

X-028 - AVALIAÇÃO DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DO HELICÓPTERO H-1H

Ronald Márcio Élleres Fernandes⁽¹⁾

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Técnico em Manutenção Aeronáutica pela Escola de Especialistas de Aeronáutica (EEAR).

George Luiz Rosário Brasil

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

Alexandre Luiz Amarante Mesquita

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Brasília. Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é Professor Adjunto IV do Curso de Engenharia Mecânica na Universidade Federal do Pará.

Endereço⁽¹⁾: Trav. Dr. Eneas Pinheiro, 1445 - Bairro do Marco - Belém- PA - CEP: 66095-100 - Brasil - Tel: (91) 8417-0217 – e-mail: ronaldmarcio@bol.com.br

RESUMO

A perda auditiva induzida por ruído pode atingir qualquer pessoa que esteja exposta a elevados Níveis de Pressão Sonora (NPS), o que é comum hoje para as pessoas que estejam regularmente em contato com diversos tipos de aeronaves. Desta forma, o presente trabalho tem o propósito de verificar se os NPS no interior da cabine de um helicóptero podem provocar perdas auditivas em seus tripulantes, e sugerir as medidas preventivas que podem ser adotadas para evitar danos à saúde e a eventual incapacidade para o trabalho. As medições, necessárias à caracterização do ruído, segundo a norma regulamentadora NR-15, foram realizadas em pontos do interior da cabine do helicóptero H-1H da Força Aérea Brasileira. Os valores de NPS obtidos nas medições foram bastante elevados e caracterizados com as maiores intensidades em baixas e médias frequências. Quando o helicóptero está em voo, a posição mais crítica no interior da cabine está localizada na região de atuação do Mecânico de Voo e do Operador de Equipamento. Recomenda-se a estes tripulantes uma jornada diária de 2:40h, se for usado apenas o capacete de voo, podendo ser aumentada para 5 h, quando for adicionado o protetor auditivo tipo *plug*.

PALAVRAS-CHAVE: Ruído, Controle de ruído, Perda auditiva, Protetor Auditivo, Aeronaves.

INTRODUÇÃO

O sistema auditivo funciona durante 24 horas do dia. Todas as informações acústicas continuam sendo processadas mesmo quando se está dormindo, identificando todos os tipos de sons e atuando como um mecanismo de alerta e defesa. Entretanto, somente quando o processo de comunicação fica afetado é que o indivíduo percebe a perda da audição.

O comprometimento total ou parcial da audição é um fator limitante das atividades da vida diária, quer seja nas relações familiares ou profissionais, figurando entre as mais frequentes doenças no ambiente de trabalho. A exposição permanente em ambientes de níveis de ruído elevados pode causar, além de perda auditiva, comprometimentos orgânicos diversos tais como: hipertensão arterial, estresse, aumento de tensão muscular e incapacidade de concentração. No entanto, a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) é a única patologia causada pelo ruído reconhecida pela legislação brasileira através da Norma Regulamentadora de Segurança e Medicina do Trabalho (NR-15) do Ministério do Trabalho e Emprego (CLT, 1978). Essa norma estabelece os limites de exposição ao ruído para trabalhadores brasileiros, visando protegê-los de danos auditivos.

Uma das várias causas de perda auditiva está relacionada ao elevado nível de pressão sonora (NPS) que, embora esteja presente em vários ambientes de trabalho e por ter ação discreta e indolor, não é percebida de imediato, devido à adaptação de trabalhadores a níveis de ruídos insalubres.

Nas organizações militares da Força Aérea Brasileira é comum a presença de ruídos intensos provocados por vários tipos de aeronaves, entre elas, o helicóptero H-1H operado, entre outros esquadrões, pelo Primeiro Esquadrão do Oitavo Grupo de Aviação (1º/8º G Av), localizado na Base Aérea de Belém.

Os motores e asas rotativas dos helicópteros produzem ruídos de níveis elevados, prejudiciais à saúde das pessoas que trabalham na operação destas aeronaves.

