

NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL

PROCEDIMENTO TÉCNICO

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO

NHO 01

**MINISTÉRIO
DO TRABALHO E EMPREGO**



FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL
PROCEDIMIENTO TÉCNICO

PRESIDENTE DA REPÚBLICA
Fernando Henrique Cardoso
MINISTRO DO TRABALHO E EMPREGO
Francisco Dornelles

FUNDACENTRO
PRESIDÊNCIA
Humberto Carlos Parro
DIRETORIA EXECUTIVA
José Gaspar Ferraz de Campos
DIRETORIA TÉCNICA
Soma Maria José Bombardi
DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS
Antonio Sérgio Torquato
ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL
José Carlos Crozera

Norma de Higiene Ocupacional

Procedimento Técnico

Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído

Equipe de elaboração:

Eduardo Giampaoli
Irene Ferreira de Souza Duarte Saad
Irlon de Ângelo da Cunha

Colaboração:

Marcos Domingos da Silva

MINISTÉRIO
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUMAS FLORESTINO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

2001

APRESENTAÇÃO

A Coordenação de Higiene do Trabalho da FUNDACENTRO publicou, em 1980, uma série de Normas Técnicas denominadas anteriormente Normas de Higiene do Trabalho - NHT, hoje designadas Normas de Higiene Ocupacional - NHO.

Diante do processo dinâmico das técnicas de identificação, avaliação e controle dos riscos ambientais, e considerando o desenvolvimento tecnológico, a revisão técnica destas normas é de fundamental importância.

Desta forma apresenta-se ao público técnico que atua na área da saúde ocupacional a norma Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído, resultado do reestudo da equipe técnica da Coordenação de Higiene do Trabalho.

Acredita-se que esta norma possa efetivamente contribuir como ferramenta na identificação do agente ambiental de risco classificado como agente físico ruído, com o intuito de colaborar no controle da exposição e na prevenção de doenças ocupacionais.

ROBSON SPINELLI GOMES

Gerente da Coordenação de Higiene do Trabalho

SUMÁRIO

1. OBJETIVO.....	11
2. APLICAÇÃO.....	11
3. REFERÊNCIAS NORMATIVAS	11
4. DEFINIÇÕES, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	11
4.1 Para os fins desta Norma aplicam-se as seguintes definições, símbolos e Abreviaturas:	11
4.2 As principais correlações entre a terminologia em Português e Inglês são as seguintes:	14
5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO.....	14
5.1 Ruído contínuo ou intermitente	14
5.1.1 Avaliação da exposição de um trabalhador ao ruído contínuo ou intermitente por meio da dose diária.....	16
5.1.1.1 Utilizando medidor integrador de uso pessoal.....	16
5.1.1.2 Utilizando medidor portado pelo avaliador	16
5.1.2 Avaliação da exposição de um trabalhador ao ruído contínuo ou intermitente por meio do nível de exposição	17
5.2 Ruído de impacto	20
6. PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO.....	22
6.1 Abordagem dos locais e das condições de trabalho.....	22

6.2 Equipamentos de medição	23
6.2.1 Especificações mínimas	23
6.2.1.1 Medidores integradores de uso pessoal.....	23
6.2.1.2 Medidores integradores portados pelo avaliador	24
6.2.1.3 Medidores de leitura instantânea.....	24
6.2.1.4 Calibradores acústicos.....	24
6.2.2 Interferentes ambientais no desempenho dos equipamentos	25
6.2.3 Aferição e certificação dos equipamentos	25
6.3 Procedimentos gerais de medição	25
6.4 Procedimentos específicos de medição de ruído contínuo ou intermitente	27
6.4.1 Utilizando medidor integrador de uso pessoal.....	27
6.4.2 Utilizando medidor integrador portado pelo avaliador	28
6.4.3 Utilizando medidor de leitura instantânea	29
6.5 Procedimentos específicos de medição de ruído de impacto	32
6.6 Interpretação dos resultados.....	33
6.6.1 Ruído contínuo ou intermitente.....	33
6.6.1.1 Dose diária	33
6.6.1.2 Nível de exposição normalizado	33
6.6.1.3 Critério de julgamento e tomada de decisão	34
6.6.2 Ruído de impacto	34
6.6.3 Ruído contínuo ou intermitente simultâneo com ruído de impacto	35
7. RELATÓRIO	35
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

PREFÁCIO

Este procedimento técnico faz parte da Série de Normas de Higiene Ocupacional (NHO's) elaborada por técnicos da Coordenação de Higiene do Trabalho da FUNDACENTRO, por meio do Projeto Difusão de Informações em Higiene do Trabalho, 1997/1998.

Esta Norma cancela e substitui as seguintes Normas da FUNDACENTRO:

- NHT-06 R/E - 1985: Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente em fase experimental.
- NHT-07 R/E - 1985: Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído - ruído de impacto.
- NHT-09 R/E - 1986: Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente através de dosímetros.

