



PARECER SOBRE METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO OCUPACIONAL DE RUÍDO

I - OBJETO

- Analisar a metodologia de avaliação ocupacional de ruído estabelecido no anexo 1, da NR-15, NHO-01 da FUNDACENTRO e ACGIH;
- Comparar as metodologias e emitir parecer sobre a aplicação prática e possíveis divergências.

II - AVALIAÇÃO OCUPACIONAL DE RUÍDO

2.1 - Critério da NR-15

O anexo 1, NR-15 estabelece critério de avaliação ocupacional de ruído visando a prevenir o risco de dano auditivo. O quadro 1 desse anexo estabelece os limites de tolerância ou limites de exposição para ruído contínuo ou intermitente:

Quadro1

NÍVEL DE RUÍDO dB(A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 40 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos



O item 6 do anexo 1 da NR-15 determina que: Se durante a jornada de trabalho ocorrerem dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados, de forma que, se a soma das seguintes frações:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} \dots \dots \frac{C_n}{T_n} \leq 1,0$$

Onde:

C_n - indica o tempo total que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico

T_n - indica a máxima exposição diária permissível a este nível, segundo o Quadro deste Anexo.

Examinando o dispositivo legal transcrito verifica-se que:

- O quadro 1 determina que para cada nível de ruído o tempo máximo de exposição diária durante a jornada de trabalho. Exemplo: para o nível de 90 dB(A), tempo máximo de exposição durante a jornada é de 4 horas. Sendo assim, se o trabalhador ficar exposto por mais de 4(quatro) horas a 90 dB(A), o limite de tolerância é superado. Essa situação é facilmente interpretada, se a exposição não variar durante a jornada de trabalho
- Entretanto, a maioria das situações de exposição dos trabalhadores ao ruído, são variáveis durante jornada de trabalho. Nesse caso, a norma estabelece que deve ser considerado os efeitos combinados, conforme o item 6, anexo 1 da NR-15.
- Na avaliação do risco potencial de perda auditiva ou surdez profissional, as normas técnicas adotam dois parâmetros fundamentais: a dose (efeitos combinados) e o nível equivalente de ruído em decibéis. O nível equivalente de ruído é obtido com base na dose ou efeito combinado. Portanto, como mencionado anteriormente, ao estabelecer, o cálculo do efeito combinado, o anexo 1, da NR-15 adota metodologia de avaliação utilizada em todas normas



técnicas pertinentes. A seguir será explicado o critério utilizado pelo anexo 1 da NR-15.

Considerando quadro de limites de tolerância e os efeitos combinados estabelecidos no anexo 1 da NR-15, a dose de ruído adotado por essa norma é:

$$D = \frac{T}{8} \times 2^{\left(\frac{Leq}{5} - 17\right)} \quad (1)$$

Onde:

-D - é a dose para jornada de trabalho de oito horas igual a 1,0 ou 100%. Essa dose é obtida por meio das somas das frações do item 6, anexo 1 da NR-15;

-T - tempo de duração, em minutos ou hora, da jornada diária de trabalho;

- O incremento de duplicação da dose igual a 5,0 dB(A). Verifica-se no quadro 1 que a cada incremento de 5,0 dB(A), o tempo máximo de exposição diária reduz à metade e, conseqüentemente, a dose dobra. Ou seja, a cada incremento de 5,0 dB(A) o risco de dano auditivo é o dobro

- A constante 8,0 horas corresponde a jornada normal diária de trabalho;

- Leq (Equivalent Sound Level) - é o nível de exposição. Segundo a NHO-01 corresponde ao nível médio representativo da exposição ocupacional diária. Algumas normas ou programas dos dosímetros de ruído adotam a nomenclatura Lavg (Average Level).