Os ruídos constituem um irrefutável risco ambiental e devem sempre ser objeto de estudo e divulgação, por intermédio de aulas e palestras, com o intuito de incentivo a sua prevenção. Não obstante à orientação que é passada aos militares expostos ao barulho, observa-se a ocorrência de PAIR em um significativo número de militares do esquadrão em epígrafe. A partir da década passada foram intensificadas nas organizações militares da FAB as medidas de prevenção contra ruídos. Entretanto, continuam ocorrendo lesões na orelha interna de alguns destes profissionais, de natureza neurossensorial e de caráter irreversível, representando um tema de extrema relevância para os militares, não somente daquele Esquadrão, como também para todos os que estão ligados à aviação ou a quaisquer atividades insalubres para as orelhas. Em consequência disso, considerou-se de alta importância a elaboração de uma pesquisa com o propósito de investigar a o nível de pressão sonora emitido pelo helicóptero H-1H, e com base nos dados obtidos avaliar o tempo de exposição considerado seguro para operação desta aeronave.

Desta forma, este trabalho objetiva fazer avaliação da perda auditiva induzida por ruído nos tripulantes da aeronave H-1H da Força Aérea Brasileira (FAB) a partir de medições de Níveis de Pressão Sonora (NPS) efetuadas nos postos da tripulação. Em seguida, com base nas análises das medições acústicas, são sugeridas medidas preventivas que podem ser adotadas para evitar danos à saúde e eventual incapacidade para o trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho inicialmente foram feitos estudos sobre a eficiência de protetores auditivos individuais e protetores usados em conjuntos, pois a redução acústica total não é a soma das reduções individuais de cada protetor, quando usados simultaneamente (Gerges, 2000). Especificamente, avaliou-se o Nível de Exposição Protegida (NEP) de diferentes EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) em relação ao ruído, mais especificamente os capacetes PSH-4B (Fig.1a) e *plugs* moldáveis (Fig.1b) de forma individual e em conjunto.

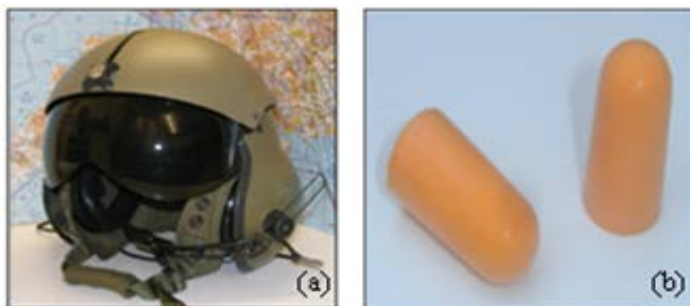


Figura 1: Protetores auditivos usado pelos tripulantes do H-1H: (a) Capacete PSH-4B; (b) Protetor auditivo tipo *plug* moldável

O NEP é um valor utilizado para avaliar se a ação nociva do ruído está sendo neutralizada pelo uso do EPI auditivo. Para níveis de pressão sonora obtidos em dB(A), o NEP é calculado da seguinte forma (NIOSH, 1998):

$$NEP = NPS_A - [(NRR \times f) - 7] \quad (1)$$

Sendo:

NPS_A = nível de ruído na escala de ponderação A;

NRR = nível de redução de ruído do EPI.

f = fator de correção (f), conforme discriminado abaixo:

- Tipo concha: subtrair 25% do NRR ($f = 0,75$);
- Tipo inserção moldável: subtrair 50% do NRR ($f = 0,5$);
- Tipo inserção pré-moldado: subtrair 75% do NRR ($f = 0,25$).

Para o uso combinado de dois tipos de protetores (concha + *plug*), deverão ser acrescidos 5 dB ao maior NRR corrigido (NIOSH, 1998).