As principais modificações e avanços técnicos em relação às Normas anteriores são:

- substitui as três Normas anteriormente existentes e trata tanto da avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente, quanto da avaliação da exposição ocupacional ao ruído de impacto;

- introduz o conceito de nível de exposição como um dos critérios para a quantificação e caracterização da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente e o conceito de nível de exposição normalizado para interpretação dos resultados;
- adota o valor "3" como incremento de duplicação de dose ($q = 3$);
- considera a possibilidade de utilização de medidores integradores e de medidores de leituras instantâneas.

1. OBJETIVO

Esta Norma Técnica tem por objetivo estabelecer critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído, que implique risco potencial de surdez ocupacional.

2. APLICAÇÃO

A Norma aplica-se à exposição ocupacional a ruído contínuo ou intermitente e a ruído de impacto, em quaisquer situações de trabalho, contudo não está voltada para a caracterização das condições de conforto acústico.

3. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

As edições das Normas relacionadas a seguir, referidas ao longo do texto, encontravam-se em vigor durante a elaboração da presente Norma. Os usuários desta Norma devem estar atentos a edições mais recentes das Normas referendadas.

ANSI S 1.25 (1991) - Specification for personal noise dosimeters

ANSI S 1.4 (1983) - Specification for sound level meters

ANSI S 1.40 (1984) - Specification for acoustical calibrators

IEC 804 (1985) - Integrating-averaging sound level meters

IEC 651 (1993) - Sound Level Meters

4. DEFINIÇÕES, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

4.1 Para os fins desta Norma aplicam-se as seguintes definições, símbolos e Abreviaturas:

Ciclo de Exposição: conjunto de situações acústicas ao qual é submetido o trabalhador, em sequência definida, e que se repete de forma contínua no decorrer da jornada de trabalho.

Critério de Referência (CR): nível médio para o qual a exposição, por um período de 8 horas, corresponderá a uma dose de 100%.

Dose: parâmetro utilizado para a caracterização da exposição ocupacional ao ruído, expresso em porcentagem de energia sonora, tendo por referência o valor máximo da energia sonora diária admitida, definida com base em parâmetros preestabelecidos (q, CR, NLI).

Dose Diária: dose referente à jornada diária de trabalho.

Dosímetro de Ruído: medidor integrador de uso pessoal que fornece a dose da exposição ocupacional ao ruído.

Grupo Homogêneo: corresponde a um grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de parte do grupo seja representativo da exposição de todos os trabalhadores que compõem o mesmo grupo.

Incremento de Duplicação de Dose (q): incremento em decibéis que, quando adicionado a um determinado nível, implica a duplicação da dose de exposição ou a redução para a metade do tempo máximo permitido.

Limite de Exposição (LE): parâmetro de exposição ocupacional que representa condições sob as quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, sem sofrer efeitos adversos à sua capacidade de ouvir e entender uma conversação normal.

Limite de Exposição Valor Teto (LE-VT): corresponde ao valor máximo, acima do qual não é permitida exposição em nenhum momento da jornada de trabalho.

Medidor Integrador de Uso Pessoal: medidor que possa ser fixado no trabalhador durante o período de medição, fornecendo por meio de integração, a dose ou o nível médio.

Medidor Integrador Portado pelo Avaliador: medidor operado diretamente pelo avaliador, que fornece, por meio de integração, a dose ou o nível médio.

Nível de Ação: valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições ao ruído causem prejuízos à audição do trabalhador e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

Nível Equivalente (N_{eq}): nível médio baseado na equivalência de energia, definido pela expressão que segue:

$$N_{eq} = 10 \log \left[\left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt \right) / p_0^2 \right] \text{ [dB]}$$

onde:

N_{eq} = nível de pressão sonora equivalente referente ao intervalo de integração ($T = t_2 - t_1$)

p(t) = pressão sonora instantânea

p₀ = pressão sonora de referência, igual a 20 µPa

Nível de Exposição (NE): nível médio representativo da exposição ocupacional diária.

Nível de Exposição Normalizado (NEN): nível de exposição, convertido para uma jornada padrão de 8 horas diárias, para fins de comparação com o limite de exposição.

Nível Limiar de Integração (NLI): nível de ruído a partir do qual os valores devem ser computados na integração para fins de determinação de nível médio ou da dose de exposição.

Nível Médio (NM): nível de ruído representativo da exposição ocupacional relativo ao período de medição, que considera os diversos valores de níveis instantâneos ocorridos no período e os parâmetros de medição predefinidos.

Ruído Contínuo ou Intermitente: todo e qualquer ruído que não está classificado como ruído de impacto ou impulsivo.

Ruído de Impacto ou Impulsivo: ruído que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo.

Situação Acústica: cada parte do ciclo de exposição na qual o trabalhador está exposto a níveis de ruído considerados estáveis.

Zona Auditiva: região do espaço delimitada por um raio de $150 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$, medido a partir da entrada do canal auditivo.

4.2 As principais correlações entre a terminologia em Português e Inglês são as seguintes:

Critério de Referência (**CR**): *Criterion Level (CL)*

Incremento de Duplicação de Dose (**q**): *Exchange Rate (q ou ER)*

Limite de Exposição (**LE**): *Threshold Limit Value (TLV)*

Limite de Exposição Valor Teto (**LE-VT**): *Threshold Limit Value-Ceiling (TLV-C)*

Nível Equivalente (**Neq**): *Equivalent Level (Leq)*

Nível Médio (**NM**): *Average Level (Lavg)*

Nível Limiar de Integração (**NLI**): *Threshold Level (TL)*

5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO

5.1 Ruído contínuo ou intermitente

O critério de referência que embasa os limites de exposição diária adotados para ruído contínuo ou intermitente corresponde a uma dose de 100% para exposição de 8 horas ao nível de 85 dB(A).

