

29

Patologia do Ouvido Relacionada com o Trabalho

*Everardo Andrade da Costa
Thaís Catalani Morata
Satoshi Kitamura*

INTRODUÇÃO

OCORRÊNCIA DAS PERDAS AUDITIVAS RELACIONADAS COM O TRABALHO

BASES EPIDEMIOLÓGICAS

ELEMENTOS ESSENCIAIS DE ANATOMIA E FISILOGIA DO OUVIDO HUMANO

BASES FISIOPATOLÓGICAS E TIPOS DE RESPOSTA DO SISTEMA

FATORES QUE INFLUENCIAM AS PERDAS AUDITIVAS RELACIONADAS AO TRABALHO

DIAGNÓSTICO

EVOLUÇÃO E PROGNÓSTICO

CONDUTA

PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE PERDAS AUDITIVAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTRODUÇÃO

Durante a atividade laboral, o sistema auditivo pode ser atingido por diversos agentes agressores: o ruído intenso, em exposição continuada (*perda auditiva induzida pelo ruído* ou PAIR), certos produtos químicos, em exposição continuada (com efeitos semelhantes à PAIR), o ruído de impacto muito intenso (*trauma acústico*) e os *traumatismos físicos*, dentre os quais o *barotrauma*.

Dentre todos os fatores ou agentes que resultam em *risco ocupacional*, certamente o ruído aparece como o mais freqüente, o mais universalmente distribuído e, portanto, expondo o maior número de trabalhadores. A *perda auditiva induzida pelo ruído* (PAIR) tem sido apontada, dentre as doenças relacionadas ao trabalho, como uma das de mais elevada ocorrência. E dentre as perdas auditivas do tipo sensorioneural, somente perde, em ocorrência, para a *presbiacusia*, a surdez dos idosos (Nudelmann e cols., 1997). A importância da PAIR transcende a área médica, pois, além de seus efeitos físicos sobre a audição, ela dá origem a importantes *distúrbios psicossociais* que podem afetar profundamente a qualidade de vida de seus portadores. Tanto que a sua abordagem envolve a participação de diversas categorias profissionais, dentro e fora da área médica.

Quando se estudam, porém, as perdas auditivas de origem ocupacional, deve-se levar em consideração a existência de outros agentes causais que, não somente podem gerar perdas auditivas, independentemente de exposição ao ruído, como também interagir com este, potencializando os seus efeitos sobre a audição. Entre outros, pode-se citar a exposição a certos *produtos químicos*, às *vibrações* e o uso de alguns medicamentos (*ototoxicoses*).

Desta forma, Morata e Lemasters (1995) propuseram a utilização do termo *perda auditiva ocupacional*, por ser mais abrangente, considerando o ruído, sem dúvida, como o agente mais comum, mas sem ignorar a existência de outros, com todas as implicações que estes pudessem originar em termos de diagnóstico, medidas preventivas, limites de segurança, legislação etc.

Por outro lado, a *exposição não-ocupacional* ao ruído intenso deve também ser levada em conta, pela sua grande e crescente incidência na população, particularmente entre os jovens. Além de gerar problemas semelhantes aos de origem ocupacional, ela pode potencializar os efeitos da exposição no trabalho, comprometendo a eficiência de toda uma série de medidas preventivas patrocinadas pelo empregador. O serviço militar, o lazer e o esporte são fatores importantes na causalidade deste tipo de perda auditiva. No

Brasil, dentre as atividades de lazer, a música amplificada desenvolve um papel importante. Exposições a níveis muito elevados de pressão sonora têm ocorrido, com muita freqüência, em discotecas, danceterias, apresentações de conjuntos musicais, trios elétricos e até mesmo no uso de aparelhos de fones individuais (Jorge, 1993; Deus, 1998; Miranda & Dias, 1998; Marcon, 1999). Alguns esportes motorizados e outros, como o tiro ao alvo, possuem, também, um papel importante como causa de *perda auditiva induzida pelo ruído* (Seballos, 1995).

OCORRÊNCIA DAS PERDAS AUDITIVAS RELACIONADAS COM O TRABALHO

Desde tempos remotos, o ruído intenso vem sendo apontado como causa de perda auditiva das pessoas e de transtornos à população. Há inúmeros relatos sobre os ferreiros e forjadores de metais que, desde a antigüidade, não somente incomodavam a comunidade com os seus ruídos, mas eram também, portadores de perdas auditivas.

O uso de armas de fogo em atividades bélicas, desde a invenção da pólvora, por volta do século XIV, muito contribuiu para aumentar a ocorrência da perda auditiva induzida pelo ruído. Posteriormente, a exposição ocupacional ao ruído intenso das fábricas, com a Revolução Industrial, aumentou consideravelmente a população acometida e com isso vieram as primeiras legislações voltadas à prevenção de perdas auditivas. Em seguida, acrescentaram-se, como fontes de ruído nocivo, os meios de transporte terrestres, aquáticos e aéreos, cada vez mais utilizados, atingindo passageiros e operadores e, por fim, os equipamentos domésticos e os de lazer passaram a compor, de maneira importante, o grande contingente de fontes ruidosas do cotidiano das pessoas. Pode-se dizer que, nos dias de hoje, a civilização convive com um crescente *ruído ambiental*, podendo em futuro próximo estar comprometida, se não forem tomadas medidas de controle e/ou eliminação dos barulhos perigosos.

A Organização Mundial da Saúde estima que milhões de pessoas, em todo o mundo, são portadoras de perda auditiva relacionada ao trabalho. No Brasil, é possível que algumas centenas de milhares de trabalhadores estejam acometidos desse agravo (Nudelmann e cols., 2000).

Assim que a audiometria tonal foi introduzida na prática audiológica, no começo do século XX, já começaram a surgir relatos de entalhes audiométricos na faixa de 4.000Hz, para pessoas expostas a ruído intenso.

No Brasil, as primeiras publicações sobre a audição e o ruído referiam-se predominantemente ao pes-

soal da aviação civil e militar (Neves-Pinto, Monteiro & Seligman, 1997). Até os anos 1980, no nosso meio, não foram muitas as publicações sobre exposições ocupacionais ao ruído (Mocellin, 1951; Zlotnik, 1976; Alexandry, 1978; Astete & Kitamura, 1978; Pereira, 1978). Na última década, cresceu muito o número de trabalhos que demonstra a extensão dos danos causados por estas exposições e a crescente necessidade do estabelecimento de programas preventivos.

A nossa literatura científica atual já conta com mais de uma dezena de livros, quase 50 teses (Costa, 2000) e mais de uma centena de artigos publicados sobre a perda auditiva induzida pelo ruído.

Pela significativa ocorrência da doença e pelos graves problemas gerados pelo ruído intenso sobre a população, o estudo da PAIR adquiriu grande importância, passando a interessar diretamente a uma extensa faixa de profissionais e a um grande número de instituições.

Uma das características da PAIR é a grande variabilidade da suscetibilidade entre indivíduos. Quando expostos a níveis equivalentes de ruído, pelo mesmo período de tempo, as pessoas podem ter respostas diferentes à exposição. Essa variabilidade não depende exclusivamente das características físicas do som, mas de uma série de fatores endógenos e exógenos que podem afetar a audição e interagir com o ruído (Lindgren, 1987). É comum que ambientes de trabalho contenham uma série de agentes físicos e químicos que, combinados com estressores psicossociais e organizacionais, podem representar riscos à saúde dos expostos. Estudos sobre ambientes de trabalho relatam que, nas indústrias, podem ser encontrados até nove agentes nocivos simultâneos, com uma média de 2,7 agentes (Rentzsch, Prescher & Tolksdorf, 1992). Levando-se em consideração apenas os agentes químicos, o número de agentes usados e de combinações possíveis é substancial. Propriedades ototóxicas foram identificadas para pelo menos três classes de produtos químicos industriais: *metais*, *solventes* e *asfixiantes* (Fechter, 1989; Haider e cols., 1990; Morata e cols., 1993; Russo, 1993; Souza, 1994; Morata e cols., 1997a; Morata e cols., 1997b). É possível afirmar que, se a exposição a estes produtos atingir altos níveis, esta poderá representar um risco à audição, mesmo se não houver exposição a níveis excessivos de ruído, como sugerido por vários autores (Schwartz & Otto, 1987; Discalzi, Capellaro & Bottalo, 1992; ATSDR, 1993; Discalzi, Fabbro & Meliga, 1993; Jacobsen, Hein & Suadicani, 1993). Portanto, os estudos sobre os efeitos da exposição combinada a agentes ambientais no trabalho, embora complexos, constituem um importante desafio na área de saúde ocupacional. Se estes fatores não forem levados em consideração, eles podem limitar o sucesso de programas para a

prevenção de perdas auditivas (Héту, Phaneuf & Marien, 1987; Franks, Davis & Krieg, 1989; Phaneuf & Héту, 1990; Jacob, 2000; Teixeira, 2000). Recentes avanços na área, observáveis pelo aumento no número de conferências e publicações sobre efeitos combinados, indicam um interesse crescente por esta abordagem holística.

BASES EPIDEMIOLÓGICAS

Assim como outras doenças relacionadas com o trabalho, a *perda auditiva ocupacional* pode ser também classificada entre as doenças de ocorrência desnecessária, isto é, perfeitamente evitáveis. Sua simples ocorrência já significa uma falha em todo o sistema preventivo que já deveria estar colocado à disposição do trabalhador.

Seja pelas características da doença, seja pela sua possibilidade de prevenção, a *perda auditiva ocupacional* será abordada, aqui, sob dois aspectos principais: o *clínico*, em que se enfocam a fisiologia e a fisiopatologia da doença, os aspectos de diagnóstico clínico e diferencial; e o *epidemiológico*, ou seja, a análise do agente e do meio, procurando, assim, encontrar os caminhos que conduzam ao único tratamento efetivo e eficaz desta doença: a *prevenção*.

A ocorrência deste tipo de perda auditiva depende de fatores ligados ao trabalhador, ao ruído e ao meio ambiente através do qual ele se transmite. Dos fatores ligados ao trabalhador, é de grande importância a *suscetibilidade individual*, nem sempre ligada apenas a características hereditárias ou inatas. Fatores externos como exposições extra-ocupacionais, algumas doenças sistêmicas, outras doenças do sistema auditivo, o uso de medicamentos ototóxicos, entre outros, são fatores predisponentes ou agravantes que tornam a orelha mais suscetível à ação do ruído (Morata & Lemasters, 1995).

Dos fatores ligados ao agente e ao meio ambiente, destacam-se a intensidade e a qualidade do som e, talvez, o mais importante, o modo como a exposição se dá. Aliás, vale lembrar que, em Saúde Ocupacional, *exposição* não significa apenas o simples contato entre o *agente* e o *hospedeiro*. Para que haja *exposição*, o contato deve ocorrer de maneira "própria" e intensidade suficiente para a ocorrência da doença, sem contar com o concurso de outros fatores que poderiam agir como concausas de perdas auditivas, conforme abordado anteriormente. Isto quer dizer que o ruído, com determinadas características de intensidade, deve atuar sobre a orelha suscetível, durante um tempo suficiente para que ocorra a perda auditiva.

Nos programas de prevenção de perdas auditivas, tão necessários nos locais de trabalho barulhentos,

deve-se enfatizar a premissa epidemiológica de que, faltando um dos fatores, a ação não se concretizará. Assim, por exemplo, não bastam um ouvido desprotegido e um ruído intenso, se o tempo de exposição não for suficiente para causar danos. Da mesma forma, o ruído intenso, durante um tempo de exposição suficiente, não deverá provocar a doença se a orelha estiver adequadamente protegida.

Nos ouvidos suscetíveis, entretanto, as premissas expostas podem não ter plena validade, pois, para estes, a palavra "suficiente", dentro do conceito de exposição, tem um peso diferente. Desta forma, ambientes saudáveis para a maioria dos trabalhadores podem ser "insalubres" para os suscetíveis, assim como uma proteção suficiente para aqueles pode ser insuficiente para estes.

Então, a simples presença de agentes ou fatores no ambiente laboral não implica a ocorrência de doenças relacionadas ao trabalho. A doença pode ocorrer devido a fatores ligados à agressividade do agente, a algumas de suas características, à forma e intensidade de sua ocorrência, à relação do trabalhador com o agente e ainda a certas características próprias do trabalhador (o hospedeiro).

Não será diferente com o ruído e a perda auditiva por ele induzida. A simples ocorrência de ruído acima de 85dB(A), limite de tolerância reconhecido pela legislação no Brasil, e tecnicamente aceito como limite de exposição ocupacional permissível para oito horas por dia (40 horas semanais) (Ministério do Trabalho, 1978), não é suficiente para caracterizar a exposição excessiva. Como já foi salientado, *exposição* significa o contato direto (sem proteção) do hospedeiro (o trabalhador) com o agente (o ruído), de forma e em dose suficiente para lesar a sua saúde.

Desta forma, o trabalhador estará, de fato, exposto quando, de forma desprotegida, trabalhar em ambiente onde o nível médio de ruído, nas 40 horas semanais, estiver acima de 85dB(A). Em alguns países, inclusive o Brasil, prevalece o conceito de *dose equivalente de exposição*: embora matematicamente questionável, baseia-se na exposição equivalente a 85dB(A), oito horas por dia, cinco dias por semana (Tabela 29.1).

Além do problema do ruído, outros agentes presentes no meio ambiente ou na indústria, os *agentes químicos*, podem causar perdas auditivas com as mesmas características audiométricas das perdas por ruído, ou não, podendo variar muito (Morata & Lemasters, 1995). Essa variação pode ser atribuída aos seguintes fatores: multiplicidade de produtos químicos existentes (com diferentes estruturas moleculares), diferentes ambientes de trabalho, infinitas possibilidades de combinações de produtos químicos

e variações na intensidade e nos parâmetros de exposição, isto é, aguda, intermitente, crônica.

Até o momento, poucos estudos epidemiológicos examinaram o período de tempo necessário para que as exposições químicas industriais cheguem a afetar o sistema auditivo; ainda existe uma certa incerteza se o processo é agudo ou crônico. Serão os picos de exposição, não triviais (como no caso de limpeza de equipamento, falhas nos sistemas de ventilação ou exaustão, ou durante vazamentos acidentais etc.) elevados o suficiente para causar uma alteração? É improvável, uma vez que os efeitos destes produtos têm sido observados em populações numerosas. As investigações publicadas até o momento indicam que os efeitos dos solventes podem ser detectados a partir de dois ou três anos de exposição, mais precocemente do que os efeitos do ruído (Morata e cols., 1993; Morata e cols., 1997a; Morata e cols., 1997b). Um outro estudo, entretanto, somente detectou efeito significativo dos solventes a partir de cinco anos de exposição (Jacobsen, Hein & Suadicani, 1993). A questão da latência depende, certamente, do produto em consideração e das características da exposição, e necessita ser explorada mais extensivamente.

As propriedades ototóxicas de produtos químicos industriais e a interação destes com o ruído somente foram investigadas para um número reduzido de substâncias. Neste cenário, devem ser obtidas informações sobre a toxicidade e neurotoxicidade das exposições químicas e das queixas apresentadas pelas populações expostas. Estas servirão para uma avaliação preliminar de risco potencial a audição, para então tomar-se

Tabela 29.1
Doses Equivalentes de Exposição Permissível,
Segundo o Anexo I da Norma Regulamentadora N° 15,
Portaria 3.214 de 8/6/1978 (Ministério do Trabalho, 1978)

Limites de Tolerância Para Ruído Contínuo ou Intermitente	
Nível de Ruído dB(A)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
90	4 horas
95	2 horas
100	1 hora
105	30 minutos
110	15 minutos
115	7 minutos

uma série de decisões quanto às medidas de avaliação e prevenção a serem adotadas.

ELEMENTOS ESSENCIAIS DE ANATOMIA E FISIOLOGIA DO OUVIDO HUMANO

A audição humana constitui um dos sistemas mais complexos e elaborados do organismo. O ouvido humano é capaz de detectar, com precisão, desde sons graves (*freqüências baixas* — 16Hz) aos mais agudos (*freqüências altas* — cerca de 20.000Hz); dos mais tênues (20mPa) aos mais intensos (200Pa) (Russo, 1993). É capaz de dar a sensação de freqüência (*pitch* ou *tonia*), de intensidade (*loudness* ou *sonia*) e dos mais variados timbres (identifica instrumentos musicais, vozes, o estado emocional de quem fala etc.). Tem capacidade de *discriminar* sons similares, mas diferentes e simultâneos, de *reconhecer* ou *identificar* dados sonoros, com base em conhecimentos antes adquiridos, de interpretá-los em nível de *compreensão*, priorizar uma dentre várias informações sonoras competitivas (*atenção*) e armazená-los na *memória*, para poder evocá-los no futuro (Russo & Behlau, 1993). Nossa percepção auditiva tem, ainda, a extraordinária capacidade de integrar padrões de estímulos au-

ditivos incompletos apresentados separadamente (*síntese*) ou mesmo entender a mensagem inteira quando partes são omitidas (*fechamento*). Todas essas habilidades envolvem a participação de todo o sistema, desde os órgãos periféricos até as mais intrincadas e pouco conhecidas integrações do sistema nervoso central (Russo & Santos, 1993).

A orelha humana tem uma sensibilidade diferenciada para cada freqüência de som, isto é, ouve menos ou mais cada "grupo" de sons de acordo com as características de freqüência. Por exemplo, um som de 80dB NPS emitido na freqüência de 1.000Hz é ouvido bem mais intenso que outro som na freqüência de 250Hz, também emitido com a mesma pressão sonora e à mesma distância da fonte.