Após a etapa de estudos teóricos, foram feitas medições de nível de ruído no interior do helicóptero H-1H (Fig. 2). Antes das medições, foi realizada a calibração do equipamento de medição por meio do calibrador acústico tipo 4231 (Fig. 3a), fabricante Brüel & Kjaer, que emite um tom puro de 94 e 114 dB na frequência de 1000 Hz. O equipamento utilizado para a medição dos níveis de pressão sonora foi o medidor marca SOLO (Fig. 3b), fabricante 01 dB, ajustado antecipadamente no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW) para ruído contínuo e intermitente; análise em frequência em tempo real de 1/1 de oitava, no intervalo de 30 até 140 dB e tempo de gravação para cada ponto de 30 segundos.



Figura 2: Helicóptero H-1H usado nas medições.

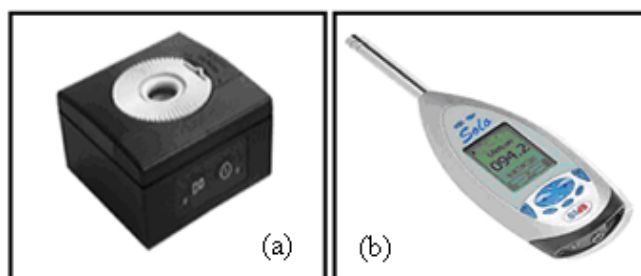


Figura 3: (a) Calibrador sonoro; (b) Medidor de NPS.

As medições de níveis de pressão sonora foram realizadas em três pontos do interior da cabine do helicóptero (P1, P2 e P3), como mostra a Fig. 4, nos seguintes regimes de operação:

- 1º regime de operação: aeronave em solo, potência do motor na faixa de 68% a 72% equivalente a uma rotação de 4000 RPM (marcha lenta), Asa Rotativa com 200 RPM;
- 2º regime de operação: aeronave em solo, potência do motor a 90%, equivalente a uma rotação de 6600 RPM, Asa Rotativa com 324 RPM (rotações de decolagem);
- 3º regime de operação: aeronave em voo, apresentando os mesmos dados de rotações do segundo regime.

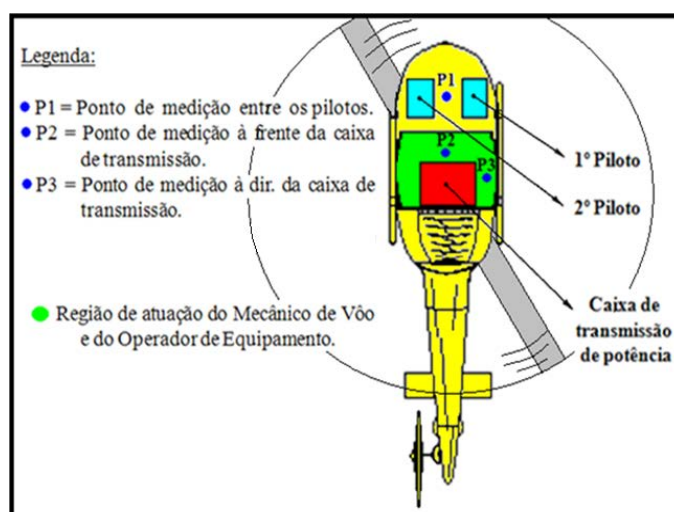


Figura 4: Representação dos pontos de medição de ruído no helicóptero.

As Figs. 5a e 5b abaixo mostram uma melhor visualização do espaço interno do helicóptero e os pontos de medição:



Figura 5: (a) Cabine na direção de voo; (b) Cabine na direção contrária ao voo.

RESULTADOS

Para cada medição de nível de ruído foi obtido um gráfico que mostra o espectro de frequência, níveis globais e pico máximo do ruído medido. O espectro de frequências é mostrado com as onze bandas de 1/1 oitava ao lado esquerdo e ao lado direito do gráfico está o nível global de pressão sonora na escala “A” (LAeq), nível global sem filtro (LZeq) e o pico máximo de NPS. Analisando os gráficos produzidos, pode-se observar que o helicóptero em estudo apresenta ruídos com maiores intensidades em baixas frequências do espectro padronizado de bandas de oitava. Nas Figuras 6, 7 e 8 são mostrados os gráficos dos ruídos de maior intensidade para cada regime de operação.

