

## Ruído na indústria aeronáutica militar

J. L. Bento Coelho, A. Ferreira, J. Serrano

CAPS - Instituto Superior Técnico - 1096 Lisboa Codex - Portugal

### Summary

A comprehensive noise survey was conducted to assess the noise exposure of the workers in Portuguese aeronautical industry. The major objectives were the measurement and analysis of the noise radiated by various types of military aircraft under repair or maintenance. The noise levels in this industry were seen to be very high, with energy spanning from subsonic bands up to the high frequency audible limit. This is true for run-up procedures and for test bench or ancillary metal work. The noise exposure also very much depends on the working position relative to the aircraft as well as on the particular operation or engine regime. These determine not only the overall noise level but also its frequency content.

### Introdução

Eram objectivos primordiais do trabalho que se descreve a avaliação do ruído a que os trabalhadores da indústria aeronáutica militar portuguesa estavam expostos. Foi efectuado um levantamento sonoro exaustivo nas OGMA (Oficinas Gerais de Material Aeronáutico, Alverca, Portugal), para medição e análise do ruído recebido em diversas tarefas de reparação e manutenção de diferentes tipos de aeronaves. Os resultados das análises espectrais, estatísticas e temporais estão a ser utilizados em estudos de correlação com a história clínica dos trabalhadores envolvidos (em alguns casos ao longo de dezenas de anos) nas tarefas ruidosas bem como os que se encontram na proximidade das operações.

Os níveis sonoros registados são bastante elevados, contendo energia desde bandas subsónicas até ao limite da banda audível. Esta situação ocorre para teste de run-up, bancos de ensaio ou trabalho oficial de apoio. O ruído neste tipo de indústria, tanto em termos energéticos como em conteúdo espectral, depende da posição de trabalho em relação ao avião e da especificidade da tarefa.

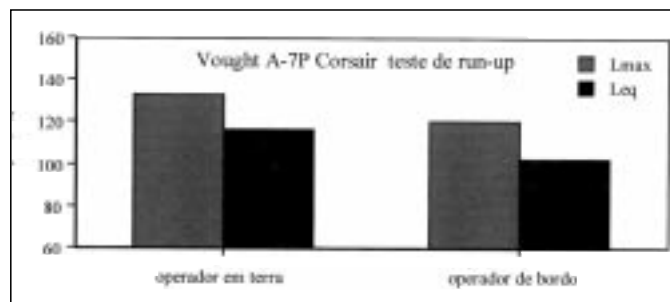


Figura 1. Níveis sonoros ( $L_{Aeq}$  and  $L_{max}$ ) em diferentes de posições de trabalho no A-7 Corsair.

## Medição e análise de ruído

Mediu-se o ruído em bancos de ensaio, oficinas de ensaio e apoio e em procedimentos de teste de diferentes tipos de aviões e helicópteros: Fiat G91, Vought A7-P Corsair, Cessna T-37, Northrop T-38 Talon, Lockheed T-37, Lockheed T-33, Lockheed Hercules C-130H, Lockheed P-3 Orion, Aerospaciale SA 330 PUMA e Aerospaciale ALOUETTE III. Embora alguns destas aeronaves sejam antigas e estejam já retiradas de serviço (Fiat G-91, T-37, T-38 e T-33), elas foram incluídas porque alguns trabalhadores estiveram envolvidos nos seus trabalhos de manutenção regular durante muitos anos.

O equipamento utilizado constou de sonómetros digitais, dosímetros para determinadas tarefas, analisadores de tempo real e gravadores digitais de cassetes (DAT). A análise espectral foi efectuada em bandas de oitava ou de 1/3 de oitava, dependendo da situação. As análises estatísticas e temporais foram efectuadas sobre amostras com intervalos de tempo longos, em alguns casos de várias horas.

## Resultados e conclusões

As aeronaves militares, especialmente as de combate, tendo de voar a elevadas velocidades e com regimes de motor que garantam grandes acelerações em todos os regimes de operação, são muito ruidosas. Os motores são, geralmente, do tipo turbo-jacto ou turbo-hélice. As elevadas intensidades sonoras devidas, essencialmente, às altas velocidades do jacto de exaustão e à turbulência da mistura dos gases com a atmosfera, são causa de tensões na estrutura do avião (podendo causar fadiga de materiais) e do estabelecimento de níveis elevados de ruído de banda larga que afectam os operadores de reparação e manutenção. Os operadores no cockpit, tal como os pilotos, são essencialmente afectados por ruído de baixa frequência. As fontes de ruído dos aviões militares são semelhantes às dos aviões civis, excepto que não são introduzidas medidas e dispositivos de controlo de ruído que possam diminuir o desempenho da aeronave. Os únicos aviões militares que são análogos aos civis são os utilizados para transportar tropas, reabastecimento de combustível e vigilância. Alguns são mesmo aviões militares que foram adaptados aos requisitos militares especiais, por vezes mantendo ainda dispositivos de controlo de ruído.

Os valores de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  registados na figura 1 para duas posições de operador, em terra junto ao avião e no cockpit, durante um procedimento de run-up do A7-P Corsair são típicos destes trabalhos. A figura 2 mostra a distribuição estatística de níveis de ruído para o Lockheed T-33A. Observa-se que os valores são francamente elevados, excedendo geralmente 120 dB(A) e em alguns casos 130 dB(A).