Para melhor compreensão do conceito de isoaudibilidade, a Fig. 29.1 mostra as curvas isoaudíveis segundo Robinson e Dadson, incluídas na recomendação ISO R 226 (1961). Cada curva representa a mesma intensidade com que os sons, em diferentes freqüências, são percebidos pelo homem. Essa sensibilidade diferenciada, que privilegia os sons que nos são mais importantes, como os sons da fala, ocorrem devido a uma série de características anatomofuncionais, que serão detalhadas nos próximos itens deste Capítulo.

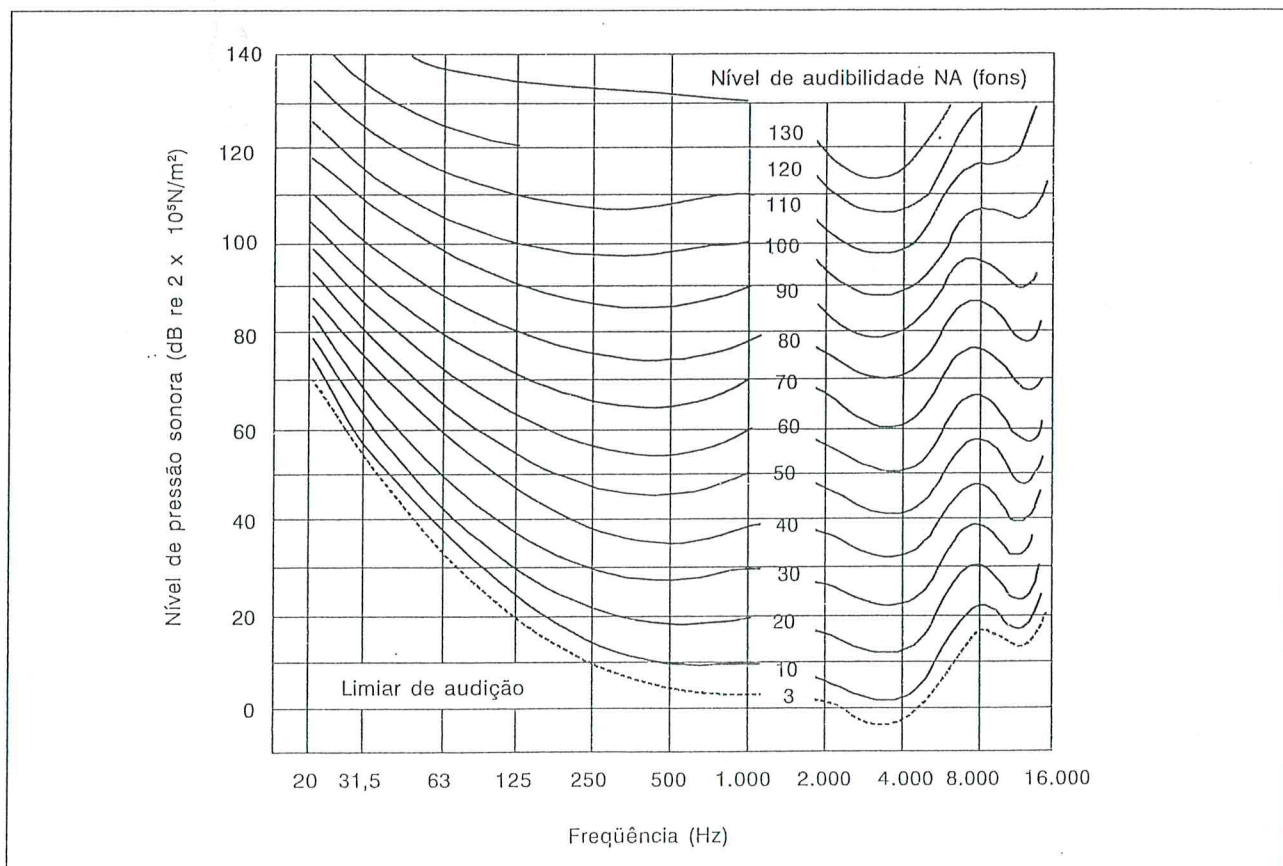


Fig. 29.1 — Curvas de isoaudibilidade, segundo Robinson e Dadson (1961).

O Órgão Periférico

Orelha Externa, Orelha Média, Orelha Interna

Neste texto, quando se diz “ouvido”, estar-se-á referindo ao sentido da audição ou ao conjunto do sistema auditivo. Ao se tratar do órgão periférico, será usada a Nomenclatura Anatômica Brasileira, que recomenda a palavra “orelha” (Sociedade Brasileira de Anatomia, 1961).

A orelha externa é constituída pelo *pavilhão* e *meato acústico externo*. A orelha humana, diferentemente da de alguns mamíferos, está permanentemente aberta à entrada dos sons, até mesmo durante o sono. Seu formato afunilado facilita a captação das ondas sonoras do ambiente. As vibrações sonoras do ar penetram no meato acústico externo e fazem vibrar a *membrana do tímpano*. Além da captação e da transmissão dos sons, a conformação anatômica do meato já faz uma seleção inicial de frequências, valorizando, por maior ressonância, aquelas mais relacionadas com a fala.

A vibração da membrana timpânica, por sua vez, é transmitida, na orelha média, pela *cadeia ossicular*, constituída pelos três ossículos (*martelo*, *bigorna* e *estribo*), para o meio líquido da *orelha interna*, atra-

vés da *janela oval*, onde se encaixa, como um pistão, a base do estribo (Fig. 29.2). Sendo uma cavidade aérea, a *caixa do tímpano* comunica-se com a rinofaringe através da *tuba faringotimpânica*, que garante uma pressão interna igual à pressão atmosférica, mantendo, com isso, a membrana timpânica em estado de complacência máxima, para a total absorção das ondas sonoras. A cadeia de ossículos é mantida suspensa por ligamentos elásticos às paredes da caixa, o que lhe permite transmitir as vibrações independentemente da vibração óssea do crânio. Além disso, é servida por dois músculos tensores (o tensor do tímpano, que é innervado pelo V par craniano e o do estribo, innervado pelo VII par), que têm função protetora e seletiva à transmissão sonora ossicular.

A parte anterior da orelha interna é constituída pela *cóclea* ou *caracol*, que responde pela audição e a posterior, pelo *vestíbulo* e *canais semicirculares*, que respondem pelo equilíbrio. A cóclea apresenta em seu interior espiralado três canais membranosos paralelos: a *escala vestibular* e a *escala timpânica*, que contêm *perilinf*a e se comunicam no ápice coclear através do *helicotrema*; e a *escala média* ou *ducto coclear*, que contém *endolinf*a (Fig. 29.3). A perilinf a tem uma composição química semelhante à dos líquidos extracelulares, ricos em sódio, enquanto que a endolinf a assemelha-se aos líquidos intracelulares, ricos em po-

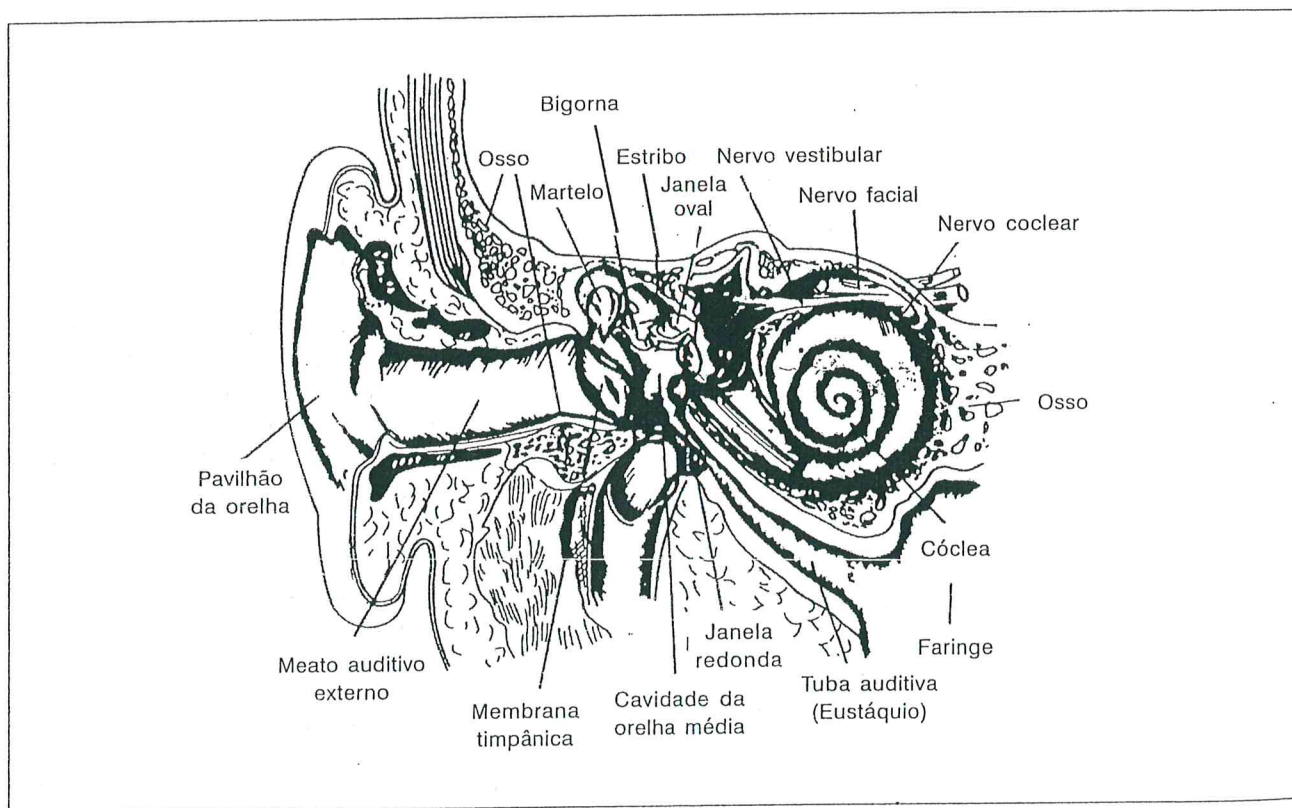


Fig. 29.2 — Corte frontal do órgão periférico (orelhas externa, média e interna).

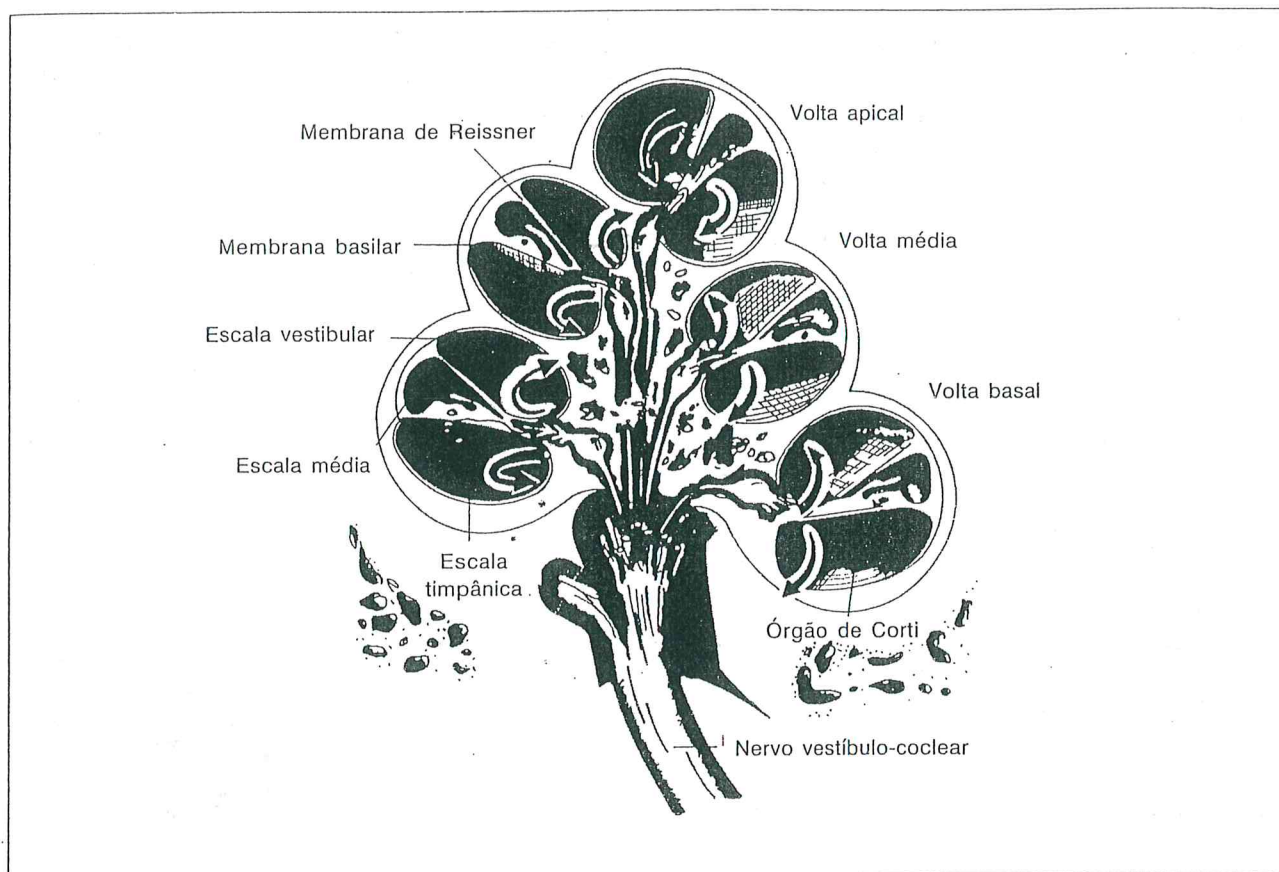


Fig. 29.3 — Corte transversal da cóclea.

tássio. No interior do ducto coclear, desde a base até o ápice, está situado o *órgão de Corti*, que contém as células ciliadas sensoriais, incumbidas de transformar as vibrações sonoras em estímulos elétricos, que são transmitidos pelas fibras do *nervo estatoacústico* para o sistema nervoso central. No extremo lateral do ducto coclear situa-se a *estria vascular*.

O Órgão de Corti

Em toda sua extensão, ao longo das espiras da cóclea, o *órgão de Corti* apresenta três fileiras de *células ciliadas externas* e uma fileira de *células ciliadas internas*, que compõem a parte sensorial do sistema. Estima-se a existência de 3.500 células ciliadas internas e de 10.000 a 14.000 externas, na cóclea humana. Apoiadas pelas *células de sustentação*, este conjunto se assenta sobre a *membrana basilar*, no assoalho do ducto coclear. Esta membrana é mais estreita na espira basal, onde estão representadas as frequências altas e se alarga em direção ao ápice, onde se representam as frequências baixas. Desta forma, os sons agudos, que são representados pelas frequências mais altas, vibram com amplitude máxima na espira basal, enquanto os sons graves, de baixa frequência, têm

amplitude máxima nas espiras mais próximas do ápice coclear. As células ciliadas do *órgão de Corti* fazem contato com a *membrana tectória* através dos *cílios* situados em seus topos e fazem sinapses com as terminações nervosas pelas suas bases. (Fig. 29.4) Nessas sinapses são liberadas substâncias químicas, os neurotransmissores e os neuromoduladores, que interferem diretamente nos mecanismos de transmissão sináptica. Sua importância tem sido muito valorizada ultimamente, pois abre inúmeras possibilidades de mediação medicamentosa, tanto na facilitação quanto na atenuação da transdução coclear dos sinais sonoros (Oliveira, 1997). As fibras nervosas podem ser aferentes ou eferentes. As aferentes têm seus corpos celulares situados no *gânglio espiral*, no interior da cóclea e contatam-se predominantemente com as células ciliadas internas. As fibras eferentes têm seus corpos situados nos núcleos do tronco encefálico e suas sinapses se fazem predominantemente com as células ciliadas externas. O conjunto dessas fibras constitui a divisão coclear do VIII par craniano.

O *órgão de Corti* analisa as características do som (frequência e intensidade) e envia as informações, devidamente decodificadas, ao *córtex cerebral*, que as organiza em nível de consciência.

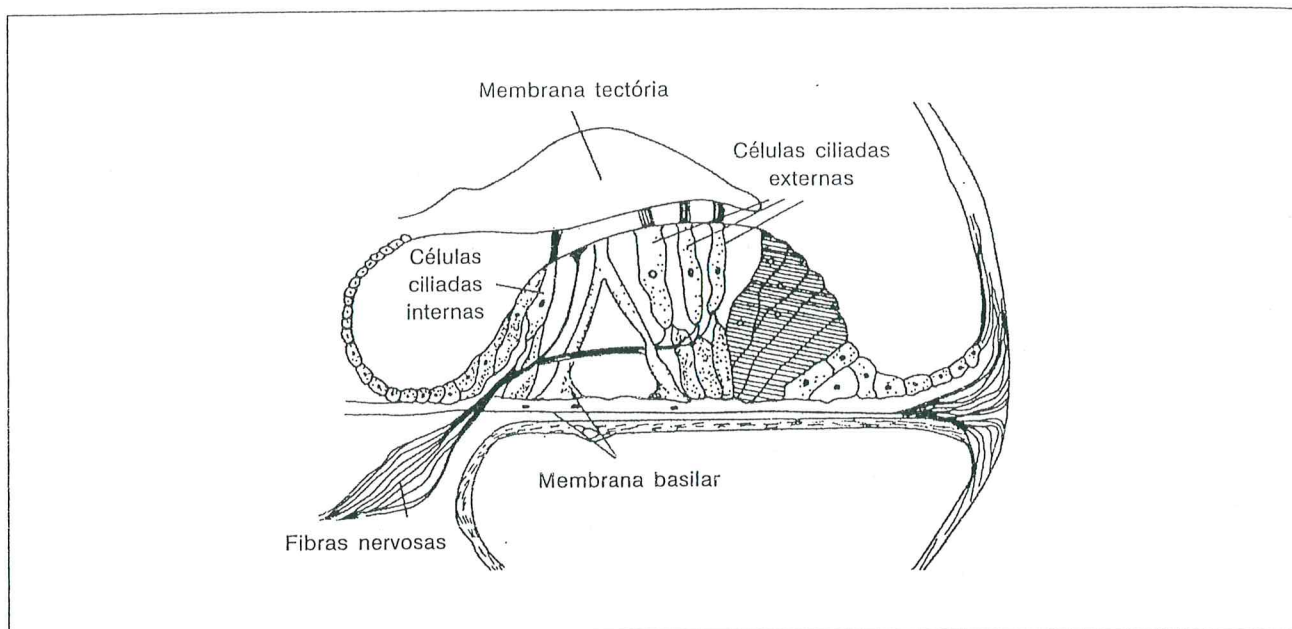


Fig. 29.4 — Corte esquemático do órgão de Corti.