Para se obter o valor da exposição em decibéis, é necessário explicitar o Leq na equação. Assim, após a aplicação das operações matemáticas, o cálculo do Leq é feito por meio da seguinte equação:

$$Leq = 16,61 \log \frac{D \times 8}{T} + 85 \quad (2)$$

Quando a dose é projetada ou obtida numa jornada de trabalho diária normal, deve-se substituir o T por 8 (oito) horas, nesse caso, o Leq é calculado da seguinte forma:

$$Leq = 16,61 \log \frac{D \times 8}{8} + 85$$



Assim, simplificando os valores de 8,0 horas na equação, teremos:

$$Leq = 16,61 \log D(8) + 85 \quad (3)$$

2.2 - Critério da NHO-01 da FUNDACENTRO

A NHO – 01 da FUNDACENTRO, adota a mesma metodologia do anexo 1 da NR-15 para avaliação do risco potencial de perda auditiva. Ou seja, a avaliação leva em consideração a dose de ruído e o nível equivalente de ruído.

A NHO-01 adota o conceito de Nível de Exposição Normalizado (NEN) para interpretação dos resultados. O NEN corresponde ao Nível de Exposição (NE) convertido para a jornada padrão de 8,0 (oito) horas diárias (NHO-01 da FUNDACENTRO). Para o incremento de dose ou fator de duplicação da dose igual a 5,0 dB(A), o NEN é igual a:

$$NEN = NE + 16,61 \log \frac{TE}{480} \quad (4)$$

NE - nível de Exposição

TE - tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho

Quando a jornada de trabalho ou a exposição diária é de oito horas, o NEN é igual ao Leq. Algumas normas ou programas dos dosímetros denominam esse parâmetro como TWA (time-weighted average)

Na metodologia estabelecida na NR-15, anexo 1, embora não seja mencionado expressamente o NEN, esse valor pode ser determinado pela equação do Leq, ou seja, basta substituir a constante 8,0 horas (jornada padrão) pelo valor da duração da exposição na jornada de trabalho. Assim, por exemplo, se a exposição ou jornada diária for igual a 9,0 horas, a equação do Leq é:

$$Leq = 16,61 \log \frac{Dx9}{T} + 85 \quad (5)$$



Outra alternativa de interpretação é a seguinte: considerando o nível de ruído de 87 dB(A) e o tempo de exposição de 7.0 horas diária. De acordo com o quadro do anexo 1, NR-15, para o nível de 87 dB(A), o tempo máximo de exposição é 6,0 horas. Nesse caso, o limite de tolerância foi superado. Todavia, para facilitar a interpretação dos resultados, calcula-se o NEN.

O NEN converte o nível de ruído para exposição diária normal de 8 (oito) horas e, desse modo, é sempre comparado com o limite de tolerância de 85 dB(A).

2.3 - Comparação da metodologia do anexo 1 da NR15 e NHO-01 da FUNDACENTRO

Com a finalidade de facilitar o entendimento, a seguir será exemplificado a aplicação dos conceitos explicados e comparados com a NR-15, anexo 1 e NHO 01. Assim, suponhamos a seguinte situação de exposição:

Nível de ruído dB(A)	Tempo de exposição em horas C_n	Tempo máximo permitido (quadro1) horas T_n
90	2,0	4,0
95	1,0	2,0
85	5,0	1,0

O trabalhador ficou exposto a diferentes níveis de ruído durante a jornada de trabalho. Isoladamente em nenhum nível de ruído o tempo de exposição superou o máximo permitido no quadro 1 anexo 1 da NR 15. Nesse caso, todas as normas pertinentes, incluindo a NR-15 e a NHO-01 determinam que deve ser calculado o efeito combinado ou a dose de ruído. O cálculo dos efeitos combinados ou dose, conforme o item 6, anexo 1 da NR-15, é o seguinte:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} \dots \dots \frac{C_n}{T_n} \leq 1,0$$

Substituindo os valores na equação, teremos

$$\frac{2,0}{4,0} + \frac{1,0}{2,0} + \frac{5}{8} = 1,625$$



Na situação exemplificada, os efeitos combinados ou dose de ruído foi igual 1,625. Essa dose foi calculada com tempo de exposição de oito horas durante a jornada de trabalho. Sendo assim, substituindo esse valor na equação 3, o valor do Leq é igual a:

$$Leq = 16,61 \log 1,625 + 85 = 88,5 \text{ dB}(A)$$

Considerando o tempo de exposição diária igual a 8,0 horas ou 480 minutos, o NEN é igual a:

$$NEN = 88,5 + 16,61 \log \frac{480}{480} = 88,5 \text{ dB}(A)$$

Nesse caso, o NEN e o Leq são iguais. Como mencionado anteriormente, esse parâmetro pode também ser denominado de TWA

