Desempenho da macrotextura na pista de pouso e decolagem de Aracati, em 2014.



Os resultados mostraram que no processo de remoção da borracha houve um ganho tanto do coeficiente de atrito do Aeroporto Internacional Pinto Martins, em Fortaleza/CE, como na macrotextura do Aeroporto Dragão do Mar, em Aracati/CE, fato esse que condicionou as pistas dos respectivos aeroportos a estarem de acordo com a legislação nacional vigente, regulamentada pela Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. Analisando o parâmetro que obteve o maior ganho percentual, observa-se que a macrotextura do Aeroporto de Aracati/CE foi a mais beneficiada pelo processo de hidrojateamento a alta pressão (processo atual), atingindo um ganho três vezes maior que o coeficiente de atrito do Aeroporto Internacional Pinto Martins (processo anterior), conforme se verifica na Tabela 2. Diante dos dados, sugere-se que o processo de remoção por hidrojateamento de alta pressão atual é o mais eficiente no que diz respeito à melhoria das condições de aderência.

Tabela 2. Diferenças entre os equipamentos usados no processo de remoção da borracha acumulada.

Terço da pista	Ganho Percentual	
	Aeroporto de Fortaleza/CE	Aeroporto de Aracati/CE
1º	49%	115%
2º	24%	75%
3º	17%	87%
Média da pista	30,0%	92,3%

CONCLUSÕES

Relatou-se neste trabalho o uso da tecnologia de hidrojateamento a alta pressão (anterior e atual), voltada para o processo de remoção da borracha acumulada na superfície dos pavimentos aeroportuários, com foco na garantia da segurança das operações de pousos e decolagens. O intuito principal é a manutenção da infraestrutura e da funcionalidade dos parâmetros de aderência – macrotextura e coeficiente de atrito.

Desse modo, a execução de serviços com a utilização do equipamento atual, mais moderno e de maior capacidade e produção, proporciona amplas vantagens, tais como: maior capacidade de armazenamento de resíduos sólidos, presença de dois chuveiros rotativos automatizados (o anterior possuía apenas um com operação manual) dotados de bicos espargidores com pressão quase três vezes maior que a do equipamento anterior, menor consumo de água, inexistência de produtos químicos para retirada do acúmulo de borracha e uma grande produção na remoção de resíduos na pista, já que possui reservatório próprio, não necessitando de outra equipe para a realização da limpeza.

Diante do exposto e considerando que o acúmulo de borracha nas pistas de pouso e decolagem é algo permanente enquanto houver operações aeroportuárias, percebe-se que a prática atual de remoção de borracha acumulada nessas pistas evoluiu de modo satisfatório, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e tecnológico dos serviços de manutenção e reabilitação de pavimentos.

REFERÊNCIAS

- ANAC. Resolução nº 236, de 05 de junho de 2012. **Estabelece requisitos de aderência para pistas de pouso e decolagem.** Agência Nacional de Aviação Civil. Disponível em <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/resolucao/2012/RA2012-0236.pdf>>.
- CAMPEDELLI, J. A. D. e AULICINO NETO, A. J. **Segurança Operacional em Pavimentos Rodoviários e Aeroportuários – Atrito.** Grupo SPM, 2007.
- ICAO. **Manual-Guía de Administración del Mantenimiento de la Infraestructura Aeroportuaria.** Proyecto Regional RLA/92/031 – Planificación y Sistematización de la Aviación Civil. Organización de Aviación Civil Internacional. Montreal, Canada. 1997.
- OLIVEIRA, F. H. L. 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 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- TABOSA, R. A. A. **Estudo do comportamento da aderência pneu-pavimento aeroportuário em função da remoção de borracha por hidrojateamento a alta pressão.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2014.