

FERNANDA TEIXEIRA GOUVEIA

TRABALHO DE FORMATURA

**UMA REVISÃO DA PERDA AUDITIVA DOS TRABALHADORES NA
MINERAÇÃO**

- DEZEMBRO 2001 -

TF-2001

G 745₂

synd. 1443454

M2001D

DEDALUS - Acervo - EPMI



31700005475

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	03
2. O RUÍDO	05
3. O OUVIDO HUMANO	09
4. ASPECTOS GERAIS E NORMAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS	14
5. PAIRO - PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO OCUPACIONAL	20
6. MAGNITUDE DA PERDA AUDITIVA NA MINERAÇÃO	22
7. CONTROLE DO RUÍDO	27
8. CONCLUSÃO	31
9. BIBLIOGRAFIA	33

1. INTRODUÇÃO

O ruído é, na maioria dos países, o agente nocivo mais prevalente nos ambientes de trabalho. Sua presença nas atividades laborais soma-se à sua intensa disseminação nos ambientes urbanos e sociais, especialmente nas atividades de lazer. Essa disseminação quase universal do ruído nos ambientes sociais e de trabalho ganha maior importância quando se considera que o dano auditivo dele decorrente é irreversível, e que a exposição produz outros distúrbios - orgânicos, fisiológicos e emocionais - que resultam em uma evidente diminuição da qualidade de vida e de saúde dos trabalhadores.

A perda auditiva decorre de lesão das células sensoriais do órgão de Corti no ouvido interno, é em geral bilateral, e tem evolução insidiosa, com perdas progressivas e irreversíveis, diretamente relacionadas com o tempo de exposição, com os níveis de pressão sonora, e com a suscetibilidade individual.

Essa perda manifesta-se, primeira e predominantemente, nas frequências de 6000, 4000 e 3000 Hertz e, com o agravamento da lesão, estende-se às frequências de 8000, 2000, 1000, 500 e 250 Hertz. O ruído não leva à perda auditiva profunda quando não ultrapassa os 75 decibéis nas frequências altas e 40 decibéis nas baixas frequências.

Além da perda auditiva podem ocorrer zumbidos, plenitude auricular, tontura, dor de cabeça, distúrbios gástricos, alterações transitórias na pressão arterial, estresse e, distúrbios da visão, atenção, da memória, do sono e do humor.

As estimativas do total de trabalhadores expostos a níveis de ruído capazes de produzir perdas auditivas somam milhões de trabalhadores em alguns países, sendo que no Brasil a situação não é diferente.

Nos Estados Unidos estima-se que 30 milhões de trabalhadores estão expostos ao ruído e além disso 9 milhões correm o risco de ter perda auditiva através de outros agentes como solventes e metais. Um estudo feito mostra que a NIHL (Noise-Induced Hearing Loss), ou seja a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIRO), é a segunda doença ocupacional em números de ocorrências nos últimos anos. Neste estudo conclui-se que 90% dos trabalhadores em minas de carvão vão ter sua audição deteriorada por volta dos 52 anos enquanto que 70% dos trabalhadores de minas metais ferrosos e não-ferrosos apresentaram problemas mais graves por volta dos 60 anos.

Em virtude disso órgãos federais como MSHA (Mine Safety and Health Administration), nos Estados Unidos, nos últimos anos vem determinando padrões para proteger os funcionários da perda auditiva associada à exposição contínua a níveis elevados de pressão sonora nas atividades ligadas a mineração. Acredita-se que 14% funcionários hoje em atividade em mineração, cerca de 37.000 (13.000 em minas de carvão e 24.000 em minas de metal e não-metal), correm o risco de ter sua audição afetada se não forem empregados equipamentos de proteção no ambiente de trabalho, e se as medidas propostas foram empregadas, dois terços dos futuros casos de perda auditiva poderão ser evitados.

2. O RUÍDO

Conceitos básicos

- O som pode ser definido como qualquer variação de pressão que o ouvido pode detectar.
- Qualquer fonte sonora emite uma certa quantidade de energia sonora por unidade de tempo (potência sonora) a qual é independente do local em que se encontra.
- O som propaga-se até atingir um obstáculo. Numa sala, por exemplo, uma quantidade significativa da energia sonora é refletida pelas paredes, chão, teto e móveis. A parte restante é absorvida por aquelas superfícies dissipando-se sob a forma de calor e, eventualmente, é transmitida para o exterior. Na sala resulta um determinado campo sonoro (cada ponto da sala apresenta uma determinada pressão sonora que se pode medir).
- Ruído - som desagradável para quem ouve; o incômodo depende da intensidade, da frequência (qualidade), da duração e repetição (intermitente, contínuo).