As Vias Auditivas Centrais

De cada cóclea saem aproximadamente 30 mil fibras nervosas aferentes que, a partir dos núcleos do tronco encefálico, fazem sucessivas conexões ascendentes ipsi e contralaterais, até alcançar o córtex cerebral, nos lobos temporais. Em cada conexão, o número de fibras se multiplica, e são estabelecidas numerosas interligações com outros sistemas e com a via eferente.

No tronco encefálico inferior situam-se os núcleos cocleares (dorsal e ventral), de onde a via alcança os núcleos do complexo olivar superior, uma parte do mesmo lado, outra do lado oposto. A sutil diferença de tempo de chegada do som nas duas orelhas é captada aqui e isto possibilita a localização da origem da fonte sonora. Seguindo a via ascendente, acham-se os núcleos do lemnisco lateral e, depois, os núcleos do colículo inferior. A seguir, a via ascende ipsilateralmente para os núcleos do corpo geniculado medial e, dele, para as áreas subcorticais e corticais.

Às sinapses, em cada um desses núcleos citados, correspondem às espículas dos traçados dos potenciais evocados de tronco encefálico ("BERA"). As vias nervosas eferentes têm idêntico trajeto, em sentido contrário. A área do córtex cerebral correspondente à audição situa-se no lobo temporal, no fundo da cisura de Sylvius, no chamado lóbulo da insula. Como uma parte da via ascendente é cruzada e a outra é direta, o estímulo de uma orelha é capaz de estimular os dois lados do cérebro.

A Transmissão das Vibrações Sonoras

As vibrações sonoras chegam à orelha interna através de duas vias de condução: a aérea e a óssea.

Pela condução por via aérea, o som é captado pela orelha externa, absorvido pela membrana do tímpano e transmitido à cóclea pela cadeia ossicular, através da articulação da base do estribo com a janela oval. Nesse trajeto, elas passam por uma seleção, devida às ressonâncias próprias do meato e do sistema tímpano-ossicular; por uma amplificação, de cerca de 30dB, devida às diferenças de áreas entre a membrana timpânica e a da janela oval (mecanismo hidráulico) e de comprimento entre o cabo do martelo e o processo longo da bigorna (mecanismo de alavanca de primeiro grau); por um sistema de proteção, para sons intensos, de baixas frequências, pela contração dos músculos timpânicos (tensor do tímpano e o do estribo).

Pela condução por via óssea, há dois mecanismos: pelo primeiro, a vibração sonora é transmitida pelo crânio por nodos de compressão que atingem o meio líquido endococlear. Pelo segundo, a vibração do crânio, independente da cadeia ossicular, faz com que a base do estribo provoque movimentos equivalentes na janela oval. Esses dois mecanismos de transmissão por via óssea não passam pelo sistema de amplificação da orelha média e, por isso, o som recebido é bem menos intenso, em cerca de 30dB. Isto significa que a perda auditiva induzida pelo ruído, por via óssea, somente seria possível, teoricamente, para sons acima de 115dB, incomuns em plantas industriais. Mas

isso somente ocorreria quando a fonte sonora estivesse em contato direto com o corpo do trabalhador exposto. Se estiver distante e for transmitida pelo ar, mais de 99% da energia se dissipa ao contato com o corpo, seja pela atenuação de partes moles (pelos, vestimentas), seja por reflexão nas superfícies lisas (Sebastián, 1995). Pela grande diferença de ressonância, o som não se transmite bem de um meio aéreo para um meio líquido ou sólido: é substancial a perda de energia. Diferentemente dos seres de vida aquática, que somente possuem orelha interna, as aves e os mamíferos dispõem de um sistema tímpano-ossicular destinado a superar este obstáculo natural à transmissão sonora do ar exterior para os líquidos endococleares.

A Transdução das Vibrações Sonoras em Impulsos Nervosos

Durante muito tempo acreditou-se que a *transdução* das vibrações sonoras em estímulos nervosos se dava pela despolarização passiva das células sensoriais do órgão de Corti, ao terem seus cílios deslocados pela vibração ao contato com a membrana tectória. No "modelo coclear" proposto por von Békésy, em 1960, as ondas sonoras "viajavam" ao longo das espiras da cóclea, contidas dentro de "envelopes" que teriam sua deflexão máxima em pontos representativos das diversas frequências do espectro audível (Mangabeira-Albernaz, 1981). As vibrações mecânicas da membrana basilar fornecem, contudo, uma informação tonotópica muito grosseira, em contraste com a precisa seletividade de frequência observada nas curvas de resposta das fibras nervosas aferentes (Oliveira, 1997).

Nos últimos dez anos, novos conceitos foram introduzidos na explicação desses fenômenos, baseados em estudos experimentais. Hoje, sabe-se que 95% das fibras aferentes do nervo coclear servem às células ciliadas internas e apenas 5% às externas, que não geram qualquer informação auditiva; estas são mais ligadas às fibras eferentes, que estimulam suas contrações lentas. Tudo isto indica que a informação auditiva parta sobretudo das células internas e que as externas tenham funções ativas, mais relacionadas com a qualidade da decodificação (Spoendlin, 1972; Zlotnik, 1976). Esses novos conceitos, conhecidos como *cóclea ativa*, atribuem às células ciliadas externas um papel fundamental na delimitação dos filtros acústicos que permitem a perfeita decodificação de sons complexos. Pelas *contrações rápidas* dessas células, desencadeadas pelo movimento vibratório, são delimitados diminutos filtros que permitem ao sistema aumentar ou diminuir a faixa crítica de transdução, disponibilizando populações maiores ou menores de células ciliadas internas a serem estimuladas. Pelas *contrações lentas*, estimuladas pela via nervosa eferente, elas controlam

o tónus das contrações rápidas, em mecanismo protetor, predominantemente para as frequências altas (Oliveira, 1997). É importante destacar que 70% desta via eferente (feixe olivococlear) é contralateral, e isto pode ter implicação na bilateralidade das lesões, mesmo quando a exposição a ruído intenso é de origem unilateral.

BASES FISIOPATOLÓGICAS E TIPOS DE RESPOSTA DO SISTEMA

Alterações do Órgão de Corti e suas Conseqüências

Os ruídos muito intensos, de impacto, tendem a produzir lesões nas estruturas do órgão de Corti, por sua ação mecânica, com conseqüente processo degenerativo. Já os ruídos contínuos e prolongados originam alterações predominantemente por exaustão metabólica (Spoendlin, 1972).

As células ciliadas externas, com grande atividade mecânica e pouco protegidas pelas células de sustentação, degeneram-se primeiro e em maior quantidade. Com o avanço da lesão, deterioram-se, depois, as células ciliadas internas e com elas as fibras nervosas, sempre em menor extensão. Em fases mais adiantadas degeneram-se também as células de sustentação, despovoando e colabando todo o órgão de Corti. A área mais alterada localiza-se na espira basal da cóclea, no setor correspondente às frequências em torno de 4.000Hz (Bohne, 1976; Slepecky, 1986) (Fig. 29.5).

Como conseqüência dessas lesões, surgem diversas alterações, além da perda da sensação auditiva, como o recrutamento, que se reflete na intolerância por sons intensos. Com o crescente conhecimento sobre a atuação das vias auditivas centrais, já se podem explicar alguns outros sintomas da PAIR: a dificuldade para reconhecer sons complexos (como os da fala) em condições ambientais desfavoráveis à escuta (ruído de fundo, fala competitiva, reverberação das paredes, sinais com emissão defeituosa etc.); as lesões bilaterais com estímulos unilaterais; a dificuldade para localizar fontes sonoras; e até muitos aspectos dos acúfenos ou zumbidos, que acometem boa parte dos portadores da PAIR (Oliveira, 1997).

A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR)

O dano auditivo produzido pela exposição a níveis elevados de pressão sonora pode ser classificado em três tipos: o *trauma acústico*, a *perda auditiva temporária* e a *perda auditiva permanente*.

O Trauma Acústico

Recomenda-se denominar como *trauma acústico* apenas a perda auditiva de instalação súbita, provocada por ruído repentino e de grande intensidade, como o de uma explosão ou uma detonação. Geralmente ocorrem lesões estruturais importantes de orelhas média e/ou interna (Canlon, 1988). O trauma acústico, assim conceituado, deve ser distinguido da perda auditiva induzida pelo ruído, de instalação lenta e insidiosa, como será comentada posteriormente.

Em alguns casos de trauma acústico, a audição pode ser recuperada total ou parcialmente com tratamento (anti-inflamatórios, expansores do plasma, ativadores da microcirculação). Eventualmente pode acompanhar-se de ruptura da membrana timpânica e/ou desarticulação da cadeia ossicular, que podem ser corrigidas com tratamento cirúrgico.

Mesmo do ponto de vista legal e previdenciário o trauma acústico merece um tratamento diferenciado da PAIR, por constituir-se um *acidente-tipo*, diferentemente da *doença profissional* ou *do trabalho* (Ministério da Previdência e Assistência Social, 1998).

No nosso meio, são de relevante prevalência os acidentes com fogos de artifício e faísca elétrica, além do uso desprotegido de armas de fogo. Muitas vezes, também, os traumatismos físicos de crânio, face, pescoço e orelhas podem dar origem a perdas auditivas súbitas, capazes de gerar conseqüências semelhantes às do trauma acústico.

A Perda Auditiva Temporária

Conhecida também como *mudança temporária do limiar de audição* ou TTS (*temporary threshold shift*), a perda auditiva temporária ocorre logo após a exposição a ruído intenso, por um curto período de tempo, e tende a regredir espontaneamente após minutos, horas ou, às vezes, até dias de repouso auditivo. A Fig. 29.6 mostra audiogramas realizados antes e depois da exposição de um indivíduo com audição normal a um ruído de 103dB(A) durante duas horas contínuas. As audiometrias realizadas 30s, 15min, 5h e 24h após o término da exposição estão registradas no esquema e mostram a melhoria progressiva da perda auditiva instalada após aquela exposição, ao longo das 24 horas subseqüentes.

Por muito tempo acreditou-se existir uma correspondência direta entre a perda temporária e a permanente. Entretanto os mecanismos de lesão são diferentes nas duas situações, pois as alterações observadas no órgão de Corti são de natureza distinta.

Desta forma, diferentemente do que se pensava no

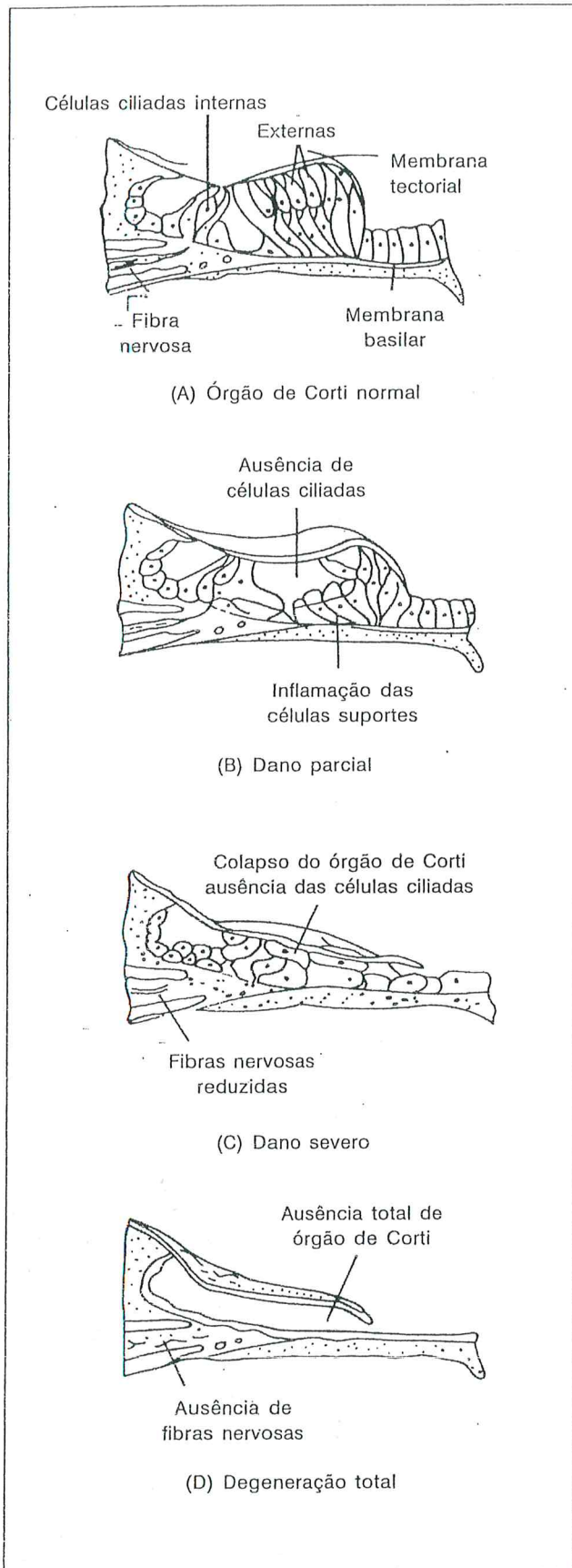


Fig. 29.5 — Degeneração progressiva dos componentes do órgão de Corti, pelos efeitos do ruído.

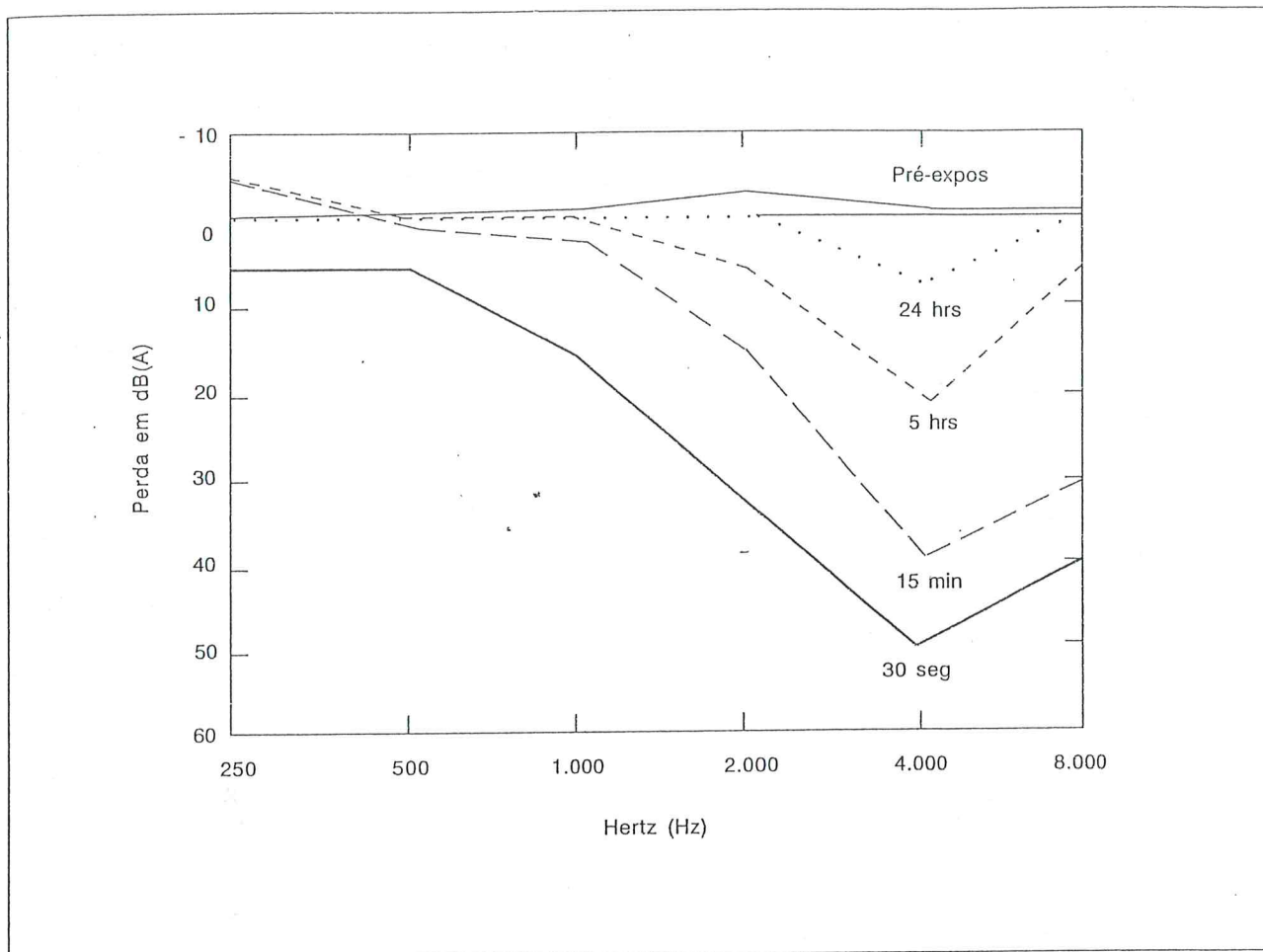


Fig. 29.6 — Níveis de audição de um indivíduo normal exposto a um ruído de 103 dB(A) (perda auditiva temporária).

passado, não se pode prever como será a perda permanente, a partir da análise da perda temporária. O que é certo, no entanto, é que um ruído capaz de gerar uma perda temporária é, também, capaz de gerar uma perda permanente, desde que ocorra a exposição em tempo prolongado e dose suficiente. Explica-se, com essa constatação, o grande investimento que vem sendo aplicado no estudo da perda auditiva temporária induzida pelo ruído excessivo. O *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), em 1998, recomendou que a testagem auditiva anual fosse realizada no final do turno de trabalho, justamente para detectar a ocorrência de alguma mudança temporária de limiar (NIOSH, 1998). Se fosse notada uma mudança de limiar igual ou superior a 10dB, em qualquer frequência, em relação ao ano anterior, o trabalhador deveria ser retestado em repouso auditivo, para confirmar se a mudança foi mesmo temporária. Nessa oportunidade, o examinador deveria tentar identificar por que essa mudança ocorreu (por exemplo, se o trabalhador não utilizou o EPI adequadamente, ou se o EPI foi insuficiente etc.) e intervir para que essa perda não viesse a tornar-se permanente.

