

SIMULAÇÕES DO RUÍDO DE AERONAVES DE CARGA PARA DIFERENTES RECEPTORES CRÍTICOS

Jules Ghislain Slama

Pós-doutor em Engenharia Mecânica pelo Institut National de Sciences Appliquées (INSA), Lyon, França
jules@mecanica.ufrj.br

Isadora Ruas Henriques

Mestranda em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
isadorarh@poli.ufrj.br

Tarcilene Aparecida Heleno

Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
tarcileneheleno@yahoo.com.br

Flavio Maldonado Bentes

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
flavio.bentes@gmail.com

RESUMO

O ruído aeroportuário produz vários efeitos adversos nos seres humanos, tais como incômodo, interferências na comunicação oral e no sono. Este estudo tem como objetivo analisar a influência do ruído sobre o sono da população, especialmente a causada por aviões de carga, uma vez que são aeronaves pesadas e barulhentas, com um grande número de operações, pousos e decolagens durante a noite. Os percentuais de interrupção do sono durante a passagem de n aeronaves serão calculados e estudos de análise de sensibilidade serão realizados considerando diferentes cenários.

Palavras-chave: Ruído aeroportuário. Interrupção do sono. Aeronave de carga.

SIMULATION OF CARGO AIRCRAFT NOISE FOR DIFFERENT CRITICAL RECEIVERS

ABSTRACT

Airport noise produces various adverse effects in humans such as the interference in oral communication, nuisance and interference during sleep. This study aims to analyze the influence of this noise on the population's sleep, especially one caused by cargo planes since they are heavy and noisy aircrafts with a large number of operations, takeoffs and landings during the night. The percentage of disturbance during the passing of n aircrafts will be calculated and sensitivity studies will be carried out considering different scenarios.

Keywords: Airport noise. Disturbance. Cargo aircraft.

1 INTRODUÇÃO

O estudo do ruído das aeronaves é extremamente importante no contexto internacional. A exposição ao ruído em níveis elevados pode ser prejudicial para a saúde humana e causar danos ambientais. A primeira situação dá-se em decorrência da ocupação nas proximidades do aeroporto e a segunda devido à fauna existente nas imediações dos aeroportos e nas áreas urbanas e rurais.

De acordo com Heleno e outros (2014) um aeroporto induz o desenvolvimento, mas também impõe várias restrições ao uso do solo nas vizinhanças, que nem sempre são respeitados. Henriques (2014) acredita que existem diferentes tipos de aeronaves para cada finalidade, tanto para as civis como militares.

Pearson, Barber e Tabachnick (1989 apud FEDERAL INTERAGENCY COMMITTEE ON AVIATION NOISE, 1997) recomenda um estudo aprofundado sobre o assunto devido às discrepâncias entre os resultados obtidos nos estudos em laboratórios e no campo. Devido à influência do ruído no sono, foram realizados vários estudos para avaliar os diferentes tipos de distúrbios do sono e a frequência da sua ocorrência. Para Bentes e Slama (2011), entre esses efeitos estão a interferência na comunicação, no sono e também a sensação de desconforto.

Para Heleno e outros (2014) o desenvolvimento de estudos relacionados com a resposta humana ao ruído das aeronaves é muito importante para a caracterização do impacto ambiental de som. O Comitê Interagencial Federal em Noise (FICON) (FEDERAL INTERAGENCY COMMITTEE ON NOISE, 1992) propôs uma curva que prevê a percentagem da população susceptível de acordar devido a um único evento de som. O nível de ruído deste evento único som seria medido pela SEL métrica. Outro estudo realizado por FICAN (FEDERAL INTERAGENCY COMMITTEE ON AVIATION NOISE, 1997) estabeleceu uma relação entre o nível de exposição sonora - SEL e os efeitos do ruído do aeroporto sobre o sono.

Este artigo busca realizar estudos por meio de simulações do ruído de aeronaves de carga para diferentes receptores críticos nas proximidades do Aeroporto Internacional de Viracopos.

2 METODOLOGIA

A partir das informações sobre o aeroporto e a identificação da aeronave que realiza as mesmas operações, foram feitas simulações no Modelo Noise integrada - INM para obter os valores de métricas SEL correspondentes a cada operação de aeronaves.

Em primeiro lugar, as características físicas do aeroporto, foram inseridas informações sobre vias existentes e a métrica de selecção que será calculada. Em seguida, foi feita uma busca na base de dados do programa para confirmar que era necessário executar alguma substituição aeronave. Para a escolha das aeronaves equivalente, foi necessário consultar as suas informações e encontrar aqueles que apresentaram características semelhantes com base no INM.