Grandeza e unidade de medida de ruído

Quando uma fonte sonora vibra provoca variações de pressão no ar ambiente, o ouvido humano responde de forma logarítmica e não linear aos estímulos sonoros. A grandeza base é o nível de pressão sonora (L_p) que é a razão logarítmica entre valores medidos de pressão sonora (p) e o valor de referência expressa em decibel (dB):

$$L_p = 20 \log \left[\frac{P}{P_o} \right], \text{ sendo:}$$

L_p – nível de pressão sonora (dB)

P – pressão (Pa)

P_o – valor de referência (20μ Pa – menor pressão humano a 1000 Hz) detectada pelo ouvido

A energia média transmitida é chamada de intensidade sonora (I), e o nível de intensidade sonora (L_I) é:

$$L_I = 10 \log \left[\frac{I}{I_o} \right], \text{ sendo:}$$

I – intensidade acústica em W/m^2

I_o – intensidade de referência $10^{-12} W/m^2$

Durante uma medição, os níveis de pressão sonora variam ao longo do tempo. Para dar uma idéia do nível sonoro "médio" obtido durante o tempo da medição acústica, é utilizado o parâmetro L_{eq} - nível sonoro contínuo equivalente, expresso em dB(A) que representa o nível sonoro de um ruído uniforme que contém a mesma energia sonora que o ruído medido num determinado intervalo de tempo.

Mas o L_{eq} , tam expresso em decibéis, dá informação quanto às variações ocorridas dos níveis sonoros num intervalo de tempo:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P^2(t) dt}{P_o^2}, \text{ sendo:}$$

T – tempo em segundos

$P(t)$ – pressão acústica instantânea em Pa

P_o – pressão acústica referência (20μ Pa – menor pressão humano a 1000 Hz) detectada pelo ouvido

Os níveis sonoros L_{eq} mais utilizados são:

L_{10} , em dB(A) - nível sonoro excedido em 10% do tempo de medida. É um

indicador dos níveis mais elevados.

L_{95} , em dB(A) - nível sonoro excedido em 95% do tempo de medida. Dá indicação do ruído de fundo (ou residual).

L_{50} , em dB(A) - nível sonoro excedido em 50% do tempo de medida.

A sensibilidade do ouvido humano aos vários sons

A nossa percepção auditiva é limitada e não igualmente sensível a todos os sons. A gama de sons audíveis encontra-se entre os 0 dB e os 140 dB. Por outro lado, o ouvido humano não é igualmente sensível a todas as frequências, limitando-se à banda de frequências entre 20 e 20000 Hertz (representa-se por Hz), sendo mais sensível a sons entre 1000 e 5000 Hz.

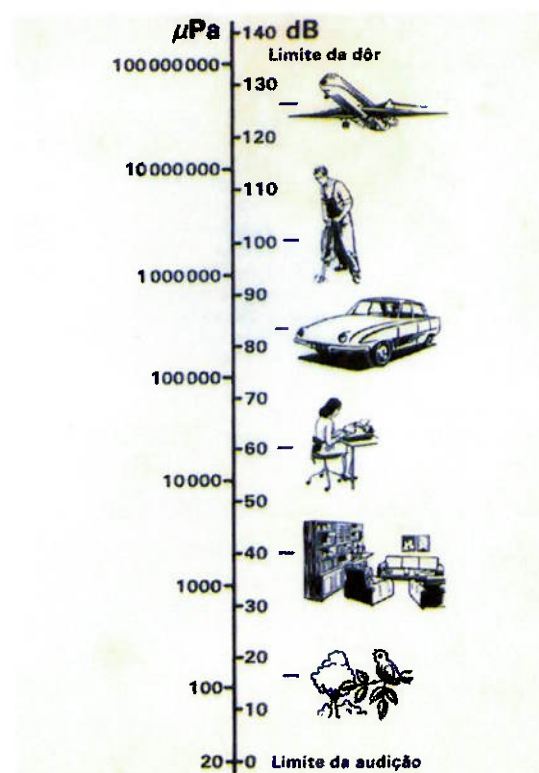


Figura 2.1 – Níveis de pressão sonora

Para se avaliar um determinado ambiente sonoro do ponto de vista da sua nocividade para o homem, torna-se necessário efetuar medições no local, durante um período de tempo significativo, que permitam o conhecimento dos

níveis sonoros aí existentes.

3. O OUVIDO HUMANO

O ouvido humano é um órgão altamente sensível que nos capacita a perceber e interpretar ondas sonoras em uma gama muito ampla de frequências (20 a 20.000 Hz).

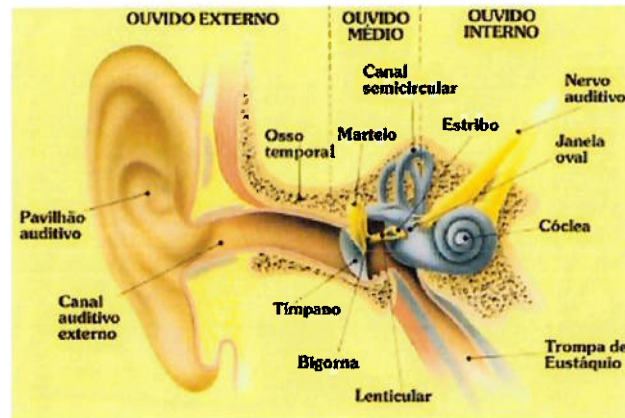


Figura 3.1 – O ouvido humano

O ouvido consta de 3 partes: ouvido externo, médio e interno. O ouvido externo compreende o pavilhão da orelha que recebe e concentra as vibrações do ar, e o conduto auditivo externo. O ouvido médio, ou caixa do tímpano, é uma cavidade aberta no osso temporal, em comunicação com a faringe por meio de um conduto chamado trompa de Eustáquio. Esta cavidade se comunica com o conduto auditivo externo por meio da membrana do tímpano, que está tensa e fecha a passagem entre ambos; em seu interior há três minúsculos ossos articulados: martelo, bigorna e estribo. O ouvido interno, que é chamado labirinto, limita-se com o ouvido médio pela janela oval e a redonda. Dentro desse labirinto ósseo encontra-se o líquido chamado perilinfa, e enchendo o interior do membranoso outro líquido que recebe o nome de endolinfa. No labirinto ósseo se distingue o vestíbulo com duas bolsas. Utrículo, da qual saem os três canais semicirculares e sáculo, na qual tem sua origem o caracol. Este contém no seu interior e em toda sua extensão os órgãos de Corti, que são importantes porque possuem as terminações do nervo auditivo. As vibrações aéreas passam através do conduto auditivo para a membrana timpanal, esta as