O critério de avaliação considera, além do critério de referência, o incremento de duplicação de dose (q) igual a 3 e o nível limiar de integração igual a 80 dB(A).

A avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente deverá ser feita por meio da determinação da dose diária de ruído ou do nível de exposição, parâmetros representativos da exposição diária do trabalhador. Esses parâmetros são totalmente equivalentes, sendo possível, a partir de um obter-se o outro, mediante as expressões matemáticas que seguem:

$$NE = 10 \times \log \left(\frac{480}{T_E} \times \frac{D}{100} \right) + 85 \text{ [dB]}$$

$$D = \frac{T_E}{480} \times 100 \times 2^{\left(\frac{NE-85}{3} \right)} \quad [\%]$$

onde:

NE = nível de exposição

D = dose diária de ruído em porcentagem

T_E = tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho

A avaliação deve ser realizada utilizando-se medidores integradores de uso pessoal, fixados no trabalhador.

Na indisponibilidade destes equipamentos, a Norma 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. Em cada caso deverão ser seguidos os procedimentos de medição específicos estabelecidos na presente Norma.

No entanto, as condições de trabalho que apresentem dinâmica operacional complexa, como, por exemplo, a condução de empilhadeiras, atividades de manutenção, entre outras, ou que envolvam movimentação constante do trabalhador, não deverão ser avaliadas por esses métodos alternativos.

5.1.1 Avaliação da exposição de um trabalhador ao ruído contínuo ou intermitente por meio da dose diária

5.1.1.1 Utilizando medidor integrador de uso pessoal

A determinação da dose de exposição ao ruído deve ser feita, preferencialmente, por meio de medidores integradores de uso pessoal (dosímetros de ruído), ajustados de forma a atender as especificações contidas no item 6.2.1.1 (equipamentos de medição).

Neste caso o limite de exposição ocupacional diário ao ruído contínuo ou intermitente corresponde a dose diária igual 100%.

O nível de ação para a exposição ocupacional ao ruído é de dose diária igual a 50%.

O limite de exposição valor teto para o ruído contínuo ou intermitente é 115 dB(A).

5.1.1.2 Utilizando medidor portado pelo avaliador

Na impossibilidade da utilização de medidores integradores de uso pessoal, poderão ser utilizados medidores portados pelo avaliador. Neste caso a dose diária pode ser determinada por meio da seguinte expressão:

$$\text{DOSE DIÁRIA} = \left(\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \right) \times 100 \quad [\%]$$

onde:

C_n = tempo total diário em que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico.

T_n = tempo máximo diário permissível a este nível, segundo a Tabela I.

Para níveis de ruído com valores intermediários aos constantes na Tabela 1 será considerado o tempo máximo diário permissível relativo ao nível imediatamente mais elevado.

Exposições a níveis inferiores a 80 dB(A) não serão consideradas no cálculo da dose.

Quando a exposição for a um único nível de ruído o cálculo da dose diária também é feito utilizando a expressão apresentada, ou seja, simplesmente dividindo " C_1 " por " T_1 ".

Neste critério, o limite de exposição ocupacional diária ao ruído contínuo ou intermitente corresponde a dose diária igual a 100%.

O nível de ação para a exposição ocupacional ao ruído é de dose diária igual a 50%.

O limite de exposição valor teto para o ruído contínuo ou intermitente é 115 dB(A).

5.1.2 Avaliação da exposição de um trabalhador ao ruído contínuo ou intermitente por meio do nível de exposição

A avaliação da exposição pelo nível de exposição deve ser realizada, preferencialmente, utilizando-se medidores integradores de uso pessoal. Na indisponibilidade destes equipamentos, poderão ser utilizados outros tipos de medidores integradores ou medidores de leitura instantânea, portados pelo avaliador.

O Nível de Exposição - NE é o Nível Médio representativo da exposição diária do trabalhador avaliado.

Para fins de comparação com o limite de exposição, deve-se determinar o Nível de Exposição Normalizado (NEN), que corresponde ao Nível de Exposição (NE) convertido para a jornada padrão de 8 horas diárias.

O Nível de Exposição Normalizado - NEN é determinado pela seguinte expressão:

$$NEN = NE + 10 \log \frac{T_E}{480} \quad [dB]$$

onde:

NE = nível médio representativo da exposição ocupacional diária

T_E = tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho

Neste critério o limite de exposição ocupacional diária ao ruído corresponde a NEN igual a 85 dB(A), e o limite de exposição valor teto para ruído contínuo ou intermitente é de 115 dB(A).

Para este critério considera-se como nível de ação o valor NEN igual a 82 dB(A).