A Perda Auditiva Permanente

A exposição repetida, dia após dia, ao ruído excessivo, pode levar, ao cabo de alguns anos, a uma perda auditiva permanente ou irreversível. De instalação lenta e progressiva, ela passa despercebida por muito tempo. Geralmente, a pessoa somente se dá conta do problema quando as lesões já estão avançadas.

A perda auditiva relaciona-se a um grau de destruição menor ou maior de setores do órgão de Corti. Por conseguinte, ela é sempre do tipo sensorioneural. Como a maior concentração das lesões situa-se na espira basal da cóclea, ela compromete primeiro e predominantemente as frequências altas e, somente em fases mais avançadas, o entalhe audiométrico se alarga, em direção às frequências médias e baixas. Por isso, os traçados audiométricos da PAIR têm sempre um formato característico, de entalhe nas frequências altas, similar bilateralmente, embora sejam comuns as assimetrias nos agudos. Outra importante característica da doença é que, cessada a exposição ao ruído, a perda auditiva deixa de progredir (American College

of Occupational Medicine Noise and Hearing Conservation Committee, 1989).

A avaliação da perda auditiva induzida pelo ruído, tanto a temporária quanto a permanente, ainda é feita universalmente com o exame audiométrico tonal, por via aérea e via óssea.

Embora alterações dispersas do órgão de Corti sejam encontradas ao longo de todas as espiras cocleares (Lipscomb, 1978), principalmente nas fileiras das células ciliadas externas, a audiometria exibe um traçado bem característico, com um entalhe inicial em torno de 4.000 ou 6.000Hz. Com a continuação da exposição, o entalhe tende a se aprofundar e a se alargar na direção das frequências vizinhas, numa evolução inversa à do TTS mostrada na Fig. 29.6.

Na maioria das vezes, a perda auditiva é bilateral e mais ou menos simétrica, mas isso pode não ocorrer em todos os casos. As assimetrias de traçados audiométricos na PAIR são relativamente freqüentes. Por outro lado, a existência da PAIR unilateral é discutível. Mas, se ocorrer, será em raros casos em que um ouvido for excepcionalmente suscetível e o outro prodigiosamente resistente. A exposição unilateral gera, usualmente, perdas bilaterais. Basta lembrar que 70% das fibras da via eferente olivococlear são cruzadas e controlam a contração lenta das células ciliadas externas do lado oposto (Oliveira, 1997).

Os Acúfenos ou Zumbidos

Acúfenos ou zumbidos ou *tinnitus* constituem uma queixa freqüente em mais de um terço dos trabalhadores com lesões auditivas induzidas pelo ruído. Podem prejudicar a concentração e a atenção, a indução do sono e por vezes chegam a níveis insuportáveis, mas podem, também, desaparecer espontaneamente. Ainda não foi esclarecido qual seria o substrato anatomopatológico dos zumbidos, mas tudo leva a crer que eles possam ter origem multifocal, tanto central, quanto periférica. Atualmente, muitos pacientes têm se beneficiado com medidas terapêuticas isoladas ou combinadas (Sanchez e cols., 1997).

O Recrutamento

O recrutamento é, no fundo, uma sensação de incômodo para sons de níveis elevados. Nos pacientes recrutantes, a percepção de intensidade do som (*loudness* ou *sonia*) cresce de modo anormalmente rápido, à medida que o nível de pressão sonora aumenta. A degeneração de grandes populações de células ciliadas externas privam o ouvido da perfeita delimitação dos filtros acústicos, que controlam a sensação de intensidade.

O recrutamento é próprio das doenças cocleares, independentemente da perda auditiva. O ouvido normal opera numa faixa de audição que se estende desde um *limiar mínimo* (*de audibilidade*) até um *limiar máximo* (*de desconforto*). Esta faixa chama-se *campo dinâmico*. Os recrutantes têm o limiar de desconforto menor e muitas vezes o limiar auditivo maior, reduzindo sensivelmente seu campo dinâmico de audição.

De modo geral, os portadores de PAIR queixam-se de incômodo causado por sons intensos, principalmente quando em ambientes silenciosos.

Existem várias técnicas audiológicas para se comprovar e avaliar a presença de recrutamento, mas, na rotina ocupacional, a presença dele pode ser sugerida pelos baixos limiares dos reflexos estapedianos, principalmente em 3.000 e 4.000Hz.

Deterioração do Reconhecimento da Fala

Os portadores de perda auditiva induzida pelo ruído podem ter reduzida a capacidade de distinguir detalhes dos sons complexos, como os da fala, quando em condições ambientais desfavoráveis, como, por exemplo, na presença de ruído de fundo, de fala competidora ou em ambientes de muita reverberação. Em locais silenciosos, eles costumam ter um bom desempenho à conversa coloquial. Tanto assim que sempre têm bom desempenho nos testes convencionais de reconhecimento de fala (IRF ou Índice de Reconhecimento de Fala).

A fala é constituída de sons da mais alta complexidade. Uma cóclea saudável é capaz de proporcionar a distinção de sons superpostos ou subsequentes, assim como os microintervalos de tempo entre elas, enviando ao córtex cerebral os sinais decodificados com absoluta precisão. Com uma cóclea lesada, o indivíduo ainda pode ter um bom reconhecimento da fala, em condições favoráveis de audibilidade, por se valer de outras pistas de compensação, constituídas pelas redundâncias extrínsecas (próprias dos sinais da fala) e intrínsecas (próprias das integrações da via auditiva no sistema nervoso central) (Schochat, 1996). O som competidor e a reverberação ambiental afetam, contudo, estes mecanismos de compensação, reduzindo a qualidade da percepção da fala nos indivíduos lesados, principalmente quando em situações de escuta desfavorável.

Em situações do dia-a-dia, os portadores de cocleopatias podem ter dificuldades para manter uma conversação em grupo, para entender o que se fala na televisão em meio ao ruído doméstico, para ouvir uma pregação em igreja, para se comunicar em repartições públicas ou dentro de meios de transporte coletivos etc.

Os testes logaudiométricos rotineiros estudam o reconhecimento ou a identificação de palavras, quantificando os resultados em percentuais de acerto (IRF). São realizados em cabines audiométricas, com os sinais de fala apresentados em níveis confortáveis de audição. Em tais condições, os portadores de PAIR mostram percentuais de reconhecimento semelhantes aos dos ouvintes normais. Quando os índices apresentam-se rebaixados, a tendência é de se pensar em outra enfermidade coclear ou retrococlear.

Algumas pesquisas têm sido publicadas no nosso meio, com testes de fala sensibilizados por ruído competidor. Com esses testes, trabalhadores expostos a ruído têm demonstrado índices de reconhecimento rebaixados em relação a ouvintes normais. Tais exames, se introduzidos na rotina audiológica ocupacional, poderão se transformar em útil instrumento de avaliação das dificuldades de comunicação dos portadores de PAIR (Schochat, 1991; Costa, 1992a; Costa, 1992b; Schochat, 1994; Costa, 1997; Costa, 1998; Cóser, 1999).

A Otalgia

Sons excessivamente intensos, acima do limiar de desconforto, podem provocar otalgias, às vezes acompanhadas de distúrbios neurovegetativos. Eventualmente podem até provocar rupturas timpânicas, com dor intensa e sangramento.

A otalgia é habitual no trauma acústico, mas costuma ceder espontaneamente. Na exposição continuada ela raramente ocorre. Entretanto, pacientes fortemente recrutantes ou portadores de aparelhos de surdez podem ter otalgias com sons de níveis de intensidade mais baixos.

Efeitos Sobre a Comunicação

Um dos efeitos do ruído mais facilmente notados pelas pessoas é a sua influência sobre a comunicação oral. O ruído intenso provoca o mascaramento da voz ou de outros sinais sonoros. Os sons nas frequências de 500, 1.000 e 2.000Hz são os que mais interferem na comunicação. Este tipo de interferência pode atrapalhar a execução ou o entendimento de ordens, a recepção de avisos de alerta etc.

Nos portadores de PAIR a dificuldade costuma ser maior ainda. Paradoxalmente, os protetores auditivos que, via de regra, não afetam a comunicação entre ouvintes normais, dificultam-na entre os portadores de cocleopatias.

Em Higiene do Trabalho, calcula-se o Nível de Interferência com a Comunicação (NIC), que dá uma

estimativa da possibilidade de comunicação no ambiente ocupacional (Astete & Kitamura, 1978).

FATORES QUE INFLUENCIAM AS PERDAS AUDITIVAS RELACIONADAS AO TRABALHO

A ocorrência da perda auditiva depende de fatores ligados ao indivíduo (*suscetibilidade individual*), às características do ruído e do ambiente e ao tipo da exposição (Ward, 1995).

Acredita-se que um ruído de 80dB(A) seja inofensivo para a maioria das pessoas, a uma exposição máxima diária de 16 horas. Algumas possuem maior facilidade que outras em desenvolver a perda auditiva, quando expostas às mesmas condições ruidosas. São os chamados "ouvidos de cristal". Outras são capazes de passar toda a vida profissional sob exposição a ruído excessivo e não sofrer qualquer perda auditiva. São os chamados "ouvidos de pedra".

A suscetibilidade individual pode ser influenciada por determinantes ocupacionais e extra-ocupacionais. A exposição simultânea a ruído e vibrações ou produtos químicos ototóxicos pode tornar o indivíduo mais suscetível. Os traumatismos de crânio, de orelha ou de coluna cervical podem também aumentar a suscetibilidade aos efeitos do ruído, assim como a ocorrência de algumas doenças sistêmicas, como diabetes, vasculopatias periféricas, infecções e outras.

A orelha de um lado pode ser mais suscetível do que a do outro. O mesmo indivíduo pode passar por momentos de maior ou menor suscetibilidade, dependendo de seu estado físico, nutricional e emocional. Pessoas com 10 a 15 anos de exposição a ruído intenso tornam-se mais resistentes do que os jovens em início de exposição. Pessoas idosas parecem ser mais suscetíveis à exposição ao ruído.

Ainda não está bem definido sobre quem é mais suscetível ao ruído intenso: o homem ou a mulher. Especula-se que os homens se expõem mais a ruídos extra-ocupacionais e com isto se tornam mais suscetíveis do que as mulheres. Da mesma forma, algumas pesquisas têm evidenciado que indivíduos de raça negra seriam mais resistentes que os caucasianos, pela presença de melanina na orelha interna, mas isto ainda não é consensual.

Indivíduos já portadores de perda auditiva serão menos suscetíveis ao ruído, se a perda for do tipo condutivo, como, por exemplo, nas seqüelas de otite média crônica, perfurações timpânicas, timpanosclerose etc. Já os portadores de perdas sensorio-neurais não-ocupacionais são naturalmente mais sensíveis e constituem um grupo de alto risco para trabalhar em ambientes ruidosos, mesmo com o uso de protetores. No entanto, os portadores da perda au-

ditiva induzida pelo ruído, apesar de tratar-se de perda sensorioneural, deixam de ser mais suscetíveis para futuras exposições, depois de dez a 15 anos de trabalho em ambientes ruidosos (American College of Occupational Medicine Noise and Hearing Conservation Committee, 1989; Cóser, 1999). Isso tem implicação grande nos critérios de avaliação admissional ao emprego em ambientes de níveis elevados de ruído (Klockhoff e cols., 1973). É bom lembrar que, dentre os portadores de PAIR, apenas os suscetíveis constituem alto risco para futuras exposições. As normas oficiais, tanto da Previdência, quanto do Trabalho são bem claras neste posicionamento, quando declaram que a PAIR, por si só, não gera incapacidade laborativa (Ministério da Previdência e Assistência Social, 1998; Ministério do Trabalho, 1998). Nessa avaliação, devem ser levados em conta todos os fatores ambientais e individuais e, dentre estes, a suscetibilidade.

Entre as características do ruído, importantes para o aparecimento da doença, destacam-se a intensidade (nível de pressão sonora), a qualidade (espectro de frequência dos sons componentes) e o tipo (contínuo, intermitente ou de impacto). São, também, muito importantes o tempo de exposição a cada tipo de agente e os intervalos de repouso. Nas avaliações ambientais, não bastam as sucessivas medições de níveis e espectros de ruído. A dosagem da exposição (dosimetria) é fundamental, seja por estimativa (Ministério do Trabalho, 1978), seja pelo emprego de dosímetros individuais.

Interação com Outros Agentes Nocivos

Há que se levar em conta que o estado físico ou psíquico do indivíduo pode torná-lo temporariamente mais suscetível ao ruído, agindo como agentes interadores certos estados mórbidos (como diabetes, hipertensão, infecções), cansaço, estresse e até mesmo problemas familiares, sociais e financeiros. A ocorrência de outros agentes de interação com o ruído ambiental deve ser considerada, sempre que se avaliam os critérios de insalubridade. A exposição simultânea a ruído intenso e vibrações, tão freqüente em algumas atividades profissionais, pode ter, também, um efeito interativo na perda auditiva (Boetcher e cols., 1987).

Há um certo número de medicamentos e produtos químicos que, por si só, podem lesar as estruturas da orelha interna, sejam cocleares ou vestibulares, seja temporária ou permanentemente. Entre os medicamentos, destacam-se os antibióticos aminoglicosídeos, os salicilatos, alguns diuréticos, alguns oncotéricos e o quinino. Hoje em dia existe evidência

de propriedades ototóxicas de vários produtos químicos industriais, como certos *fumos metálicos* (chumbo, mercúrio, manganês, cobalto, arsênio), alguns *gases asfixiantes* (monóxido de carbono, nitrato de butila, tetracloroeto de carbono) e muitos *solventes orgânicos* (tolueno, xileno, estireno, n-hexano, tetracloroetileno e dissulfeto de carbono). Como populações numerosas de trabalhadores encontram-se expostas a estes produtos em seu ambiente de trabalho, esse tema tem recebido uma atenção crescente por parte de pesquisadores e profissionais ligados Saúde Ocupacional, em geral, bem como no presente Capítulo.

A exposição aos produtos químicos citados acima pode afetar o sistema cocleovestibular periférico e as vias auditivas centrais (Morata, 1986; Morata e cols., 1993; Morata e cols., 1997a; Morata e cols., 1997b; Teixeira, 2000). Em estudos com animais, obteve-se evidência sólida de que a exposição a determinados solventes atinge a cóclea, assim como o ruído (Campo e cols., 1999; Johnson, 1994; Pryor, Dickinson & Feeney, 1984). A exposição a *tolueno*, *estireno* e *monóxido de carbono* afetou funcionalmente e morfológicamente as células ciliadas de animais de laboratório. Em animais também foi confirmado sinergismo entre a exposição a ruído e estes agentes químicos (Fechter, Young & Carlisle, 1988; Johnson, 1994; Lataye, Campo & Loquet, 2000). É chamado de sinergismo o tipo de interação entre dois agentes, na qual o efeito de duas exposições combinadas é maior do que a soma simples dos efeitos de cada agente isolado.

Estudos clínicos e epidemiológicos indicaram uma associação entre exposição a uma série de *solventes* e alterações auditivas, inclusive nas vias auditivas centrais (Ödkvist, Bergholte & Ählfeldt, 1982; Ödkvist e cols., 1987; Möller e cols., 1989; Abbate e cols., 1993; Morata e cols., 1993; Jacob, 2000; Teixeira, 2000). Os achados audiométricos associados à exposição a *solventes* revelaram perdas auditivas leves a moderadas; entretanto, no caso dos *metais pesados*, as perdas auditivas podem chegar a ser profundas (Franks & Morata, 1996). Vários produtos químicos são reconhecidamente neurotóxicos e podem afetar a audição ou equilíbrio agindo primeiramente no tronco encefálico ou nas vias auditivas/vestibulares centrais (Thomas, 1985). A indicação de que alguns produtos químicos industriais podem alterar a função auditiva através de um processo ototóxico ou neurotóxico, ou da combinação destes dois processos, deve ser considerada, especialmente quando se selecionam testes diagnósticos. Nessas circunstâncias, o uso de testes audiológicos que avaliem porções mais centrais do sistema auditivo se torna essencial (Jacob, 2000). Estudos clínicos com populações expostas a *solventes* indicaram que o impacto das perdas auditivas dessas

populações no reconhecimento de fala é estatisticamente mais grave do que em populações expostas exclusivamente a ruído (Ödkvist, Bergholte & Ählfeldt, 1982; Ödkvist e cols., 1987).