Suponhamos que o tempo de duração da exposição na jornada fosse igual a 9,0 horas ou 540 minutos. Nesse caso, o NEN é igual a:

$$NEN = 88,5 + 16,61 \log \frac{540}{480} = 89,35 \text{ dB}(A)$$

No critério da NR-15 anexo 1 o cálculo da exposição com duração diferente de oito horas, é feito substituído o valor de 8,0 horas ou 480 minutos (jornada padrão) por 9,0 horas, conforme a equação:

$$Leq = 16,61 \log \frac{1,625 \times 9}{8} + 85 = 89,35 \text{ dB}(A)$$

O valor obtido Leq é igual ao NEN.



Outra alternativa de cálculo sem usar a equação do NEN é seguinte: O quadro de limites de tolerância do anexo 1 da NR-15 determina o tempo máximo de exposição para cada nível por meio da seguinte equação:

$$T = \frac{8}{2^{\left(\frac{L}{5}-17\right)}} \quad (6)$$

Explicitando o Leq na equação teremos:

$$L = 16,61 \log \frac{8}{T} + 85 \quad (7)$$

Para 9 (nove) horas de exposição diária o valor de L (limite de tolerância) é igual a:

$$L = 16,61 \log \frac{8}{9} + 85 = 84 \text{ dB(A)}$$

Na situação exemplificada, a dose foi de 1,625 e o Leq correspondente igual a 88,5 dB(A), ou seja, bem superior ao limite de tolerância de 84 dB(A). Todavia, visando evitar a alteração do limite de tolerância sempre que a exposição for diferente de 8(oito) horas, a NHO-01 introduziu o conceito do NEN. Nesse caso, o valor do NEN sempre comparado com 85 d(A). Entretanto, todos os parâmetros são apenas operações matemáticas da equação 1 que define a dose de ruído (efeitos combinados), de acordo com o anexo 1 da NR-15.

A principal diferença entre os critérios de avaliação adotados pela NR-15 e a NHO-01, não é a metodologia, são os limites de tolerância ou limites de exposição. Os limites de exposição da NHO-01 adotam o incremento de duplicação da dose é igual 3,0 dB(A). Ou seja, para cada incremento de 3,0 dB(A) dobra a dose e o risco de dano auditivo. Nesse caso, os resultados serão diferentes, porém, a metodologia é a mesma.



Essa diferença, no entanto, não afeta a avaliação da exposição ao ruído para fins de aposentadoria especial, pois o art. 280, IV da Instrução Normativa 77/15, estabelece que:

- a) os limites de tolerância definidos no Quadro do Anexo I da NR-15 do MTE; e
- b) as metodologias e os procedimentos definidos nas NHO-01 da FUNDACENTRO.

Como visto anteriormente, os limites de tolerância adotados no quadro do anexo 1 da NR-15, adota o incremento de duplicação da dose igual a 5,0 dB(A) ou seja, a cada incremento de 5,0 dB (A).

A dose de ruído, Leq, NEN entre outros podem ser obtidos utilizando medidores integradores de uso individual ou dosímetro de ruído. Esse instrumento é fixado no trabalhador e o microfone deve ficar posicionado no seu nível auditivo. No final da medição os dados são descarregados em programa específico do medidor instalado no computador. O dosímetro ou integrador de ruído, processa eletronicamente o cálculo da dose ou efeitos combinados e Leq com alta precisão. Na situação exemplificada, se fosse colocado no trabalhador o medidor integrador de ruído ou dosímetro no , no final da avaliação, esse instrumento forneceria a dose de ruído igual a 1,625 ou 162,5%; Leq igual 88,5 dB(A); NEN igual a 88,5 dB(A).

Na indisponibilidade destes equipamentos, a NHO-01 oferece procedimentos alternativos para outros tipos de medidores integradores ou medidores de leitura instantânea, não fixados no trabalhador, que poderão ser utilizados na avaliação de determinadas situações de exposição ocupacional. Esse tipo de avaliação é mais trabalhoso e menos exato, especialmente nas exposições ao com muita variação. Nesse método deve-se avaliar o ruído instantâneo ou curta duração utilizando-se medidor de nível de pressão sonora. Em seguida, deve-se determinar o tempo de exposição em cada nível. A NHO estabelece essa metodologia, no entanto, ressalva que o dosímetro ou medidor integrador é o instrumento mais adequado nas avaliações.