Tabela 1. Tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível de ruído

Nível de ruído dB(A)	Tempo máximo diário permissível (T _n) (minutos)
80	1.523,90
81	1.209,52
82	960,00
83	761,95
84	604,76
85	480,00
86	380,97
87	302,38
88	240,00
89	190,48
90	151,19
91	120,00
92	95,24
93	75,59
94	60,00

Tabela 1. Tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível de ruído

(continuação)

Nível de ruído dB(A)	Tempo máximo diário permissível (Tn) (minutos)
95	47,62
96	37,79
97	30,00
98	23,81
99	18,89
100	15,00
101	11,90
102	9,44
103	7,50
104	5,95
105	4,72
106	3,75
107	2,97
108	2,36
109	1,87
110	1,48
111	1,18
112	0,93
113	0,74
114	0,59
115	0,46

5.2 Ruído de impacto

A determinação da exposição ao ruído de impacto ou impulsivo deve ser feita por meio de medidor de nível de pressão sonora operando em "Linear" e circuito de resposta para medição de nível de pico.

Neste critério o limite de exposição diária ao ruído de impacto é determinado pela expressão a seguir:

$$N_p = 160 - 10 \text{ Log } n \quad [\text{dB}]$$

onde:

N_p=nível de pico, em dB(Lin), máximo admissível

n = número de impactos ou impulsos ocorridos durante a jornada diária de trabalho

A Tabela 2, obtida com base na expressão anterior, apresenta a correlação entre os níveis de pico máximo admissíveis e o número de impactos ocorridos durante a jornada diária de trabalho, extraída a partir da expressão de determinação do limite de exposição diária ao ruído de impacto.

Tabela 2. Níveis de pico máximo admissíveis em função do número de impactos

N_p	n	N_p	n	N_p	n
120	10000	127	1995	134	398
121	7943	128	1584	135	316
122	6309	129	1258	136	251
123	5011	130	1000	137	199
124	3981	131	794	138	158
125	3162	132	630	139	125
126	2511	133	501	140	100

Quando o número de impactos ou de impulsos diário exceder a 10.000 ($n > 10.000$), o ruído deverá ser considerado como contínuo ou intermitente.

O limite de tolerância valor teto para ruído de impacto corresponde ao valor de nível de pico de 140 dB(Lin).

O nível de ação para a exposição ocupacional ao ruído de impacto corresponde ao valor N_p obtido na expressão acima, subtraído de 3 decibéis $\rightarrow (N_p - 3)$ dB.

Nota:

Os critérios estabelecidos na presente Norma estão baseados em conceitos e parâmetros técnico-científicos modernos, seguindo tendências internacionais atuais, não havendo um compromisso de equivalência com o critério legal. Desta forma, os resultados obtidos e sua interpretação quando da aplicação da presente Norma podem diferir daqueles obtidos na caracterização da insalubridade pela aplicação do disposto na NR-15, anexo 1, da Portaria 3214 de 1978.

6. PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

6.1 Abordagem dos locais e das condições de trabalho

A avaliação de ruído deverá ser feita de forma a caracterizar a exposição de todos os trabalhadores considerados no estudo.

Identificando-se grupos de trabalhadores que apresentem iguais características de exposição - **grupos homogêneos** - não precisarão ser avaliados todos os trabalhadores. As avaliações podem ser realizadas cobrindo um ou mais trabalhadores cuja situação corresponda à exposição "típica" de cada grupo considerado.

Havendo dúvidas quanto à possibilidade de redução do número de trabalhadores a serem avaliados, a abordagem deve considerar necessariamente a totalidade dos expostos no grupo considerado.

O conjunto de medições deve ser representativo das condições reais de exposição ocupacional do grupo de trabalhadores objeto do estudo. Desta forma, a avaliação deve cobrir todas as condições, operacionais e ambientais habituais, que envolvem o trabalhador no exercício de suas funções.

Para que as medições sejam representativas da exposição de toda a jornada de trabalho é importante que o período de amostragem seja adequadamente escolhido. Se forem identificados ciclos de exposição repetitivos durante a jornada, a amostragem deverá incluir um número suficiente de ciclos. A amostragem deverá cobrir um número maior de ciclos, caso estes não sejam regulares ou apresentem níveis com grandes variações de valores.

No decorrer da jornada diária, quando o trabalhador executar duas ou mais rotinas independentes de trabalho, a avaliação da exposição ocupacional poderá ser feita avaliando-se, separadamente, as condições de exposição em cada uma das rotinas e determinando-se a exposição ocupacional diária pela composição dos dados obtidos.

Havendo dúvidas quanto à representatividade da amostragem, esta deverá envolver necessariamente toda a jornada de trabalho.

Os procedimentos de avaliação devem interferir o mínimo possível nas condições ambientais e operacionais características da condição de trabalho em estudo.

Condições de exposição não rotineiras, decorrentes de operações ou procedimentos de trabalho previsíveis, mas não habituais, tais como manutenções preventivas, devem ser avaliadas e interpretadas isoladamente, considerando-se a sua contribuição na dose diária ou no nível de exposição.

Deverão ser obtidas informações administrativas, a serem corroboradas por observações de campo, necessárias na caracterização da exposição dos trabalhadores, com base no critério utilizado.