comunica à cadeia de ossículos, os quais, dispostos como placas articuladas, as reforçam e amplificam, dirigindo-as para a perilinfa e logo para a endolinfa, excitando as células sensoriais do caracol que formam o órgão de Corti. A excitação nervosa, é transmitida pelo nervo auditivo aos centros correspondentes do cortex cerebral, onde se transforma em sensação auditiva.

A captação do som até sua percepção e interpretação é uma seqüência de transformações de energia iniciando pela sonora, passando pela mecânica, hidráulica e finalizando com a energia elétrica dos impulsos nervosos que chegam ao cérebro.

A energia sonora é captada pelo pavilhão auditivo (orelha) e penetra pelo conduto auditivo que termina em uma delicada membrana - o tímpano. O tímpano transforma as vibrações sonoras em vibrações mecânicas que são comunicadas aos ossículos (martelo, bigorna e estribo). Os ossículos funcionam como alavancas, aumentando a força das vibrações mecânicas e reduzindo sua amplitude. E também através dos ossículos que o ouvido tem a capacidade de "ouvir mais" ou "ouvir menos". Esse controle é feito através de pequenos músculos que posicionam os ossículos em condições de transferirem toda ou apenas parte da energia mecânica recebida do tímpano. Quando ouvimos uma breca violenta de um automóvel, instintivamente esperamos pelo barulho da batida, automaticamente os ossículos são posicionados para que ouçamos tal barulho com menos intensidade. Finalmente, as ondas no fluído são detectadas pelas células ciliadas que enviam ao cérebro sinais nervosos (elétricos) que são interpretados como som.

Os sinais nervosos levados pelo nervo auditivo ao cérebro já contém as informações das freqüências que compõem o som que está sendo recebido pelo ouvido. Essa análise se processa na membrana basilar do caracol sobre a qual estão dispostas as milhares de células ciliadas.

Essa sensibilidade espectral do ouvido se processa da seguinte maneira: as células ciliadas mais próximas à janela oval (início das ondas hidráulicas) tem uma sensibilidade maior às altas frequências. anos de exposição.

Cada som excitará um determinado conjunto de células ciliadas e consequentemente sai enviado ao cérebro pelo conjunto de fibras do nervo auditivo específicas da frequência daquele som. Assim o cérebro já recebe a informação de frequência devidamente analisada, restando-o apenas um refinamento na análise para identificar totalmente o espectro do som que está sendo ouvido.

O som é uma forma de energia que para o meio físico apresenta efeitos geralmente desprezível em relação aos efeitos que pode provocar sobre os seres vivos.

Se conseguirmos acumular toda energia sonora desprendida durante um berro de "gool" de uma multidão que lota um estádio como o Maracanã ela serviria apenas para aquecer uma pequena xícara de café. No que diz respeito ao homem, o som tem a capacidade de afetá-lo sobre uma série aspectos psicológicos, fisiológicos ou mesmo físicos.

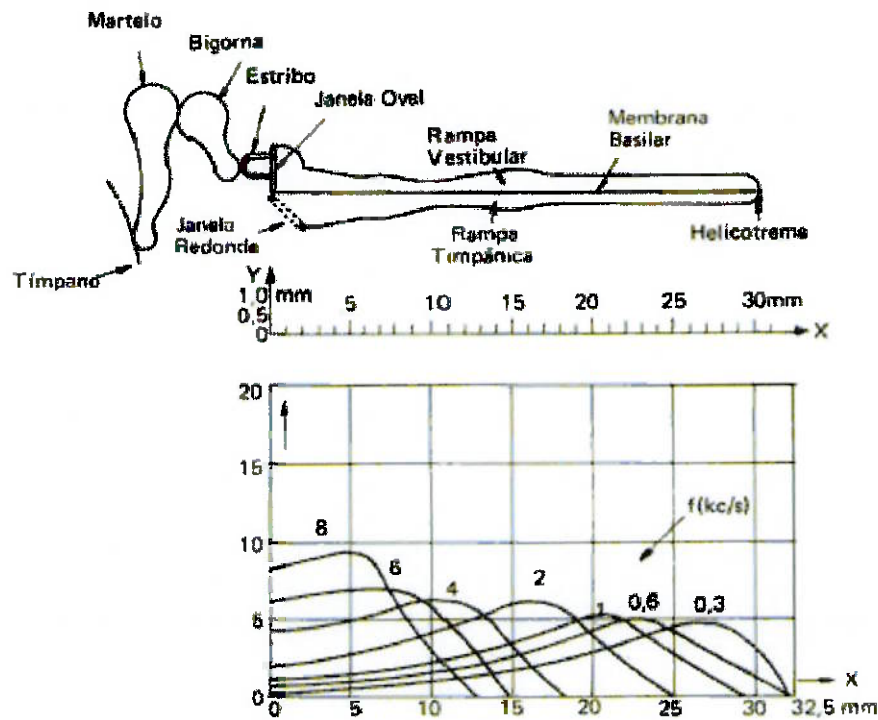


Figura 3.2 – A sensibilidade espectral do ouvido

A perda de audição é ocasionada principalmente por dois fatores: o envelhecimento natural do ouvido com a idade, denominada de presbicia e a exposição prolongada em níveis superiores a 90 dBA.