1ª Rotação (marcha lenta): Potência do motor na faixa de 68% a 72%, equivalente a uma rotação de 4000 RPM e Asa Rotativa com 200 RPM.

Ponto P_2 : LAeq = 98,1 dB;
 LZeq = 104,8 dB;
 Pico = 114,0 dB.

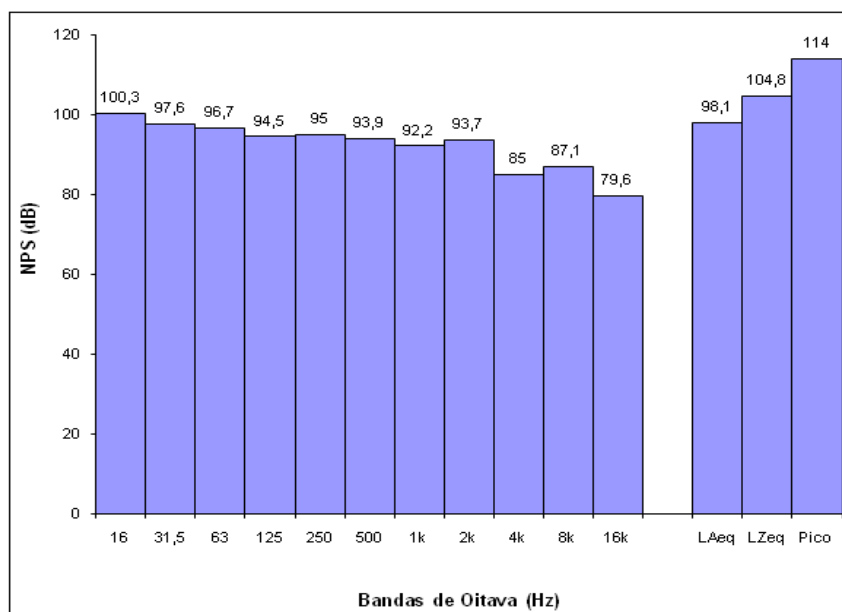


Figura 6: Gráfico do nível de pressão sonora no ponto P_2 em função do espectro de frequências.

2ª Rotação: Potência do motor a 90%, equivalente a uma rotação de 6600 RPM e Asa Rotativa com 324 RPM. Aeronave pronta para decolagem, dependendo apenas da variação do ângulo do rotor principal (motor em potência de decolagem).

Ponto P_3^r : LAeq= 102,5 dB;
 LZeq= 109,5 dB;
 Pico= 121,9 dB.