6.2 Equipamentos de medição

6.2.1 Especificações mínimas

6.2.1.1 Medidores integradores de uso pessoal

Os medidores integradores de uso pessoal, também denominados de dosímetros de ruído, a serem utilizados na avaliação da exposição ocupacional ao ruído devem atender às especificações constantes da Norma ANSI S1.25-1991 ou de suas futuras revisões, ter classificação mínima do tipo 2 e estar ajustados de forma a atender aos seguintes parâmetros:

- circuito de ponderação - "A"
- circuito de resposta - lenta (slow)
- critério de referência - 85 dB(A), que corresponde a dose de 100% para uma exposição de 8 horas
- nível limiar de integração - 80 dB(A)
- faixa de medição mínima - 80 a 115 dB(A)
- incremento de duplicação de dose = 3 ($q = 3$)
- indicação da ocorrência de níveis superiores a 115 dB(A)

6.2.1.2 Medidores integradores portados pelo avaliador

Os medidores integradores a serem utilizados na avaliação da exposição ocupacional ao ruído devem atender às especificações constantes da Norma IEC 804 ou de suas futuras revisões e ter classificação mínima do tipo 2. Para a determinação de níveis médios de ruído devem estar ajustados de forma a atender aos seguintes parâmetros:

- circuito de ponderação - "A"
- circuito de resposta - lenta (slow) ou rápida (fast), quando especificado pelo fabricante
- critério de referência - 85 dB(A), que corresponde a dose de 100% para uma exposição de 8 horas
- Nível limiar de integração - 80 dB(A)
- faixa de medição mínima - 80 a 115 dB(A)
- incremento de duplicação de dose = 3 ($q = 3$)
- indicação da ocorrência de níveis superiores a 115 dB(A)

6.2.1.3 Medidores de leitura instantânea

Os medidores de leitura instantânea a serem utilizados na avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente, ou de impacto, devem ser no mínimo do tipo 2, segundo especificações constantes das Normas ANSI S1.4-1983 e IEC 651, ou de suas futuras revisões.

Para a medição de ruído contínuo ou intermitente, os medidores devem estar ajustados de forma a operar no circuito de ponderação "A", circuito de resposta lenta (slow) e cobrir uma faixa de medição mínima de 80 a 115 dB(A).

Para a medição de ruído de impacto os medidores devem estar ajustados de forma a operar no circuito "linear", circuito de resposta para medição de nível de pico, e cobrir uma faixa de medição de pico mínima de 100 a 150 dB.

6.2.1.4 Calibradores acústicos

Os equipamentos utilizados na calibração dos medidores de nível de pressão sonora, devem atender às especificações da Norma ANSI S1.40-1984 ou IEC 942-1988.

Os calibradores, preferencialmente, devem ser da mesma marca que o medidor e, obrigatoriamente, permitir o adequado acoplamento entre o microfone e o calibrador, diretamente ou por meio do uso de adaptador.

6.2.2 Interferentes ambientais no desempenho dos equipamentos

O uso de protetor de vento sobre o microfone é sempre recomendável a fim de evitar possíveis interferências da velocidade do ar e proteger o microfone contra poeira.

Os medidores só poderão ser utilizados dentro das condições de umidade e temperatura especificados pelos fabricantes.

Se os medidores forem utilizados em ambientes com a presença de campos magnéticos significativos, devem ser considerados os cuidados e as limitações previstas pelo fabricante.

6.2.3 Aferição e certificação dos equipamentos

Os medidores e os calibradores deverão ser periodicamente aferidos e certificados pelo fabricante, assistência técnica autorizada, ou laboratórios credenciados para esta finalidade.

6.3 Procedimentos gerais de medição

Os equipamentos de medição, quando em uso, devem estar calibrados e em perfeitas condições eletromecânicas. Antes de iniciar as medições deve-se:

- verificar a integridade eletromecânica e coerência na resposta do instrumento;
- verificar as condições de carga das baterias;
- ajustar os parâmetros de medição, conforme o critério a ser utilizado;
- efetuar a calibração de acordo com as instruções do fabricante.

As medições devem ser feitas com o microfone posicionado dentro da zona auditiva do trabalhador, de forma a fornecer dados representativos da exposição ocupacional diária ao ruído a que está submetido o trabalhador no exercício de suas funções. No caso de medidores de uso pessoal, o microfone deve ser posicionado sobre o ombro, preso na vestimenta, dentro da zona auditiva do trabalhador.

Quando forem identificadas diferenças significativas entre os níveis de pressão sonora que atingem os dois ouvidos, as medições deverão ser realizadas do lado exposto ao maior nível.

O direcionamento do microfone deve obedecer às orientações do fabricante, constantes do manual do equipamento, de forma a garantir a melhor resposta do medidor.

O posicionamento e a conduta do avaliador não devem interferir no campo acústico ou nas condições de trabalho, para não falsear os resultados obtidos. Se necessário, deve ser utilizada avaliação remota, por meio do uso de cabo de extensão para o microfone, a fim de permitir leitura à distância.