Os efeitos do ruído no organismo humano depende de parâmetros como a intensidade, o tempo de exposição e o espectro e podem ser divididos em três categorias:

- **Alteração Temporária do Limiar Auditivo:** trata-se de um efeito a curto prazo decorrente de uma exposição a um ruído intenso por apenas algum tempo; esta perda auditiva tem repercussão progressiva após a suspensão do estímulo.
- **Trauma Acústico:** reserva-se este termo às perdas auditivas súbitas, decorrentes de uma única exposição a um ruído de grande intensidade, como, por exemplo, explosões. Pode ser uni ou bilateral.

- Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional: é a mudança permanente e irreversível do limiar auditivo, decorrente de um acúmulo de.

Das diversas pesquisas realizadas hoje podem ser feitas as seguintes afirmações:

- Quanto maior o nível do ruído, maior será o grau de perda de audição.
- Quanto maior o tempo de exposição do ruído, também maior será o grau de perda de audição.

Os limites permissíveis aos quais um indivíduo pode ser exposto são normalizados. Acima desses limites corre-se o risco de perda de audição para conversação face a face, conforme tabela 3.1. Em ambientes de trabalho ruidosos recomenda-se a implantação de um programa de conservação auditiva.

A primeira precaução visando a implantação de um programa de preservação auditiva é a realização do audiograma ou teste audiométrico que demonstra o estado da sensibilidade auditiva do indivíduo para que a evolução da perda auditiva possa ser acompanhada, inclusive analisando a perda auditiva induzida pela idade.

Tabela 3.1 Classificação dos graus de perda de audição par conversação face a face

Perda para Conversação em dB	OBSERVAÇÕES
Não mais do que 15 dB no pior ouvido	Sem dificuldade para ouvir voz baixa
Mais que 15 mas menos do que 30 em ambos ouvidos	Dificuldade apenas para ouvir voz baixa
Mais que 15 mas menos do que 30 em ambos ouvidos	Dificuldade para voz normal mas não para voz alta
Mais do que 45 mas não mais do que 60 no melhor ouvido	Dificuldade mesmo para voz alta
Mais do que 60 mas não mais do que 90 no melhor ouvido	Só pode ouvir voz amplificada
Mais do que 90 no melhor ouvido	Não pode entender nem mesmo a voz amplificada
Perda total em ambos os ouvidos	Não pode ouvir qualquer som

4. ASPECTOS GERAIS E NORMAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Inicialmente dois conceitos precisam ser definidos: Leq e TWA: O Leq, já citado anteriormente, é a energia acústica a que o indivíduo está realmente exposto. Já o TWA é uma média ponderada no tempo dos níveis de pressão sonora. O cálculo do Leq representa uma condição mais conservativa no que diz respeito à proteção do trabalhador. No Leq, a presença de níveis de ruído elevados, esporádicos, aumenta bastante seu valor, o que em alguns casos de mau uso do equipamento ou tentativa de modificação da realidade acústica do ambiente prejudica as avaliações.

Para se ter uma idéia da magnitude do ruído é importante saber quais tipo de atividades são desenvolvidas em cada tipo de lavra, isto é, que método de extração de minério é utilizado e os tipos de equipamentos envolvidos nestas atividades.

A diversificação dos equipamentos e processos utilizados em mineração leva a ruídos que podem ser, de acordo com os três parâmetro citados (intensidade, duração e espectro), *contínuos ou intermitentes* provenientes de equipamentos como carregadoras, britadores, perfuratrizes, ventiladores, peneiras, compressores e caminhões ou *impulsivos* que são gerados através das detonações. Os níveis de pressão sonora dos equipamentos encontrados nas atividades de mineração podem ser observados segundo a tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Nível de ruído na mineração

Equipamento	Nível de pressão sonora (dB)	Local de medição
Ventiladores elétricos	90-100	a 5 m
Compressor	acima 110	a 5 m
Compressor portátil	80	a 7 m
Britador de mandíbula	90-100	no operador
Britador cone	92-98	no operador
Martelo de ar comprimido	104-112	no operador
Correias transportadoras	82-113	no operador
Peneiras	76-104	no operador
Bombas	89-100	no operador
Perfuratriz de ar comprimido	110-115	a 1 m
	98	a 15 m
Perfuratrizes rotativas	72-100	operador
Caminhão a diesel	74-109	cabine do operador
	88	a 15 m
Escavadora	78-101	cabine do operador
Caminhões	84-107	operador
	87	a 15 m
Locomotivas	75-95	posição do motorista
Pás carregadoras	83-101	operador
Scrapers	92-104	operador
	88	a 15 m

Os níveis de ruído aos quais uma pessoa pode ser exposta sem que haja qualquer prejuízo à sua saúde, conforme citado anteriormente, são regulamentados, sendo que cada país possui sua própria norma.