Em estudos de campo, é enorme o desafio de se analisar que tipo de interação ocorre entre dois agentes, pela dificuldade em localizar populações com exposições equivalentes para comparação. Entretanto, vários estudos confirmam que, quando comparadas às populações expostas exclusivamente a ruído, aquelas expostas a ruído e produtos químicos apresentam maiores graus de perda auditiva, isto é, um maior número de trabalhadores é afetado. Além disso, populações expostas a alguns produtos químicos desenvolvem perdas auditivas mesmo que expostas a níveis de ruído abaixo de 85dB(A). Essas populações podem ser consideradas nesse momento como desassistidas em relação a programas preventivos. Internacionalmente, não se exige que populações expostas a níveis de ruído abaixo de 85 dB façam parte de programas para prevenção de perdas auditivas. No Brasil, o nível de ação preconizado pela Norma Regulamentadora Nº 9 é de 80dB (Ministério do Trabalho, 1994). No entanto, institutos de pesquisa como o NIOSH (1998) e a Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (ACGIH) recomendam que indivíduos expostos a produtos químicos ototóxicos sejam incluídos em programas para prevenção de perdas auditivas (ACGIH, 1998).

DIAGNÓSTICO

O diagnóstico dos problemas causados pelas exposições a agentes otoagressores do ambiente do trabalho é feito, de rotina, a partir de uma anamnese clínico-ocupacional, seguida de exame físico, que inclua a otoscopia, e o procedimento de testes audiométricos. Raramente se poderá fechar um diagnóstico de certeza. A impossibilidade de se acompanhar a evolução de uma perda auditiva, gradual e progressiva, ao longo de muitos anos impede que o avaliador tenha uma convicção absoluta sobre o nível, o tempo e a dose da exposição, além do desconhecimento de algumas das variáveis que influenciam a suscetibilidade individual. Assim sendo, o diagnóstico será sempre de probabilidade ou por exclusão, o que explica o fato de as normas oficiais recomendarem expressões como "sugestivo de" ou "compatível com" o diagnóstico de PAIR.

A Anamnese Clínico-ocupacional

A entrevista pode ser realizada oralmente ou através de questionários. Devem ser anotados o nome,

idade e a identificação do trabalhador, as características da ocupação, o uso de protetores (*equipamentos de proteção individual* ou EPI), a história ocupacional na empresa atual e nos empregos anteriores. Sempre que possível, os trabalhadores devem exibir documento de identidade e a carteira profissional, para a adequada correção dos dados apurados.

É importante saber como o indivíduo avalia a sua própria audição, de ambos os lados; se tem alguma dificuldade para entender conversação e em que situações; se é portador de zumbidos ou de recrutamento; se tem dificuldades para localizar fontes sonoras, se tem tido otalgias, tonturas, cefaléias, insônia ou irritabilidade; e se tem experimentado alguma dificuldade no relacionamento social, familiar, no trabalho ou na interação com os sons ambientais.

Deve-se indagar, também, se é portador de alguma doença ou se faz uso de algum medicamento, ou se tem hábitos de consumo de tabaco, de bebidas alcoólicas ou de drogas.

Devem ser também relatados os antecedentes móbidos (auriculares e gerais) ou traumáticos (de orelhas, de face, de crânio ou de coluna cervical, trauma acústico, barotrauma) e sobre o uso prévio de medicamentos ototóxicos. Deve ser relatado se o entrevistado tem familiares com perda auditiva e de que tipo.

Anota-se, ainda, sobre a exposição a ruído e outros agentes otoagressores, dentro e fora do ambiente do trabalho, no presente ou no passado. A exposição a música em alto volume, o uso de armas de fogo, explosivos ou fogos de artifício e acidentes com faíscas elétricas, tão comuns no nosso meio, precisam ser registrados.

O Exame Físico

O exame físico geral é parte importante da avaliação diagnóstica, tanto no que diz respeito ao estado geral, quanto ao otorrinolaringológico, com destaque especial para a inspeção dos meatos acústicos externos, cujo resultado precisa ser registrado junto ao exame audiométrico. A otoscopia deve preceder obrigatoriamente os testes auditivos. Por ela descartam-se as afecções de orelha externa (rolha de cerume, secreções, descamações, edemas, hiperemias, colabamentos, corpos estranhos, osteomas etc.) e algumas de orelha média (seqüelas de otite média, perfurações timpânicas, otites serosas, hemotímpanos, disfunções tubárias etc.). Tais alterações costumam gerar perdas auditivas do tipo condutivo e devem ser tratadas, quando for possível, antes de se pesquisarem os efeitos do ruído sobre a audição.

Os Testes Audiométricos

Nos consultórios dos especialistas, os testes fundamentais são as *provas com diapases*, a *audiometria tonal* por via aérea (havendo perda auditiva testa-se também a via óssea), a *logoaudiometria* (os Índices de Reconhecimento de Fala ou IRF e os Limiares de Reconhecimento de Fala ou SRT) e a *imitanciometria* (timpanograma, complacência estática e limiares dos reflexos estapedianos). Eventualmente, havendo certas dificuldades diagnósticas, apela-se para outras provas mais elaboradas como a *audiometria de tronco encefálico* (o BERA), o exame das *emissões otoacústicas evocadas* (EOAs) ou a *eletrococleografia*. Eventualmente solicitam-se, também, os exames otoneurológicos. Os exames de laboratório e radiológicos são freqüentemente utilizados.

Em Medicina do Trabalho, a audiometria tonal, por via aérea, é soberana e adotada universalmente, seja nos programas preventivos, seja nos previdenciários e securitários. Tem inestimável valor de orientação para o Médico do Trabalho, para fins preventivos, para notificações, encaminhamentos e, sobretudo, para monitorar a eficiência dos programas de conservação da audição.

Nas áreas previdenciária, trabalhista e judicial, a audiometria tonal constitui a referência básica para a avaliação da perda auditiva. Lamentavelmente, a audiometria tem sido supervalorizada, em detrimento de outras informações clínicas e ocupacionais de suma importância. Além disso, a audiometria tonal, sozinha, pode não ser suficiente para permitir a distinção entre os efeitos do ruído e de outros agentes. Num estudo com trabalhadores de uma indústria gráfica de São Paulo (Morata, 1997b), uma porcentagem elevada de alterações audiométricas foi encontrada, mas o teste de regressão logística múltipla revelou que essas alterações eram associadas com a exposição a *tolueno* e não com a exposição ruído. Recomenda-se, então, o encaminhamento para realização de testes audiológicos que avaliem porções mais centrais do sistema auditivo. Entretanto, quando se estudam populações numerosas, com condições de exposição comparáveis (por exemplo, dois grupos com exposição a níveis equivalentes de ruído, mas diferindo em relação a uma outra exposição, química ou vibração), os dados audiométricos (limiares médios ou prevalência de casos alterados) podem revelar diferenças entre os grupos, indicando a contribuição dos diferentes fatores de risco.

A Audiometria Tonal

O exame audiométrico deve ser executado por profissional legalmente qualificado e habilitado, com

experiência em audiologia ocupacional. Os Conselhos Federais de Medicina e de Fonoaudiologia, que regulamentam as respectivas profissões, decidiram que o exame audiométrico somente pode ser realizado por médico ou fonoaudiólogo e a Portaria Nº 19, do Ministério do Trabalho (1998) ratifica esta determinação.

O local do exame deve ser silencioso, se possível, em cabina audiométrica ou sala silenciosa que tenha como níveis máximos de ruído de fundo os recomendados pela norma ISO 8253.1 (1989).

O audiômetro deve ser submetido à calibração eletroacústica periódica, em laboratório habilitado e calibração biológica mais freqüente, feita pelo profissional que realizará os exames.

A recomendação do Ministério do Trabalho acompanha a da OSHA, dos Estados Unidos (1974), de que seja feito durante a jornada de trabalho, para que possíveis alterações temporárias sejam detectadas, facilitando intervenções preventivas (NIOSH, 1998). Pela norma brasileira, são toleradas, nos exames periódicos não referenciais, pequenas exposições, protegidas com EPI, antes dos testes, com registro da exposição prévia junto ao resultado do exame. Na ocorrência de mudança significativa, o teste será repetido com o repouso de 14 horas.

O examinando deve ficar confortavelmente sentado, voltado para uma parede, e os fones serão adequadamente colocados sobre suas orelhas, sem dobrar o pavilhão nem comprimir o *porus* acústico externo. Recebe as instruções sobre os objetivos e os passos do teste, devendo informar corretamente se ouviu ou não ouviu o som apresentado.

As freqüências serão testadas na seguinte ordem: 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000, 8.000, 500 e 250Hz de um lado e depois do outro. A seguir retesta-se 1.000Hz do primeiro lado, pois se houver diferença maior que 5dB, a seqüência deverá ser repetida. Em audiologia ocupacional, é comum excluírem-se as freqüências 250 e 8.000Hz, nos cálculos de resultados, mas é recomendável que elas sejam sempre testadas, pois isto pode ser útil para o diagnóstico diferencial. Se possível, a via óssea deverá ser testada em 1.000, 2.000, 3.000, 4.000 e 500Hz, sempre que a via aérea nestas freqüências tiver limiares acima de 20dB. Os resultados serão anotados em audiogramas ou em tabelas, para processamento e arquivo (Figs. 29.7 e 29.8).

A distância entre cada oitava de freqüência deve corresponder a uma variação de 20 dB no eixo do nível de audição (D) (Tabela 29.2).

A inobservância das normas de técnica audiométrica, assim como a falta de calibração adequada dos audiômetros, tem feito com que muitos audiogramas não possam ser comparados ou considerados fidedignos,

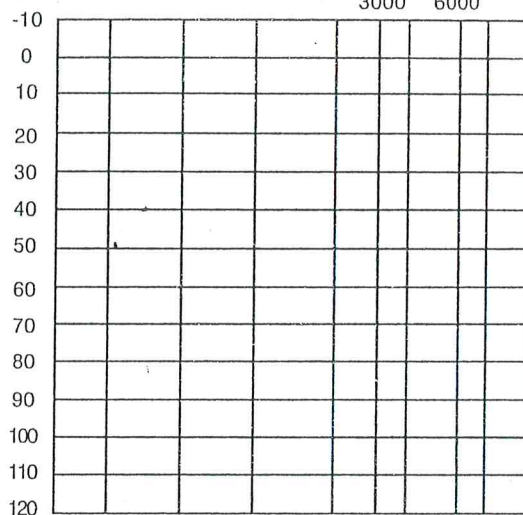
AUDIOMETRIA OCUPACIONAL

DIREITA

Frequência em Hertz

250 500 1000 2000 4000 8000
3000 6000

dB



Audiômetro:

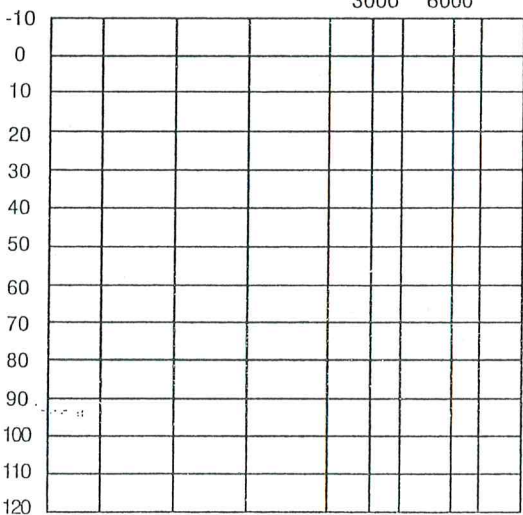
Calibração:

ESQUERDA

Frequência em Hertz

250 500 1000 2000 4000 8000
3000 6000

dB



Útima Aferição:

Fig. 29.7 — Audiograma em formato gráfico (modelo recomendado pela norma ISO 8253.1). Gráfico da Portaria nº 19, do MTE (1998).

Preenchimento e Símbolos

Símbolos*

Orelha Direita

Orelha Esquerda

Respostas Presentes

Via de Condução Aérea



Via de Condução Óssea



Respostas Ausentes

Via de Condução Aérea



Via de Condução Óssea



1. Os símbolos referentes à via de condução aérea devem ser ligados através de linhas contínuas para a orelha direita e linhas interrompidas para a orelha esquerda.
2. Os símbolos de condução óssea não devem ser interligados.
3. No caso do uso de cores:
 - a) a cor vermelha deve ser usada para os símbolos referentes à orelha direita;
 - b) a cor azul deve ser usada para os símbolos referentes à orelha esquerda.

Audiometria Ocupacional

Nome:

Registro nº:

Data		250	500	1.000	2.000	3.000	4.000	6.000	8.000	Qual	Fono
	D										
	E										

Data		250	500	1.000	2.000	3.000	4.000	6.000	8.000	Qual	Fono
	D										
	E										

Data		250	500	1.000	2.000	3.000	4.000	6.000	8.000	Qual	Fono
	D										
	E										

Fig. 29.8 — Exemplo de um modelo de audiograma em formato tabular, para uso em audiologia ocupacional.

trazendo confusão aos profissionais da Medicina do Trabalho, da Perícia Médica e do Poder Judiciário. Por este motivo, a Portaria Nº 19 regulamentou a formatação do resultado gráfico (Ministério do Trabalho, 1998) (Fig. 29.7).

Critérios de Avaliação das Perdas Auditivas

A literatura médica é farta em critérios de classificação das perdas auditivas induzidas pelo ruído, propostos com diferentes objetivos, que muito auxiliam a Medicina do Trabalho na avaliação coletiva de grupos de trabalhadores expostos a ruído ocupacional. É consensual, hoje, a recomendação de que as classificações e quantificações disponíveis na literatura sejam evitadas nas avaliações individuais, principalmente nas áreas periciais, jurídica ou previdenciária. Elas supervalorizam o traçado audiométrico, em detrimento das demais informações clínicas (aspecto médico) e ocupacionais (aspecto de medicina do trabalho), propiciando grande margem de erro. Tal erro pode significar a negação a uma oportunidade de emprego ou a geração de um benefício ou uma indenização indevida.

Critérios Não-Oficiais

Fletcher, em 1929 (*apud* Glorig, 1981), introduziu uma fórmula para se calcular a perda auditiva em percentuais, a partir da média aritmética dos limiares audiométricos tonais em 500, 1.000 e 2.000Hz. Depois de ter sido usado por anos e anos, o método passou a ser muito criticado e acabou por ser abandonado, mesmo tendo se tornado norma oficial em muitos países. Permaneceu, contudo, o falso conceito de que estas três frequências representariam a capacidade de se ouvir bem a fala do dia-a-dia.

Fowler (1942) propôs, após exaustivas observações clínicas, um método empírico, estabelecendo pesos diferentes (15, 30, 40, 15) respectivamente para os limiares tonais nas frequências 512, 1.024, 2.048 e 4.096Hz e, utilizando uma tabela, passou a calcular o grau da perda auditiva em porcentagem. Este método foi, mais tarde, consagrado em tabela própria, adotado oficialmente por muito tempo, em diversos países, inclusive no Brasil, e posteriormente abandonado.

Muitas classificações têm sido propostas e utilizadas no nosso meio e no exterior. Algumas se baseiam na representação gráfica do audiograma (Klockhoff e cols., 1973; Merluzzi e cols., 1979; Man, Naggan & Bergman, 1981; Miyakita & Miura, 1986; Ferreira Jr., 1998). Outras usam médias aritméticas de limiares por grupos de frequências (Costa, 1988; 1992a; Lafon, 1981; Pereira, 1978; 1989; Tempest, 1977). Estas

classificações significam, na prática, uma tentativa de simplificação e metodização, destinada a fins específicos. Elas jamais satisfarão a todos, pois estarão sempre sujeitas a incorreções, para casos específicos (Santino & Couto, 1995).

Critérios Oficiais

Os critérios chamados "oficiais" são os adotados por organismos securitários ou governamentais de diversos países. Visam mais à quantificação das perdas, para fins indenizatórios ou previdenciários. Em geral, as perdas auditivas são cotadas em percentuais, calculados a partir de médias de limiares auditivos por grupos de frequências. Inicialmente baseavam-se nas frequências de 500, 1.000 e 2.000Hz. Ultimamente têm sido muito valorizadas as frequências de 3.000 e 4.000Hz na composição das médias, para os cálculos de avaliação.

Os valores apurados para cada lado, em separado, ou a combinação dos valores dos dois lados, combinados, vão determinar um valor para o *handicap* auditivo da pessoa afetada.

A perda auditiva por envelhecimento (*presbiacusia*) tem sido descontada a partir dos 60 anos, em alguns países. Hoje em dia, essa prática vem caindo em desuso. Em 1998, o NIOSH apresentou toda uma argumentação para recomendar que a correção de idade não seja aplicada em avaliações individuais, justamente pela grande diferença de suscetibilidade entre as pessoas (NIOSH, 1998).