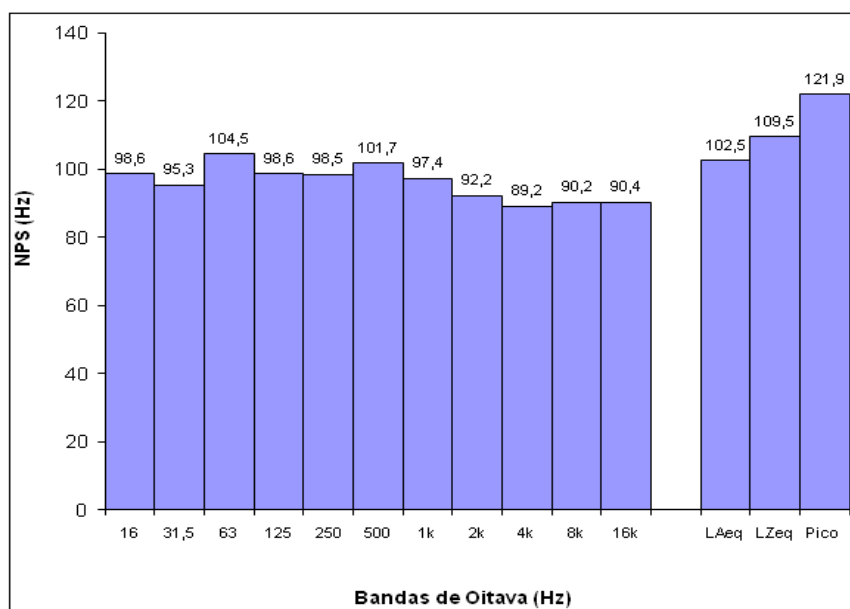


Figura 7: Gráfico do nível de pressão sonora no ponto P_3^r em função do espectro de frequências.

Helicóptero em voo: Potência do motor a 90%, equivalente a uma rotação de 6600 RPM e Asa Rotativa com 324 RPM.

Ponto P_3^{rr} : LAeq= 100,4 dB;
 LZeq= 123,9 dB;
 Pico= 125,9 dB.

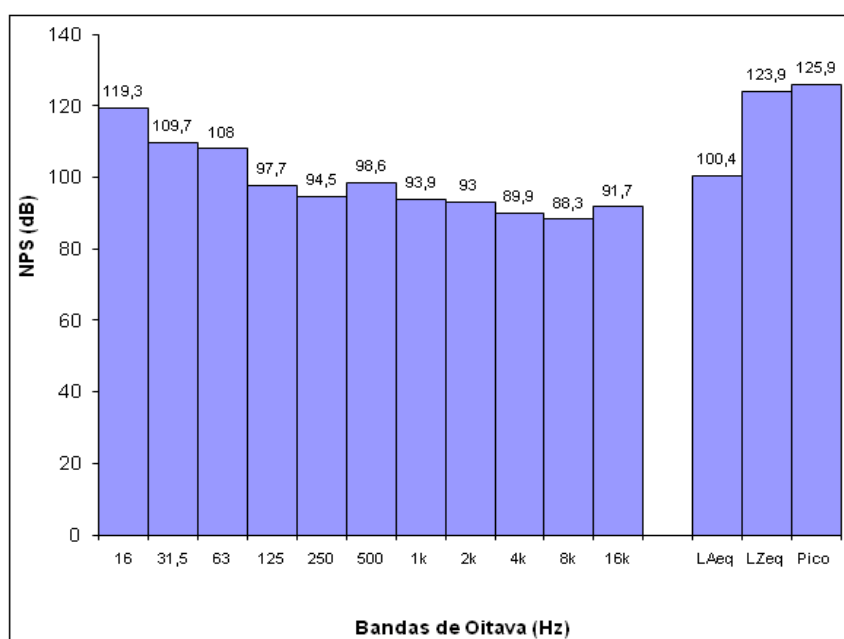


Figura 8: Gráfico do nível de pressão sonora no ponto P_3^{rr} em função do espectro de frequências.

É importante lembrar que o uso do capacete é de uso compulsório e indispensável para todos os tripulantes em atividades aéreas com helicópteros, não somente pela proteção contra impactos em situações de emergência, como também pela atenuação do ruído gerado por estas aeronaves, portanto, os tripulantes sempre terão uma atenuação mesmo quando não fizerem uso de protetores auditivos de inserção. Contudo, a proteção acústica dada somente pelo capacete é insatisfatória no caso considerado, pois o tempo de operação em que o ruído como agente físico nocivo fica neutralizado é bastante reduzido, podendo, no entanto, ser aumentado significativamente quando é adicionado o *plug* de ouvido.

Dentre os pontos analisados para o regime de aeronave em voo, o ponto P3 foi o que apresentou maiores níveis. Conforme mostrado na Fig. 8, os resultado da medição neste ponto apresenta um LAeq de 100,4 dB(A) e o maior pico registrado, dentre as demais medições, com valor de 125,9 dB.