No Brasil, NR-15 da Portaria nº 3.214/78, é a norma que regulamenta os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, ou seja, aquele que não seja de impacto, ao qual uma pessoa pode suportar de acordo com o nível de exposição.

Observa-se através da tabela 4.2 que a cada 5 dB, o tempo de exposição permitido é reduzido à metade. Além disso a norma não permite a exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

Tabela 4.2 – Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente (NR-15)

Nível de ruído	Máxima exposição diária
-----------------------	--------------------------------

dB (A)	PERMISSIVEL
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 trinta minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 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

Para ruídos de impacto, aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo e também devem ser avaliados em decibéis (dB), com medidor de nível de pressão sonora não ultrapassando 130 dB.

Nos Estados Unidos, os limites permissíveis nas atividades de mineração foram primeiramente promulgados no início da década de 70 através do “Walsh-Healey Public Contracts Act” que adotou um nível 90 dB como valor ao qual um indivíduo pode ser exposto num período de 8 horas de jornada de trabalho, conforme tabela 4.3. Posteriormente em 1977 um estudo feito pela National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) identificou os tipos de ruídos presentes nas operações e os riscos presentes a essas exposições e neste mesmo período foram estabelecidos critérios de exposição através do “Federal Mine Safety and Health Act (Mine Act) para minas de carvão e de metais ferrosos e não-ferrosos. Estes estudos concluíram que as condições em minas de carvão são piores do que a média, por isso as atividades em minas de carvão são analisadas separadamente. Hoje em dia os limites de tolerância vigentes nos Estados Unidos se encontram na tabela 4.4 e o limite permissível para uma jornada de 8 horas de trabalho caiu para 85dB, assim como no Brasil.

Tabela 4.3 – Critérios da “Walsh-Healey Public Contracts Act” 1970

Nível de ruído (dbA)	Tempo máximo de exposição
90	8 horas
95	4 horas
100	2 horas
105	1 hora
110	30 minutos
115	15 minutos

Tabela 4.4 – Critérios ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)

Nível de ruído (dbA)	Tempo máximo de exposição
80	25,40 h
82	16 h
85	8 h
88	4 h
91	2 h
94	1 h
97	30 min
100	15 min
103	7,5 min
106	3,75 min
109	1,87 min
112	0,93 min
115	0,46 min

Repare que nesse caso o tempo máximo de exposição cai a metade para cada incremento de 3 dB.

Para ruídos classificados como impulsivos, nos EUA, estima-se a quantidade de vez ao dia que o indivíduo pode ser exposto a diversos níveis de pressão sonora, como por exemplo na tabela 4.5.

Tabela 3.5 – Ruído Impulsivo de acordo com a “Ontaro Natural Resources Safety Association”

Nível de ruído (dB)	Nº. de impactos ao dia
140	100
130	1000
120	10000

As duas tabelas que seguem, tabela 4.6 e tabela 4.7, são dois quadros comparativos entre a norma norte-americana e a norma brasileira, segundo a ACGIH e a NR-15 respectivamente.

Tabela 4.6 - Quadro comparativo entre a atual normal da ACGIH e a NR 15 para ruído intermitente ou contínuo

Ruído Contínuo ou Intermitente	NR 15	ACGIH
LT para 8 horas	85	85
Incremento de duplicação de dose (q)	5	3
Nível limiar de detecção (NLI)	sem referência	80
Nível Médio (NM)	sem referência	equação
Valores abaixo de 80 dBA	desprezíveis para efeito de cálculo de dose	desprezíveis para efeito de cálculo de dose
Nível de exposição	sem referência	equação
Nível de exposição normalizado	sem referência	equação
Nível de Ação referente (jornada de 8 h)	(NR 9) 80 dBA - Dose - 50%	Nível de Exposição Normalizado 82 dBA
Risco Grave e Iminente	115 dBA	115 dBA

Tabela 4.7 – Quadro comparativo entre a atual normal da ACGIH e a NR 15 para ruído de impacto

Ruído de Impacto	NR 15	ACGIH
LT	130 dB (linear)	140 dB (linear)
Relaciona número de picos máximos admissíveis em função do número de impactos	Sem referência	Tabela específica

Voltando a tabela 4.1, nota-se que a maioria das atividades realizadas na mineração estão sujeitas a elevados níveis de pressão sonora, e se encontram também acima dos limites permissíveis segundo as normas apresentadas, sendo assim, pode-se notar que o ruído vem se destacando como um problema que requer muita atenção, monitoramento e atitudes preventivas, medidas que serão abordadas nos capítulos subseqüentes.

5. PAIRO - PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO OCUPACIONAL

As lesões auditivas decorrentes da exposição contínua a níveis elevados de pressão sonora, quando relacionadas diretamente ao ambiente de trabalho, assumem o caráter do que se convencionou denominar doença profissional ou ocupacional.

Existem comprovadamente lesões anatomopatológicas no ouvido interno, decorrentes desta exposição ao ruído, tais como degeneração das células sensoriais, da estria vascular e das fibras neuroniais. Estas lesões produzem uma perda auditiva de natureza irreversível.