No Brasil, atualmente, a Portaria Nº 19 (Ministério do Trabalho, 1994) propõe uma classificação de perdas auditivas induzidas pelo ruído excessivo, essencialmente qualitativa e de grande aplicabilidade prática, baseada em audiometria tonal aérea, qual seja:

- os audiogramas estão *dentro dos limites aceitáveis* quando todos os limiares são iguais ou menores que 25dB NA;
- o audiograma mostra em uma ou mais frequências, perdas acima de 25dB, predominantemente na faixa de 3.000 a 6.000Hz, com o formato "em colher", *sugestivo de perda auditiva induzida pelo ruído*; e
- o audiograma mostra, em uma ou mais frequências, perdas acima de 25dB, mas sem as características de perda auditiva induzida pelo ruído, ou seja, com rebaixamentos atípicos, em variadas faixas de frequências (*não sugestivos de perda auditiva induzida pelo ruído*).

Entretanto, dentro do primeiro grupo poderão estar alguns, de casos já lesados pela exposição ao ruído, cujas perdas ainda não ultrapassaram os limites

convencionados como aceitáveis. Da mesma forma, no segundo grupo, nem todos os traçados que apresentam o entalhe característico na faixa de 4.000Hz correspondem à perda induzida por ruído. No terceiro grupo podem estar outras doenças auditivas associadas a perdas induzidas pelo ruído, o que dificulta muito o diagnóstico etiológico preciso.

Por razões não somente de ordem legal, mas principalmente técnica, não mais se justifica o uso das outras classificações correntes, para avaliação individual de resultados audiométricos. Para estudos coletivos, de grupos populacionais, o avaliador escolherá aquela que atenda a seus propósitos de pesquisa e/ou de acompanhamento ao longo do tempo.

Seguimento Audiométrico

Quando se implanta um Programa de Prevenção de Perdas Auditivas (também chamados de Programas de Conservação da Audição) em uma empresa, uma das primeiras tarefas consiste no levantamento audiométrico de todos os trabalhadores que atuam em áreas de risco. Obtém-se, assim, um exame audiométrico basal de cada trabalhador. Nas empresas em que o programa já está em andamento, o exame basal do trabalhador corresponderá àquele obtido no ato de sua admissão, ou seja, o *exame audiométrico admissional*. Este audiograma servirá de *referencial* para ser comparado com os futuros exames audiométricos feitos na empresa, os exames *periódicos*.

A partir desta comparação, serão avaliados o comportamento auditivo do trabalhador ao longo de sua permanência naquele trabalho e a eficiência das medidas preventivas adotadas pelo programa.

Nos Estados Unidos, a OSHA considera significativa a diferença entre a audiometria periódica e a basal (STS ou *Significant Threshold Shift*), se a perda for de 10dB ou mais, entre as médias aritméticas dos limiares nas frequências 2.000, 3.000 e 4.000 Hz (OSHA, 1974). Já a *American Academy of Otolaryngology — Head and Neck Surgery* considera a diferença significativa se a perda média (também média aritmética) for de 10dB ou mais em 500, 1.000 e 2.000Hz ou em 3.000, 4.000 e 6.000Hz (Lane e cols., 1985). A legislação brasileira, pela Portaria Nº 19 (Ministério do Trabalho, 1998), passou a recomendar este último critério, das médias aritméticas de limiares nos dois grupos de frequências. Para variações em frequências isoladas, somente considera significativa uma piora de 15 ou mais decibéis.

Alguns serviços consideram, também, a *melhora significativa* quando a média aritmética de limiares em algum dos grupos de frequências atinge 5dB ou mais, melhores do que no exame referencial, por motivos

de segurança. É muito comum uma melhora gradual nos primeiros exames seqüenciais, devida ao fator *aprendizagem*. Na realidade, o que melhora não é a sensibilidade auditiva da pessoa, mas a qualidade de seu exame. Em termos preventivos, é interessante que, nestas situações, o exame referencial seja trocado pelo de menor valor. Se houver piora futura, com a exposição, este critério faz com que as medidas de proteção sejam tomadas mais cedo.

Quando da cessação do contrato de trabalho entre o empregado e a empresa, será obrigatório o *exame audiométrico demissional*, que será igualmente comparado com o exame de referência.

Diagnóstico Diferencial

Um simples exame audiométrico é insuficiente para se diagnosticar a causa da perda auditiva. O exame audiométrico ocupacional deve ser considerado apenas como "triagem", para orientar os profissionais envolvidos com saúde ocupacional. O diagnóstico diferencial é da competência exclusiva dos especialistas, que lançam mão de outras provas diagnósticas e nem sempre chegam a uma definição categórica.

Deve-se insistir no fato de que a audiometria, por si somente, não define nem pode definir a etiologia da perda auditiva. Daí os grupos estarem definidos como "compatível com". Peca por imperícia o profissional que dá o diagnóstico baseado apenas na audiometria.

Sataloff (1980) enumera várias doenças auditivas capazes de apresentar perdas auditivas na faixa dos 4.000 Hz (diagnóstico diferencial):

- perda auditiva induzida pelo ruído;
- infecções virais (rubéola, sarampo, caxumba, herpes simples, inclusão citomegálica e viroses respiratórias);
- traumatismo de crânio;
- perda auditiva hereditária;
- ototoxicoses (por antibióticos aminoglicosídeos, diuréticos, quimioterápicos, aspirina em altas doses e outros produtos químicos);
- neurinoma do acústico;
- surdez súbita;
- esclerose múltipla; e
- outras (infecções bacterianas, tipo meningite; endotoxinas, hipoxia neonatal e icterícia).

Podem-se ainda acrescentar as perdas auditivas de origem vascular ou por osteoartroses cervicais. Finalmente, deve-se pensar, também, nos simuladores e dissimuladores, assíduos frequentadores das clínicas audiológicas ocupacionais.

Cabe lembrar, novamente, que o ruído não é o único fator determinante da perda auditiva. A presença de

outros fatores ocupacionais e não ocupacionais deve ser sempre levada em conta, na apreciação individual de cada caso (Phaneuf & Hétu, 1990).

EVOLUÇÃO E PROGNÓSTICO

Conforme a caracterização da perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional, do Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva (Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, 1999), ela quase nunca é de grau profundo; geralmente não passa dos 40dB nas baixas e médias frequências e de 75dB nas altas; cessada a exposição, cessa a progressão da perda; e ela não torna o ouvido mais sensível a futuras exposições, ou seja, à medida que a perda aumenta, a velocidade de sua progressão diminui. As investigações sobre perdas auditivas associadas à exposição a produtos químicos sugerem uma caracterização da doença muito similar à da PAIR (Morata & Lemasters, 1995). Entretanto, no caso de PAIR, a perda maior situa-se geralmente em 4.000Hz e leva muito tempo para se estender além da faixa de 3.000 a 6.000Hz. Dentro desta faixa, em condições estáveis de exposição, as perdas em 3.000, 4.000 e 6.000Hz costumam atingir o máximo em 15 anos. As perdas por produtos químicos parecem atingir as frequências de 2.000 e 8.000Hz mais precocemente do que nos casos de PAIR.

Segundo Glorig (1980), a perda auditiva atinge sua maior intensidade dos cinco aos sete anos de exposição, reduzindo o índice de progressão até os 15 anos, quando tende a se estabilizar, desde que mantidas as condições de exposição e na ausência de outros fatores causais.

Como a maioria das perdas auditivas neurossensoriais, a induzida pelo ruído é de natureza irreversível. Já que as células sensoriais do órgão de Corti não se regeneram depois de destruídas, não existe tratamento clínico para restaurar a audição perdida. Os aparelhos de amplificação sonora individual são de difícil adaptação, devido ao recrutamento e ao problema do reconhecimento da fala. Mas, com os recentes avanços tecnológicos, tanto da microeletrônica digital, quanto das técnicas de adaptação e de treinamento, muitos portadores de PAIR já têm se beneficiado significativamente com o uso de aparelhos.

Mesmo assim, em face da irreversibilidade, o melhor procedimento diante deste problema ainda é a prevenção.

CONDUTA

Do ponto de vista exclusivamente ocupacional, diante da perda auditiva do trabalhador, deve o profissional

atentar para as seguintes rotinas (Ministério da Previdência e Assistência Social 1998; Ministério do Trabalho, 1998):

1. Estabelecer (ou não) o *nexo causal* entre a exposição a ruído e a perda auditiva, caracterizando-a como perda auditiva relacionada ao trabalho. Sempre que possível, deverá estabelecer, também, o *nexo técnico* que, na linguagem previdenciária, significa que o ruído causal relaciona-se diretamente com o exercício do trabalho habitual.

2. Estabelecer ou não a existência de algum tipo de *incapacidade* originada pela perda auditiva.

3. Decidir sobre a necessidade de *notificação* do problema às instituições oficiais indicadas pela norma legal.

4. Decidir sobre a necessidade de *encaminhamento* ao especialista para diagnóstico e diagnóstico diferencial, aconselhamento ou reabilitação auditiva.

5. Decidir sobre a necessidade de um trabalho de *reabilitação profissional* para troca de função laboral.

6. Decidir sobre a necessidade de engajamento num *Programa de Conservação de Audição*.

Estabelecimento do Nexo Causal

Será estabelecido o nexo causal entre a perda auditiva e a exposição ao ruído, quando houver clara evidência de que a perda auditiva tem características audiométricas compatíveis com as induzidas pelo ruído e corresponde perfeitamente com o tempo, o tipo, a intensidade e a dose da exposição ao agente.

É de Sataloff (1980) o seguinte comentário:

“Um audiograma mostrando um entalhe em 4.000Hz não constitui evidência para se diagnosticar a perda auditiva induzida pelo ruído. Para tanto, deve-se ter pelo menos a história de exposição suficiente a ruído intenso. Nem sempre é possível afirmar ser perda ocupacional ou descartar completamente outras causas. Tendo havido, entretanto, a superexposição e descartando-se outras causas, um diagnóstico de perda ocupacional pode ser feito com razoável certeza na presença do audiograma característico.”

O Decreto Nº 3048 da Previdência Social, de 6 de maio de 1999 (Ministério da Previdência e Assistência Social, 1999), reconhece os “homólogos do benzeno otoneurotóxicos” (tolueno e xileno) e “solventes orgânicos otoneurotóxicos” como agentes etiológicos ou fatores de risco de natureza ocupacional para a *hipoacusia ototóxica*. Esse Decreto indica que as exposições a estes agentes também devem ser consideradas quando se examina o nexo entre uma perda auditiva e as condições do ambiente de trabalho.

A Incapacidade Laborativa por Perda Auditiva

Desde que um trabalhador ingresse numa empresa sadio e, com o exercício profissional, desenvolva alguma deficiência de órgão ou função, em consequência daquele trabalho exercido, tal deficiência poderá ser caracterizada como uma Doença Profissional ou do Trabalho.

Em 1958, os norte-americanos introduziram nos critérios de avaliação os conceitos de:

- *Impairment* (ou dano): uma mudança para pior na estrutura ou função;
- *Handicap*: a desvantagem suficiente para afetar a eficiência nas atividades diárias;
- *Disability* (ou desabilidade): a incapacidade de permanecer exercendo as mesmas funções.

Estes conceitos foram oficializados pela *American Academy of Otolaryngology e American Council of Otolaryngology*, em 1979 (*American Academy of Otolaryngology on Hearing and Equilibrium & American Council of Otolaryngology Committee on The Medical Aspects of Noise*, 1979).

A Organização Mundial de Saúde conceituou estas deficiências, em 1980, de maneira um pouco diferente (WHO, 1980):

- *Impairment* ou dano: anormalidade de estrutura ou função (distúrbio em nível de órgão);
- *Disability* ou desabilidade: consequência da anormalidade na atividade ou no desempenho de funções (em nível de pessoa);

• *Handicap*: desvantagem na atividade do indivíduo e na sua integração com o ambiente (em nível social e profissional).

Depois de duas décadas de uso, mudanças nos sistemas de saúde e no entendimento das repercussões das condições de saúde sobre o indivíduo, tornou-se óbvia a necessidade de uma atualização destes conceitos. Em 1999, a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1999) revisou esse sistema de classificação e publicou um documento intitulado *International Classification of Impairments, Activities and Participation: A Manual of Dimensions of Disablement and Functioning* (<http://who.int/msa/mnh/ems/icidh/brochure/whatis.htm>). De acordo com essa nova classificação, o estado de saúde de um indivíduo é determinado por três dimensões de saúde: (a) dano ou impedimento (relacionada função ou estrutura); (b) atividade e (c) participação (Fig. 29.9). Nesse modelo, essas três dimensões estão inter-relacionadas e também são influenciadas por dois fatores contextuais: ambientais e pessoais.

Uma importante característica desse modelo é o reconhecimento de que uma deficiência pode ser causada por interações complexas entre vários níveis, incluindo biológico (dano), pessoal (no desempenho de uma atividade) e social (participação ou não). As implicações dessa proposta para a área da audiolgia encontram-se detalhadas em Gagné (2000).

Na avaliação e conceituação da perda auditiva ocupacional, como doença profissional ou do trabalho, todos estes conceitos devem ser levadas em conta

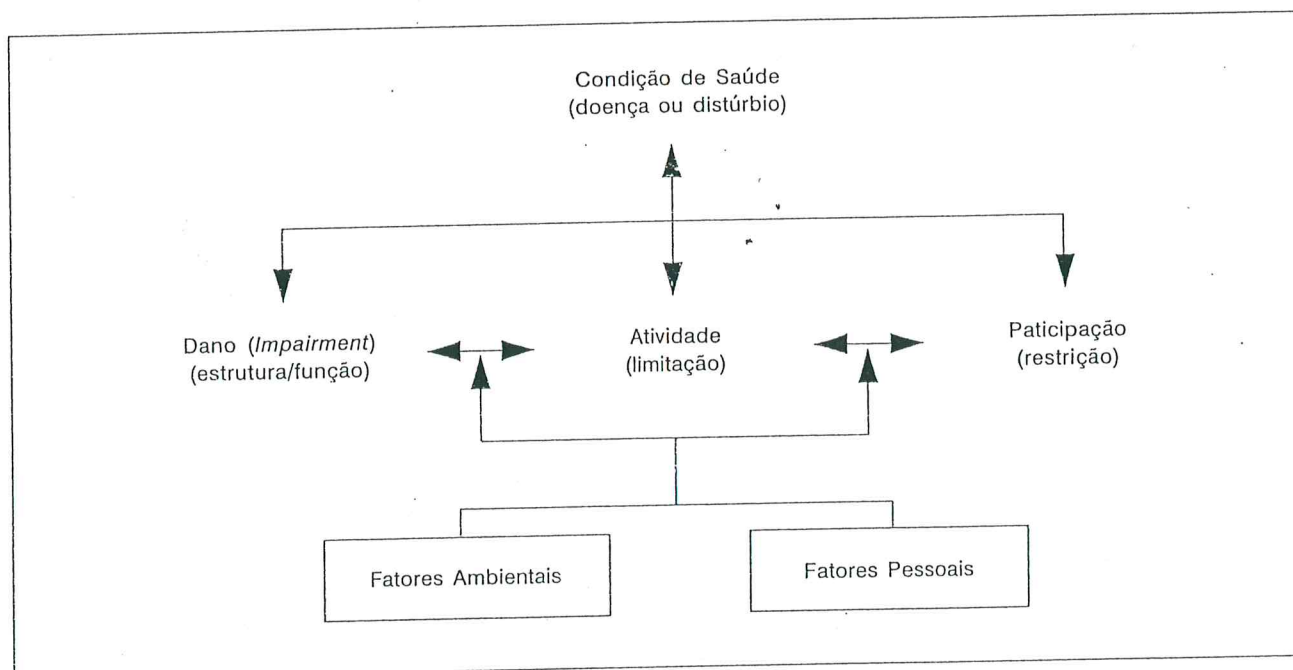


Fig. 29.9 — Versão preliminar da revisão da *International Classification of Impairments, Activities and Participation (ICIDH-2)*, proposta pela Organização Mundial da Saúde (1999).

e não apenas a leitura do audiograma, como habitualmente ocorre no nosso meio.

Segundo a Portaria Nº 19 (Ministério do Trabalho, 1998), "a perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados, por si só, não é indicativa de inaptidão para o trabalho". Da mesma forma, a Ordem de Serviço Nº 608, do Instituto Nacional do Seguro Social, diz que:

"a perda auditiva sensorineural por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora, na grande maioria dos casos, não acarreta incapacidade para o trabalho (...) sua presença, no exame audiométrico admissional, não deve desclassificar o trabalhador para o exercício profissional, pois além de não interferir em sua capacidade laborativa, pode não ser de origem ocupacional." (Ministério da Previdência e Assistência Social, 1998).

Ainda, pela norma oficial, na avaliação da incapacidade laboral de um trabalhador deve-se levar em conta fatores relacionados com o indivíduo e fatores relacionados com o ambiente de trabalho. Entre os primeiros, citam-se: a história clínica e ocupacional do trabalhador, o resultado da otoscopia e de outros testes audiológicos complementares, a idade do trabalhador, o tempo de exposição pregressa e atual a níveis de pressão sonora elevados, a exposição não ocupacional a níveis de pressão sonora elevados e a capacitação profissional do trabalhador examinado. Com relação ao ambiente, consideram-se: os níveis de pressão sonora a que o trabalhador estará, está ou esteve exposto no exercício do trabalho; a demanda auditiva do trabalho ou da função; a exposição ocupacional e não ocupacional a outro(s) agente(s) de risco ao sistema auditivo; e os programas de conservação auditiva aos quais tem ou terá acesso o trabalhador. O médico deve decidir pela existência ou não da incapacidade parcial ou total para o trabalho levando sempre em conta o conjunto dos fatores envolvidos. Grosso modo, um trabalhador será considerado incapaz caso já apresente um comprometimento grave, ou em risco de agravamento, mesmo com proteção individual e coletiva ou quando seu desempenho profissional ficar comprometido em razão da perda auditiva (Ferreira, 1998).