O ruído dos helicópteros é diferente do gerado pelos aviões já que o rotor, responsável pela propulsão e pela elevação, se encontra alinhado com a direcção de voo e não ortogonal. A assinatura acústica destas aeronaves, muito característica, depende do número e da velocidade das lâminas do rotor e das características do motor. A figura 3 mostra o ruído registado em diferentes regimes e em diferentes posições em volta de um P-3 P durante um teste de run-up em terra. A figura 4 mostra os valores de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  em diferentes posições em volta de um AS 330 PUMA. Enquanto para o avião a posição relativa do operador determina níveis diferentes de ruído, tal não é o caso para o helicóptero.

As figuras 5 e 6 mostram a distribuição espectral do ruído radiado pelo Fiat G-91 em duas posições de trabalho durante um teste de run-up. Registam-se níveis significativos de energia abaixo de 125 Hz, devido aos fenómenos de turbulência ocasionados pela mistura do jacto quente com a atmosfera. O registo na

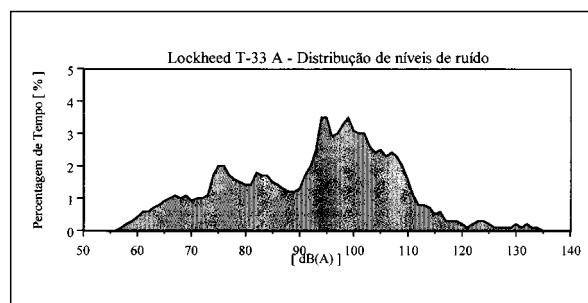


Figura 2. Distribuição estatística de níveis sonoros junto do Lockheed T-33 A. em manutenção

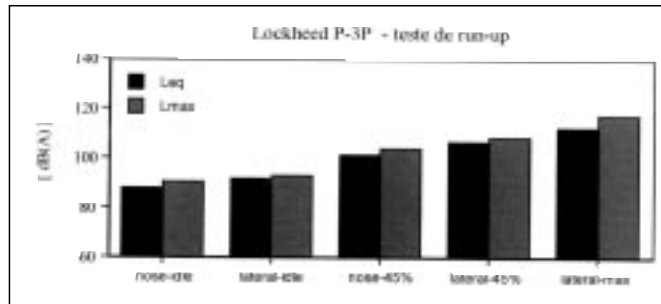


Figura 3. Níveis sonoros ( $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$ ) em diferentes regimes de operação e posições em volta do

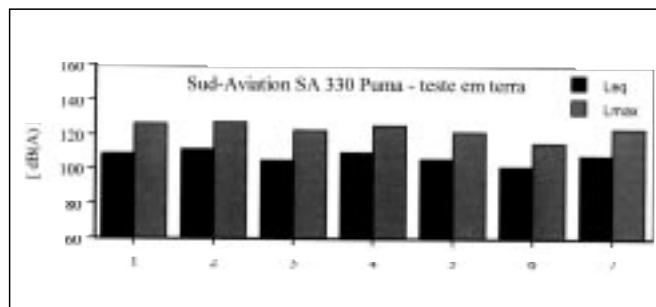


Figura 4. Níveis sonoros ( $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$ ) em diferentes posições em volta do helicóptero Puma.

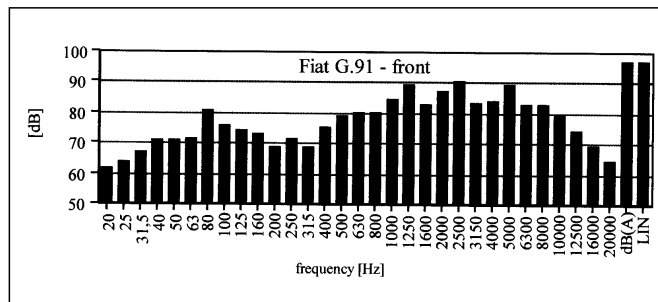


Figura 5. Conteúdo espectral do ruído radiado pelo Fiat G.91 em posição frontal.

parte frontal, figura 5, mostra elevada energia sonora na alta frequência, de origem aerodinâmica gerada pela rotação das pás do compressor da turbina. No interior do cockpit, figura 6, a estrutura do avião e do motor e a canópia actuam como filtro passa-baixo pelo que se regista um conteúdo espectral predominante de baixa frequência.

A figura 7 mostra o espectro do ruído radiado pelo Alouette III. Observa-se energia nas bandas de baixa e de alta frequência, possivelmente com conteúdo energético nas frequências sub-sónicas.

Durante as operações em terra, os aviões militares, especialmente os jactos mais rápidos, utilizam energia auxiliar a partir de geradores enquanto os aviões maiores têm unidades de alimentação auxiliares incorporadas. Alguns dos geradores de terra, caso dos Garrett, utilizam pequenas turbinas para geração de energia, de onde resulta a emissão de elevados níveis de ruído, conforme se mostra na figura 8. Estes níveis afectam de forma significativa o pessoal de manutenção ao aparelho.