Esta perda auditiva é permanente, crônica e nenhum tratamento médico específico pode recuperá-la, além disso o indivíduo afetado progressivamente vai perdendo sua acuidade auditiva mesmo não sendo novamente exposto a altos níveis de pressão sonora.

São características da PAIRO:

- ser sempre neurossensorial, por comprometer as células de órgão de Corti;
- ser quase sempre bilateral (ouvidos direito e esquerdo com perdas semelhantes) e, uma vez instalada, irreversível;
- muito raramente provocar perdas profundas, não ultrapassando geralmente os 40 dbNA (decibéis Nível Auditivo), ou db(A), nas frequências baixas e 75 dbNA nas altas;
- a perda tem seu início, e predomina, nas frequências de 6.000, 4.000 e/ou 3.000 Hz, progredindo lentamente às frequências de 8.000, 2.000, 1.000, 500 e 250 Hz, para atingir seu nível máximo, nas frequências mais altas, nos primeiros dez a 15 anos de exposição estável a níveis elevados de pressão sonora;

- por atingir a cóclea, o trabalhador portador de PAIRO pode desenvolver intolerância a sons mais intensos, perda da capacidade de reconhecer palavras, zumbidos, que somando-se ao déficit auditivo propriamente dito prejudicarão o processo de comunicação;
- cessada a exposição ao nível elevado de pressão sonora, não há progressão da PAIRO; a progressão da perda se dá mais lentamente à medida que aumentam os limiares auditivos;

Em condições normais de trabalho a coexistência de vários outros fatores, que podem agredir diretamente o órgão auditivo ou, através da interação com o ruído, influenciar o desenvolvimento da perda auditiva. Alguns, dentre estes fatores, merecem referência:

- agentes químicos: solventes (tolueno, dissulfeto de carbono), fumos metálicos, gases asfixiantes (monóxido de carbono);
- agentes físicos: vibrações, radiação e calor;
- agentes biológicos: vírus, bactérias, etc.

Assim, o ruído toma-se fator de risco da perda auditiva ocupacional se o nível de pressão sonora e o tempo de exposição ultrapassarem certos limites. A NR-15 da Portaria nº 3.214/78, conforme citada no capítulo anterior estabelece os limites de tolerância para a exposição a ruído contínuo ou intermitente e para ruído de impacto, vigentes no país.

6. MAGNITUDE DA PERDA AUDITIVA NA MINERAÇÃO

Tradicionalmente, nas minerações as maiores preocupações eram, por exemplo, com as doenças respiratórias, com os protetores como óculos e capacetes, enquanto que o ruído era tratado apenas como um inconveniente.

O objetivo deste capítulo é enfatizar a necessidade de se motivar os trabalhadores relacionados à área de mineração para que saibam dos riscos que correm e que se protejam do excesso de ruído evitando assim doenças relacionadas a audição no futuro.

Os estudos pesquisados neste trabalho foram realizados por órgão federais nos Estados Unidos e propunham uma conscientização dos trabalhadores e das empresas dos riscos ao serem expostos ao ruído, mostrando os danos que a perda auditiva, formas de controle do ruído, as normas e os limites permissíveis e as medidas possíveis de controle e monitoramento do ruído. Desta forma esses estudos concluíram que a utilização de equipamentos de proteção é extremamente eficiente às exposições de elevada pressão sonora.

Para conseguirem chegar a essa conclusão, de acordo com as normas vigentes no país, todos eles tiveram uma metodologia semelhante: selecionaram grupos de indivíduos que trabalham em ambientes ruidos na mineração (esses grupos foram divididos em 2 grupos: trabalhadores em minas de carvão e trabalhadores de metais ferrosos e não-ferrosos, conforme determina a MSHA) e grupos que não se encontravam expostos à esses ambientes, ao mesmo tempo enviaram questionários de forma conhecer os hábitos e medidas de cada um e, por fim, foram feitos testes audiométricos durante a fase de monitoramento da pesquisa.

Um dos estudos mais recentes realizados feito pela MSHA, coletou dados casos entre as décadas de 80 e 90 aonde foram examinados 2365 casos reportado a este órgão. Depois de separá-los, uma população de 2287 deles foram diagnosticados e estudados como PAIRO, ou seja, estavam relacionados à uma longa exposição à elevada pressão sonora e os demais casos foram ocasionados por ruído de impacto, como explosões e infecções.

Desse grupo, 69% (1572 casos) estavam relacionados a produção de carvão e os 31% restantes (715 casos) à minas de metais ferrosos e não-ferrosos, sendo associados à 25 tipos de commodities, os três maiores casos foram distribuídos da seguinte forma: 142 relacionados à produção de molibidênio, 103 de calcário e 87 de ouro. Neste mesmo período verificou-se que haviam cerca de 186.950 trabalhadores em minas de carvão contra 233.420 em minas de metal e não-metal., o que nos mostra que as condições em minas de carvão são as piores.