Antes de iniciar a medição o trabalhador a ser avaliado deve ser informado:

- do objetivo do trabalho;
- que a medição não deve interferir em suas atividades habituais, devendo manter a sua rotina de trabalho;
- que as medições não efetuam gravação de conversas;
- que o equipamento ou microfone nele fixado só pode ser removido pelo avaliador;
- que o microfone nele fixado não pode ser tocado ou obstruído;
- sobre outros aspectos pertinentes.

Os dados obtidos só serão validados se, após a medição, o equipamento mantiver as condições adequadas de uso. Deverão ser invalidados, efetuando-se nova medição, sempre que:

- a aferição da calibração acusar variação fora da faixa tolerada de ± 1 dB;

- nível de tensão de bateria estiver abaixo do mínimo aceitável;
- houver qualquer prejuízo à integridade eletromecânica do equipamento.

Quando ocorrer a presença simultânea de ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto, a avaliação da exposição ocupacional a ruído de impacto deve ser realizada de forma independente, utilizando-se os procedimentos específicos apresentados nesta Norma.

No entanto, a participação do ruído de impacto também deve ser considerada na avaliação da exposição ao ruído contínuo ou intermitente. Quando forem utilizados medidores integradores, o ruído de impacto será automaticamente computado na integração. No caso de utilização de medidores de leitura instantânea, as leituras que coincidirem com a ocorrência dos picos de impacto deverão ser normalmente computadas nos dados da medição.

6.4 Procedimentos específicos de medição de ruído contínuo ou intermitente

6.4.1 Utilizando medidor integrador de uso pessoal

- a) Realize os ajustes preliminares no equipamento e sua calibração, com base nas instruções do manual de operação e nos parâmetros especificados no item 6.2.1.1.
- b) Coloque o medidor no trabalhador a ser avaliado e fixe o microfone dentro da zona auditiva, conforme item 6.3.
- c) Posicione e fixe qualquer excesso de cabo de microfone para evitar qualquer dificuldade ou inconveniente ao usuário.
- d) Adote as medidas necessárias para impedir que o usuário, ou outra pessoa, possa fazer alterações na programação do equipamento, comprometendo os resultados obtidos.
- e) Inicie o processo de integração somente após o microfone estar devidamente ajustado e fixado no trabalhador.

- f) Cheque o dosímetro periodicamente, durante a avaliação, para se assegurar de que o microfone está adequadamente posicionado e que o equipamento está em condições normais de operação.
- g) Retire o microfone do trabalhador somente após a interrupção da medição.
- h) Determine e registre o tempo efetivo de medição, sempre que a medição não cobrir a jornada integral de trabalho.
- i) Quando a medição não cobrir toda a jornada de trabalho, a dose determinada para o período medido deve ser projetada para a jornada diária efetiva de trabalho, determinando-se a dose diária.

6.4.2 Utilizando medidor integrador portado pelo avaliador

- a) Realize os ajustes preliminares no equipamento e sua calibração, com base nas instruções do manual de operação e nos parâmetros especificados no item 6.2.1.2.
- b) Mantenha o microfone do medidor dentro da zona auditiva do trabalhador e posicione-se de forma a minimizar a interferência na medição.
- c) Determine e registre o tempo efetivo de medição, sempre que a medição não cobrir a jornada integral de trabalho.
- d) Quando a medição cobrir um período representativo da exposição ocupacional, o nível médio fornecido pelo medidor será representativo da exposição do trabalhador avaliado durante toda a sua jornada de trabalho, correspondendo ao nível de exposição. Se for determinada a fração de dose, esta deverá ser projetada para a jornada diária efetiva de trabalho.
- e) Acompanhe toda a movimentação do trabalhador no exercício de suas funções, de forma que durante toda a medição o microfone mantenha-se posicionado dentro da zona auditiva.

- f) Quando forem utilizados medidores cujo tempo de integração seja prefixado e não cubra o período mínimo representativo da exposição, deverão ser seguidos os procedimentos complementares relacionados a seguir:
- medições sequenciais, cada uma com tempo de duração dentro do limite imposto pelo medidor;
 - número de medições suficiente para cobrir um período representativo da exposição;
 - registro de todas as leituras das medições para permitir a determinação do nível médio ou da fração de dose relativos ao período avaliado, mediante a seguinte expressão matemática:

$$NM = 10 \log \left[\frac{1}{n} \left(n_1 \times 10^{0,1NM_1} + n_2 \times 10^{0,1NM_2} + \dots + n_i \times 10^{0,1NM_i} + \dots + n_n \times 10^{0,1NM_n} \right) \right]$$

onde:

NM = Nível médio representativo da exposição do trabalhador avaliado

n_i = número de leituras obtidas para um mesmo nível médio parcial assumido - **NM_i**

n = número total de leituras = **n₁** + **n₂** + ... + **n_i** + ... + **n_n**

NM_i = iésimo nível médio de pressão sonora assumido, em dB(A)

6.4.3 Utilizando medidor de leitura instantânea

- Realize os ajustes preliminares no equipamento e sua calibração, com base nas instruções do manual de operação e parâmetros especificados no item 6.2.1.3.
- Mantenha o microfone do medidor dentro da zona auditiva do trabalhador e posicione-se de forma a minimizar a interferência na medição.
- Determine e registre o período de tempo efetivo de medição sempre que esta não cobrir a jornada integral de trabalho.