De posse dos dados de ruído, analisou-se, por meio do NEP, o quanto de nível de pressão sonora cada tripulante pode estar exposto ao se usar os protetores auditivos analisados no trabalho (capacete e protetor tipo *plug*). O resultado é sumarizado a seguir:

- Pilotos: usando apenas o capacete é registrado um nível de exposição protegida de 88,9 dB(A), podendo voar por um período de 4 h e 30 min. de jornada diária. Fazendo uso conjugado, o valor do NEP diminui para 84,4 dB(A) e aumentando o tempo de voo para 8 h diárias.
- Mecânico e Operador de Equipamento: para estes tripulantes protegidos apenas pelo capacete o nível de exposição é igual a 92,4 dB(A), ficando o tempo de voo limitado a 2 h e 40 min. Fazendo a proteção dupla, este nível é reduzido para 87,9 dB(A) e a jornada de voo é aumentada para 5 h diárias.

A Tabela 1 mostra um resumo da análise das medições e conclusões supracitadas, levando em consideração a situação mais crítica medida em cada regime de operação do helicóptero.

Tabela 1: Nível de Exposição Protegida e Tempo Máximo de Exposição.

Regime de Operação	Pilotos				Mecânico de Vôo/ Operador de Equipamento			
	Somente Capacete	ΔT	Capacete + <i>Plug</i>	ΔT	Somente Capacete	ΔT	Capacete + <i>Plug</i>	ΔT
	NEP (dB)	(h)	NEP (dB)	(h)	NEP (dB)	(h)	NEP (dB)	(h)
1°	81,70	>12:00	76,60	>12:00	90,10	03:30	85,10	07:00
2°	89,10	04:00	84,10	08:00	94,50	02:00	89,50	04:00
3°	88,90	04:30	83,90	> 08:00	92,40	02:40	87,10	05:00

CONCLUSÕES

Conforme os resultados de medição, a posição mais crítica no interior da cabine está localizada na região de atuação do Mecânico de Voo e Operador de Equipamento, mais precisamente no ponto P3, que fica ao lado direito da caixa de transmissão de potência. Portanto, a condição de maior restrição à jornada de voo, em que os efeitos nocivos do ruído estão sendo neutralizados, está vinculada a estes tripulantes e possui limitação de 2 h e 40 min. de operação diária, se for usado apenas o capacete de voo, sendo aumentada para 5 h, quando for adicionado o protetor auditivo tipo *plug*, ficando claro que este último torna-se indispensável para garantir uma boa saúde ocupacional destes profissionais, principalmente quando em voos que envolvam grandes deslocamentos.

Diante do exposto, sugere-se que a jornada de vôo seja adequada ao nível de exposição protegida (NEP), ou seja, os tripulantes com maior NEP poderão voar por um menor período de tempo, conforme descrito anteriormente em cada regime de operação do helicóptero. Quanto à colocação do EPI, deve-se dedicar maior atenção ao uso correto, higienização e substituição de acordo com a periodicidade de troca prevista no Programa de Conservação Auditiva (PCA) da Unidade Aérea. Quanto ao planejamento, atualização e condução dos exames audiométricos, devem estar sempre em concordância com as normas legais do Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), Norma Reguladora NR-15, Capítulo V, Título II, relativa a Segurança e Medicina do Trabalho, 17; Lei nº 6.514 de 22/12/1977, Portaria nº 3.214, de 8/6/1978.
2. GERGES, S. N. Y. Ruído: Fundamentos e Controle. 2.ed. Florianópolis .NR Editora., 2000.
3. GUYTOM, A. C.; HALL, E. J. Tratado de Fisiologia Médica. 11ª ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2006.
4. NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for recommended standard: Occupational noise exposure. DHHS- Publication No. 98-126. Cincinnati (OH); 1998. Disponível em: < http://www.nonoise.org/noticias_det.php?id=47> Acesso em: 09 mar. 2009.