Tabela 6.1 Distribuição Geográfica – Minas de Carvão

Estado	Casos reportados
Colorado	5
Illinois	3
Kentucky	15
Ohio	1
Oklahoma	3
Pennsylvania	4
Utah	2
Virginia	116
Washington	20
West Virginia	1403
Total	1572

Tabela 6.2 – Distribuição por commodity – Minas de metal ferro e não-ferroso

Commodity	Casos reportados	Commodity	Casos reportados
Alumina	79	Chumbo/Zinco	40
Alumínio	2	Calcário	103
Areia	18	Mica	1
Bório	13	Molibdênio	142
Cimento	50	Fosfato	41
Cobre	33	Prata	1
Ouro	87	Talco	8
Granito	55	Urânio	4
Gípsio	19	Não classificados	18
Ferro	1	Total	715

As ocorrências coletadas neste período foram aumentando a partir de 1984 quando foi implantado um programa de controle de ruído no país.

A tabela 6.1 mostra uma distribuição geográfica dos casos de PAIRO nas minas de carvão em 10 estados norte-americanos. Esses estados representam metade dos estados produtores de carvão.

O estado de West Virginia foi o que reportou o maior número de casos, 89,2%. Mesmo ajustando o número de trabalhadores à produção de carvão em toneladas, este número não pode ser explicado.

A tabela 6.2 mostra uma distribuição das ocorrências de acordo com o tipo de commodity. Foram estudadas ocorrências em 34 estados norte-americanos e em Porto Rico. Os três estados com o maior número de casos foram: Colorado, Arkansas e South Dakota, da mesma forma que foi feito no estado de West Virginia, não houve nenhuma explicação para a concentração dos casos nesses três estados, veja tabelas nas 6.3 e 6.4.

Os três tipos de commodity com o maior número de ocorrências, conforme a tabela 6.2 foram: calcário, molibdênio e ouro, representando 46,4% dos casos.

Tabela 6.3 – Distribuição por estado – Minas de metal ferro e não-ferroso

Estado	Número de casos	Estado	Número de casos
Alabama	1	New México	1
Alaska	1	New York	51
Arizona	4	North Carolina	2
Arkansas	121	Ohio	1
Califórnia	43	Oklahoma	19
Colorado	160	Oregon	17
Florida	8	Pennsylvania	1
Hawaii	2	Puerto Rico	1
Indiana	11	South Carolina	1
Iowa	1	South Dakota	86
Kansas	1	Tennessee	2
Maryland	1	Texas	71
Massachusetts	1	Utah	71
Michigan	1	Virginia	3
Minnesota	1	Washington	21

Tabela 6.4 – Os três estados com o maior número de casos por commodity

Estado	Commodity	% de casos
Colorado	Cimento	7,5
	Calcário	0,6
	Molibdênio	88,8
	Areia	0,6
	Urânio	2,5
Arkansas	Alumina	18,2
	Alumínio	1,6
	Granito	43,0
South Dakota	Calcário	37,2
	Cimento	4,7
	Ouro	86,0
	Calcário	9,3

O número de casos reportados pode variar de ano para ano, conforme foi observado. As minas de carvão conforme este estudo possuem maior variação que as demais minerações, sendo que as minas de carvão possuem uma maior concentração geográfica enquanto que nas minas de metais ferroso e não-ferrosos, esta concentração ocorre principalmente em função do tipo de commodity.

Para a MSHA, o máximo de ruído permissível ao qual uma pessoa deve ser exposta num período de 8 horas (TWA_8 - time-weighted average) é de 85 dB e propõe que em atividades aonde este nível é excedido, um programa de controle e monitoramento seja empregado além do uso dos EPIs. Embora seja comprovado que ruídos até 80 dB não são prejudiciais, não se pensa ainda em baixar este limite, pois implicaria num aumento significativo no custo final do minério, pois esta medida poderia implicar na substituição de muitos equipamentos.

7. CONTROLE DO RUÍDO

A prevenção dos riscos à saúde provocados pelos níveis elevados de pressão sonora pode ser feito de várias formas de acordo com os tratamentos que se podem dar as ondas sonoras, podem ser na fonte geradora, na fonte receptora ou na transmissão do som através de programas de preservação auditiva, de proteção auditiva (protetores de concha ou inserção) e controle ambiental.

O controle ambiental pode ser feito principalmente através das seguintes medidas:

- modificações ou substituições de máquina e equipamentos;
- redução dos efeitos e forças de impacto;
- isolamento entre superfície que vibram e dos dispositivos e máquinas que produzem as vibrações mecânicas;
- redução de propagação do som intenso por meio da alteração das características de ressonância de painéis, da redução da amplitude das ressonâncias, utilizando materiais amortecedores
- modificações no processo de produção;
- manutenção preventiva e corretiva de máquinas e equipamentos;
- mudanças para técnicas menos ruidosas de operação.
- Redução do nível de pressão sonora na transmissão, entre outras:
- utilização das características de diretividade da fonte para obter uma orientação que ofereça alguma redução junto ao trabalhador;
- barreiras, silenciadores e enclausuramentos parciais ou completos podem reduzir a energia sonora;

- alteração das características acústicas do ambiente de trabalho pela introdução de materiais absorventes;
- assentamento com materiais antivibrantes, isolamento do posto de trabalho do local de transmissão da vibração.