O anexo 1 da NR-15 menciona expressamente que os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora (item 2, anexo 1 da NR-15). Todavia, ao definir os efeitos combinados no item 6 do referido anexo, a norma implicitamente admite o uso dosímetro ou medidor integrador, vez que como anteriormente os efeitos combinados estabelecido no item 6, anexo 1 da NR-15 corresponde a metodologia de dosimetria de ruído.

III - CONCLUSÃO

Com base fundamentos apresentados conclui-se que:

A avaliação ocupacional visando o risco de dano auditivo é feita por meio de dosimetria de ruído ou efeitos combinados. Com base no valor da dose, calcula-se o nível equivalente de ruído, que pode ser expresso em Leq, Lavg, NEN ou TWA. Esses parâmetros podem ser obtidos por meio de medição instantânea utilizando-se o medidor de nível de pressão sonora ou os medidores integradores (dosímetro de ruído) de uso individual. A utilização do dosímetro é mais adequada, pois permite obter a dose, Leq, NEN entre outro com maior exatidão.

A NHO-01 da FUNDACENTRO, o anexo 1 da NR-15, ACGIH e outras normas pertinentes adotam a metodologia da dosimetria do ruído para fins de avaliação do risco de dano auditivo. Em todas essas normas há procedimento de se obter a dose ou efeito combinado, Leq e NEN.

O item 15.5 do formulário do PPP deve ser informado a Técnica Utilizada. Esse campo no formulário não permite detalhar a metodologia utilizada na avaliação. Todavia, se for informado que a técnica utilizada foi NHO-01, dosimetria de ruído ou anexo 1 da NR-15, não há prejuízo nos resultados da avaliação do ruído, vez que são idênticas. Além disso, se for informado o valor do NEN, Leq ou Lavg significa que o resultado obtido foi por meio de dosimetria ou efeito combinado.



Entretanto, a principal de diferença são os limites de tolerância ou limites de exposição. Os limites de tolerância do quadro 1, anexo 1 da NR-15 utiliza o incremento de duplicação da dose igual a 5,0 dB. Já a NHO-01 e ACGIH utilizam 3,0 dB. Assim, os resultados das avaliações utilizando-se a duplicação 3,0 dB, normalmente é maior. Todavia, o art. 280 da IN 77/15 adota o incremento de duplicação de 5,0 dB, pois expressamente menciona que deve ser utilizado os limites de tolerância do quadro 1, anexo 1 da NR-15.

Belo Horizonte, 24 de Outubro de 2018.

TUFFI MESSIAS SALIBA
CREA 48904/D – 4ª Região Reg. MTb - 9423

Engenheiro de segurança do trabalho, advogado, mestre em meio ambiente. Ex-pesquisador da FUNDACENTRO. Professor dos cursos de pós-graduação em engenharia de Segurança e medicina do trabalho e curso de higiene ocupacional. Autor de diversas obras de Segurança e higiene, insalubridade, periculosidade e aposentadoria especial, todas publicadas pela editora LTR- São Paulo



IV - BIBLIOGRAFIA

ABHO - Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais. Tradução TLV_S e BEI_S: Threshold limit Values and Biological Exposure - Indices - ACGIH. São Paulo, 2012.

FUNDACENTRO, Brasil : ***Guia Técnico sobre estratégia de amostragem e interpretação de resultados de avaliações quantitativas de agentes químicos em ambientes de trabalho.*** São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/bibliotecadigital/publicacao/detalhe/2018/8/guia-tecnico-sobre-estrategia-de-amostragem-e-interpretacao-de-resultados-de-avaliacoes>.

SALIBA, Tuffi Messias. Manual prático de higiene ocupacional e PPRA — avaliação e controle dos riscos ambientais. 9. ed. São Paulo: LTr, 2018

SALIBA, Tuffi Messias; SALIBA, Sofia C. Reis. Legislação de segurança, acidente do trabalho e saúde do trabalhador. 13. ed. atual São Paulo: LTr, 2018.