Notificação e Encaminhamento

Estabelecido onexo causal, deve-se procurar caracterizar algum tipo de incapacidade: física, profissional, social etc. Se ela não existir, o trabalhador não necessita afastar-se do trabalho, devendo, no entanto, ser incluído no *Programa de Prevenção de Perdas Auditivas* da empresa. Havendo incapacidade, a ocorrência deve ser notificada aos organismos oficiais. Através da *Comunicação de Acidente do Traba-*

lho (CAT) o trabalhador será encaminhado à Previdência Social. Por decisão da perícia médica previdenciária, poderá o trabalhador ser afastado, ou não, do exercício de suas funções habituais; poderá, ou não, ser habilitado a receber os benefícios previdenciários; poderá retornar às mesmas funções ou ser treinado para o exercício de função diversa daquela em que contraiu o problema (Ministério da Previdência e Assistência Social, 1998). É recomendável que a empresa, em caráter preventivo, troque de função um empregado na iminência de riscos de desencadeamento ou agravamento de uma perda auditiva, independentemente do encaminhamento à previdência oficial.

Nos casos de perdas auditivas mais intensas, nas perdas assimétricas ou incompletas, será necessário o encaminhamento ao otorrinolaringologista, para diagnóstico diferencial, aconselhamento de risco e, se possível, reabilitação auditiva.

Aconselhamento Sobre o Risco

Os casos "não sugestivos de PAIR", assim como os de perda auditiva ocupacional grave, deverão ser submetidos a uma bateria de exames otológicos para diagnóstico definitivo.

Uma boa parte das perdas auditivas condutivas tem tratamento clínico ou cirúrgico e, de modo geral, não constitui alto risco para trabalhar em ambiente ruidoso. Os portadores de outros tipos de perda sensorineural (não ocupacional) serão recomendados a não retornar ao trabalho em ambiente ruidoso, devido ao alto risco de piora, mesmo utilizando as medidas de proteção.

Quanto aos portadores de PAIR, o aconselhamento do especialista deve limitar-se ao risco clínico, ficando a cargo do médico do trabalho, conhecedor do ambiente laboral, a decisão sobre a conduta frente ao risco ocupacional.

Reabilitação Social

Compete a todos os profissionais envolvidos com o trabalhador portador de PAIR, cada qual na sua área de competência, propiciar-lhe um apoio, para que ele consiga superar os problemas psicossociais gerados pelas desabilidades relativas à enfermidade.

Todo trabalhador deficiente precisa receber informações, conselhos e suporte para conduzir opiniões, atitudes e comportamento no trato de seu dia-a-dia. O trabalhador afetado pela doença deve ser informado sobre a natureza e a extensão de seu problema e sobre as soluções possíveis. Para tanto, é preciso conhecer qual a sua demanda auditiva, tanto no tra-

balho, quanto na família e na sociedade. Além de receber a informação, ele deve ser aconselhado a cumprir as normas de proteção, a evitar exposições extra-ocupacionais, a sugerir melhorias em seu posto de trabalho e ser encorajado a discutir francamente com os colegas e chefias os problemas gerados por sua incapacidade. Com uma postura compreensiva ante suas emoções e ansiedades, o profissional pode facilitar-lhe a aceitação do problema e motivá-lo a buscar soluções.

O uso de aparelhos de amplificação individual deve ser encorajado, seja o tipo para assistir televisão, seja o de uso auricular. Até recentemente, os aparelhos de surdez não desfrutavam de boa aceitação por parte dos portadores de PAIR. Hoje, este panorama está muito mudado, graças às estratégias de adaptação e técnicas de avaliação e treinamento, somadas ao avanço tecnológico, que melhorou a qualidade da amplificação, principalmente para recrutamento e para reconhecimento de fala, além de uma progressiva queda de preços.

Além disso, recomenda-se captar a colaboração dos colegas de trabalho e dos familiares, no sentido de procurar minimizar as limitações do trabalhador deficiente e incentivar as discussões conjuntas, a reivindicação de melhorias, a motivação para uma melhor participação social, para a aceitação de equipamentos de amplificação e de técnicas de reabilitação.

Este trabalho não precisa ser desenvolvido necessariamente dentro da empresa, mas através de uma atuação comunitária. A monitoração de resultados dos grupos que já vêm, há tempos, realizando tal trabalho tem mostrado melhorias substanciais na qualidade de vida dos portadores da PAIR.

PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE PERDAS AUDITIVAS

A prevenção, indubitavelmente, é a principal e a melhor opção no trato com a perda auditiva ocupacional, cabendo aos profissionais ligados à área de saúde ocupacional a missão de incentivar a adoção de medidas que visem, pelo menos, estacionar as perdas auditivas em progressão e interferir decisivamente contra o surgimento de novos casos.

Nesse sentido, sugere-se a adoção de um *programa*, bastante abrangente e consistente, em que todas as condutas, visando à prevenção das perdas e conservação da audição dos trabalhadores; estejam previstas claramente. O programa deve ser elaborado e adotado para um determinado contexto, uma vez que envolve, em cada alínea, decisões de ordem ética, política, legal e econômica, entre outras, peculiares a cada empresa.

A decisão, em geral de ordem administrativa, pela adoção de um *programa*, deve ser tomada com o envolvimento de toda a hierarquia na empresa, desde a Diretoria até o nível das chefias imediatas dos tra-

balhadores, uma vez que todos terão o seu papel a cumprir. Aconselha-se que os próprios trabalhadores, alve principal do programa, sejam consultados sobre a sua implementação.

O Programa de Prevenção de Perdas Auditivas deve conter, em seu corpo, dois tópicos principais:

a) a *política de saúde ocupacional da empresa*: devem estar claramente definidos os princípios que norteiam as atividades econômicas, no que concerne à saúde de seus trabalhadores. Aliás, todo o programa se baseia e se orienta nestes princípios; e

b) o *programa*: nele se detalham os grandes itens, que podem ser considerados um resumo das ações a serem tomadas, isto é, uma decisão gerencial/administrativa, considerados os aspectos éticos, políticos, legais, técnicos, econômicos, sociais etc.

Falhando em qualquer dos dois aspectos e faltando a participação efetiva da alta direção da empresa, o programa peca de início e não terá sustentação ao longo do tempo. Por outro lado, embora a abrangência do programa seja restrita ao interior da empresa, é de suma importância a conscientização dos trabalhadores para a conservação da audição frente ao ruído, seja no local do trabalho, seja fora dele.

O Programa de Prevenção deve abordar os agentes de risco sob o ponto de vista da higiene industrial, isto é, o seu reconhecimento, avaliação e controle. Deve também atender ao aspecto médico e médico-legal, qual seja, a realização de avaliações específicas de exames otológicos (incluindo os audiométricos), o estudo epidemiológico, a comunicação de seus resultados aos interessados, as notificações aos órgãos competentes, as providências junto à previdência social e companhias seguradoras etc. (Tabela 29.3)

Para sugestões de práticas que facilitem o sucesso de programas preventivos, recomenda-se a leitura dos documentos “*NIOSH Preventing Occupational Hearing Loss — A Practical Guide*” (NIOSH, 1996) e “*Criteria For A Recommended Standard-Occupational Noise Exposure*” (NIOSH, 1998).

Etapas Relacionadas com o Trabalhador

O Programa deve contemplar principalmente os aspectos preventivos, tais como a realização de exames audiométricos, tanto referenciais quanto periódicos, visando à detecção, o mais precoce possível, de suscetíveis ou de casos em progressão.

Nas empresas em que as atividades econômicas precederam a programação das atividades médico-preventivas — com certeza a maioria delas — muitos casos com perda auditiva já devem existir. Nessas situações, o programa deverá prever um “ponto

Tabela 29.3
Programa de Prevenção de Perdas Auditivas

Programa Preventivo

Com o trabalhador	<ul style="list-style-type: none"> • Exames audiométricos • Afastamentos do risco • Instrução e treinamento
Com o ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de causas • Controle do risco • Novos projetos • Vigilância ambiental
Avaliação do programa	<ul style="list-style-type: none"> • "Check list" • Resultados

de partida" e procurar resolver as pendências médicas, previdenciárias e jurídicas previamente existentes.

Alguns tópicos fazem parte obrigatória de um Programa de Prevenção de Perdas Auditivas, no que diz respeito ao trabalhador.

Exame Audiométrico

Todo o trabalhador que for atuar em locais onde o ruído médio exceda a 80dB(A), por exemplo, ou dose equivalente, deve ser submetido à audiometria tonal aérea antes de ser admitido para o trabalho. Outros exames especializados podem ser solicitados para elucidação diagnóstica. Todo o trabalhador potencialmente exposto a um determinado nível de pressão sonora deve ser submetido à audiometria periódica. A periodicidade do exame pode variar de acordo com o critério médico, que levará em conta a dose de exposição, a idade, o tempo de trabalho e a legislação em vigor.

É muito importante que o trabalhador receba atenção individualizada no retorno do resultado de seu exame. Pesquisas internacionais apontam essa oportunidade como a mais eficiente para transmitir ao trabalhador a importância de sua participação para o sucesso das medidas de prevenção adotadas e, também, sobre o impacto de uma eventual perda auditiva em sua vida pessoal, familiar ou profissional.

Uma das etapas fundamentais para o sucesso de programas preventivos é o gerenciamento dos dados audiométricos. Somente o acompanhamento e a análise cuidadosa desses dados são indicadores precisos se o programa adotado está alcançando ou não seus objetivos.

Afastamento da Exposição Nociva

Deve ser prioritário o afastamento de qualquer indivíduo da exposição nociva. Para tanto, dispõe-se

de dois processos fundamentais: a eliminação ou controle do ruído e a proteção individual.

Muito embora a proteção individual apareça como a primeira opção para muitos profissionais que atuam em programas de saúde e segurança, ela deve ser sempre colocada no segundo plano. Em higiene industrial, os métodos técnicos de controle são prioritários aos de proteção individual. Assim, consideradas todas as demais formas de controle, e na falta de uma opção imediata melhor, recomenda-se a utilização do protetor individual, preferentemente em caráter emergencial e temporário (Gerges, 1992). Nem por isso deve ser implantado de forma aleatória e desordenada. Há que se cumprir um protocolo, que inclui a informação e o treinamento da população envolvida.

É importante observar que a proteção individual, quando bem indicada, e a sua utilização bem orientada e bem monitorada, tem seu efeito positivo imediato.

Programas de Treinamento

Para que cada uma das ações previstas no Programa tenha êxito, ela deve ser precedida de um amplo plano de divulgação e educação. Além disso, todo o programa precisa ser bem informado e a sua execução "aprovada" pelos trabalhadores. Para tanto, um grande programa de treinamento e conscientização deve ser empreendido e repetido periodicamente.

É óbvio que a atenção principal do treinamento de um programa preventivo é direcionada ao trabalhador. Os trabalhadores devem estar bem informados das razões e dos requerimentos do programa como um todo. O treinamento dos trabalhadores deve ser uma atividade permanente, marcada pela ênfase em um determinado aspecto em diferentes momentos. Para serem efetivos, os programas devem ser específicos quanto às condições de trabalho e às necessidades preventivas do grupo em questão (Berger, 1981). Os tópicos mínimos a serem incluídos envolvem (AOMA, 1987; NIOSH, 1996; 1998; Royster e Royster, 1990):

- a) requerimentos legais para adoção do programa;
- b) efeitos do ruído sobre a audição, com maior ênfase no impacto de uma perda auditiva no dia-a-dia do trabalhador;
- c) medidas adotadas pela empresa para redução dos níveis de ruído (presentes ou futuros) ou de outros agentes nocivos;
- d) fontes de ruído ou de outras exposições (resultados de medições, sinalização usada para indicação de risco);
- e) protetores auditivos: devem-se destacar os aspectos relevantes para seleção e adaptação dos mesmos, com exercícios práticos supervisionados;

f) audiometria: a instrução deve incluir a discussão da razão para realização do teste, descrição do mesmo, interpretação e implicações dos resultados (incluindo de mudanças temporárias de limiar); deixar claro que mudanças de limiar requerem o exame da prática de trabalho e das medidas preventivas; e

g) responsabilidade individual pela prevenção de perdas auditivas. A discussão de fontes de ruído não ocupacionais e as sugestões para o controle dessas exposições vão contribuir para o sucesso do programa como um todo.

Pesquisas sobre o comportamento de adultos sugerem que é importante propiciar aos trabalhadores a percepção de que eles têm algum controle sobre a situação, e que têm responsabilidade por sua saúde e segurança (Schwartz & Otto, 1987). Para isso, o programa deve demonstrar alguma flexibilidade e estimular a contra-referência dos participantes, para que o programa evolua de acordo com as necessidades do grupo. O documento NIOSH (1996) discute as vantagens e desvantagens de várias abordagens (como recompensa ou punição) na motivação de trabalhadores.

Apesar da ênfase do treinamento dever ser dirigida aos trabalhadores, é importante que os comprometidos na decisão da implantação do programa estejam bem informados sobre todos aspectos envolvidos nesses programas (AOMA, 1987).

Etapas Relacionadas com o Ambiente Físico de Trabalho¹

Identificação e Classificação dos Locais Conforme o Risco

Para cada local de trabalho é necessário o reconhecimento e a avaliação do ruído, conforme o risco ao trabalhador. Uma vez avaliado o risco, os técnicos poderão classificar as funções ou os locais segundo a probabilidade da ocorrência de casos de perdas auditivas. Esta atitude permitirá priorizar ações de eliminação ou redução do ruído para níveis compatíveis com a saúde ocupacional, muitas vezes com ações pouco onerosas.

Novos Projetos e Modificações

Para todos os novos projetos e modificações que vierem a ser introduzidos na empresa, a questão do ruído deve ser levada em conta. Processos mais silenciosos, maquinário menos ruidoso, a redução do

ruído ambiental etc., passam a ser tópicos prioritários nas tomadas de decisão de engenharia.

O Programa deve prever ações na padronização de condutas, regras de engenharia precisas, exigências tecnológicas, satisfazendo novos padrões de admissibilidade para fontes de ruído, novos parâmetros para cumprir a conformidade técnica etc.

Estudo e Implantação de Projetos para o Controle do Risco

Nem sempre é possível eliminar o risco. Nestes casos, múltiplas ações são tomadas no sentido de controlá-lo. Reduzir o nível de ruído ou a concentração de produtos químicos no ambiente é sempre importante, mas saber reduzir a exposição é fundamental. Modificações de engenharia podem ser decisivas, mas não se podem descartar alterações nas rotinas de trabalho, reestudo de organização e métodos, alternância de dois ou mais grupos de trabalho e até mesmo a utilização parcial de protetores individuais podem ser decisivos para o controle adequado da exposição nociva.

Vigilância Ambiental

A realização de monitoramento ambiental periódico, principalmente quando ocorrerem alterações de processos, de equipamentos ou no ambiente de trabalho de uma forma geral, é de fundamental importância. Todo e qualquer acréscimo no nível de ruído do ambiente de trabalho deve ser olhado com reservas e analisado profundamente. A supervisão do local e o próprio departamento médico devem ser notificados. Dependendo da gravidade do caso, merecerá um reestudo de engenharia.

Etapas de Avaliação da Eficácia do Programa

O Programa de Prevenção de Perdas Auditivas deve passar por reavaliações periódicas para determinar em que extensão ele está realmente atuando, se está sendo realmente eficaz e se existem problemas que precisam ser resolvidos para seu bom funcionamento.

Esta avaliação pode ser efetuada de duas maneiras:

- conferindo a qualidade e a totalidade da execução de cada etapa em separado, em auditorias periódicas; e
- analisando os resultados dos testes audiométricos, tanto individualmente, quanto por setores da empresa. Desta forma, os pontos críticos poderão ser identificados e passarão a ser alvos de medidas especiais

¹ Ver Capítulo 8, deste livro.

de controle e atuação preventiva (Suter & Franks, 1990). A participação dos trabalhadores é fundamental para que o programa dê bons resultados. Da mesma forma, será importante a sua participação no processo de avaliação da eficácia do mesmo (Santos, 1994).