Outra forma de prevenir os efeitos nocivos da pressão sonora elevada é a redução do tempo de exposição do trabalhador; podendo ser utilizados, entre outros, o seguintes métodos:

- reposicionamento do trabalhador em relação à fonte de níveis elevados de pressão sonora ou do trajeto da transmissão durante etapas da jornada de trabalho;
- posicionamento remoto dos controles das máquinas;
- enclausuramento no trabalhador em uma cabina tratada acusticamente;
- diminuição do tempo de exposição durante a jornada de trabalho;
- revezamento entre ambientes, postos, funções ou atividades;
- aumento do número e duração de pausas.

A proteção auditiva, ou seja, o uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) é indicada nas seguintes circunstâncias:

- em situações específicas onde o trabalhador ficará exposto a níveis elevados de pressão sonora por curto período estando o restante do tempo em ambiente que não ofereça risco à saúde.
- quando houver indicação para o uso de EPI, como única opção viável para a redução do nível de pressão sonora elevada, devem ser observados os seguintes aspectos:

- o ambiente de trabalho e a exposição a níveis elevados de pressão sonora devem ser controlados de modo que o trabalhador possa dar continuidade às suas funções sem prejuízo adicional à sua saúde

Além de todas as medidas citadas acima, toda empresa deve ter um programa de monitoramento dos ambientes. As medições devem refletir com exatidão as exposições dos funcionários, e em ambientes e/ou funções onde ocorrem grandes flutuações na intensidade de ruído e/ou onde as doses estimadas estão muito próximas dos níveis aceitáveis, dá-se preferência à monitoração pessoal.

O monitoramento individual consiste em testes audimétricos para determinação dos limiares auditivos de trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora e para que a PAIRO seja diagnosticada.

Entretanto, por tratar-se de um exame que depende diretamente da resposta do paciente, vários cuidados devem ser tomados no que diz respeito o realização do exame para a garantia de sua qualidade.

Devem ser testadas por via aérea as frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz e, quando a via aérea encontrar-se pior do que 25 dB, via óssea em 500, 1000, 2000, 3000, e 4000 Hz. Nesta situação, deverão ser realizados testes de reconhecimento de fala e limiares de recepção de fala (Speech Research Threshold . SRT).

O exame audiométrico deve ser realizado em ambiente acústico cujos níveis elevados de pressão sonora em seu interior não ultrapassem recomendações internacionais.

O resultado do teste audiométrico deve ser registrado de forma que contenha no mínimo:

- nome, idade e número de registro de identidade do trabalhador e assinatura do mesmo;
- nome da empresa e função do trabalhador;
- tempo de repouso auditivo cumprido para a realização do exame;
- nome do fabricante, modelo e data da última calibração do audiômetro;
- nome, número de registro no conselho regional e assinatura do profissional responsável pela execução da audiometria. .

Observa-se então que a existência de testes seqüenciais facilita o diagnóstico, fornecendo dados importantes no que diz respeito à progressão da perda auditiva no decorrer do tempo.

8. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho era destacar os efeitos do ruído nos em atividades ligadas à mineração. Teve por base pesquisas feitas nos Estados Unidos em diversas atividades. Foram usados como referências as normas regulamentadoras e os limites permissíveis para que o nível de pressão sonora ao qual um indivíduo está exposto não seja prejudicial a sua saúde.

Verificou-se que é necessário proteger os funcionários da perda auditiva associada à exposição contínua a níveis elevados de pressão sonora. Constatou-se que muitos funcionários hoje em atividade em mineração correm o risco de ter sua audição afetada se não forem empregados equipamentos de proteção no ambiente de trabalho, e se as medidas propostas foram empregadas parte dos futuros casos de perda auditiva poderão ser evitados.

A perda auditiva pode afetar as pessoas a curto e longo prazos, e deve-se ter uma mudança de postura em ambientes ruidosos, como a implantação de um programa de preservação auditiva com a realização do audiograma ou teste audiométrico que demonstra o estado da sensibilidade auditiva do indivíduo. Também deve-se empregar o uso de protetores auditivos, monitoramento dos ambientes e substituição de peças e equipamentos ruidosos.

É importante que os empregados saibam de seus direitos, como se protegerem do excesso de ruído e que tenham conhecimentos das medidas que devem tomar em situações prejudiciais além de informarem seus supervisores, evitando assim doenças relacionadas a audição no futuro.

O grande número de casos reportados nesta pesquisa nos mostra que a PAIRO continua sendo uma das maiores doenças ocupacionais nas atividades relacionadas a mineração nos Estados Unidos, e sem dúvida, no mundo inteiro.

A adaptação dos ambientes de trabalho às características dos indivíduos, bem como o aumento da sua eficiência e bem estar deve ser tratada em primeiro plano e todas as medidas visando uma melhoria no ambiente de trabalho não deve ser vista para as empresas como um custo apenas.

9. BIBLIOGRAFIA

Apostila do curso PMI597 - Engenharia Ambiental Em Minas

GANIME, JOSÉ FERNANDO – Redução de ruído com a substituição de telas de aço por borracha na mina de Andrade – Samitri. Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Engenharia em 1997.

SANTOS, ANA CRISTINA MAGALHÃES – Ruído nas atividades mineradoras. Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Engenharia em 1998.

BISTAFA, S.R. – Controle do ruído industrial – Fundamentos de Acústica e técnicas de controle de ruído.

Sites na Internet:

<http://www.msha.gov>

<http://www.niosh.gov>

<http://www.abho.com.br>

<http://www.inss.gov.br>

<http://www.safetyguide.com.br>