- d) Acompanhe toda a movimentação do trabalhador no exercício de suas funções, de forma a manter posicionado o microfone dentro da zona auditiva, durante todo o período de medição.
- e) As medições devem ser feitas em um período representativo da exposição ocupacional, por meio de n leituras seqüenciais colhidas a intervalos de tempo fixos e predefinidos, identificados por "At", de no máximo 15 segundos.
- f) Cada leitura corresponde ao valor efetivamente lido no medidor no instante da medição, arredondado para o valor mais próximo, dentro de um intervalo de 0,5 dB. Não devem ser tomadas, portanto, médias subjetivas (média por interpolação visual) durante a realização de cada leitura. (Exemplos: valor lido: 80,7 → valor assumido: 80,5; valor lido: 80,8 → valor assumido: 81,0)
- g) O nível médio representativo da exposição deve ser determinado pela expressão matemática que segue:

$$NM = 10 \log \left[\frac{1}{n} \left(n_1 \times 10^{0,1NPS_1} + n_2 \times 10^{0,1NPS_2} + \dots + n_i \times 10^{0,1NPS_i} + \dots + n_n \times 10^{0,1NPS_n} \right) \right]$$

onde:

NM = nível médio representativo da exposição do trabalhador avaliado

n_i = número de leituras obtidas para um mesmo nível assumido - **NPS_i**

n = número total de leituras [devem ser incluídas as leituras de valores abaixo de 80 dB(A)]

NPS_i = iésimo nível de pressão sonora assumido, em dB(A) [não devem ser incluídos os níveis de pressão sonora inferiores a 80 dB(A)]

Exemplo:

Na análise da exposição ao ruído de um trabalhador no exercício de suas funções, identificou-se um ciclo de exposição que em média apresentou duração de 7 minutos e 50 segundos. O período de medição foi adotado visando cobrir 15 ciclos de exposição completos, de modo a garantir boa representatividade, perfazendo um total de 117 minutos e 30 segundos (7050 segundos). As leituras foram tomadas a intervalos de 10 segundos (At = 10s).

Dessa forma, foram feitas 705 leituras, cobrindo o intervalo total de 7050 segundos. Os dados obtidos são apresentados na tabela a seguir:

i	NPS_i	n_i
1	< 80,0	188
2	83,5	3
3	84,0	7
4	85,0	21
5	85,5	38
6	86,5	42
7	88,0	53
8	88,5	47
9	89,0	52
10	90,0	75
11	90,5	65
12	91,0	53
13	92,0	27
14	95,0	17
15	98,0	12
16	99,5	5
Total de leituras = n		705

$$\begin{aligned}
 \text{NM} = & 10 \log \left[\frac{1}{705} (3 \times 10^{0,1 \times 83,5} + 7 \times 10^{0,1 \times 84,0} + 21 \times 10^{0,1 \times 85,0} + \right. \\
 & + 38 \times 10^{0,1 \times 85,5} + 42 \times 10^{0,1 \times 86,5} + 53 \times 10^{0,1 \times 88,0} + 47 \times 10^{0,1 \times 88,5} + \\
 & + 52 \times 10^{0,1 \times 89,0} + 75 \times 10^{0,1 \times 90,0} + 65 \times 10^{0,1 \times 90,5} + 53 \times 10^{0,1 \times 91,0} + \\
 & \left. + 27 \times 10^{0,1 \times 92,0} + 17 \times 10^{0,1 \times 95,0} + 12 \times 10^{0,1 \times 98,0} + 5 \times 10^{0,1 \times 99,5} \right)] \\
 \text{NM} = & \mathbf{89 \text{ dB(A)}}
 \end{aligned}$$

- h) Quando a medição cobrir um período representativo da exposição ocupacional, o nível médio, determinado pelo procedimento de cálculo apresentado anteriormente, será representativo da exposição do trabalhador avaliado durante toda a sua jornada de trabalho, correspondendo ao nível de exposição.

6.5 Procedimentos específicos de medição de ruído de impacto

- a) Realize os ajustes preliminares no equipamento e sua calibração, com base nas instruções do manual de operação e parâmetros especificados no item 6.2.1.3.
- b) Mantenha o microfone do medidor dentro da zona auditiva do trabalhador e posicione-se de forma a minimizar a interferência na medição.
- c) Acompanhe toda a movimentação do trabalhador no exercício de suas funções, de forma a manter o microfone posicionado dentro da zona auditiva, durante todo o período de medição.
- d) Efetue medições em número suficiente para determinar os níveis de impacto a que fica submetido o trabalhador avaliado.
- e) Determine o número de impactos por dia a que fica exposto o trabalhador avaliado.

- el) O número de impactos e os níveis medidos em um período menor que a jornada diária de trabalho poderão ser extrapolados para toda a jornada, desde que o período avaliado seja representativo de toda a exposição do trabalhador.

6.6 Interpretação dos resultados

6.6.1 Ruído contínuo ou intermitente

6.6.1.1 Dose diária

Com base no critério apresentado no item 5.1.1, sempre que a dose diária de exposição a ruído determinada for superior a 100%, o limite de exposição estará excedido e exigirá a adoção imediata de medidas de controle.