Foi feita uma análise em diferentes receptores críticos usando SEL métrica e da equação 1, em seguida, foi aplicada, desenvolvido pela FICON (FEDERAL INTERAGENCY COMMITTEE ON NOISE, 1992).

$$\%IS_{FICON} = 0,000007079.SEL^{3,496} \quad (1)$$

Esta equação foi baseada no ajustamento estatístico de análise de Pearson, Barber e Tabachnick (1989 apud FEDERAL INTERAGENCY COMMITTEE ON AVIATION NOISE, 1997) e inclui dados a partir de estudos de laboratório e de campo (FINEGOLD; HARRIS; GIERKE, 1993). Também obtivemos a percentagem de perturbação utilizando a equação estudada pela FICAN (FEDERAL INTERAGENCY COMMITTEE ON AVIATION NOISE, 1997). A equação (2) é dada abaixo.

$$\%IS_{FICAN} = 0,0087(SEL - 30)^{1,97} \quad (2)$$

Os receptores críticos foram escolhidos perto das regiões aeroportuárias a fim de medir o nível de ruído em um ponto específico e a percentagem de pessoas que são despertadas nele. A latitude e a longitude em escala decimal são mostrados na Figura 1.

Figura 1: localização dos receptores críticos



FONTE: Adaptado de (GOOGLE EARTH, 2016).

3 RESULTADOS

Seguindo os procedimentos descritos na seção anterior, obteve-se diferentes níveis de ruído SEL métrica para cada receptor. Os valores calculados são para o exterior, mas, neste estudo, o nível desejado de exposição ao ruído é a ambiente interior.

Em seguida, através das normas NBR 10151 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000) foi estabelecida uma relação entre os níveis de ruído destes ambientes com a redução de 10 dB (A) para as janelas abertas interiores e 15 dB (A) para as janelas fechadas ambientes. A Tabela 1 mostra os níveis de ruído em conformidade com a SEL métrica para ambientes internos. A aeronave de carga são destacadas em vermelho.

Tabela 1: Níveis de ruído para ambientes internos

Aeronave	Níveis de ruído na métrica SEL									
	Receptor 1		Receptor 2		Receptor 3		Receptor 4		Receptor 5	
	DEP	APP	DEP	APP	DEP	APP	DEP	APP	DEP	APP
A319	62.9	52.9	46.8	67.6	69.3	27.9	50.8	42.8	52.7	42.8
A343	67.2	56.6	50.1	70.2	72.4	36.4	54.1	47.5	56.2	47.5
AT45	57.1	45	43.6	58.2	58.8	24.7	48	36.4	49.3	36.3
AT72	62.8	50.5	51.8	66.6	61.2	26.8	57	37.5	57.6	37.7
B737	69.9	56.5	54.3	70.3	72.5	37.3	58.4	47.3	60.4	47.3
B738	71.6	56.2	55.9	69.9	74.4	39.4	60.1	47	62.2	47.2
B744	76.1	60.9	60.2	75.2	77	45.8	64.5	51.7	66.3	51.7
B748	70	63.2	53.3	78.8	78.6	48.5	56.9	50.4	59	50.8
B74F	76.1	60.9	60.2	75.2	77	45.8	64.5	51.7	66.3	51.7
B752	71.2	55.7	53.5	70.1	66.9	35.9	57.7	45.1	60	45.2
B763	74.6	58	57.8	72.4	78.6	43	62.1	48.6	64.1	48.7
B772	73.8	56.7	57	70.4	70.8	39	61.6	47.3	63.5	47.6
DC10	67.1	58.4	50.7	73.2	70.6	43.7	54.7	47.9	56.7	48.1
E170	67.7	55.2	51.9	69.4	70.2	36.6	55.9	45.5	57.8	45.5
E190	62.9	52.9	46.8	67.6	69.3	27.9	50.8	42.8	52.7	42.8
MD11	72.8	55.3	56.8	69.7	76.1	44.3	61.4	46.6	63.3	46.7

Fonte: (HENRIQUES, 2014).

A partir destes resultados, verificou-se que os níveis de ruído produzido pelos aviões de carga são mais elevados do que os níveis produzidos pela aeronave comercial em todos os receptores. Isso, de certa forma, era esperado uma vez que o avião de carga são geralmente mais ruidoso. A Tabela 2 lista o avião que tinha as maiores e menores níveis de ruído para cada receptor.