Para um detalhamento das alternativas de avaliação da eficácia do programa sugere-se a leitura dos dois documentos do NIOSH (1996; 1998) já mencionados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abbate C et al. Neurotoxicity induced by exposure to toluene; an electrophysiologic study. *Int Arch Occup Environ Health* 64:389-92, 1993.
2. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices 1998. Cincinnati: ACGIH, 1998.
3. Alexandry FG. O Problema do Ruído Industrial e Seu Controle. São Paulo: Fundacentro, 1978.
4. American Academy of Otolaryngology on Hearing and Equilibrium, American Council of Otolaryngology Committee on The Medical Aspects Of Noise. Guide for the Evaluation of Hearing Handicap. *JAMA* 241:2055-9, 1979.
5. American College of Occupational Medicine Noise And Hearing Conservation Committee. Occupational noise-induced hearing loss. *J Occup Med* 31:996, 1989.
6. American Occupational Medical Association's Noise and Hearing Conservation Committee of the Council on Scientific Affairs. Guidelines for the conduct of an occupational hearing conservation program. *J Occup Med* 29(12):981-2, 1987.
7. Astete MGW, Kitamura S. Manual Prático de Avaliação do Barulho Industrial. São Paulo: Fundacentro 120p, 1978.
8. Agency for Toxic Substances and Disease Registry / Division of Health Studies. National Exposure Registry-Trichloroethylene (TCE) Subregistry — Baseline Technical Report — 1993. Washington DC: US Department of Health and Human Services, 1993.
9. Berger EH. EARLOG Monographs on Hearing and Hearing Protection: Motivating Employees to Wear Hearing Protection Devices. Indianapolis: Cabot Safety Corporation EARLOG 7, 1981.
10. Boetcher FA et al. Synergistic interactions of noise and other ototraumatic agents. *Ear Hear* 8:192-212, 1987.
11. Bohne B. Mechanisms of Noise Damage in the Inner Ear. In: Henderson D et al. Effects of Noise on Hearing. New York: Raven Press p.41-68, 1976.
12. Campo P et al. Toluene and styrene intoxication route in the rat cochlea. *Neurotox Toxicol* 21(4):427-34, 1999.
13. Canlon B. The effect of acoustic trauma on the tectorial membrane, stereocilia, and hearing sensitivity; mechanisms underlying damage, recovery, and protection. *Scand Aud* 27(Suppl.):1-45, 1988.
14. Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. Boletim Nº 1: Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído Relacionada ao Trabalho (14/11/1999). São Paulo, 1999.
15. Cóser PL. Reconhecimento de Sentenças no Silêncio e no Ruído em Indivíduos Portadores de Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 1999.
16. Costa EA. Classificação e quantificação das perdas auditivas em audiometrias industriais. *Rev Bras Saúde Ocup* 16:35-8, 1988.
17. Costa EA. Estudo comparativo entre audiometria tonal e testes de reconhecimento de fala: aplicação em audiologia ocupacional. In: Anais do IV Seminário Internacional de Controle de Ruído. Rio de Janeiro: SOBRAC p.189-92, 1992a.
18. Costa EA. Estudo da Correlação Entre a Audiometria Tonal e o Reconhecimento de Monossílabos Mascarados por Fala Competitiva nas Perdas Auditivas Induzidas Pelo Ruído [Dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1992b.
19. Costa EA. Os testes logoaudiométricos e sua aplicação em audiologia ocupacional. In: Nudelmann AA et al. (Org.). PAIR: Perda Auditiva Induzida pelo Ruído. Porto Alegre: Ed.Baggen p. 223-35, 1997.
20. Costa EA. Desenvolvimento de Teste de Reconhecimento de Fala, Com Ruído, em Português do Brasil, Para Aplicação em Audiologia Ocupacional [Tese]. Campinas: Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, 1998.
21. Costa EA. Teses e dissertações brasileiras sobre a perda auditiva induzida pelo ruído ou por outros agentes otoagressores. In: Nudelmann AA et al. PAIR — Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído. Vol.II. Rio de Janeiro: Revinter; 2000.
22. Deus MJ. Os Efeitos da Exposição à Música e Avaliação Acústica do Ambiente de Trabalho em Professores de Academia de Ginástica [Dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
23. Discalzi GL, Capellaro L, Bottalo D. Auditory brainstem evoked potentials (BAEPs) in lead-exposed workers. *Neurotoxicol* 13:207-10, 1992.
24. Discalzi GL, Fabbro D, Meliga F. Effects of occupational exposure to mercury and lead on brainstem auditory evoked potentials. *Int J Psychophysiol* 14:21-5, 1993.
25. Fechter LD, Young JS, Carlisle L. Potentiation of noise induced threshold shifts and hair cell loss by carbon monoxide. *Hear Res* 34(1):39-47, 1988.
26. Fechter LD. A mechanistic basis for interactions between noise and chemical exposure. *Arch Complex Environ Studies* 1(1):15-22, 1989.
27. Ferreira Jr. M. PAIR: Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído, Bom Senso e Consenso. São Paulo: Ed. VK Ltda 121p, 1998.

28. Fowler EP. A simple method of measuring percentage of capacity for hearing speech. *Arch Otolaryngol* 36:874-90, 1942.
29. Franks JR, Davis RR, Krieg EF. Analysis of a hearing conservation program database: factors other than workplace noise. *Ear and Hearing* 10(5):273-80, 1989.
30. Franks JR, Morata TC. Ototoxic effects of chemicals alone or in concert with noise: a review of human studies. In: Axelsson A et al. (Eds.). *Scientific Basis of Noise-Induced Hearing Loss*. New York: Thieme 472 p, 1996.
31. Gagné JP. What is treatment evaluation research? What is its relationship to the goals of audiological rehabilitation? Who are the stakeholders of this type of research? *Ear Hear* 21(4 Suppl):60S-73S, 2000.
32. Gerges SNY. *Ruído; Fundamentos e Controle*. Florianópolis: SNY Gerges 600p, 1992.
33. Glorig A. Noise: past, present and future. *Ear Hear* 1:4-18, 1980.
34. Glorig A. Compensation for industrial hearing loss: the practice in the United States. In: Beagley HA. *Audiology and Audiological Medicine*. Oxford: Oxford UP p. 861-79, 1981.
35. Haider M et al. Interactions between noise and air pollution. *Environ Intern* 16:593-601, 1990.
36. Héту R, Phaneuf R, Marien C. Non-acoustic environmental factor influences on occupational hearing impairment: a preliminary discussion paper. *Canadian Acoustics* 15(1):17-31, 1987.
37. ISO R 226. Normal equal loudness contours for pure tones and normal threshold of hearing under free-field estimating conditions. Geneva: International Organization for Standardization, 1961.
38. ISO 8253-1. Acoustics — Audiometric test methods, Part 1: basic pure tone air and bone conduction threshold audiometry. Geneva: International Organization for Standardization, 1989.
39. Jacob, LCB. Efeitos da Exposição Simultânea ao Chumbo e ao Ruído Sobre o Sistema Nervoso Auditivo Central em Trabalhadores de uma Fábrica de Baterias [Tese]. Bauru: Universidade de São Paulo, 2000.
40. Jacobsen P, Hein HO, Suadican P. Mixed solvent exposure and hearing impairment: an epidemiological study of 3284 men. The Copenhagen male study. *JOM* 43(4):180-4, 1993.
41. Johnson A-C. The ototoxic effect of toluene and the influence of noise, acetylsalicylic acid or genotype, a study in rats and mice. *Scand Audiol Suppl* 39:1-40, 1994.
42. Jorge Jr. JJ. Avaliação dos Limiões Auditivos de Jovens e Sua Relação com Hábitos de Exposição à Música Eletronicamente Amplificada [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 1993.
43. Klockhoff I et al. A method for computerized classification of pure tone screening audiometry results in noise-exposed groups. *Acta Otolaryngol* 75:339-40, 1973.
44. Lafon JC. Measurement of hearing level in occupational noise-induced hearing loss. *Audiology* 20:79-85, 1981.
45. Lane CL et al.. Standard threshold shift criteria; an investigation of the most reliable indicator of noise-induced hearing loss. *JOM* 27:34-42, 1985.
46. Lataye R, Campo P, Loquet G. Combined effects of noise and styrene exposure on hearing function in the rat. *Hear Res* 139:86-96, 2000.
47. Lindgren F. *Clinical Investigations of Noise-induced Temporary Hearing Loss [Tese]*. Göteborg: University of Göteborg, 1987.
48. Lipscomb DM. Noise induced sensorineural hearing loss; implications for the practicing clinician. *Otolaryngol Clin N Am* 11:49-53, 1978.
49. Man A, Naggan L, Bergman M. Classification of the severity of acoustic trauma based on pure tone threshold audiometry. *Acta Otolaryngol* 92: 25-31, 1981.
50. Mangabeira-Albernaz PL. Exame da função auditiva. In: Mangabeira-Albernaz P. *Otorrinolaringologia Prática*. 10.ed. São Paulo: Sarvier p.14-30, 1981.
51. Marcon SI. *Estudo da Alteração Temporária do Limiar Auditivo em Jovens do Sexo Feminino da Cidade de Farroupilha (RS) [Dissertação]*. Curitiba: Universidade Tuiuti do Paraná, 1999.
52. Merluzzi F et al. Metodologia di esecuzione del controllo dell'udito dei lavoratori esposti a rumore. *Nuovo Arch Ital Otol* 7:695-712, 1979.
53. Ministério da Previdência e Assistência Social. Decreto Nº 3048, de 12/05/99 — Aprova o Regulamento da Previdência Social, e dá outras Providências. Brasília, Ministério da Previdência e Assistência Social, 1999. [DOU de 12/05/1999].
54. Ministério da Previdência e Assistência Social. OS/INSS Nº 608, de 05/08/1998 — Aprova Norma Técnica sobre Perda Auditiva Neurosensorial por Exposição Continuada a Níveis Elevados de Pressão Sonora de Origem Ocupacional. Brasília, Ministério da Previdência e Assistência Social, 1998. [DOU de 19/08/1998].
55. Ministério do Trabalho. Portaria Nº 3.214, de 08/06/1978 — Aprova as Normas Regulamentadoras — NR's — do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, Relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Brasília: Ministério do Trabalho, 1978. [DOU de 06/07/1978].
56. Ministério do Trabalho. Portaria Nº 25, de 29/12/1994 — NR-9 — Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Brasília: Ministério do Trabalho / Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho, 1994. [DOU de 30/12/1994].
57. Ministério do Trabalho. Portaria Nº 19, de 09/04/1998 — Diretrizes e Parâmetros Mínimos para Avaliação e Acompanhamento da Audição em Trabalhadores Expostos a Níveis de Pressão Sonora Elevados. Brasília, Ministério do Trabalho, 1998. [DOU de 22/04/1998].
58. Miranda CR, Dias CR. Trios elétricos e efeitos: a perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de bandas musicais na Bahia. *Proteção (fev)*:52-60, 1998.

59. Miyakita T, Miura H. A tentative proposal for classification of audiograms in noise-induced deafness: relationship between audiogram and subjective complaints in noise-exposed workers. *Int Arch Occup Environ Health* 57:73-83, 1986.
60. Mocellin L. *Profilaxia dos Traumatismos Sonoros na Surdez Profissional [Tese]*. Curitiba: Faculdade de Medicina da Universidade do Paraná, 1951.
61. Möller C et al. Otoneurological findings in psycho-organic syndrome caused by industrial solvent exposure. *Acta Otolaryngol*;107:5-12, 1989.
62. Morata TC. *Saúde do Trabalhador: Estudo Sobre a Exposição Simultânea a Ruído e Dissulfeto de Carbono [Dissertação]*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1986.
63. Morata TC et al. Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing. *Scand J Work Environ Health* 19:245-54, 1993.
64. Morata TC et al. Hearing loss from combined exposures among petroleum refinery workers. *Scand Audiol* 26:141-9, 1997a.
65. Morata TC et al. Toluene-induced hearing loss among rotogravure printing workers. *Scand J Work Environ Health* 23:289-98, 1997b.
66. Morata TC, Lemasters GK. Epidemiologic considerations in the evaluation of occupational hearing loss. In: Morata TC, Dunn DE (Eds.). *Occupational Hearing Loss, Occupational Medicine: State of the Art Reviews*. Philadelphia: Hanley and Belfus 10(3):641-56, 1995.
67. National Institute for Occupational Safety and Health. *Preventing Occupational Hearing Loss — A Practical Guide*. Franks JR, Stephenson M, Merry C (Eds.). Pub. 1996; 96-110. <http://www.cdc.gov/niosh/96-110.html>
68. National Institute for Occupational Safety and Health. *Criteria for a Recommended Standard-Occupational Noise Exposure. Revised Criteria 1998*. Pub 1998-126. <http://www.cdc.gov/niosh/98-126.html>
69. Neves-Pinto RM, Monteiro ARC, Seligman J. Perda auditiva induzida pelo ruído; revisão das publicações por brasileiros no período de 1938-1970. *F Méd (Br)* 114 (supl.2):47-62, 1997.
70. Nudelmann AA et al. (Org.). *PAIR: Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído*. Porto Alegre: Bagaggen 297p, 1997.
71. Nudelmann AA et al. *PAIR — Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído*. Vol.II. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.
72. Ödkvist LM, Bergholtz LM, Åhlfeldt H. Otoneurological and audiological findings in workers exposed to industrial solvents. *Acta Otolaryngologica* 386:249-51, 1982.
73. Ödkvist LM et al. Audiological and vestibulo-oculo-motor to findings in workers exposed to solvents and jet-fuel. *Scand Audiol* 16(2):75-84, 1987.
74. Oliveira JAA. *Fisiologia clínica da audição — cóclea ativa*. In: Nudelmann AA et al. (Orgs.). *PAIR: Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído*. Porto Alegre: Bagaggen p.101-42, 1997.
75. Occupational Safety and Health Administration. *Proposed OSHA Occupational Noise Exposure Standard*. Washington, DC: OSHA [Fed. Reg. 39(207)], 1974.
76. Pereira CA. *Surdez Profissional em Trabalhadores Metalúrgicos: Estudo Epidemiológico em uma Indústria da Grande São Paulo [Dissertação]*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 1978.
77. Pereira CA. *Surdez profissional: caracterização e encaminhamento*. *Rev Bras Saúde Ocup* 17:43-54, 1989.
78. Phaneuf MS, Héту R. An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers. *J Otolaryngol* 19:31-40, 1990.
79. Pryor GT, Dickinson J, Feeney E. Hearing loss in rats first exposed to toluene as weanlings or as young adults. *Neurobehav Toxicol Teratol* 6(2):111-9, 1984.
80. Rentsch M, Prescher W, Tolksdorf M. New models, methods of evaluation and design solutions for combined load and strain. *Arch Comp Environ Studies* 4(3):55-63, 1992.
81. Royster JD, Royster LH. *Hearing Conservation Programs: Practical Guidelines For Success*. Chelsea: Lewis Publishers p.73-5, 1990.
82. Russo ICP. *Acústica e Psicoacústica Aplicados à Fonoaudiologia*. São Paulo: Lovise 178p, 1993.
83. Russo ICP, Behlau M. *Percepção da Fala: Análise Acústica*. São Paulo: Lovise 57p, 1993.
84. Russo ICP, Santos TMM. *A Prática da Audiologia Clínica*. São Paulo: Cortez 253p, 1993.
85. Sanchez TG et al. *Controvérsias sobre a fisiologia do zumbido*. *Arq Fund Otorrinolaringol* 1:2-8, 1997.
86. Santino E, Couto HA. *Guia Prático: Audiometrias Ocupacionais*. Belo Horizonte: Ergo 115p, 1995.
87. Santos UP (Org.). *Ruído: Riscos e Prevenção*. São Paulo: Hucitec 157p, 1994.
88. Sataloff RT. The 4,000-Hz audiometric dip. *Ear Nose Throat J* 59:24-32, 1980.
89. Schochat E. *Percepção de Fala Entre Indivíduos Portadores de Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído [Dissertação]*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1991.
90. Schochat E. *Percepção de Fala: Presbiacusia e Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído [Tese]*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1994.
91. Schochat E. *Processamento Auditivo*. São Paulo: Lovise 142p, 1996.
92. Schwartz J, Otto D. Blood lead, hearing thresholds, and neurobehavioral development in children and youth. *Arch Environ Health* 42:153-60, 1987.

93. Seballos SL. Condição Auditiva de Praticantes de Tiro com Arma de Fogo [Dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1995.
94. Sebastián G. Audiología Práctica. Buenos Aires: Panamericana p.11-24, 1999.
95. Slepecky N. Overview of mechanical damage to the inner ear: noise as a tool to probe cochlear function. *Hear Res* 22:307-21, 1986.
96. Sociedade Brasileira de Anatomia. Nomenclatura Anatômica [Trad. Bras. da PNA]. *Arq Cir Clín Exp (São Paulo)* 24(3/4):1-11, 1961.
97. Souza MT. Efeitos Auditivos Provocados pela Interação Entre Ruído e Solventes: Uma Alternativa em Audiologia, Voltada à Saúde do Trabalhador [Dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1994.
98. Spoenclin H. Innervation densities of the cochlea. *Acta Otolaryngol* 73:235-48, 1972.
99. Suter AH, Franks JR. (Ed.). *A Practical Guide to Effective Hearing Conservation Programs in the Workplace*. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health. 56p, 1990. [DHHS-NIOSH Publication N° 90-120].
100. Teixeira CF. Exposição Ocupacional aos Inseticidas e Seus Efeitos na Audição: A Situação dos Agentes de Saúde Pública Que Atuam em Programas de Controle de Endemias Vetoriais em Pernambuco [Dissertação] Recife: Fundação Oswaldo Cruz, 2000.
101. Tempest W. The assessment of hearing handicap. *J Soc Occup Med* 27:134-7, 1977.
102. Thomas WG. Clinical assessment of auditory dysfunction. In: Hayes AW. *Toxicology of the Eye, Ear and Other Special Senses*. New York: Raven Press, 1985.
103. Ward WD. Endogenous factors related to susceptibility to damage from noise. In: Morata TC, Dunn DE (Eds), *Occupational Hearing Loss, Occupational Medicine: State of the Art Reviews*. Philadelphia: Hanley and Belfus 10(3):561-75, 1995.
104. World Health Organization. *International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps*. Geneva: WHO 256p, 1980.
105. World Health Organization. *ICIDH-2: International Classification of Functioning and Disability Beta-2 Draft 1999*. Geneva: WHO/HSC/ACE/99.1 213p, 1999. <http://www.who.int/icidh/introduction.htm>
106. Zlotnik J. Aspectos do Ruído Industrial em Curitiba [Tese]. Curitiba: Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Paraná, 1976.