Se a dose diária estiver entre 50% e 100% a exposição deve ser considerada acima do nível de ação, devendo ser adotadas medidas preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições ao ruído causem prejuízos à audição do trabalhador e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

Não é permitida, em nenhum momento da jornada de trabalho, exposição a níveis de ruído contínuo ou intermitente acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos, independentemente dos valores obtidos para dose diária ou para o nível de exposição.

6.6.1.2 Nível de exposição normalizado

Com base no critério apresentado no item 5.1.2, sempre que o nível de exposição normalizado - **NEN** - for superior a 85 dB(A), o limite de exposição estará excedido e exigirá a adoção imediata de medidas de controle.

Se o **NEN** estiver entre 82dB(A) e 85 dB(A) a exposição deve ser considerada acima do nível de ação, devendo ser adotadas medidas preventivas a fim de minimizar a probabilidade de que as exposições ao ruído causem prejuízos à audição do trabalhador e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

Não é permitida, em nenhum momento da jornada de trabalho, exposição a níveis de ruído contínuo ou intermitente acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos, independentemente dos valores obtidos para dose diária ou para o nível de exposição.

6.6.1.3 Critério de julgamento e tomada de decisão

O Quadro a seguir apresenta considerações técnicas e a atuação recomendada em função da Dose Diária ou do Nível de Exposição Normalizado encontrados na condição de exposição avaliada.

Dose diária (%)	NEN dB(A)	Consideração técnica	Atuação recomendada
0 a 50	até 82	aceitável	no mínimo manutenção da condição existente
50 a 80	82 a 84	acima do nível de ação	adoção de medidas preventivas
80 a 100	84 a 85	região de incerteza	adoção de medidas preventivas e corretivas visando a redução da dose diária
Acima de 100	> 85	acima do limite de exposição	adoção imediata de medidas corretivas

6.6.2 Ruído de impacto

Com base no critério apresentado no item 5.2, sempre que o nível de pico ultrapassar o nível máximo permitido - **N_p**, calculado para o número de impactos a que o trabalhador está exposto em sua jornada diária de trabalho, o limite de exposição estará excedido e exigirá a adoção imediata de medidas de controle.

Não é permitida exposição a ruídos de impacto ou impulsivos com níveis de pico superiores a 140 dB para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

Se o nível de pico estiver entre ($N_p - 3$) e N_p a exposição deve ser considerada acima do nível de ação, devendo ser adotadas medidas preventivas para minimizar a probabilidade de que as exposições ao ruído ultrapassem o limite de exposição.

6.6.3 Ruído contínuo ou intermitente simultâneo com ruído de impacto

Na ocorrência simultânea de ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto, a exposição ocupacional estará acima do limite de exposição, quando pelo menos o limite para um dos tipos de ruído for excedido.

Não é permitida, em nenhum momento da jornada de trabalho, exposição a níveis de ruído contínuo ou intermitente acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos, independentemente dos valores obtidos para dose diária ou para o nível de exposição.

Não é permitida exposição a ruídos de impacto ou impulsivos com níveis de pico superiores a 140 dB para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

7. RELATÓRIO

Recomenda-se que no relatório técnico sejam abordados, no mínimo, os aspectos a seguir apresentados, de forma que possibilite a compreensão, por leitor qualificado, sobre o trabalho desenvolvido e documentar os aspectos da presente Norma que foram utilizados no estudo.

- Introdução, incluindo objetivos do trabalho, justificativa e datas ou períodos em que foram desenvolvidas as avaliações
- Critério de avaliação adotado
- Instrumental utilizado
- Metodologia de avaliação
- Descrição das condições de exposição avaliadas
- Dados obtidos
- Interpretação dos resultados

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NHT-06 R/E (1985) - Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente - FUNDACENTRO - Ministério do Trabalho.

NHT-07 R/E (1985) - Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído - ruído de impacto - FUNDACENTRO - Ministério do Trabalho.

NHT-09 R/E (1986) - Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente através de dosímetros - FUNDACENTRO - Ministério do Trabalho.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists-Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents - Biological Exposure Indices - ACGIH, Cincinnati - USA (1996).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists - Documentation of the Threshold Limit and Biological Exposure Indices - 6a. Edição - ACGIH, Cincinnati - USA (1996).

ISO 1999 (1990) - Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.

OSHA Instruction CPL 2-2.20B – Chapter 4 – Noise Measurement (1990).

Sobre o livro

*Composto em Times 11/14
em papel off-set 90g (miolo) e
cartão supremo 240g (capa) no
formato 16x23 cm
Impressão: GraphBox e Caran
Tiragem: 5.000
Reimpressão 2001*

Equipe de realização

*Supervisão Editorial:
Elisabeth Rossi
Revisão gramatical:
Maria Luíza Xavier de Brito
Revisão gráfica:
Off - Oficina de Comunicação
Projeto gráfico miolo:
Sílvia Massro
Criação da capa: Off*

**MINISTÉRIO
DO TRABALHO E EMPREGO**



FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

Rua Capote Valente, 710
São Paulo - SP
05409-002
tel: 3066-6000