Tabela 2: Níveis de ruído para cada receptor

Identificação do receptor	Decolagem		Aterrissagem	
	maiores níveis de ruído	menores níveis de ruído	maiores níveis de ruído	menores níveis de ruído
Receptor 1	B744 / B74F	AT45	B748	AT45
Receptor 2	B744 / B74F	AT45	B748	AT45
Receptor 3	B748 / B763	AT45	B748	AT45
Receptor 4	B744 / B74F	AT45	B744 / B74F	AT45
Receptor 5	B744 / B74F	AT45	B744 / B74F	AT45

Fonte: (HENRIQUES, 2014).

Observou-se que a aeronave AT45 tem o menor nível de ruído em todos os receptores, enquanto a aeronave mais ruidosas foram B744, B74F, B748 e B763 de acordo com o receptor e a operação executada.

4 CONCLUSÕES

Constatou-se através dos resultados de simulações que os níveis de ruído gerados pelas operações de pouso e decolagem são realmente maiores para aviões de carga em todos os receptores. Suas curvas de ruído também são maiores cobrindo uma área maior e afetando quantidade considerável de pessoas.

O %D calculadas para as atividades individuais de cada aeronave desse tipo eram na verdade mais elevada na maioria dos casos. Mas o avião comercial mais alto apresentaram valores semelhantes e até mais elevado quando comparado com os aviões de carga mais silenciosos. Quando calculada a %D para a passagem de n aeronaves, observou-se que a evolução desse percentual mostrou um comportamento assintótico em cada noite e em todos os cenários. Não houve diferença considerável dos resultados finais entre cenários. Comparando-se os cenários de transmissão de corrente e unidade atual, sem carga, obtivemos baixa variação no resultado da percentagem de quase todas as noites; só que é significativo para a noite que tinha a maior proporção entre a quantidade de carga, bem como o montante das operações.

A influência de aviões de carga não é tão grande quando a taxa de carga sobre a unidade é baixa, independentemente do número de operações. No entanto, isso é significativo quando a taxa de carga é elevado. Assim, seria recomendável para estudar e estabelecer a quantidade de aviões de carga de acordo com o movimento noturno em geral.

Em todos os casos, não foi tido em conta o efeito de mascaramento na interferência do sono, juntamente com o ruído de fundo. Além disso, o facto de que, quando as janelas são fechadas sofrer uma maior redução no nível de ruído, os valores obtidos para este caso foram mais baixos em todos os cenários. Deve notar-se a dificuldade de formular numerosas variáveis existentes no caso real. No entanto, pode ser considerada uma boa aproximação e abre-se a oportunidade para o desenvolvimento de modelos existentes. Finalmente, este trabalho pode servir como um estímulo para outros pesquisadores para escavar em seus estudos sobre os efeitos adversos do ruído.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: acústica: avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade: procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

BENTES, F. M.; SLAMA, J. G. Sensitivity analysis of airport noise using computer simulation. **Journal of Aerospace Technology and Management**, São José dos Campos, v. 3, n. 3, p. 295-300, 2011.

FEDERAL INTERAGENCY COMMITTEE ON AVIATION NOISE. **Effects of aviation noise on awakenings from sleep**. Texas, 1997.

FEDERAL INTERAGENCY COMMITTEE ON NOISE. **Federal agency review of selected airport noise analysis issues**: report for the department of defense. Washington, DC, 1992.

FINEGOLD, L. S.; HARRIS, C. S.; GIERKE, H. E. von. Applied acoustical report: criteria for assessment of noise impacts on people. **Journal of the Acoustical Society of America**, West Barnstable, v. 42, n. 1, p. 25-30, 1993.

GOOGLE EARTH. **Aeroporto internacional Viracopos**. California, 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/maps/DoFYST2Wv4p>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

HELENO, T. A. et al. Analysis of airport noise through LAeq noise metrics. **Journal of Air Transport Management**, Toulouse, v. 37, p. 5-9, 2014.

HENRIQUES, I. R. **Impacto do ruído aeronáutico no sono da população**: caso dos aviões cargueiros no aeroporto internacional de Viracopos. 2014. 164 f. Trabalho de conclusão do curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for community noise**. Geneva, 1999.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro), ao Laboratório de Acústica e Vibrações (LAVI) e ao Grupo de Estudos em Ruído Aeroportuário (GERA), que apoiaram o estudo.

Recebido em: 25 abr. 2016.

Aprovado em: 9 maio 2016.